

Confins

Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia

42 | 2019 Número 42

Numéro 42

<https://doi.org/10.4000/confins.22710>



Dossiê aplicações em geografia, saúde e meio ambiente

Dossier exemples d'applications en géographie, santé et environnement

Sous la direction de **Helen Gurgel e Anne-Élizabeth Laques**

Helen Gurgel et Anne-Elisabeth Laques

Dossier thématique sur des exemples d'applications en géographie, santé et environnement

[Texte intégral]

Helen Gurgel et Anne-Elisabeth Laques

Dossiê Temático sobre aplicações em geografia, saúde e meio ambiente [Texte intégral]

Silas Nogueira de Melo, Janderson Rocha et Yata Anderson Gonzaga Masullo

Análise Longitudinal dos Fatores Associados a Epidemia/Endemia de Homicídios nas

Capitais Brasileiras [Texte intégral]

*Analyse Longitudinale des Facteurs Associés à l'épidémie / endémie d'homicides dans les Capitales
Brésiennes*

Longitudinal Analysis of Factors Associated with Homicide Epidemic/Endemic in Brazilian Capitals

Pascal Handschumacher, Florence Fournet et Walter Ramalho

Espace, territoires et maladies vectorielles : enseignements des Suds pour lutter contre la

menace des arboviroses au Brésil ? [Texte intégral]

*Espaço, territórios e doenças vetorais: ensinamentos dos países do sul para lutar contra a ameaça dos
arboviroses no Brasil?*

*Space, territories and vector-borne diseases: lessons from the South to fight the threat of arboviruses in
Brazil?*

Leandro da Silva Gregorio, Helen Gurgel, Nadine Dessay, Gustavo Mota de Sousa et Emmanuel
Roux

Estimativa populacional pelo modelo people in pixel aplicado ao estudo da dengue no

Distrito Federal-Brasil [Texte intégral]

*Estimation de la population par le modèle people in pixels appliqué à l'étude de la dengue dans le District
Fédéral-Brésil*

Population estimate by people in pixel model applied to the study of dengue in the Federal District-Brazil

Jérémi Rouamba, Adamou Salissou, Hassane Sakandé, Vincent Jamonneau et Fabrice Courtin

Identification des Villages à Risque (IVR) : pour un état des lieux de la Trypanosomiase

Humaine Africaine au Niger [Texte intégral]

*Identificação de Vilarejos à Risco: para Análise da Situação da Tripanossomíase Humana Africana no
Niger*

Identification of Villages at Risk: for an updating of Human African Trypanosomiasis in Niger

José Roberto Henrique Souza Soares et Anselmo César Vasconcelos Bezerra

Saúde urbana no ensino de geografia: um relato de experiência no município de Olinda,

Brasil [Texte intégral]

Santé urbaine dans l'enseignement de la géographie : un rapport d'expérience dans la municipalité d'Olinda, Brésil

Urban health in the geography teaching: an experience report at Olinda city, Brazil

Eliane Lima e Silva, Helen Gurgel et Carlos Machado de Freitas

Saúde e desastres no Brasil: uma reflexão sobre os aspectos envolvidos em eventos

hidrológicos e rompimento de barragens [Texte intégral]

Santé et catastrophes au Brésil : une réflexion sur les aspects liés aux événements hydrologiques et à la rupture de barrage

Health and disasters in Brazil: a reflection on the aspects involved in hydrological events and dam rupture

Louise Cavalcante et Stéphanie Nasuti

Trabalhar na interface: coprodução de conhecimento entre cientistas e gestores públicos na

saúde ambiental. O programa Vigiagua como estudo de caso em Santarém/PA [Texte intégral]

Interface Work: coproducing knowledge among scientists and public managers in environmental health.

The Vigiagua program as a case study in Santarém / PA

Travailler à l'interface : coproduction de connaissances entre scientifiques et gestionnaires publics en santé environnementale. Le programme Vigiagua en tant qu'étude de cas à Santarém / PA

Marcus Fuckner, Osmar Abílio de Carvalho Junior, Helen Gurgel, Christovam Barcellos et Laurent Durieux

Análise dos padrões espaço-temporais das internações por diarreia e do clima nas capitais

brasileiras [Texte intégral]

Analyse des comportements spatio-temporels des hospitalisations pour diarrhée et du climat dans les capitales brésiliennes

Analysis of the spatial and temporal patterns of diarrhea hospitalizations and climate in brazilian capitals

Dossier thématique sur des exemples d'applications en géographie, santé et environnement

Helen Gurgel e Anne-Elisabeth Laques

- 1 L'élargissement du débat sur la notion de santé renforce la conviction que ce domaine n'est pas un sujet réservé aux médecins (et aux patients). En 1986, la Charte d'Ottawa produite lors de la première Conférence internationale sur la promotion de la santé au Canada stipule que " la paix, l'éducation, le logement, l'alimentation, le revenu, un écosystème stable, la conservation des ressources, la justice sociale et l'équité sont des exigences fondamentales pour la santé ". Ainsi, les études qui intègrent les questions de santé au contexte géographique deviennent une contribution importante de la recherche pour améliorer l'opérationnalité de l'action en santé.
- 2 L'une des façons d'envisager la relation entre la santé et son contexte géographique passe par la notion de lieu, c'est-à-dire la partie du territoire dans lequel nous vivons, que nous fréquentons, c'est là que se déroule notre vie quotidienne et que nous pratiquons différentes expériences. L'espace peut être considéré comme un ensemble de territoires et de lieux où des événements se produisent simultanément, et leurs répercussions se font sentir dans leur intégralité de différentes manières. La reconnaissance de cet ensemble est une étape fondamentale pour la caractérisation de la population et de ses problèmes de santé, ainsi que pour évaluer l'impact des services de santé dont bénéficie la société. De plus, l'analyse du territoire permet de rassembler de l'information de sources et de disciplines multiples, ainsi que sur l'ensemble des événements qui s'y déroulent : c'est là où les gens vivent, travaillent, se divertissent, tombent malades et se rétablissent. Enfin, c'est dans le territoire que s'applique les politiques publiques, c'est là que les décisions deviennent réalité.
- 3 Dans ce contexte, l'objectif principal de ce dossier est de diffuser, à travers des exemples pratiques, les résultats d'études menées dans différents territoires et à différentes échelles géographiques. Après un appel lancé à la communauté franco-brésilienne engagée dans la recherche en géographie et en santé, nous avons reçu

plusieurs contributions et après analyses des évaluateurs, nous avons sélectionné huit articles qui traitent différents cas au Brésil et en Afrique. Ces articles ont été choisis pour exprimer la diversité des approches possibles mobilisant le territoire pour favoriser une meilleure compréhension des dynamiques spatiales qui influencent la santé.

- 4 L'un des articles traite de la dynamique de la violence et de l'importance de cette thématique dans la recherche en santé publique, cela est illustrée par une analyse longitudinale des facteurs associés à l'endémie épidémique / homicide dans les capitales brésiliennes. Afin de subventionner les politiques publiques sectorielles concernant la gestion des catastrophes au Brésil, un autre article explique la corrélation entre les inondations et la rupture du barrage de résidus miniers de la société Vale à Brumadinho/MG.
- 5 Les maladies transmissibles vectorielles ont fait l'objet de trois articles. L'un discute de l'importance de connaître d'autres expériences de lutte contre les arbovirus dans le monde afin de mieux affronter ces maladies au Brésil. Un autre montre comment estimer les densités de population à partir d'images satellites et du recensement démographique afin de calculer l'incidence de la dengue en périodes intercensitaires dans les différentes unités de planification urbaine dans le district fédéral. Cela permet d'approfondir les acquis sur les dynamiques d'expansion de la maladie dans la capitale du Brésil. Le troisième article montre comment la connaissance du contexte géographique de la trypanosomiase humaine africaine, transmise par la mouche tsé-tsé au Niger, a permis de définir les villages les plus exposés. Ces informations permettent de concentrer les efforts de lutte dans ces régions afin de contribuer à l'éradication de la maladie qui devrait avoir lieu d'ici 2020, selon la proposition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).
- 6 Enfin, trois articles abordent des questions liées à la production de connaissances en matière de santé et d'environnement. Un article illustre comment les enseignements en géographie peuvent contribuer à sensibiliser et à encourager les étudiants à comprendre comment il est possible d'améliorer les cadres de vie des lieux habités et les changements possibles à opérer sur ces lieux pour augmenter les bonnes conditions de santé. Ceci est illustré à partir de l'exemple d'une école à Olinda - Pernambuco. Un second article explique comment la co-production du savoir est un moyen d'engager les acteurs universitaires et non-universitaires dans la production partagée de connaissances. Ce point est développé en se basant sur une étude de gestion de l'eau par le secteur de la santé à Santarém, Pará. Les auteurs montrent que les nouvelles connaissances produites par l'échange entre les différents acteurs opérant sur le territoire, auraient le potentiel d'améliorer la gestion de l'eau, et donc de minimiser les risques de maladies d'origine hydrique, puis de renforcer l'action des chercheurs dans cette région. Un dernier article traite également d'une maladie liée à l'eau, basée sur une étude des relations entre les hospitalisations dues à la diarrhée et la dynamique du climat dans les 27 capitales brésiliennes. Le principal résultat a mis en évidence la variabilité intra-annuelles importantes qui se produisent dans les différentes régions du Brésil. Indiquant que les actions préventives en matière de santé contre la diarrhée doivent avoir lieu tout au long de l'année, en fonction de la situation géographique de chaque ville.
- 7 Les articles de ce dossier nous amènent donc à élargir nos apports scientifiques sur les relations entre la géographie, l'environnement et la santé à travers des exemples qui

impliquent différentes façons d'envisager la santé. Ce dossier souligne comment le contexte géographique peut être utilisé pour mieux comprendre les diverses dynamiques qui ont un impact sur la santé humaine au Brésil et en Afrique. De plus, il montre comment ces connaissances peuvent être utilisées pour appuyer les politiques publiques sectorielles qui ont un impact à la fois direct et indirect sur la santé de la population.

- 8 Ce dossier a été constitué à l'initiative de la JEAI-GITES (Jeune Équipe Associée à l'IRD - Gestion, Indicateur et Territoire : Environnement et Santé au Brésil) que nous avons coordonnée entre 2015 et 2019. Les JEAI sont des outils de coopération de l'IRD (Institut français de Recherche pour le Développement) qui ont pour vocation de faire émerger des équipes de recherche dans les pays du Sud, sur des sujets novateurs. La JEAI GITES-Brésil a pour objectif de développer des méthodes, des outils et des indicateurs permettant d'appréhender de manière intégrée les disparités spatiales des conditions de santé avec les dynamiques socio-environnementales des territoires.



AUTORES

HELEN GURGEL

Laboratoire de géographie, environnement et santé (LAGAS), Département de géographie,
Université de Brasilia (UnB). E-mail : helengurgel@unb.br

ANNE-ELISABETH LAQUES

UMR ESPACE-DEV, Institut de Recherche pour le Développement (IRD). E-mail : anne-elisabeth.laques@ird.fr

Dossiê Temático sobre aplicações em geografia, saúde e meio ambiente

Helen Gurgel e Anne-Elisabeth Laques

- 1 A ampliação do debate sobre o conceito de saúde e também sobre o campo da saúde passa a reforçar a convicção de que a saúde não é um assunto só para médicos (e pacientes). Sendo que em 1986 a Carta de Ottawa produzida durante a I Conferência Internacional sobre Promoção de Saúde no Canadá declara que “A paz, a educação, a habitação, a alimentação, a renda, um ecossistema estável, a conservação dos recursos, a justiça social e a equidade são requisitos fundamentais para a saúde”. Desta forma, estudos que compreendam as relações entre as questões de saúde e o contexto geográfico onde elas ocorrem passam a ser uma importante contribuição para apoiar as ações em saúde.
- 2 Devemos destacar que uma das formas de olhar a relação entre a saúde e o seu contexto geográfico perpassa pelo lugar, que é a porção ou parte do espaço em que vivemos e onde se desdobra a nossa vida cotidiana e onde vivenciamos as nossas diferentes experiências. Os espaços podem ser vistos como conjuntos de territórios e lugares onde fatos acontecem simultaneamente, e, suas repercussões são sentidas em sua totalidade de maneiras diferentes. O reconhecimento deste conjunto é um passo básico para a caracterização da população e de seus problemas de saúde, bem como para avaliação do impacto dos serviços sobre os níveis de saúde dessa população. Além disso, o território tem a capacidade de congrega informações de múltiplas fontes e de múltiplas disciplinas. Devemos destacar que no território é onde as coisas acontecem: onde as pessoas vivem, trabalham, se divertem, adoecem e se recuperam. Enfim, é no território que as políticas públicas se aplicam e é onde as decisões se tornam realidades.
- 3 Diante deste contexto, o objetivo principal desse dossiê é de divulgar aplicações em geografia, saúde e meio ambiente, através de exemplos práticos, resultado de estudos realizados em diversos territórios e nas mais variadas escalas geográficas. Após uma chamada junto à comunidade franco-brasileira que desenvolvem pesquisas em

geografia e saúde. Recebemos diversas contribuições e após a análise de revisores, selecionamos oito artigos que tratam de diversas temáticas nas relações entre saúde e ambiente no Brasil e na África. Estes foram selecionados por evidenciar como os diversos olhares sobre o território favorecem uma melhor compreensão das diversas dinâmicas espaciais que influenciam a saúde.

- 4 Um dos artigos discute sobre a dinâmica da violência e a importância de pesquisas nessa temática que se voltem para o seu reflexo na saúde pública, exemplificando através de uma análise longitudinal dos fatores associados a epidemia/endemia de homicídios nas capitais brasileiras. A fim de oferecer subsídios para as políticas públicas setoriais envolvidas na gestão de risco de desastres no Brasil, outro artigo ilustra as inundações e o desastre da Vale, decorrente do rompimento de barragem de rejeito de minério em Brumadinho/MG.
- 5 As doenças transmissíveis por vetores foram contempladas por três artigos. Um que discute a importância de conhecermos a experiência do combate a arboviroses em outros lugares do mundo e como elas podem apoiar na luta contra essas doenças no Brasil. Outro que mostra como técnicas de estimativa populacional, baseados em imagens de satélites e no censo demográfico podem ser úteis para calcular a incidência da dengue em períodos intercensitários em unidades espaciais não tradicionais do planejamento urbano do distrito federal. Permitindo assim conhecer de forma mais detalhada a dinâmica da doença no espaço urbano da capital do Brasil. O terceiro artigo mostra como o conhecimento do contexto geográfico da Tripanossomíase Africana Humana, transmitida pela mosca tsé-tsé no Níger, ajudou a definir os vilarejos que deveriam ter um estudo médico mais detalhado. De modo a auxiliar na erradicação da doença no país, que segundo proposta da Organização Mundial da Saúde (OMS) deveria ocorrer até 2020.
- 6 Por fim, três artigos trazem questões ligadas a produção do conhecimento em saúde e ambiente. Um artigo ilustra como as aulas de geografia podem contribuir para a sensibilização e o estímulo de estudantes na compreensão de como é possível melhorar as condições de vida do lugar que habitam e as possibilidades de mudança desse lugar com vistas as ações de promoção à saúde. Exemplificando como isso ocorreu em uma escola de Olinda – Pernambuco. Um segundo artigo discute como a coprodução de conhecimento é uma maneira de engajar atores acadêmicos e extra acadêmicos na produção compartilhada de conhecimento. A partir de estudo realizado em Santarém no Pará sobre a gestão da água pelo setor saúde. As autoras mostram que o novo conhecimento produzido pela troca de conhecimento entre os diversos atores que atuam no território teria o potencial de melhorar tanto a gestão da água, e assim, minimizar os riscos das doenças de veiculação hídrica, quanto apoiar os pesquisadores em suas atividades na região de estudo. Um último artigo também aborda uma doença ligada a questão hídrica, a partir de um estudo sobre as relações entre as internações causadas por diarreias e a dinâmica do clima nas 27 capitais brasileiras. Como resultado principal destacam a importante variabilidade intra-anual que ocorrer nas distintas regiões do Brasil. Indicando que as ações de saúde preventivas às diarreias devem ocorrer distintamente ao longo do ano, dependendo da localização de cada cidade.
- 7 Os artigos deste dossiê nos levam desta forma a ampliar o conhecimento científico sobre as relações entre geografia, ambiente e saúde através de exemplos práticos que envolvem diversas formas de olhar a saúde. Evidenciando como o contexto geográfico pode ser utilizado para melhor compreender as diversas dinâmicas que impactam a

saúde humana tanto no Brasil como na África. Além de como esse conhecimento pode ser usado para apoiar as políticas públicas setoriais que tem impacto tanto direto como indireto na saúde da população.

- 8 Destacamos que esse dossiê é uma iniciativa do projeto JEAI-GITES (Jovem Equipe Associada ao IRD - Gestão, Indicador e Território: Ambiente e Saúde no Brasil) que coordenamos entre 2015 e 2019. O Programa JEAI (Jeunes Equipes Associées) é uma iniciativa do IRD (Institut français de Recherche pour le Développement) voltada para o surgimento ou fortalecimento de equipes de pesquisa de países do Sul, no âmbito de parcerias científicas com unidades de pesquisa do IRD. O JEAI GITES-Brasil teve como objetivo desenvolver métodos, ferramentas e indicadores para entender de forma integrada as disparidades espaciais em condições de saúde com a dinâmica socioambiental dos territórios.



AUTORES

HELEN GURGEL

Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília (UnB). E-mail: helengurgel@unb.br

ANNE-ELISABETH LAQUES

UMR ESPACE-DEV, Institut de Recherche pour le Développement (IRD). E-mail: anne-elisabeth.laques@ird.fr

Análise Longitudinal dos Fatores Associados a Epidemia/Endemia de Homicídios nas Capitais Brasileiras

Analyse Longitudinale des Facteurs Associés à l'épidémie / endémie d'homicides dans les Capitales Brésiliennes

Longitudinal Analysis of Factors Associated with Homicide Epidemic/Endemic in Brazilian Capitals

Silas Nogueira de Melo, Janderson Rocha e Yata Anderson Gonzaga Masullo

- 1 A violência também é um problema de saúde, porque representa um risco maior para a realização do processo vital humano: ameaça a vida, altera a saúde, produz enfermidade e provoca a morte como realidade ou como possibilidade próxima (MINAYO e SOUZA, 1998). Nesse sentido, a violência letal (homicídios) no Brasil é um fenômeno complexo, cujas raízes são inerentes as desigualdades sociais que o país criou ao longo de sua formação territorial (MORAES, 2002). Ela se expressa tanto em conflitos nas relações entre indivíduos, quanto entre grupos; tanto em organizações da sociedade civil, quanto em instituições do Estado; tanto no meio rural, quanto no urbano.
- 2 O Brasil é considerado, atualmente, como um dos países mais violentos, representando cerca de 10% da taxa total de homicídios no mundo conforme Cerqueira (2016). No entanto, o grau dos problemas criminais é heterogêneo entre unidades da federação e



municípios. Por exemplo, das 50 cidades mais violentas do mundo em 2017, 17 são brasileiras e dessas 11 são nordestinas¹.

- 3 Nesse sentido, a epidemia é caracterizada por incidências de casos que fogem à normalidade em um determinado espaço e tempo. A quantidade é importante para definição de epidemia, mas não é o único critério, levando-se em consideração a gravidade do fenômeno. Em alguns municípios um único caso de varíola ou AIDS viram epidemia (Almeida Filho e Rouquayrol, 1999). Já a endemia, para além da noção de quantidade, está relacionada aos casos peculiares/típicos de uma determinada população ou localidade (Rezende, 1998). Assim, a violência letal brasileira pode ser considerada epidêmica (Muggah e Carvalho, 2017) e endêmica² (Christoffel, 2007). Embora possam haver questionamentos sobre homicídios não serem um fenômeno epidemiológico, a própria Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece padrões epidemiológicos nos homicídios, como por exemplo, a forte predominância de vítimas do sexo masculino (Krug et al., 2002). Corroborando com essa perspectiva, estudos desenvolvidos por Dawson et al. (2009) e Shiode et al. (2015) sobre o tema da violência letal demonstram como principal elemento que diferencia os sexos, são as mortes por causas violentas ou causas externas, relacionadas ao crime e a conflitos armados.
- 4 O objetivo deste artigo foi realizar uma análise longitudinal dos fatores relacionados as taxas epidêmicas/endêmicas de homicídio das 26 capitais brasileiras e o Distrito Federal, entre os anos de 2012 a 2016. Em outras palavras, utilizando os dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) disponibilizados pela plataforma do TABNET do departamento de informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), juntamente com base de dados públicos de diferentes instituições federais e estaduais, estimou-se um modelo de regressão para dados longitudinais (ou painel) para tentar explicar a variação da taxa de homicídios nas capitais em uma série temporal de cinco anos. O desafio posto foi consolidar um acervo de informações, com base em critérios, padrões e linguagens de fácil compreensão e utilização, que possibilite ampliar a compreensão de como a violência letal influencia a qualidade de vida da sociedade brasileira, além de fornecer subsídios para a proposição de políticas públicas e estratégias com base nos fluxos, padrões e tendências.
- 5 Considerando que a criminalidade está concentrada principalmente nas cidades médias e grandes (Lira, 2014), como resultado da macrocefalia urbana gerada pela massiva concentração das atividades econômicas e estrutura centralizadora (Santos, 2004), optamos por trabalhar somente com as capitais brasileiras. Desse modo, o estudo estruturou-se a partir da caracterização da dinâmica dos homicídios que afetam simultaneamente diferentes regiões do Brasil, posteriormente descreveu-se os procedimentos metodológicos e técnicos aplicados para construção e análise dos modelos de regressão *Pooled*, efeitos fixos e efeitos aleatórios. Por fim, apresentou-se os resultados e discussões desta pesquisa e suas implicações e limitações para subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas na área de saúde e prevenção a violência letal epidêmica e endêmica

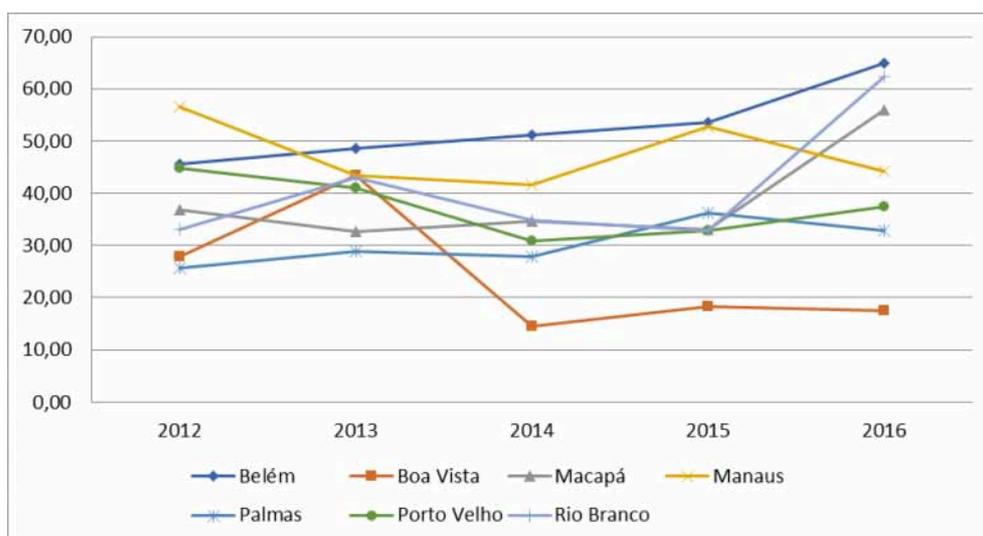
Epidemia e endemia de homicídios no Brasil – problema de pesquisa

- 6 Estudos epidemiológicos apontam que a América Latina é o continente mais letal do planeta (Asongu e Acha-Anyi, 2018). Contudo, a distribuição da incidência dos

homicídios é heterogênea nos países latinos. Por exemplo, países como Argentina, Chile, Costa Rica e Uruguai têm baixas taxas de mortalidade por violência; Peru, Nicarágua, Equador, República Dominicana, Panamá e Paraguai apresentam taxas moderadas, e Brasil, México, Colômbia, El Salvador, Honduras e Venezuela possuem taxas de mortalidade epidêmicas (Briceño-León et al., 2008).

- 7 Especificamente no Brasil, segundo Anuário Brasileiro de Segurança Pública (FBSP, 2018), os dados de homicídios de 2017 são alarmantes, com o maior número absoluto do mundo (63.895), com uma média de 175 mortes por dia. Registra-se dessa forma uma taxa de 30,3 mortes para cada 100 mil/hab., enquanto que a média mundial corresponde a 9 por 100 mil/hab., superando em 30 vezes a taxa da Europa. Apenas nos últimos dez anos, 553 mil pessoas foram vítimas de crimes violentos letais intencional no Brasil. Essa estatística pode ser até mais elevada se considerarmos o registro de 82.684 desaparecimentos apenas em 2017. Uma pesquisa em epidemiologia aponta que o acidente de trabalho é o maior agravo à saúde dos trabalhadores brasileiros, mas ao investigar por meio de autópsias verbais com pessoas próximas as vítimas, descobriu-se que em 2015 a violência urbana foi a maior causa de acidente de trabalho fatal no país (Cordeiro et al., 2017).
- 8 Logo, foi possível identificar o caráter epidêmico dos homicídios que afetam simultaneamente um grande número de indivíduos no Brasil atualmente (Cardia et al., 2003; Nery et al., 2012; Peres e Nivette, 2017). Conforme o FBSP (2018) verifica-se uma significativa heterogeneidade entre as Unidades Federativas, em que se observa variações nas taxas de -56,7%, como no caso de São Paulo, a +256,9%, como no Rio Grande do Norte. Neste contexto ressalta-se a dos estados do Nordeste e Norte do país, onde estão as sete UFs com maiores taxas de homicídios por 100 mil habitantes, sendo elas: Sergipe (64,7), Alagoas (54,2), Rio Grande do Norte (53,4), Pará (50,8), Amapá (48,7), Pernambuco (47,3) e Bahia (46,9). Em relação ao caráter endêmico é possível evidenciar através da curva das taxas de homicídio nos últimos anos, ou seja, caracterizando a habitualidade da mortalidade violenta no Brasil. A começar pela Região Norte (Figura 1) que vem passando por um aumento paulatino das taxas de homicídio em suas capitais, com exceção de Boa Vista.

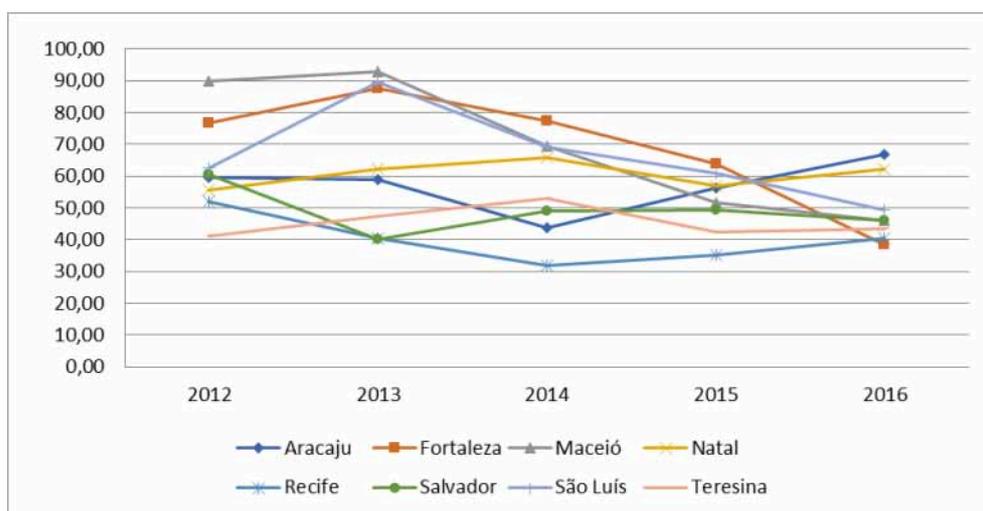
Figura 1 - Gráfico das taxas de homicídios por 100 mil habitantes das capitais da Região Norte nos anos de (2012 a 2016)



Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS).

- 9 No Nordeste, porém, mesmo para os padrões brasileiros, as taxas de homicídio foram altas e cresceram de forma expressiva na primeira década do século XXI (Jorge, 2018). Todavia, cabe destacar a redução dessas taxas de 2013 até 2016 para Fortaleza, Maceió e São Luís (Figura 2). Por outro lado, apresentaram-se em ascensão desde 2014, as capitais Aracaju e Recife. As demais capitais mantiveram taxas altas e estabilizadas, situação alarmante e já constatada por diversos autores (Théry, 2018).

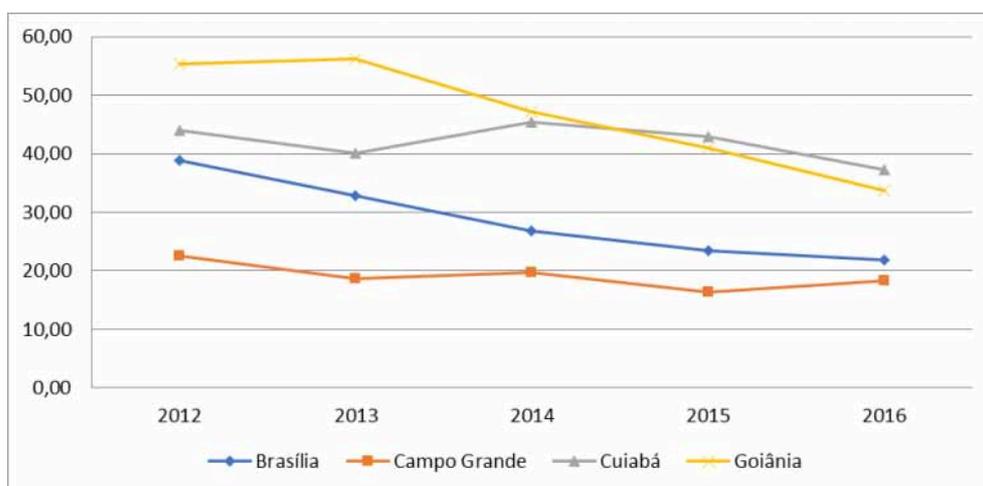
Figura 2 – Gráfico das taxas de homicídios por 100 mil habitantes das capitais da Região Nordeste nos anos de (2012 a 2016)



Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS).

- 10 Referente ao Centro-Oeste, a região destaca-se pelo avanço obtido na redução da criminalidade. Em Campo Grande observou-se uma taxa quase perene ao longo da série, enquanto que as demais capitais apresentaram uma redução significativa (Figura 3).

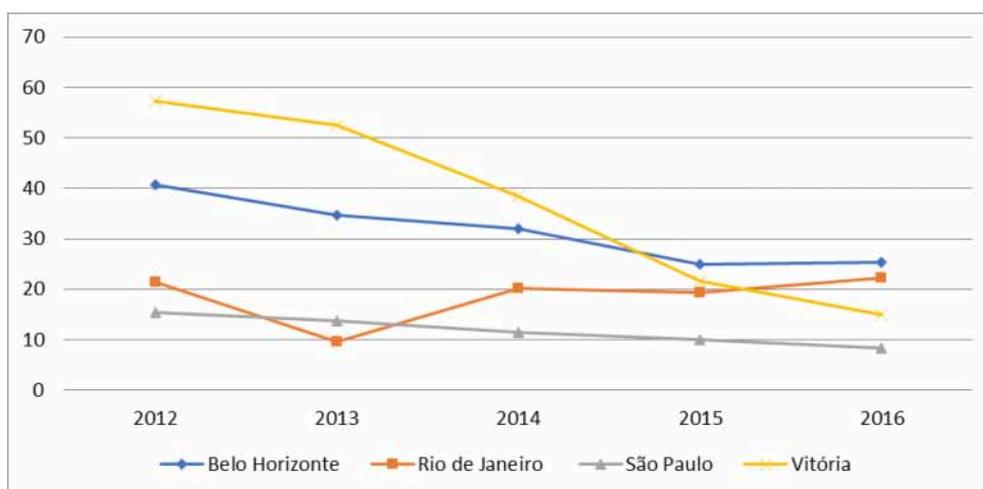
Figura 3 - Gráfico das taxas de homicídios por 100 mil habitantes das capitais da Região Centro-Oeste nos anos de (2012 a 2016)



Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS).

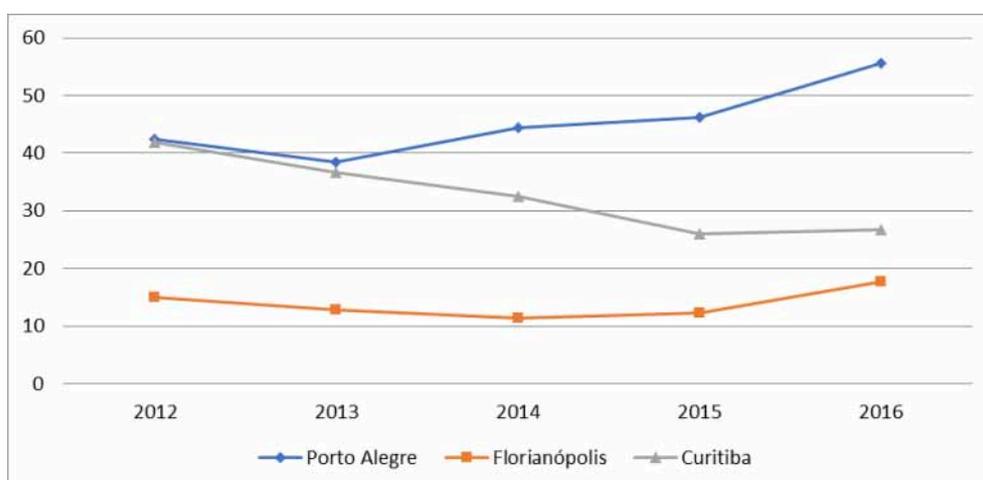
- 11 Para as Regiões Sudeste (Figura 4) e Sul (Figura 5), as capitais Rio de Janeiro e Porto Alegre apresentam crescimento da taxa de homicídios. Florianópolis manteve índice praticamente estável, com ligeiro aumento de violência letal a partir de 2013. Todos os outros municípios destas regiões apresentam redução na taxa de homicídios. Um destaque para São Paulo, que em 2016 conseguiu reduzir a taxa para menos de 10 por 100 mil habitantes. Contudo, esses valores podem estar subestimados, na medida que vários registros aparecem como desaparecidos (Para mais detalhes, ver: <http://www.ssp.sp.gov.br/transparenciassp/>). Estudos associados a essa redução, atribuem méritos ao trabalho do sistema de justiça (Goertzel e Kahn, 2009), crime organizado (Feltran, 2012), mudança na faixa etária da população (De Mello e Schneider, 2007) e estatuto do desarmamento (Cerqueira, 2010). As diversas explicações têm gerado debates na área de segurança pública, que variam desde a melhoria no sistema de informações criminais e na organização policial até a hipótese da pax monopolista do Primeiro Comando da Capital (PCC), o que teria gerado efeitos locais sobre a diminuição de homicídios em algumas comunidades (FBSP, 2018).

Figura 4 - Gráfico das taxas de homicídios por 100 mil habitantes das capitais da Região Sudeste nos anos de (2012 a 2016)



Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS).

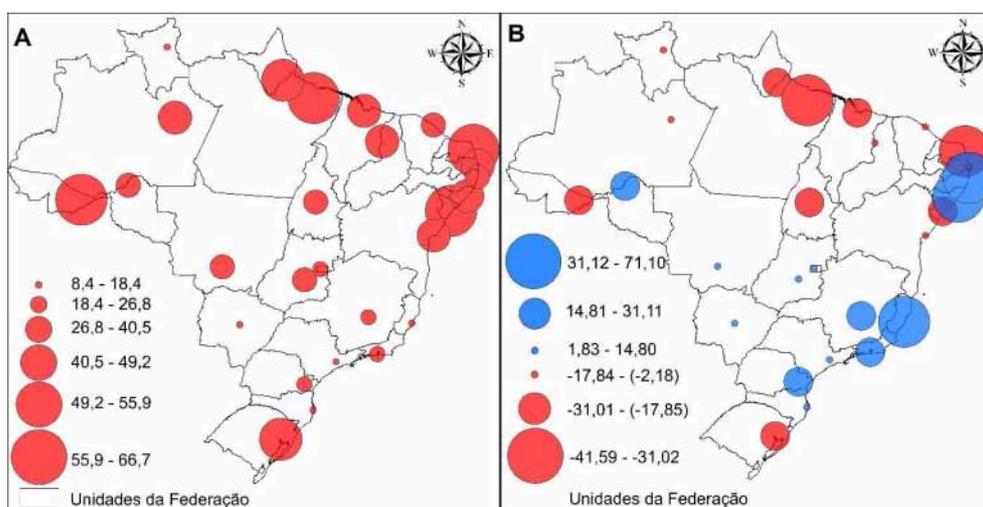
Figura 5 - Gráfico das taxas de homicídios por 100 mil habitantes das capitais da Região Sul nos anos de (2012 a 2016)



Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS).

- 12 Para além da análise temporal, a cartografia é um instrumento importante para interpretação dos fenômenos relacionados a saúde (Barrozo, 2014). Na Figura 6, é possível identificar a distribuição espacial das taxas de homicídios entre as capitais no ano de 2016, com altas taxas no Norte e Nordeste. No centro sul do país, Porto Alegre destoa, registrando elevado grau de mortalidade violenta. De forma a avaliar graficamente a evolução dos homicídios, a Figura 6B representa a variação das taxas entre 2006 e 2016. Desta maneira, as capitais com grandes reduções nas taxas de homicídio estão representadas em azul, enquanto que as que tiveram aumento estão em vermelho. Em ambos os mapas, juntamente com os gráficos, é possível verificar que as capitais das regiões Centro-Oeste e Sudeste obtiveram maior redução das ocorrências de homicídios no período analisado, enquanto as capitais localizadas ao norte do país registraram elevação, com destaque para Rio Branco, Belém, Macapá, São Luís e Palmas.

Figura 6 – Mapas das capitais brasileiras representando A) taxa de homicídios por 100 mil habitantes em 2016 e B) Variação das taxas de homicídio de 2006 a 2016.



Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/DATASUS).

- 13 Diante do cenário apresentado, esta pesquisa procurou analisar fatores sociais, demográficos e econômicos que influenciam as epidêmicas/endêmicas taxas de homicídios nas principais cidades brasileiras.

Metodologia

- 14 A abordagem metodológica proposta desenvolve-se com base nas metodologias consolidadas por Cerqueira (2010), Santos e Kassouf (2007) e Singer et al. (2018). Na primeira etapa, foi feito levantamento bibliográfico referente aos fatores associados aos homicídios. Posteriormente, dados públicos das capitais brasileiras foram coletados e tratados para, finalmente, serem incluídos na elaboração do modelo de regressão. A série temporal foi de cinco anos (2012-2016) pela disponibilidade e qualidade dos dados. Para fins de replicação do presente estudo, tanto a tabela com os dados compilados como o script das análises estão disponíveis em: <https://www.dropbox.com/sh/6hdqai3antthms/AACBWLxZFh-aY7qRDsINCL5Qa?dl=0>. Abaixo, encontra-se a descrição pormenorizada dessas etapas.

Dados, Variáveis e hipóteses

- 15 A variável base do estudo é a taxa de incidência dos homicídios. Essa variável dependente (ou resposta) provém do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM), cujas informações são oriundas das certidões de óbito e padronizadas de acordo com a Classificação Internacional de Doenças - 10ª. Revisão do CID-10 (X9; X92; X93; X94; X95; X99; Y00; Y04; Y05). A taxa está expressa em número de homicídios dividido pela população total da capital e, posteriormente, dividida por 100 mil habitantes. Os dados populacionais para o cálculo das taxas foram coletados no site do IBGE.
- 16 As oito demais variáveis são independentes (ou preditoras/explicativas), foram selecionadas e coletadas de acordo com o referencial teórico e disponibilidade. Na Tabela 1, é possível ver as estatísticas básicas de todas as variáveis.

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados das capitais brasileiras (2012 – 2016)

Variáveis	Min	Max	Média	Desvio Padrão
Taxa de homicídio	8,40	93,00	38,76	16,66
Taxa de suicídio	2,18	10,42	5,39	1,86
PIB per capita	16.076,89	79.099,8	31.371,7	13.861,53
Nota do IDEB	3,90	4,15	3,92	0,57
Taxa de profissionais da saúde	160,03	1.424,14	522,68	249,27
Taxa de profissionais da segurança	1.117,99	3.956,03	2.037,97	631,38
Taxa de óbitos por drogas	0,31	12,35	3,77	2,38
% de desocupados	2,93	17,40	9,04	3,12
% de população jovem masculina	9,69%	16,28%	12,74%	1,35%

- 17 A variável disponibilidade de drogas psicoativas foi indiretamente medida através dos óbitos decorrentes de transtornos mentais, envenenamento, intoxicação e efeitos adversos do álcool, canabinóides, cocaína, alucinógenos e outras substâncias psicoativas (códigos F10, F12, F14, F16, F19, T40, T43, T51, X42, X45, X62, X65, Y12, Y15 e Y49 da CID-10). Assim como Jorge (2018), assumimos que quanto maior o consumo de drogas, também maior será o mercado/tráfico de drogas, à exceção do álcool (única droga lícita incluída na lista por seu potencial criminogênico), seria um indicativo da presença do crime organizado. Nossa hipótese é que quanto maior o mercado de drogas, maior será a taxa de homicídios devido as competições a esses mercados pelo crime organizado. Então, essa proxy de presença do tráfico de drogas (ou de crime organizado, que opera o tráfico) teria uma relação positiva com os homicídios (Castro et al., 2004). Os dados provêm do DATASUS e também está expressa em taxa por 100 mil habitantes.
- 18 As variáveis profissionais de segurança e profissionais de saúde foram compiladas da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), que consistem no número de trabalhadores formais compreendidos pelas respectivas famílias da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), as quais incluem policiais, guardas civis municipais, agentes de trânsito, vigilantes, guardas de segurança, porteiros e vigias para profissionais de segurança. Enquanto que médicos, enfermeiros, e outros são incluídos como profissionais de saúde. Essas variáveis também estão expressas em taxas por 100 mil habitantes. A hipótese que sustenta-se é que o aumento do número desses profissionais reduziria a taxa de homicídio, os de segurança pelo efeito dissuasório³ (Sherman, 1990) e os de saúde pela capacidade de tratar casos graves, tais como vítimas de arma de fogo.
- 19 O percentual de jovens do sexo masculino é uma variável tradicionalmente utilizada em trabalhos de violência, por serem, na maioria das vezes as maiores vítimas e infratores (Melo, 2017; Melo et al., 2017). Nesse sentido, espera-se que o aumento dos jovens aumente a taxa de homicídios. Classifica-se jovens como o grupo populacional de 15 a 29 anos de idade do sexo masculino. Os dados são provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada anualmente pelo IBGE.
- 20 O percentual de pessoas de 14 anos ou mais de idade, total, na força de trabalho, ocupadas, desocupadas, fora da força de trabalho formaram a variável percentual de desocupação. A informação também é proveniente da PNAD. Nossa hipótese é que o

aumento do desemprego aumentaria atividade criminal, logo a taxa de homicídio (Chiricos, 1987).

- 21 Os dados de suicídio possuem uma alta correlação com disponibilidade de armas de fogo (Cerqueira, 2010). A hipótese considerada é que mais armas aumentam o número de homicídios. O levantamento dessa variável foi feito a partir dos dados do SIM, que consolida as certidões de registro de óbito emitidas no Brasil no local da ocorrência do evento. Para identificação das mortes por suicídio, foram levantados os óbitos por causas externas, registrados segundo o CID-10 (Classificação Internacional de Doenças-10) como Lesões autoprovocadas voluntariamente (categorias X60 a X84).
- 22 A variável nível de educação foi calculada com base no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), os dados foram coletados junto ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Como o referido índice é levantado a cada dois anos, foi calculado a média dos anos faltantes com base na nota anterior e posterior. A hipótese é que quanto melhor for a educação, menor será a taxa de homicídios (Pridemore e Shkolnikov, 2004). Por fim, PIB per capita foi a variável econômica utilizada no modelo que faz referência ao produto interno bruto dividido pela quantidade de habitantes dos municípios estudados. Os dados foram coletados no IBGE/PNAD. Espera-se que a o aumento do PIB per capita diminuiria a taxa de homicídios (Elgar e Aitken, 2010).

Regressão para dados longitudinais

- 23 Atualmente, vários são os caminhos metodológicos nas pesquisas vinculadas a área de saúde (Guimarães et al., 2014; Gurgel e Laques, 2018). Uma delas é o método quantitativo de modelos de regressão (Larsen e Merlo, 2005). Pela natureza dos dados utilizados, aplicou-se uma regressão para os dados longitudinais para estimação da taxa de homicídios nas capitais brasileiras. Segundo Singer (2018), esse tipo de modelo visa avaliar tanto as mudanças globais quanto individuais ao longo do tempo, o que permite que a variável resposta (taxa de homicídios) seja observada em unidades amostrais sob níveis constantes de outras covariáveis que podem influenciá-la. O modelo comum para dados longitudinais (Pooled) é:

$$Y_{it} = A + BX_{it} + E_{it}$$

- 24 onde Y é a variável dependente de taxa de homicídios, X são as variáveis independentes descritas na subseção anterior, A e B são os coeficientes da regressão, i e t são índices para as capitais (espaço) e ano (tempo). O modelo Pooled é a maneira mais simples para lidar com os dados temporais empilhados, pois realiza um corte transversal de uma única coluna com os dados de tempo da série. O seu principal problema é a camuflagem da heterogeneidade que possa existir entre as variáveis. O erro E_{it} é importante na análise, porque indica outros dois possíveis modelos melhores para a análise: efeitos fixos e efeitos aleatórios.
- 25 No modelo de efeitos fixos, E_{it} é assumido com variação não estocástica em i ou t. Combina-se todas as observações, deixando que cada unidade de corte transversal tenha seu próprio intercepto, por isso é comum não reportar o intercepto desses modelos. Já, o modelo de efeitos aleatórios, E_{it} é assumido com variação estocástica em ambos i ou t. Testes de hipóteses foram utilizados para avaliação da regressão para dados longitudinais: teste F (Chow, 1960), teste do Multiplicador de Lagrange (Breusch e

Pagan, 1980) e teste de Hausman (1978). Assim, os testes possibilitam comparar os modelos dois a dois para saber qual é o mais adequado de acordo com os dados. O teste F é utilizado para a comparação entre o modelo Pooled e de efeitos fixos, o teste do Multiplicador de Lagrange para a comparação entre o Pooled e o de efeitos aleatórios e, por fim, o teste de Hausman para comparação entre os modelos de efeitos fixos e aleatórios. As análises foram feitas com o programa livre R, através da sua interface RStudio, sob a biblioteca plm (Croissant e Millo, 2008).

Resultados e discussão

- 26 A Tabela 2 reporta as estimativas dos fatores associados as taxas de homicídios nas capitais do Brasil. São apresentados, respectivamente, os resultados obtidos pelos modelos de regressão Pooled, efeitos fixos e efeitos aleatórios, bem como os testes para avaliação desses modelos para dados longitudinais.

Tabela 2 – Estimativa dos fatores associados as taxas de homicídio das capitais brasileiras (2012 a 2016)

Variáveis	Modelo		
	Regressão Pooled	Efeitos fixos	Efeitos aleatórios
Drogas	3,003***	1,578*	1,995***
Profissionais da Saúde	-0,005	-0,039*	-0,009
Profissionais da Segurança	0,000	-0,000	0,000
Jovens do sexo masculino	45,171	318,469**	175,889*
Desocupação	0,277	0,248	0,437
Suicídio	-1,707**	0,689	-0,333
IDEB	-7,799***	-11,940**	-11,003***
PIB per capita	-0,000***	0,000	-0,000
Intercepto	80,046***	-	64,713***
R ²	0,511	0,243	0,292
Teste F	-	6,869***	-
Teste Breusch e Pagan	-	-	60,535***
Teste de Hausman	-	-	11,301

Códigos de significância: '***' p < 0,001; '**' p < 0,01; '*' p < 0,1.

- 27 Tanto o teste F, aplicado no modelo de efeitos fixos, quanto o teste Breusch e Pagan, aplicado no modelo de efeitos aleatórios, sustentam a hipótese da presença de efeitos de estado não-observáveis que são constantes ao longo do tempo, afetando as taxas de homicídios das capitais. Nesse sentido, os coeficientes estimados do modelo Pooled são tendenciosos e inconsistentes. Entre os modelos de efeito fixo e efeito aleatório, o teste de Hausman aponta que o segundo é o mais indicado, além de apresentar um coeficiente de determinação superior. Todavia, o modelo de efeitos fixos chama a atenção pela significância e efeito benéfico do fator profissionais da saúde. Ou seja, confirmando nossa hipótese, quanto maior o número desses profissionais, menor a taxa de homicídio. Uma possível explicação, para além dos atendimentos de emergência pós trauma, seria a correta classificação das mortes, diminuindo o número de “causas de mortes desconhecidas”. Isso implica no entendimento da natureza da lesão e facilita o planejamento e organização das medidas de prevenção (Gawryszewski et al., 2005).

Deve-se levar em consideração que o coeficiente do fator profissionais de saúde é baixo e sua significância se restringe ao modelo de efeitos fixos.

- 28 Quanto ao mais, como os modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios apresentam uma proximidade em significância estatística e sinal de coeficientes, analisa-se os resultados de ambos sem aprofundar nos parâmetros/especificidades dos modelos produzidos. Assim, verificou-se que somente três variáveis foram estatisticamente significantes nos nossos modelos de regressão para dados longitudinais. Os fatores disponibilidade de drogas psicoativas e percentual de jovens do sexo masculino foram positivos. Já a variável nível de educação, medido através das notas do IDEB, foi significativa, porém apresentou uma relação negativa. De forma hierárquica, os coeficientes mais altos, ou seja, os fatores que mais afetam a variação da taxa de homicídios são: jovens do sexo masculino, nível de educação e disponibilidade de drogas.
- 29 Segundo o Diagnóstico dos Homicídios no Brasil, violência contra jovens tem sido considerado como evento marcado pelo contexto social, originário de conflitos diversos, considerando que os homens jovens continuam sendo as principais vítimas, representam mais de 92% dos homicídios (Costa et al., 2017). De acordo com o IPEA (2017), entre 2005 e 2015, nada menos do que 318 mil jovens foram assassinados no país. Somente no ano de 2016 os homicídios de homens entre 15 a 19 anos respondem por 56,5% da causa de óbito. Quando considerados os jovens entre 15 e 29 anos, observamos em 2016 uma taxa de homicídio por 100 mil habitantes de 142,7, ou uma taxa de 280,6, se considerarmos apenas os homens jovens. A participação do homicídio como causa de mortalidade da juventude masculina entre 15 a 29 anos de idade correspondeu a 47,8% do total de óbitos (53,8% se considerarmos apenas os homens entre 15 a 19 anos). Logo, conforme o previsto, jovens do sexo masculino é um fator associado a epidemia/endemia de homicídio nas capitais brasileiras.
- 30 Como esperado, o desempenho educacional é um fator de diminuição do risco da violência letal. O estudo de Soares (2007, p. 29) identificou a associação entre permanência do jovem na escola e homicídios, concluindo que “políticas de progressão continuada devem ser incentivadas, uma vez que há uma relação entre ser reprovado e evadir do processo educacional”. Para o autor, não se trataria apenas de aprender a ler e escrever, mas sim seria uma questão de vida e morte. Para além da permanência na escola, nosso estudo mostra que o desempenho escolar, medido através do IDEB, também é um fator de prevenção de homicídios nas capitais.
- 31 Corroborando com nossas hipóteses, quanto maior o consumo de drogas psicoativas maior a taxa de homicídios. O maior consumo de drogas é um indicativo da presença do mercado/tráfico de drogas, bem como presença do crime organizado e sua guerra territorial pelos mercados consumidores (Santos e Kassouf, 2007). Nesse sentido, nossos resultados apontam que a questão das drogas (tratamento de dependentes químicos, encarceramento de usuários, descriminalização, etc.) deve pautar qualquer política de prevenção de homicídios.
- 32 As cinco demais variáveis aplicadas não foram estatisticamente significantes, contudo, apresentaram sinais de coeficientes conforme o esperado, com exceção do efetivo de profissionais de segurança e taxa de suicídio. Considerando os diferentes tipos/tamanhos de municípios e principalmente múltiplas dinâmicas territoriais do país, as variáveis utilizadas são significativas e apresentam diferentes cenários e perspectivas (Andrade e Diniz, 2013). Contudo, nosso estudo evidencia que, para capitais, as dinâmicas e processos operam de forma singular na mortalidade violenta. Finalmente, é

importante frisar que os coeficientes de determinação explicam cerca de 30% da variação das taxas dos homicídios nas capitais, corroborando significativamente para o desenvolvimento e efetivação de políticas públicas na área de saúde e de segurança pública.

- 33 As técnicas de pesquisa aqui aplicadas precisam ser compreendidas no contexto de suas limitações e a partir da escala utilizada. Primeiramente, os dados públicos de homicídio apresentam inconsistências. Por exemplo, as taxas calculadas a partir dos óbitos contabilizados pelo SIM apresentam diferentes variações quando comparadas com as taxas dos órgãos de segurança pública (FBSP, 2018). Outro exemplo, o número de óbitos pode ser mais elevado se considerarmos o registro de desaparecidos. Nossa pesquisa se reteve aos limites de espaço (capitais brasileiras) e tempo (2012 a 2016), corroborando a urgência de novas pesquisas com séries temporais mais longas e em diferentes escalas. Por fim, não foi possível investigar uma série de outros fatores/variáveis que poderiam contribuir para o alcance dos objetivos propostos de forma mais eficaz, tanto que os coeficientes de determinação dos modelos aplicados foram relativamente baixos. Ao mesmo tempo, uma parcela dos dados desejáveis não é fornecida anualmente, o que impede a ampliação da robustez de uma análise longitudinal mais abrangente.

Conclusões

- 34 O objetivo deste artigo foi investigar, por meio de uma análise longitudinal, quais seriam os fatores relacionados as epidêmicas/endêmicas taxas de homicídios nas capitais brasileiras. Os resultados fornecem evidências de que as capitais possuem singularidades territoriais que fazem com que poucos fatores sejam significativos. Diferentemente de estudos que analisam todos os municípios de uma UF ou do país, a presente pesquisa trabalhou com um recorte espacial das principais cidades brasileiras, destacando a sua relevância histórica, política, social, econômica, cultural e ambiental no contexto nacional e regional. Em outro ponto, destaca-se, a análise de regressão para dados longitudinais que permitiu a modelagem das variáveis, ampliando a compreensão da dinâmica temporal dos homicídios.
- 35 Corroborando as hipóteses, os resultados mostram que quanto maior for a população masculina jovem e o consumo de drogas psicoativas, maior será a taxa de homicídios nas capitais brasileiras. Inversamente, quanto melhor for o desempenho educacional e maior for a taxa de profissionais da saúde (resultado restrito apenas ao modelo de efeitos fixos), menor será a taxa de homicídios. Apesar das limitações mencionadas, os resultados da pesquisa sugerem que análises espaço-temporais podem contribuir para uma melhor compreensão dos fatores associados aos homicídios (Melo e Matias, 2016) e, portanto, ser útil para elaboração de políticas públicas eficazes na prevenção de mortes violentas que são endêmicas e epidêmicas nos centros urbanos brasileiros. Por exemplo, políticas educacionais de permanência e desempenho escolar de adolescentes e jovens podem ser estabelecidas como forma de prevenção de homicídios (Chioda et al., 2012).
- 36 Agradecemos aos pertinentes comentários e sugestões de dois(uas) revisores(as) anônimos(as). Ao apoio Fundação de Amparo a Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, ao LAGAS/UnB e projetos UnB/IRD JEAI-GITES / LMI-Sentinela.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida Filho, N.; Rouquayrol, M. Z. **Epidemiologia e Saúde**. 1999.
- Andrade, L. T.; Diniz, A. M. A. A reorganização espacial dos homicídios no Brasil e a tese da interiorização. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, p. 171-191, 2013.
- Asongu, S. A.; Acha-Anyi, P. N. The murder epidemic: A global comparative study. **International Criminal Justice Review**, p. 1057567718759584, 2018.
- Barrozo, L. V. Contribuições da cartografia aos estudos de geografia da saúde: Investigando associações entre padrões espaciais. **Revista do Departamento de Geografia**, n. spe, 2014. p. 413-425.
- Breusch, T. S.; Pagan, A. R. The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. **The review of economic studies**, v. 47, n. 1, 1980. p. 239-253.
- Briceño-León, R.; Villaveces, A.; Concha-Eastman, A. Understanding the uneven distribution of the incidence of homicide in Latin America. **International journal of epidemiology**, v. 37, n. 4, p. 751-757, 2008.
- Cardia, N; Adorno, S.; Poletto, F. Z. Homicide rates and human rights violations in São Paulo, Brazil: 1990 to 2002. **Health and Human Rights**, 2003. p.14-33.
- Castro, M, S.; Silva, B. F. A.; Assunção, R. M.; Beato Filho, C. C. Regionalização como estratégia para a definição de políticas públicas de controle de homicídios. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. 1269-1280, 2004.
- Ceccato, V.; Melo, S.N.; Kahn, T. Trends and patterns of police-related deaths in Brazil. In **The Palgrave Handbook of Criminology and the Global South** (pp. 521-550). Palgrave Macmillan, Cham, 2018.
- Cerqueira, D. R. C. **Causas e consequências do crime no Brasil**. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Economia. 2010. 168p.
- Cerqueira, D. R. C. **Custo de Bem-estar da Violência e Criminalidade no Brasil**. In: Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2017. São Paulo: FBSP, 2017. CERQUEIRA, D. et al. Atlas da violência 2018. Rio de Janeiro: IPEA e FBSP, 2018.
- Chioda, L.; De Mello, J. M. P.; Soares, R. R. **Spillovers from conditional cash transfer programs: bolsa família and crime in urban Brazil**. REAP – Rede de Economia Aplicada, 2012.
- Chiricos, T. G. Rates of crime and unemployment: An analysis of aggregate research evidence. **Social problems**, v. 34, n. 2, 1987. p. 187-212.
- Chow, G. C. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. **Econometrica**, 1960. p. 591-605.
- Christoffel, K. K. Firearm injuries: epidemic then, endemic now. **American journal of public health**, v. 97, n. 4, 2007. p. 626-629.
- Cordeiro, R.; Luz, V. G.; Hennington, É. A.; Martins, A. C. A.; Tófoli, L. F. A violência urbana é a maior causa de acidente de trabalho fatal no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, 2017. p. 123-123.
- Costa, D. H.; Schenker, M.; Njaine, K.; Souza, E. R. Homicídios de jovens: os impactos da perda em famílias de vítimas. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 27. 2017. P. 685-705.

- Croissant, Y.; Millo, G. Panel data econometrics in R: The plm package. **Journal of statistical software**, v. 27, n. 2, , 2008. p. 1-43.
- Dawson M., Bunge V. P.; Balde T. **National trends in intimate partner homicides: explaining declines in Canada, 1976 to 2001**. Violence Against Women. 2009.
- De Mello, J. M. P.; Schneider, A. **Age structure explaining a large shift in homicides: the case of the state of São Paulo**. PUC-Rio – Departamento de Economia: Texto para discussão, n. 549, 2007.
- Elgar, F. J.; Aitken, N. Income inequality, trust and homicide in 33 countries. **European Journal of Public Health**, v. 21, n. 2, 2010. p. 241-246.
- FBSP – FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Anuário brasileiro de segurança pública 2018**. 2018.
- Feltran, G. S. Governo que produz crime, crime que produz governo: o dispositivo de gestão do homicídio em São Paulo (1992-2011). **Revista Brasileira de Segurança Pública**, v. 6, n. 2. 2012. p. 232-255.
- Gawryszewski, V. P.; Kahn, T.; Jorge, M. Informações sobre homicídios e sua integração com o setor saúde e segurança pública. **Revista de saúde pública**, v. 39, p. 627-633, 2005.
- Goertzel, T.; Kahn, T. The great São Paulo homicide drop. **Homicide Studies**, v. 13, n. 4, 2009. p. 398-410.
- Green, B.; Horel, T.; Papachristos, A. V. Modeling contagion through social networks to explain and predict gunshot violence in Chicago, 2006 to 2014. **JAMA internal medicine**, v. 177, n. 3, 2017. p. 326-333.
- Guimarães, R. B.; Pickenhayn, J. A.; Lima, S. C. **Geografia e saúde sem fronteiras**. Uberlândia: Assis, 2014.
- Gurgel, H.; Laques, A. Dossiê Geografia, saúde e ambiente: Uma abordagem da complexidade dos problemas atuais na saúde. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 37, 2018.
- Hausman, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**, p. 1251-1271, 1978.
- Jorge, M. A. O mistério da região nordeste: O crescimento da taxa de homicídios no século XXI. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 39, n. 134, 2018.
- IPEA – Instituto Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Violência 2017**. IPEA/ FBSP – Fórum Brasileiro de Segurança Pública. 2017.
- Krug, E. G., Mercy, J. A., Dahlberg, L. L., e Zwi, A. B. The world report on violence and health. **The lancet**, 360(9339), 2002. p.1083-1088.
- Larsen, K.; Merlo, J. Appropriate assessment of neighborhood effects on individual health: integrating random and fixed effects in multilevel logistic regression. **American journal of epidemiology**, v. 161, n. 1. 2005. p. 81-88
- Lira, P. S. **Geografia do Crime e arquitetura do medo: uma análise dialética da criminalidade violenta e das instâncias urbanas**. Editora Oficina LTDA. Vitória, ES. 2014.
- Melo, S. N. Geografia do Crime: análise espacial da criminalidade no município de Campinas-SP. **Dissertação**. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2017.
- Melo, S. N.; Andresen, M. A.; Matias, L. F. Geography of crime in a Brazilian context: an application of social disorganization theory. **Urban geography**, v. 38, n. 10. 2017. p. 1550-1572

- Melo, S. N.; Matias, L. F. Geografia do Crime e da Violência. **Revista da Anpege**, 12(19), 2016. p. 146-165.
- Minayo, M. C. S.; Souza, E. R. Violência e saúde como um campo interdisciplinar e de ação coletiva. **História, Ciências, Saúde**, 4(3), 1998. p. 513-531.
- Moraes, A. C. R. **Território e história no Brasil**. SP: Hucitec, 2002.
- Muggah, R.; Carvalho, I. S. There's a cure for Latin America's murder epidemic—and it doesn't involve more police or prisons. In: **World Economic Forum**. 2017.
- Nery, M.B.; Peres, M. F. T.; Cardia, N.; Vicentin, D.; Adorno, S. Regimes espaciais: dinâmica dos homicídios dolosos na cidade de São Paulo entre 2000 e 2008. **Revista Panamericana de Salud Publica**, 32, 2012. p. 405-412
- Peres, M.F.T.; Nivette, A. Social disorganization and homicide mortality rate trajectories in Brazil between 1991 and 2010. **Social Science & Medicine**, 190. 2017. p.92-100
- Pridemore, W. A.; Shkolnikov, V. M. Education and marriage as protective factors against homicide mortality: Methodological and substantive findings from Moscow. **Journal of Quantitative Criminology**, v. 20, n. 2, 2004. p. 173-187
- Rezende, J. M. Epidemia, endemia, pandemia, epidemiologia. **Revista de Patologia Tropical**, v. 27, n. 1, 1998.
- Santos, M. J.; Kassouf, A. L. Uma investigação econômica da influência do mercado de drogas ilícitas sobre a criminalidade brasileira. **Revista Economia**, 2007.
- Santos, M. **A Natureza do Espaço: técnica, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- Sherman, L. W. Police crackdowns: Initial and residual deterrence. **Crime and justice**, v. 12, 1990. p. 1-48.
- Shiode, S., N. Shiode, R. Block; C. R. block. Space-time characteristics of microscale crime occurrences: An application of a network-based space-time search window technique for crime incidents in Chicago. **International Journal of Geographical Information Science**, 29 (5). 2015. p. 697-719.
- Singer, J. M.; Nobre, J. S.; Rocha, F. M. M. **Análise de Dados Longitudinais**. Departamento de Estatística. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2018. 312p.
- Soares, S. S. D. **Educação: um escudo contra o homicídio?** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA, 2007.
- Théry, H. Retrato da Violência no Brasil. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, V. 22, n. 2. 2018. p. 457 – 465.

NOTAS

1. Ranking anual das cidades mais violentas do mundo realizado pela ONG Seguridad, Justicia Y Paz: <https://www.seguridadjusticiaypaz.org.mx/ranking-de-ciudades-2017>.
2. Outro exemplo epidemiológico, em um recente experimento, foi mostrado que o contágio social foi responsável por 63% dos casos de violência por arma de fogo entre 2006 e 2014 em Chicago (Green et al., 2017).
3. Contudo, reconhecemos que em alguns casos a letalidade policial pode ser um contraponto (Ceccato et al., 2018).

RESUMOS

Existe a necessidade de se ampliar as discussões sobre a dinâmica da violência, bem como da importância de pesquisas que se voltem para o seu reflexo na saúde pública. O presente estudo busca ampliar a compreensão sobre a dinâmica espacial e temporal dos homicídios nas capitais brasileiras, a partir da base de dados públicos de diferentes instituições federais e estaduais, para construção de modelos de regressão longitudinais. Desse modo, tornou-se possível analisar fatores sociais, demográficos e econômicos que influenciam as epidêmicas/endêmicas taxas de homicídios nas principais cidades brasileiras no período entre 2012 a 2016. Como resultado, os fatores disponibilidade de drogas psicoativas e percentual de jovens do sexo masculino foram estatisticamente significativos e positivamente associados com as taxas de homicídio, enquanto que os fatores desempenho escolar e profissionais da saúde (apenas modelo de efeitos fixos) foram negativamente associados com as taxas de homicídio. Os resultados implicam no subsídio de políticas públicas na área de saúde e prevenção a violência letal nas capitais brasileiras.

Il est nécessaire d'élargir le débat sur la dynamique de la violence, ainsi que sur l'importance de la recherche axée sur sa réflexion sur la santé publique. La présente étude cherche à élargir la compréhension de la dynamique spatiale et temporelle des homicides dans les capitales brésiliennes, à partir de la base de données publique de différentes institutions fédérales et étatiques, pour la construction de modèles de régression longitudinale. Ainsi, il est devenu possible d'analyser les facteurs sociaux, démographiques et économiques qui influent sur les taux d'homicides épidémiques / endémiques dans les principales villes brésiliennes entre 2012 et 2016. En conséquence, les facteurs de disponibilité des drogues psychoactives et le pourcentage de jeunes hommes étaient statistiquement significatives et associées positivement aux taux d'homicides, tandis que les facteurs de performance scolaire et les professionnels de la santé (modèle à effets fixes uniquement) étaient négativement associés aux taux d'homicides. Les résultats impliquent le subventionnement des politiques publiques dans le domaine de la santé et la prévention de la violence meurtrière dans les capitales brésiliennes.

There is a need to expand the discussion about the dynamics of violence, as well as the importance of research that focuses on its reflection on public health. The present study seeks to broaden the understanding of the spatial and temporal dynamics of homicides in Brazilian capitals, based on the public database of different federal and state institutions, for the construction of longitudinal regression models. Thus, it became possible to analyze social, demographic and economic factors that influence the epidemic / endemic homicide rates in the main Brazilian cities in the period between 2012 to 2016. As a result, the availability factors of psychoactive drugs and percentage of young males were statistically significant and positively associated with homicide rates, while school performance factors and health professionals (only fixed effects model) were negatively associated with homicide rates. The results support public policies in the area of health and the prevention of lethal violence in Brazilian capitals.

ÍNDICE

Mots-clés: Homicide; Épidémie; Endémie; Analyse Longitudinale; Brésil.

Keywords: Homicide; Epidemic; Endemic; Longitudinal Analysis; Brazil.

Palavras-chave: Homicídios; Epidemia; Endemia; Análise Longitudinal; Brasil.

AUTORES

SILAS NOGUEIRA DE MELO

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - São Luis-MA, Brasil. E-mail:
silasmelo@professor.uema.br

JANDERSON ROCHA

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) - São Luis-MA, Brasil.
E-mail: jr_meta@hotmail.com

YATA ANDERSON GONZAGA MASULLO

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) - São Luis-MA, Brasil.
E-mail: yanderson3@hotmail.com

Espace, territoires et maladies vectorielles : enseignements des Suds pour lutter contre la menace des arboviroses au Brésil ?

Espaço, territórios e doenças vectoriais: ensinamentos dos países do sul para lutar contra a ameaça dos arboviroses no Brasil?

Space, territories and vector-borne diseases: lessons from the South to fight the threat of arboviruses in Brazil?

Pascal Handschumacher, Florence Fournet e Walter Ramalho

- 1 En matière de santé, changements climatiques, pressions démographiques, flux de personnes comme de biens, modifient l'occupation de l'espace par les Hommes sans être toujours bien appréhendés dans leurs jeux complexes de relations. Les conséquences peuvent être positives, par l'amélioration de la distribution de l'offre de soins dans un espace donné, ou négatives lorsqu'elles conduisent à l'émergence d'une maladie en raison de la rencontre des différents acteurs de la chaîne épidémiologique en des espaces et des temps cohérents, dans des conditions biologiquement et socialement propices.
- 2 Les maladies transmissibles et en particulier, les maladies à transmission vectorielle, entretiennent une étroite relation dialectique avec l'environnement, compris comme un objet social, produit et géré par des sociétés inscrites dans des milieux possédant leurs propres spécificités. Que nous disent-elles de l'espace, et que nous dit l'espace de ces maladies ? Sans vouloir paraître trop réducteur de la complexité des processus en



jeux, il apparaît cependant que certaines dimensions des systèmes épidémiologiques à l'œuvre dans le champ des maladies à transmission vectorielle se révèlent soit récurrentes par delà les modèles de maladie analysés, soit occupent une place dominante dans l'expression différenciée du risque au delà de la spécificité des espaces considérés. C'est à cette à la description et à l'analyse de ces questionnements centraux dans l'expression différenciée des maladies à transmission vectorielle que s'attelle cet article. Il vise à tirer quelques leçons synthétiques issues des nombreux travaux interdisciplinaires qui, il faut bien en convenir, se sont davantage concentrés sur l'Afrique et ses endémies que sur n'importe quel autre continent. Il ne s'agit pas ici de dresser un tableau exhaustif issu d'une revue de la littérature, tâche gigantesque à l'échelle des maladies à transmission vectorielle, mais de choix délibérés d'exemples didactiques permettant de mettre en avant les bénéfices d'une analyse géographique et interdisciplinaire dans la compréhension des inégales expressions spatiales et sociales des maladies. Ainsi, au-delà de l'utilisation d'exemples permettant de comprendre ce que sont les maladies vectorielles et ce que dit leur géographie des relations milieux/sociétés, l'ambition de cet article est d'extraire des dénominateurs sinon communs, au moins redondants pour en tirer quelques enseignements applicables aux défis que connaît le Brésil face au maintien d'endémies historiques (schistosomoses humaines, maladie de Chagas, paludisme...), à la diffusion d'endémies désormais bien installées (in ex. la dengue) et à l'émergence ou ré-émergence de maladies comme la fièvre à Zika, à Chikungunya ou la fièvre jaune.

- 3 Après avoir dressé un rapide aperçu de ce que sont les maladies à transmission vectorielle et rappelé à la fois leur diversité et leur distribution à l'échelle du globe, nous déclinons quelques uns de ces dénominateurs géo-épidémiologiques communs dont les leçons ne se limitent pas aux seuls espaces et modèles analysés à travers les exemples cités. Nous focaliserons cette approche illustrative de l'apport géographique sur la production d'espaces à risque vectoriel à travers la gestion que font les sociétés de leur environnement. Le second point mis en lumière visera à montrer l'impact des pratiques de l'espace par les sociétés sur l'inégale expression des maladies vectorielles. Puis, nous montrerons la diversité des risques sanitaires liés aux maladies vectorielles dans leurs relations avec les transformations des environnements aussi bien sous l'impulsion de processus d'aménagement par les sociétés que de changements des caractéristiques des milieux. Enfin, nous proposerons un regard plus synthétique sur l'interaction entre ces différentes dimensions dans la production et le fonctionnement de territoires de santé hétérogènes.

Les maladies vectorielles, si diverses, si répandues, si inégales

- 4 Les maladies vectorielles sont des maladies infectieuses ou parasitaires transmises activement, de façon biologique ou mécanique, par des vecteurs qui sont généralement des arthropodes hématophages. Ces vecteurs, en piquant, ingèrent les agents pathogènes circulant chez leur hôte. Après un cycle plus ou moins long à l'intérieur du vecteur, ces agents pathogènes seront injectés à l'occasion d'une piqûre à un nouvel hôte, qui pourra alors développer la maladie.
- 5 Certaines de ces maladies sont strictement humaines, l'agent pathogène étant transmis d'homme à homme par l'intermédiaire du vecteur, comme dans le cas du paludisme,

mais d'autres sont des zoonoses c'est-à-dire des maladies transmises de l'animal à l'homme, comme la borréliose de Lyme ou la peste.

- 6 Enfin, les schistosomoses ou schistosomiasis (ou bilharzioses selon un terme usité anciennement) peuvent être incluses dans les maladies vectorielles bien que leur cycle ne fasse appel qu'à un mollusque aquatique qualifié d'hôte intermédiaire¹ dans lequel le parasite va effectuer une partie de son développement avant d'être à nouveau émis et de contaminer les humains à l'occasion de leur fréquentation des points d'eau colonisés. Elles occupent d'ailleurs un large pan de ces maladies car si la schistosomiose urinaire est due à un seul parasite (*Schistosoma haematobium*), 5 espèces de parasite sont responsables des schistosomiasis intestinales. *S. mansoni* est l'espèce la plus largement distribuée en Afrique intertropicale, aux Caraïbes et en Amérique latine (notamment au Brésil) (Doumenge et al., 1987 ; Chitsulo et al., 2000).
- 7 Les maladies vectorielles existent partout dans le monde (Tableau 1), et elles ont un impact sanitaire très lourd. Chaque année, plus d'un milliard de cas et plus d'un million de décès dans le monde sont imputables à ces maladies. Elles sont responsables de plus de 17% de toutes les maladies infectieuses. Le paludisme est l'une des principales causes de morbidité et de mortalité en Afrique (219 millions de cas en 2018, 435 000 décès) (OMS, 2018). D'autres sont moins dangereuses, comme l'infection au virus Zika, mais contribuent néanmoins à un lourd fardeau de morbidité pour les pays concernés. Cette infection aurait atteint plus d'un million et demi de Brésiliens depuis 2015 et 80% de la population pourrait être affectés à terme.

Tableau 1. Exemples de maladies parasitaires à transmission vectorielle dans le monde

Maladie	Parasite	Vecteur	Distribution spatiale
Paludisme	<i>Plasmodium falciparum</i> , <i>Pl. vivax</i> , <i>Pl. malariae</i> , <i>Pl. ovale</i>	Anophèles	Afrique, Asie, Amérique du Sud
Maladie de Chagas	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Triatome	Amérique du Sud
Maladie du sommeil	<i>Trypanosoma brucei</i>	Glossines	Afrique de l'ouest et de l'est
Leishmaniose cutanée et viscérale	<i>Leishmania major</i> , <i>L. donovani</i> , <i>L. mexicana</i> , <i>L. infantum</i> , <i>L. braziliensis</i>	Phlébotomes	Amérique du Sud, Sud de l'Amérique du Nord, Afrique, Asie, Bassin Méditerranéen
Schistosomose urinaire et intestinale	<i>Schistosoma mansoni</i> , <i>S. japonicum</i> , <i>S. haematobium</i>	Mollusques d'eau douce	Afrique, Asie, Amérique du sud et Bassin Méditerranéen
Filariose lymphatique	<i>Brugia malayi</i> , <i>B. timori</i> , <i>Wuchereria bancrofti</i>	Anophèles et Aedes	Afrique, Asie
Onchocercose	<i>Onchocerca volvulus</i>	Simulies	Afrique

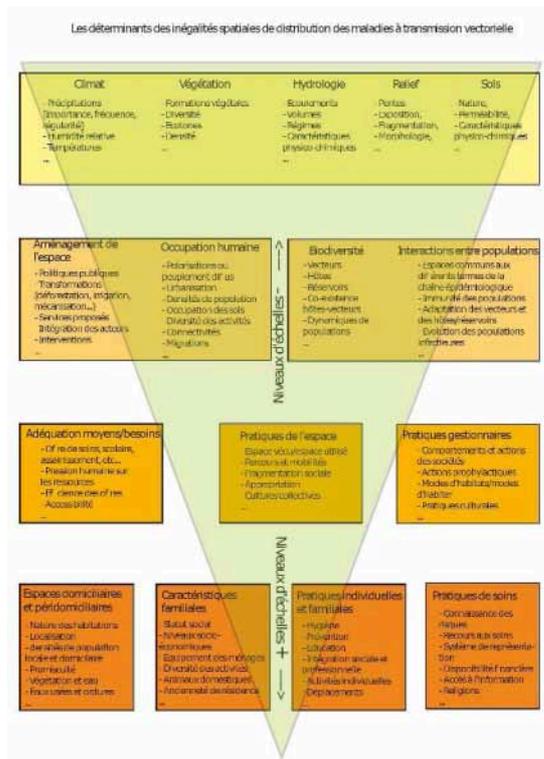
Réalisation : F. Fournet 2019

- 8 Les pays du Nord ne sont pas épargnés par ces pathologies : les leishmanioses, ou encore la dengue et le chikungunya sont présents dans le sud de la France par exemple.

Des cas autochtones de schistosomose urinaire ont même été détectés en 2011 en Corse du Sud à la suite de la contamination d'un cours d'eau par des touristes ayant séjourné préalablement en zone d'endémie (Holtfreter et al., 2013).

- 9 Cette capacité à conquérir l'espace et les populations tient au lien étroit que le vecteur entretient avec son environnement qui conditionne sa survie, voire le contraint à s'adapter. Si la présence des trois acteurs, à savoir l'homme, le vecteur et l'agent pathogène, est nécessaire à l'expression de la maladie dans un espace donné, l'environnement qui est la fois le support, le produit et l'enjeu des relations qui s'y tissent, est l'élément incontournable du système hôte-vecteur-pathogène.
- 10 C'est dans la connaissance et la compréhension des processus constitutifs du complexe pathogène dû au géographe Max Sorre que l'importance de la géographie se fait jour, de même que son indispensable complémentarité avec les sciences biologiques. Et c'est ainsi que les maladies vectorielles peuvent être perçues comme des modèles pertinents de l'étude des constructions socio-territoriales de la santé (Schéma 1). Dans ces modèles, plus le niveau d'échelle de l'analyse sera fin, plus les facteurs sociaux voire individuels imposeront leur poids, générant alors des mosaïques d'expression de la maladie de plus en plus diversifiées. L'enjeu pour le chercheur, et pas seulement pour le géographe, consiste alors à identifier les niveaux d'échelle les plus pertinents en visant à maximiser la variance inter-espaces et minimiser la variance intra-espace. Les niveaux d'analyse ne sont donc pas condamnés à être systématiquement les plus fins, mais ceux qui vont permettre la meilleure compréhension des processus à l'œuvre notamment en termes de relations milieux / sociétés. Cette démarche pour laquelle il n'existe pas d'échelle unique qui serait applicable partout et pour tous les modèles, outre la production de connaissances, doit permettre la production d'indicateurs et d'enseignements à dimension opérationnelle à destination des acteurs non seulement de la santé mais également de l'aménagement du territoire ou de l'éducation, pour ne citer que ces quelques exemples.

Schéma 1. Les déterminants des inégalités spatiales de distribution des maladies à transmission vectorielle



Réalisation : P. Handschumacher, 2019

Production de l'espace, production vectorielle

- 11 L'homme, dans son appropriation de l'espace, concourt à la production d'espaces propices au développement de vecteurs de maladies.
- 12 L'aménagement d'un barrage peut être à l'origine de l'apparition de simulies, vecteurs d'onchocercose, qui se développeront dans le déversoir, endroit privilégié par les femelles de simulies pour y pondre leurs œufs sur la végétation aquatique. La densité des simulies peut alors s'accroître considérablement dans ces espaces.
- 13 La présence de rizières va induire le développement des anophèles, les vecteurs de paludisme. Ces rizières constituent des biotopes favorables à la prolifération de différentes espèces d'anophèles qui vont se succéder selon le stade d'évolution de la culture, instaurant une présence quasi permanente du vecteur. Cette situation s'observe par exemple dans la Vallée du Kou, au Burkina Faso, où un périmètre rizicole de plus de 1000 ha d'un seul tenant est irrigué toute l'année. Les premières études entomologiques conduites dans les années 1980 ont montré que les populations pouvaient recevoir jusqu'à 24000 piqûres d'anophèles par an dans certains villages proches des rizières (Robert et al., 1988). Le risque peut aussi exister en ville lorsque les populations profitent des bas fonds pour y faire de la riziculture. C'est le cas par exemple de Bouaké en Côte d'Ivoire, où des études conduites dans les années 1990, ont montré que dans les quartiers sans rizière, les populations recevaient entre 3650 à 6935 piqûres d'anophèles par homme par an contre 4745 à 22630 piqûres d'anophèles par homme par an dans les quartiers avec des rizières (Dossou-Yovo et al., 1998).

- 14 En zone forestière de Côte d'Ivoire, c'est la dégradation de la forêt primaire pour développer le café ou le cacao, qui est à l'origine de la colonisation du milieu par *Glossina palpalis palpalis*, glossine (ou mouche tsé tsé) vectrice de maladie du sommeil (Photo 1), en remplacement d'espèces comme *G. fusca* par exemple, qui ne transmettent pas la maladie. Ainsi, en colonisant la forêt, l'homme produit le risque vectoriel (Fournet et al., 2000).

Photo 1. Une glossine en plein repas de sang



Source : JP Hery, IRD

- 15 La trompe est enfoncée dans la peau de l'hôte, l'abdomen (partie droite de l'insecte, sous les ailes) se remplit progressivement de sang.
- 16 Les vecteurs d'arboviroses comme la dengue, sont inféodés au milieu urbain, en particulier *Aedes aegypti*. Cette espèce se développe dans les réserves d'eau que les populations constituent chez eux dès lors que celles-ci ne sont pas protégées (Photo 2), mais colonise aussi des gîtes naturels comme les coquilles vides de noix de coco (Photo 3) ou les récipients abandonnés dans l'environnement comme les boîtes de conserve, les vieux ustensiles de cuisine ou encore les pneus usagés que l'on retrouve partout dans les villes des pays du sud (Photo 4).

Photo 2 : Gîtes à *Aedes aegypti* : coque de noix de coco abandonnée et remplie d'eau de pluie (Ventiane, Laos)



Source : F Fournet, IRD

Photo 3 : Cuve en ciment de stockage d'eau (Phnom Penh, Cambodge)



Source : F Fournet, IRD

Photo 4 : Pile de vieux pneus qui constituent autant d'étages de colonisation de larves d'*Ae. aegypti* (Vientiane, Laos)



Source : F Fournet, IRD

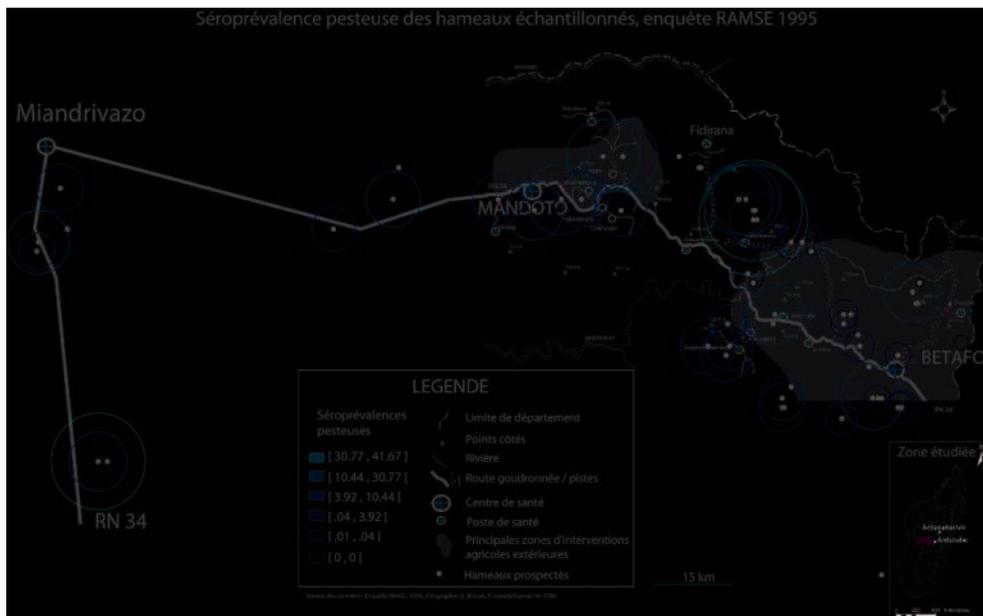
- 17 Une étude menée dans la ville de Recife au Brésil a montré que la diminution des déchets entreposés dans et autour des habitations entraînait une réduction du risque de dengue (Sobral et Sobral, 2016).
- 18 Ces quelques exemples permettent de montrer comment l'homme est, au moins pour partie, producteur du risque vectoriel. Cependant, la production de vecteurs dans un espace donné n'engendre pas systématiquement la production d'un risque de maladie. De nombreux facteurs interviennent pour moduler l'apparition du risque de maladie.

Systemes géographiques et inégalités de distribution des maladies à transmission vectorielle

- 19 Bien que distinctes du point de vue de l'agent infectieux, du vecteur et de l'aire de distribution, la maladie du sommeil et la peste révèlent à travers leur expression différenciée, les processus de fonctionnement et de gestion de l'espace.
- 20 La zone forestière ivoirienne englobe plusieurs foyers de maladie du sommeil. Le paysage est celui d'une forêt dégradée, émaillée de plantations de café et de cacao, ponctuée de bas-fonds cultivés ou laissés en friche. Les habitants vivent dans des villages plus ou moins gros le long des routes goudronnées, tandis que d'autres habitent au milieu des plantations, dans des hameaux ou des campements de culture, reliés entre eux par des pistes plus ou moins carrossables. Dans cet espace, la maladie du sommeil affecte inégalement les populations selon les modes d'occupation et de pratiques de l'espace (Hervouët & Laveissière, 1987).

- 21 Les pratiques sociales des populations structurent en effet trois types de réseaux de circulation. Le premier concerne des espaces très enclavés où les campements de culture sont peu ouverts sur le reste de l'espace. La circulation se fait sur des pistes qui ne sont fréquentées que par les membres de chacun des campements de culture. Sur ces pistes domestiques aveugles qui disparaissent dans les plantations, la mobilité humaine est très faible. Dans le second, la circulation humaine s'établit autour d'un réseau de pistes où les mouvements de population sont intenses mais essentiellement orientés par des activités économiques, notamment les marchés. Dans le troisième type, les mobilités sont fortes et liées aussi bien aux besoins agricoles qu'aux activités sociales (mariages, funérailles, entraide sociale, marchés).
- 22 Dans les deux premiers types de réseaux, le risque de maladie du sommeil est faible. Dans le dernier, les personnes qui empruntent ces pistes s'exposent au contraire à un contact accru avec le vecteur de la maladie du sommeil au niveau des points d'eau, des passages entre forêt et bas-fonds, des pistes de culture le long des plantations. Mais si les pratiques spatiales et sociales peuvent être considérées comme le déterminant du risque, elles sont indissociables du paysage et du peuplement de ces espaces. Dans les espaces où le morcellement foncier a été très fort, les populations ont dû créer de nombreuses pistes pour pouvoir assurer toutes leurs activités aussi bien agricoles que sociales. Selon que le paysage leur permettait d'étaler leurs espaces de vie, les réseaux de circulation se sont plus ou moins ramifiés. C'est donc à la fois l'environnement physique, le type de peuplement et les pratiques des populations qui engendrent l'exposition au risque, le contact avec la maladie et au-delà, sa diffusion.
- 23 Bien que ne possédant ni vecteur ni agent infectieux en commun, un schéma similaire peut expliquer l'hétérogénéité de la peste dans l'espace du Moyen-Ouest malgache. Cette zoonose due à un bacille, *Yersinia pestis*, présente des faciès spécifiques en fonction de l'enclavement ou de l'ouverture à la fois physique et sociale des espaces occupés par l'homme. Elle voit son aire d'extension calquée sur la distribution de ses rongeurs hôtes, qui peuvent varier à l'échelle du globe mais où le rat noir, rongeur commensal et ubiquiste, joue un rôle majeur. La transmission se fait par la piqûre d'une puce pestigène qui infecte un rongeur sain après s'être elle-même contaminée sur un rongeur malade (Audouin-Rouzeau, 2007). Les rongeurs sensibles à la peste vont mourir, obligeant alors les puces à se nourrir sur les animaux à sang chaud les plus proches du rat, comme les chiens, les chats ou l'Homme, donnant ainsi naissance à des phénomènes épidémiques plus ou moins localisés.
- 24 A Madagascar, la peste s'étend désormais sur l'ensemble de la Grande Île au-dessus de 800 m d'altitude (Chanteau et al., 2000 ; Andrianaivoarimanana et al., 2013), les puces pestigènes étant absentes sous cette limite altitudinale. Mais elle ne se distribue pas de façon égale à l'intérieur de cette zone (Carte 1).

Carte 2 : Distribution des sérologies pesteuses dans 61 hameaux du Moyen-ouest malgache



Source : Réalisation, P. Handschumacher, 2019

- 26 A l'image de la maladie du sommeil, la peste est ainsi le produit de son environnement compris en tant qu'espace social géré par l'homme autant qu'indicateur puissant des hétérogénéités de production des espaces socialisés.

Quand l'aménagement de l'espace contrarie le déterminisme bio-climatique

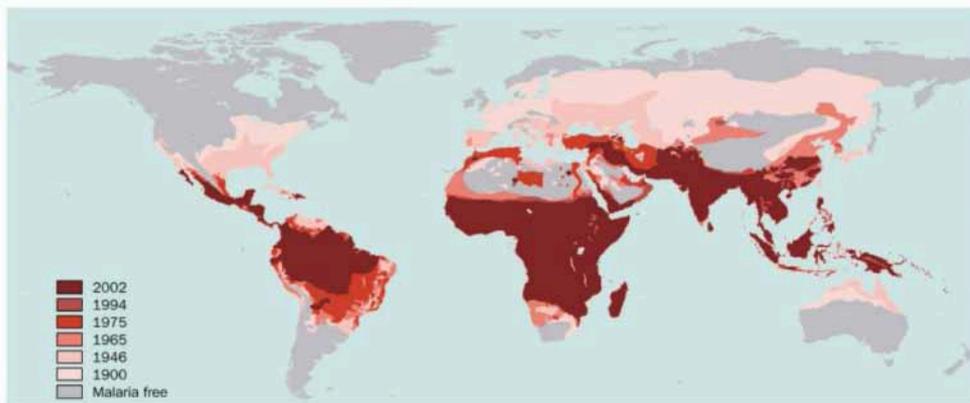
- 27 Les modifications de l'environnement ont souvent été citées comme déterminants d'une augmentation du risque lié aux maladies à transmission vectorielle. Ainsi s'explique l'apparition épidémique de la schistosomose intestinale, pourtant inféodée aux zones de climat de type guinéen, dans la ville de plantation de Richard-Toll, au nord du 16ème parallèle à la suite de la mise en service de grands barrages sur le fleuve Sénégal (Talla et al., 1990).
- 28 Dans la vallée du fleuve Sénégal, l'explosion épidémique ne s'est produite qu'en un lieu, soulignant la spécificité de la ville de Richard-Toll, seul site de production agro-industriel de la vallée du fleuve Sénégal, contrastant avec les paysages dominants dédiés à la riziculture. L'artificialisation des écoulements des eaux du fleuve, en régulant le niveau toute l'année, et en supprimant l'onde de crue et les remontées salées depuis l'Atlantique, a permis l'installation de l'hôte intermédiaire et l'explosion épidémique de la maladie.
- 29 L'irrigation massive réalisée dans la vallée du São Francisco au Brésil (Sleigh et al., 1985) a contribué de la même manière au développement de la schistosomiase intestinale. En transformant les eaux de surface, l'Homme modifie les conditions physico-chimiques et/ou les durées de submersion des zones basses en zone aride bien au delà de la saison des pluies, générant artificiellement des conditions favorables à cette maladie eau-dépendante.

- 30 Mais les transformations de l'environnement peuvent également agir en sens inverse, à l'image du rétrécissement des espaces favorables à la transmission du paludisme. En l'espace de deux siècles, le paludisme a complètement disparu des espaces dans lesquels il présentait le plus haut degré d'instabilité, l'Europe et l'Amérique du nord, suite aux transformations qui ont affecté espaces ruraux et urbains (Hay et al., 2004) (Carte 3). Alors même que la maladie avait atteint son maximum d'extension au maximum du petit âge glaciaire, les travaux d'assèchement des marais, le remblaiement des canaux et l'assainissement des égouts à ciel ouvert, le pavage des routes et surtout, à partir de la moitié du XIXème siècle, la synthèse de la quinine et sa distribution massive ont permis de faire disparaître la maladie de la majeure partie de l'hémisphère nord (Dereux, 2008). L'avènement de la civilisation industrielle a sonné le glas de la maladie dans cette partie du monde, dans un contexte il est vrai, de très grande fragilité du complexe pathogène.

Carte 3 : Distribution du paludisme entre 1900 et 2002

Image

1024EAF80000A54400004556A0B58231F2BE5490.emf



Source : Hay et al., 2004

- 31 L'urbanisation des pays du sud n'a pas eu les mêmes effets. Certaines de ces maladies qu'on a longtemps crues réservées au milieu rural, se montrent aujourd'hui dans les villes. C'est le cas de la maladie du sommeil que l'on observe à Kinshasa (Robays et al., 2009), et du paludisme observé à Dakar (Machault et al., 2009). Alors qu'on pensait que les anophèles vecteurs n'y trouveraient pas les conditions de leur développement, on observe l'émergence de populations adaptées aux villes aussi bien en termes de gîtes de reproduction que de rythmes chronobiologiques (De Silva et al., 2012).
- 32 La distribution des espaces à risque de paludisme présente donc une variabilité forte dès lors que l'on s'intéresse aux échelles fines. Ces espaces expriment l'état d'un environnement selon des changements établis à l'échelle historique mais également selon les transformations à l'œuvre, devenant des marqueurs des modalités d'aménagement de l'espace, croisés avec les évolutions que connaît toute population animale s'adaptant à son environnement.
- 33 La caractérisation d'espaces à risque de maladie implique une approche systémique dans laquelle le système de soins devrait être pris en compte. Il joue un rôle essentiel en diminuant ou supprimant les réservoirs d'agents infectieux constitués par les malades, par les soins ou l'isolement, par la prévention ou la lutte. Par les inégalités de

leur distribution, les maladies à transmission vectorielle peuvent aussi révéler des modalités et des conditions d'accès aux soins ainsi que l'efficacité du système de soins.

Les maladies à transmission vectorielle à l'épreuve des systèmes de santé : vers une compréhension des territoires de santé ?

- 34 Malgré la diminution des distances d'accès aux soins et l'augmentation des ressources disponibles, la ville n'est pas épargnée par la question des inégalités territoriales face aux maladies en général, et aux maladies vectorielles en particulier. Maladie inféodée au milieu urbain, la dengue peut jouer le rôle de révélateur d'inégalités sociales, économiques et politiques, bien au-delà des inégalités stricto sensu de santé. L'expression de ses dynamiques épidémiologiques va interroger l'espace dans ses processus de production et de fonctionnement, d'aménagement et de gestion, mettant en lumière l'hétérogénéité de territoires de santé adossée à l'inégalité inhérente aux sociétés urbaines.
- 35 De nombreuses études ont souligné le poids du développement de l'urbanisation dans l'essor de la maladie (Tauil, 2001). D'autres ont montré que les variations des « degrés » d'urbanisation au sein d'un même ensemble urbain généraient une variabilité de l'expression de la maladie à des échelles intra-urbaines (Vallée et al., 2009). Ces résultats apparaissent parfois contradictoires en soulignant les quartiers les plus aisés (Donnat et al., 2011), ou a contrario les plus modestes (Castro et al., 2010), les centres ou les périphéries (Torres, 1997). Au-delà de la distribution hétérogène des vecteurs dans l'espace urbain, cette multiplicité des situations renvoie vers des systèmes dans lesquels l'écologie vectorielle ne représente qu'une dimension de la complexité en jeu. L'exemple de la distribution de la dengue dans la ville de Santa Cruz de la Sierra (Bolivie) permet de souligner la complexité des interactions en jeu au sein de ces systèmes pathogènes.
- 36 Santa Cruz de la Sierra est une ville située dans les terres basses de Bolivie. En 2001, elle comptait environ 1,5 millions d'habitants. Fondée au XVI^{ème} siècle, elle a connu un essor majeur à partir de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle en raison du développement de la culture industrielle du soja puis de l'exploitation du pétrole et du gaz naturel. A partir du vieux centre historique, la ville s'est développée en cercles concentriques (anillos), découpés par les voies de circulation la connectant au reste du pays. Puis ce schéma s'est délité au fur et à mesure des processus d'étalement urbain récents (Prado Salmon, 1990). Cette croissance a permis d'accueillir l'importante main d'œuvre nécessaire aux activités industrielles proposées par la ville. Aux habitants historiques, se sont ainsi rajoutés des migrants des zones basses (cambas) et des migrants originaires de l'altiplano (coyas). Par sa croissance rapide et inégalement contrôlée et sa position de nœud de communication avec le Brésil, le Paraguay et même l'Argentine, Santa Cruz de la Sierra est devenue à partir des années 1980 un lieu de choix pour l'installation et le développement de la dengue en Bolivie.
- 37 Les gîtes sont majoritairement présents au centre de la ville, mais leur taux d'infestation présente peu de cohérence spatiale (Donnat et al., 2011). En revanche, la distribution des cas de dengue diagnostiqués par le système de soins sur quatre saisons de transmission (2003 - 2007), montre une distribution de la maladie clairement

centrée sur les quatre premiers anillos. Les espaces les plus touchés sont occupés par des populations aisées à moyennement aisées, anciennement installées et de culture camba. Les espaces les moins exposés sont occupés par des migrants récents de niveau socio-économique faible, et pour l'est et le sud, majoritairement de culture coya (Blanchard, 2006).

- 38 Cependant, l'étude de la distribution des sérologies réalisées en 2007 sur 100 grappes échantillonnées aléatoirement en population générale, montre que les périphéries ne sont en fait pas moins touchées. La morbidité diagnostiquée sous-estimerait donc les quartiers périphériques, et la dengue serait en fait un excellent marqueur d'inégalités internes face au système de soins et de manière plus générale, face à la production de sous-ensembles spatiaux diversement intégrés dans le schéma de développement urbain qui construit des marges coyas mal intégrées à la vie de la ville.

Des enseignements Sud – Sud à développer

- 39 Depuis les années 1980, les affections transmises par les *Aedes* représentent un problème de santé publique grandissant au Brésil (Ferreira et al., 2009). La circulation concomitante de nouveaux arbovirus, Chikungunya et Zika, dans l'espace de circulation de la dengue, transmis par le même vecteur (*Aedes aegypti*), a encore augmenté la pression s'exerçant sur les services de santé brésiliens, et plus largement de toute l'Amérique latine (Mayer et al., 2017). La diffusion du virus Zika dans toutes les régions du Brésil à partir du Nord-Est s'est en effet accompagnée d'une augmentation significative de cas du syndrome de Guillain-Barré et de microcéphalie congénitale (Barreto et al., 2016 ; Oliveira et al., 2017). Les récents travaux scientifiques n'ont pas cherché à comprendre la dynamique de la circulation de ces virus dans les villes et dans la population (Ferguson et al., 2016), probablement en raison de l'urgence qui se situait plutôt au niveau de la prise en charge des patients (Adibi et al., 2016 ; Cugola et al., 2016 ; Morrison et Diamond, 2017). Les modèles utilisés expliquer la circulation de la dengue montrent l'existence d'hétérogénéités régionales et intra-urbaines dans la distribution et l'intensité de la transmission de la dengue associées négativement à l'importance des prévalences et au niveau socio-économique, notamment à Brasília dans le District Fédéral du Brésil. Les secteurs occupés par les populations défavorisées, moins desservies en termes d'infrastructures et de services d'assainissement de base, où le dépôt sauvage de déchets propices à l'accumulation d'eau est fréquent, favorisant la reproduction du vecteur (Rodriguez-Barraquer et al., 2011 ; Teixeira et al., 2009), seraient ainsi particulièrement ciblés. Pour autant, les connaissances se révèlent véritablement lacunaires tant en termes d'espaces à risque que de populations à risque. Ceci est notamment dû à la multiplicité de l'offre de soins et à la difficulté de localiser les patients.
- 40 Or, les quelques exemples que nous avons vus pourraient nourrir l'approche géographique des enjeux de santé au Brésil. En s'intéressant aux dynamiques spatiales des arboviroses actuellement à l'œuvre, les inégalités d'expression de ces maladies pourraient être utilisées comme de puissants indicateurs des modalités de production des territoires à de multiples échelles. Au-delà des processus de production de risque et de l'inégalité de distribution et de dynamiques des maladies vectorielles, il est possible de s'interroger sur l'existence de faciès épidémiologiques soulignant la spécificité des lieux et des espaces. L'émergence des risques épidémiques en certains lieux, leur

disparition en d'autres doit être analysée afin de proposer une lecture de leur spécificité selon une hiérarchie de niveaux de vulnérabilité permettant de distinguer espaces potentiels et espaces fonctionnels de la maladie comme ce fut le cas à Richard-Toll. L'inégale dynamique des maladies transmises par des moustiques du genre *Aedes aegypti* au Brésil pose par ailleurs la question du fonctionnement des systèmes géographiques par-delà des limites d'ensembles bioclimatiques plus ou moins favorables tout en les inscrivant dans le réseau de liens qui unit les lieux.

- 41 Au Brésil comme ailleurs, les informations de morbidité diagnostiquée ne permettent guère de travailler aux échelles auxquelles se réalisent les phénomènes de transmission, interdisant de ce fait l'identification d'aires d'expression inégale de la maladie en-deçà d'unités administratives prédéterminées. La multiplication des enquêtes de terrain permettra par comparaison entre les différents corpus de données de morbidité, d'identifier les inégalités socio-spatiales qui affectent notre vision de la distribution réelle de la maladie et nous révélera les inégalités qui sous tendent le fonctionnement de la société à l'image de l'exemple de la dengue à Santa Cruz de la Sierra.

Conclusion

- 42 Les maladies à transmission vectorielle font l'objet de beaucoup d'attention en ce début de XXIème siècle. Dans un contexte de processus globaux, qu'il s'agisse de mondialisation ou de réchauffement climatique, la diffusion du risque infectieux apparaît comme directement inféodée à l'extension potentielle des populations vectorielles. Or, l'expression du système pathogène des maladies à transmission vectorielle dépasse une stricte relation déterministe entre la présence des vecteurs, leur diffusion et l'expression de la maladie chez l'homme. Au-delà de la relation abondance/pression vectorielle/charge infectieuse/gravité de la maladie, la compréhension de la production et du fonctionnement d'espaces à risque intégrant la problématique des soins constitue un objet de choix pour les approches interdisciplinaires.
- 43 Face à cette complexité, et devant l'importance des phénomènes et des enjeux, plusieurs pistes d'avenir se dessinent. Le transport des vecteurs et des agents infectieux au-delà de leurs aires d'endémicité se trouve facilité par l'accélération et l'augmentation de la circulation des Hommes et des biens. L'exemple de l'extension actuelle d'*Aedes albopictus*, le moustique tigre, est ainsi particulièrement médiatisé. Identifier les voies et chemins des processus de diffusion des vecteurs représente un enjeu fort au même titre que la circulation des agents infectieux.
- 44 Comprendre les processus permettant l'émergence des maladies à transmission vectorielle mais également leur maintien durant les saisons de basse transmission représente un autre enjeu. Déterminer quels processus permettent la production d'espaces partagés entre les différents acteurs du cycle épidémiologique est une question en constant renouvellement, au gré des modifications apportées par l'Homme aménageur. Elle suppose de s'appuyer sur de fortes collaborations pluri- voire interdisciplinaires.
- 45 Par ailleurs, les connaissances accumulées à travers la biologie moléculaire ouvrent la porte à de nouvelles perspectives d'investigation associant distance génétique et

géographique, permettant de développer une géographie des mobilités des vecteurs et de leurs agents infectieux.

- 46 L'étude géographique des maladies à transmission vectorielle a ainsi de beaux jours devant elle. Cependant, les processus globaux à l'œuvre supposent que se développent des systèmes de surveillance s'appuyant sur une connaissance sans cesse renouvelée des conditions favorables à l'expression des maladies à transmission vectorielle afin de pouvoir anticiper sur le risque qu'elles font courir.
- 47 Remerciements : Les auteurs remercient les programmes ANR Santinelles, Epidengue, Diffupest et Chancira, la Jeune Equipe Associée à l'IR « Gîtes-Brazil » ainsi que les Laboratoires Mixtes Internationaux de l'IRD « Santinela » et « Lamivect 1 & 2 » qui ont permis de produire la majeure partie des résultats exposés au fil du texte.

BIBLIOGRAFIA

- Adibi, J.J., Marques, E.T. Jr., Cartus, A., Beigi, R.H. Teratogenic effects of the Zika virus and the role of the placenta. *Lancet*, 2016, 387(10027): 1587-90
- Andrianaivoarimanana, V., Kreppel, K., Elissa, N., Duplantier, J.M.M., Carniel, E., Rajerison, M., et al. Understanding the persistence of plague foci in Madagascar. *PLoS Negl Trop Dis.*; 2013,7: e2382. doi: 10.1371/journal.pntd.0002382
- Audouin-Rouzeau, F. Les chemins de la peste. Le rat, la puce et l'homme, Éditions Tallandier, collection Texto, 2007, 623 p
- Barreto, M.L., Barral-Neto, M., Stabeli, R., Almeida-Filho, N., Vasconcelos, P., Teixeira M. et al. Zika virus and microcephaly in Brazil: a scientific agenda. *Lancet*, 2016, 387(10022): 919-921
- Blanchard, S. Migration et marginalité. Les migrants andins dans les quartiers marginaux de Santa Cruz de la Sierra (Bolivie), *Revue Tiers-Monde*, 2006, 1(185) : 23 – 38
- Castro, A., Khawja, Y., Johnston, J. Social inequalities and dengue transmission in Latin America, in *Plagues and epidemics: infected spaces past and present*, Herring, A & Swedlund, A ed. sci., Berg Edition, New-York, 2010, 231-250
- Chanteau, S., Ratsitorahina, M., Rahalison, L., Rasoamanana, B., Chan, F. Boisier, P., et al. Current epidemiology of human plague in Madagascar. *Microbes Infect*, 2000, 2 : 25-31
- Chanteau, S., Handschumacher, P. et al. Atlas de la peste à Madagascar, Paris : IRD, Institut Pasteur, 2006, 94 p
- Chitsulo, L., Engels, D., Montresor, A., Savioli, L. The global status of schistosomiasis and its control, *Acta Tropica*, 2000, 77(1): 41-51
- Cugola, F.R., Fernandes, I.R., Russo, F., et al. The Brazilian Zika virus strain causes birth defects in experimental models. *Nature*, 2016, 534:267-71
- De Silva, P., Marshall, J.M. Factors contributing to urban malaria transmission in Sub-Saharan Africa: A systematic review. *Journal of Tropical Medicine*, 2012, ID 819563, 10 pages

- Derex, J.M. Géographie sociale et physique du paludisme et des fièvres intermittentes en France du XVIIIe au XXe siècle. Histoire, économie & société, 2008, Vol. 2, pp 39 – 59
- Donnat, M., Gozalvez-Kreuzer, B., Roca, Y., Conde-Cosme, A., Choque-Rios, J., Hervé, J.P., Handschumacher, P. La dynamique de la dengue à Santa Cruz de la Sierra Bolivie entre paysages à risques et mobilités : appréciation des inégalités et gestion du risque, in Les risques de santé en société, Espaces, Populations, Sociétés, 2011, p. 33-46
- Dossou-Yovo, J., Doannio, J.M., Diarrassouba, S., Chauvancy, G. Impact d'aménagements de rizières sur la transmission du paludisme dans la ville de Bouaké, Côte d'Ivoire. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 1998, 91(4):327-33
- Doumenge, J.P., Mott, K.E., Cheung, C. et al. Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasés, Presses universitaires de Bordeaux, 1987, 398 p
- Ferreira, B.J., Souza, M.F.M., Soares Filho, A.M., Carvalho, A.A. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. Cienc Saúde Coletiva, 2009, 14(3): 961-72
- Ferguson, N.M., Cucunubá, Z.M., Dorigatti, I., et al. Countering the Zika epidemic in Latin America. Science 2016; 353:353-354
- Fournet, F., Traoré, S., Prost, A., Cadot, E., Hervouet, J.P. Impacts of the development of agricultural land on the transmission of sleeping sickness in Daloa, Côte-d'Ivoire. Ann Trop Med Parasitol, 2000, 94 (2) : 113-121
- Handschumacher, P., Duplantier, J.M., Chanteau, S. La résurgence de la peste à Madagascar : une maladie centenaire à l'épreuve de l'histoire et de l'écologie. Espace, Populations, Sociétés, 2000, Vol. 18, n°2, pp 195-208
- Hay, S.I., Guerra, C.A., Tatem, A.J., Noor, A.M., Snow, R.W. The global distribution and population at risk of malaria: past, present and future. Lancet Infectious Diseases, 2004, 4(6): 327-336
- Hervouët, J.P. Laveissière, C. Les grandes endémies : l'espace social coupable, Politique Africaine, 1987, 28, 21-32
- Holtfreter, M.C., Moné, H., Müller-Stöver, I., Mouahid, G., Richter, J. Schistosoma haematobium infections acquired in Corsica, France, August 2013. Euro Surveill 2014, 19(22) : pii=20821. Available online : <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20821>
- Machault, V., Gadiaga, L., Vignolles, C., Jarjaval, F., Bouzid, S., Sokhna, C., Lacaux, JP, Trape, JF, Rogier, C, Pages, F, Highly focused anopheline breeding sites and malaria transmission in Dakar. Malar J, 2009, 8:138.
- Mayer, S.V., Tesh, R.B., Vasilakis, N. The emergence of arthropod-borne viral diseases: A global prospective on dengue, chikungunya and zika fevers. Acta Trop, 2017, 166: 155-163
- Morrison, T.E., Diamond, M.S. Animal Models of Zika Virus Infection, Pathogenesis, and Immunity. J Virol, 2017, 91: e00009-17
- Oliveira, W.K., França, G.V., Carno, E.H., Duncan, B.B., Kuchenbecker, S., Schmidt, M.I. Infection-related microcephaly after the 2015 and 2016 Zika virus outbreaks in Brazil: a surveillance-based analysis The Lancet, 2017, 390: p861-870
- WHO. World malaria report 2018. Genève, 2018, 210 p
- Prado Salmon, F. Santa Cruz: diagnostico urbano, Santa Cruz, Punto y coma, Ed. El País, 1993, 163 p
- Robays, J, Ebeja, Kadima, AE, Lutumba, P, Bilenge, CMM, Mesu, VKBK, De Deken, R, Makabuza, J, Deguerry, M, Van der Stuyft, P, Boelaert, M. Human African trypanosomiasis amongst urban

- residents in Kinshasa: a case-control study. *Tropical Medicine and International Health*, 2004, 9(8) :869–875.
- Robert, V., Ouari, B., Ouedraogo, V., Carnevale, P. Etude écologique des larves et adultes Culicidae dans le périmètre rizicole de la Vallée du Kou, Burkina Faso. *Acta Trop*, 1988, 45(4):351-9
- Rodriguez-Barraquer, I., Cordeiro, M.T., Braga, C., de Souza, W.V., Marques, E.T., Cummings, D.A.T. From Re-Emergence to Hyperendemicity: The Natural History of the Dengue Epidemic in Brazil. *PLoS Negl Trop Dis*, 2011, 5(1): e935
- Sleigh, A.C., Hoff, R., Mota, E.A., Sherlock, I., Mott, K.E. Three-year prospective study of the evolution of Manson's schistosomiasis in north-east Brazil, *The Lancet*, 1985, Vol. 326, Issue 8446, pp. 63 – 66
- Sobral, M., Sobral, A., Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. *Ciênc. saúde colet*, 2019, 24 (3). <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.10702017>
- Sorre, M. Complexes pathogènes et géographie médicale. *Annales de Géographie*, 1933, n°235, 42, 1-18
- Talla, I., Kongs, A., Verle, P., Belot, J., Sarr, S., Coll A.M. Outbreak of intestinal Schistosomiasis in Senegal River basin. *Ann Soc Belg Med Trop*, 1990, 70(3):173-80
- Tauil, P.L. Urbanization and dengue ecology, *Cad. Saúde Pública*, 2001, vol. 17, suppl., pp. 99-102
- Teixeira, M.G., et al. Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 2009, 25 Sup 1: S7-S18
- Torres, M. Impact of an Outbreak of Dengue Fever: A Case Study from Rural Puerto Rico. *Human Organization*, 1997, Vol. 56, No. 1, pp. 19-27.
- Vallée, J., Dubot-Pérès, A., Ounaphom, Ph., Sayavong, Ch., Bryant, JE, Gonzalez, JP. Spatial distribution and risk factors of dengue and Japanese encephalitis virus infection in urban settings: the case of Vientiane, Lao PDR. *Trop Med Int Health* 2009, 14 (9): 1134–1142

NOTAS

1. Le mollusque est considéré comme un hôte intermédiaire et non comme un vecteur car il n'est pas actif dans la transmission.

RESUMOS

As doenças transmitidas por vetores constituem uma ameaça incessantemente renovada para a saúde humana. Adaptação dos vetores, mudanças climáticas, transformação do meio ambiente, mundialização das trocas e urbanização, favorecem a manutenção ou mesmo a emergência e a propagação destes riscos infecciosos. No Brasil, a atenção atualmente se focaliza em torno das arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti*, o país é confrontado ao incremento igualmente da Dengue, da Zika e do Chikungunya e a persistência da Febre Amarela. Outras doenças transmitidas por vetores persistem como a esquistossomose no entorno dos perímetros irrigados

do Rio São Francisco. A dinâmica espacial destas patologias destaca o papel da estruturação dos espaços, do funcionamento das redes, do desenvolvimento da urbanização, da oferta dos cuidados a saúde, fazendo eco a estudos efetuados ao redor destas mesmas patologias, mas igualmente a outras doenças vetoriais, em outros lugares e em outros continentes. Recordando os ensinamentos geográficos procedentes de trabalhos interdisciplinares, propomos renovar o olhar sobre as doenças transmitida por vetores por meio das confrontações de experiência de um lado e outro do Atlântico ou mesmo das fronteiras sul-americanas.

Les maladies à transmission vectorielle constituent une menace sans cesse renouvelée pour la santé humaine. Adaptation des vecteurs, changement climatique, transformation des environnements, mondialisation des échanges, urbanisation, favorisent le maintien voire l'émergence et la diffusion de ces risques infectieux. Au Brésil, l'actualité se focalise autour des arboviroses transmises par les *Aedes aegypti*, le pays étant confronté à l'essor aussi bien de la dengue, du Zika, que du Chikungunya et la persistance de la fièvre jaune. D'autres maladies vectorielles se maintiennent comme les schistosomoses, autour des périmètres irrigués du rio São Francisco. La dynamique spatiale de ces pathologies souligne le rôle de la structuration des espaces, du fonctionnement des réseaux, de l'essor de l'urbanisation, de l'offre de soins, faisant écho à des études menées autour des maladies vectorielles, en d'autres lieux et sur d'autres continents. En rappelant les enseignements géographiques issus de quelques travaux interdisciplinaires, nous proposons de renouveler le regard porté sur les maladies vectorielles par des confrontations d'expériences de part et d'autre de l'Atlantique, voire des frontières sud-américaines.

Vector-borne diseases are a constantly renewed threat to human health. Vectors adaptation, climate change, environment modifications, globalization, urbanization, promote the persistence or even the emergence and diffusion of these infectious risks. In Brazil, today's preoccupations are focused on *Aedes* transmitted arboviruses. The country is facing the rise of dengue, Zika, Chikungunya and the persistence of yellow fever. Other vector-borne diseases such as schistosomiasis, persist around the irrigated perimeters of Sao Francisco River. The spatial dynamics of these diseases underline the role of the structuring of spaces, the functioning of networks, the growth of urbanization, and the supply of care, echoing studies carried out around vector-borne diseases, in other places and on other continents. By recalling the geographical teachings resulting from some interdisciplinary work examples, we propose to renew the focus on vector-borne diseases by confronting experiences on both sides of the Atlantic, or even then South American borders.

ÍNDICE

Palavras-chave: Doenças transmitida por vetores, meio ambiente, práticas do espaço, territórios de saúde.

Mots-clés: Maladies vectorielles, environnement, pratiques de l'espace, territoires de santé.

Keywords: Vector borne diseases, environment, practices of space, territories of health.

AUTORES

PASCAL HANDSCHUMACHER

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Sciences Economiques & Sociales de la Santé & Traitement de l'Information Médicale (SESSTIM), Aix Marseille Univ, INSERM. Marseille, France. E-mail : pascal.handschumacher@ird.fr

FLORENCE FOURNET

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), MIVEGEC, Univ. Montpellier, CNRS. Montpellier, France. E-mail : florence.fournet@ird.fr

WALTER RAMALHO

Universidade de Brasília (UnB), NMT-FM, FCE. Brasília-DF, Brésil. E-mail : walter.ramalho@gmail.com

Estimativa populacional pelo modelo people in pixel aplicado ao estudo da dengue no Distrito Federal-Brasil

Estimation de la population par le modèle people in pixels appliqué à l'étude de la dengue dans le District Fédéral-Brésil

Population estimate by people in pixel model applied to the study of dengue in the Federal District-Brazil

Leandro da Silva Gregorio, Helen Gurgel, Nadine Dessay, Gustavo Mota de Sousa e Emmanuel Roux

1 A estimativa populacional é um tema recorrente nos estudos de saúde, sobretudo, no que concerne às doenças transmissíveis, pois quantificar esse dado pode contribuir para a compreensão da dinâmica das doenças, a identificação e quantificação das populações sob risco (AZAR et al., 2010).



- 2 Guimarães e Ribeiro (2010) apontam a contribuição da cartografia e das ferramentas de SIG e sensoriamento remoto para o mapeamento das doenças, com ênfase na aproximação das abordagens qualitativas e quantitativas tão importantes na compreensão da dinâmica espaço-temporal. Barrozo (2014) afirma que a distribuição espacial das populações condiciona a ocorrência da doença, pois não existe doença humana onde não há pessoas.
- 3 No entanto, desafios se interpõem ao pesquisador em estudos de saúde. Um deles, ocorre quando se deseja calcular taxas sobre determinada doença, cujo uma das variáveis é o total da população existente em determinado recorte espaço-temporal. Às

vezes, não há dados disponíveis, seja por ausência de levantamentos censitários ou por existência de um dado em outro nível de agregação. Adin et al. (2018), por exemplo, demonstram a dificuldade de elaborar um modelo de risco para dengue em Bucaramanga (Colômbia), ao trabalhar com dados de população em diferentes níveis de agregação.

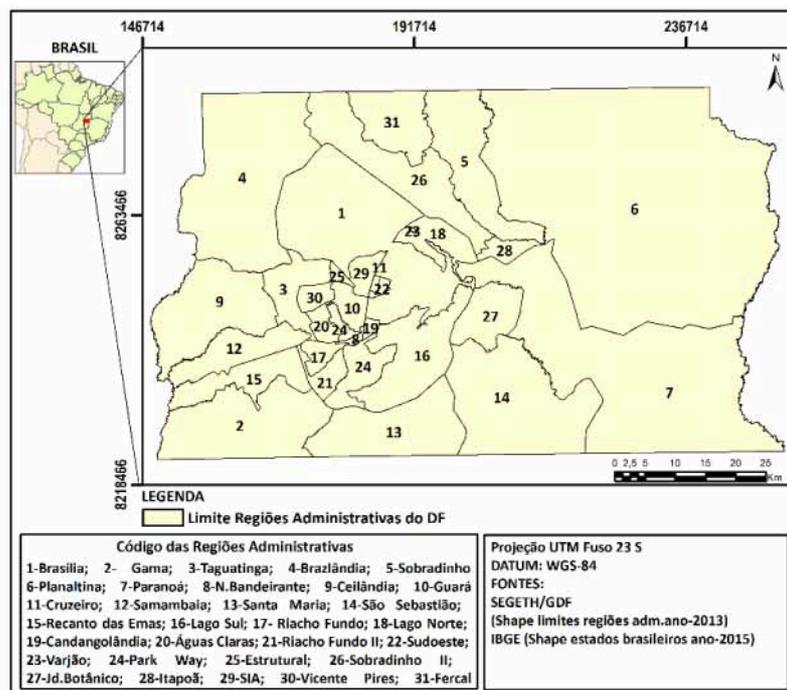
- 4 Assim, o uso de métodos auxiliares aos levantamentos censitários, para complementar as informações nos períodos intercensitários, permite avaliar o crescimento anual da população e como isso interage com a dinâmica das doenças. Além disso, esses métodos podem contribuir na estimativa populacional em unidades espaciais, onde não estão disponíveis de forma nativa o total da população residente, principalmente no contexto da gestão em saúde.
- 5 Entre os métodos de estimativa populacional, o método dasimétrico é um dos mais antigos e ainda utilizado atualmente. Desenvolvido por Shansky (1928), consiste em medir a densidade da população a partir de cartas topográficas representando onde as populações se situavam. Com o advento do sensoriamento remoto, essa técnica foi resgatada e foram realizadas algumas adaptações (PETROV, 2008).
- 6 Um método inspirado nos estudos dasimétricos foi desenvolvido por Cruz et al. (2007), o denominado *people in pixel* e tem como base o uso de imagens Landsat. Segundo os autores, o modelo tem como potencialidades analisar áreas que sofreram significativas alterações em sua divisão político-administrativa ao longo do tempo; permitir a estimativa em escalas diferentes e identificar diferentes níveis de densidade de ocupação. Apesar das limitações, como a subjetividade e a imprecisão ao mapear algumas áreas habitadas, autores como Maantay et al.(2008) e Requía et al.(2018), que desenvolveram estudos de estimativa populacional, inclusive na geografia da saúde, recomendam o uso de métodos baseados em mapas dasimétricos para espacialização da população com maior acurácia.
- 7 No Brasil, a dengue é uma das doenças que mais cresceu no território nacional e se difunde de forma rápida nas unidades federativas, em especial, no Distrito Federal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Dados do Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (IBGE, 2017) mostram que, entre 2007 e 2014, a população do Distrito Federal (DF) passou de 2 milhões e 400 mil para mais de 2 milhões e 800 mil habitantes. Nesse período, o Distrito Federal também experimentou um aumento significativo dos casos de dengue com registros de epidemias. Segundo dados da Secretaria de Saúde do Distrito Federal (SES-DF, 2015), entre 2010 e 2014, foram registradas epidemias com mais de 10 mil casos durante os anos de 2010, 2013 e 2014.
- 8 Um dos problemas em analisar a dengue no maior grau de detalhamento que são os registros dos casos por endereço, está na dificuldade em georreferenciá-los (SIQUEIRA et al., 2017). Isto ocorre por diversos problemas existentes na base de dados de dengue, como endereço incompleto, preenchimento equivocado da ficha de notificação; além do fato de muitas regiões do Distrito Federal terem sido convertidas de área rural para urbana; porém, conservaram o endereço antigo. É comum encontrar, em uma antiga chácara, várias casas, com o endereço único.
- 9 Embora seja um fator limitante, a agregação de dados de dengue em zonas definidas pela Secretaria de Saúde, é um meio que permite o georreferenciamento dos casos de forma plausível; porém, nessas unidades, não consta o número de pessoas que ali vivem.

- 10 Além disso, os estudos sobre a dinâmica da dengue no DF utilizam como referência a população do Censo (2000 ou 2010), mesmo se a pesquisa tiver como recorte temporal um ano intercensitário.
- 11 Dessa forma, o objetivo do artigo é apresentar a estimativa da população do Distrito Federal no período de 2007 a 2014, por meio do método people in pixel adaptado e, com isso, calcular a taxa de incidência de dengue, subsidiando assim as análises sobre a dinâmica da dengue no Distrito Federal a uma resolução espacial compatível com as unidades espaciais, adotadas pela Secretaria de Saúde local. Ressalta-se que as adaptações efetuadas consistiram na simplificação de algumas etapas de execução, em relação ao método original, de modo a melhorar estimações populacionais e facilitar a replicação do método.

Área de estudo

- 12 O Distrito Federal é a menor unidade federativa do Brasil, possuindo uma área 5.779,999 km², organizada atualmente em 31 regiões administrativas. Segundo o IBGE, o Distrito Federal tem atualmente 3.039 milhões de habitantes e uma taxa de crescimento médio anual da população da 2,09 % ao ano (Figura 1).

Figura 1 - Localização do Distrito Federal e sua organização político-administrativa



Fonte: Elaborada pelos autores

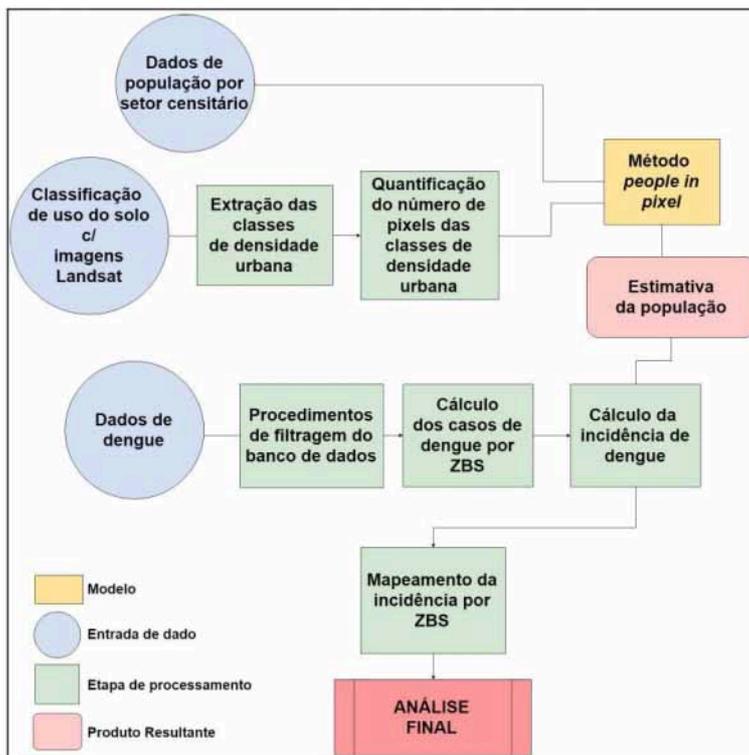
- 13 Apesar de ter uma das maiores renda per capita mensal do país e um dos maiores valores do índice de desenvolvimento humano (IDH-0,824), o DF apresenta diversas regiões com problemas de infraestrutura e saneamento, como na coleta de lixo e rede de esgoto, como é caso da Estrutural e Itapoã (PAVIANI, 2007).

- 14 Em relação às doenças transmissíveis no DF, as arboviroses (dengue, Zika e Chikungunya) tiveram um expressivo crescimento nos últimos anos. Em 2007, foram registrados pouco mais de 1 mil casos dengue e, em 2014, mais de 11 mil casos. A partir de 2014, foram registrados os primeiros casos de Chikungunya no DF, sendo registrados 363 e 180 casos notificados em 2017 e 2018, respectivamente. Com relação à Zika, os primeiros casos no DF foram registrados em 2015, sendo apenas casos importados. Já, em 2017, foram notificados 222 casos e em 2018 possui o registro de 180 casos notificados (SES-DF, 2019).
- 15 Como essas doenças não ocorrem de forma homogênea no território, algumas regiões do DF apresentam uma concentração de casos em diversos anos, como por exemplo, em São Sebastião, e Planaltina. Apesar de fatores como a qualidade e cobertura dos serviços públicos não estarem diretamente ligados a maior ou menor ocorrência de arboviroses, também são observados nas regiões mencionadas deficiências dos serviços públicos (ANJOS, 2012).

Materiais e métodos

- 16 A metodologia desenvolvida (figura 2) tem como base a estimativa populacional através método people in pixel. Para a execução é necessário utilizar mapas de densidade urbana, que são obtidos dos mapas de uso do solo e dos dados censitários. Com esses mapas, são realizadas as etapas do método, resultando na estimativa da população das unidades espaciais estudadas.
- 17 Com a obtenção dos dados de população e dos dados epidemiológicos de dengue, é efetuado o cálculo da taxa de incidência para os anos do recorte temporal estudado.

Figura 2 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaborada pelos autores

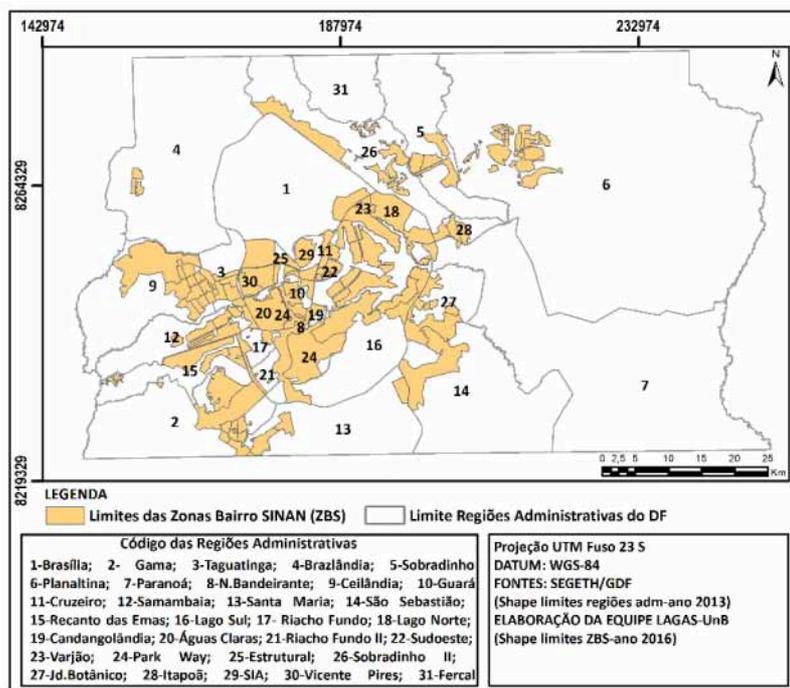
- 18 Nos subtópicos seguintes, são detalhadas as características espaciais dos dados epidemiológicos, os processos de mapeamento do uso e cobertura do solo e densidade urbana, os dados censitários utilizados, a execução do método people in pixel e o cálculo da taxa de incidência de dengue.

Dados epidemiológicos

- 19 Os dados utilizados são os casos notificados e confirmados de dengue no período de 2007 a 2014, disponibilizados pela SES-DF, os quais se integram ao Sistema Nacional de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). No SINAN, a localização das residências dos casos de dengue é indicada com diferentes níveis de precisão; permitindo diferentes níveis de agregação dos dados: unidade federativa, município, distrito, bairro e endereço (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).
- 20 No DF, trabalhar com os dados agregados revelou-se necessário devido à dificuldade de georreferenciar os casos de dengue por endereço. De fato, muitas inconsistências foram encontradas na base de dados, como endereços incompletos, além de o DF utilizar uma maneira muito particular de endereçamento, dificultando a utilização de serviços de geocodificação de endereços ou a base dos correios (CEP).
- 21 Além disso, no DF não existe a categoria "bairro" na estrutura política administrativa, e por isso, a SES-DF criou uma entidade espacial própria, a Zona Bairro SINAN (ZBS), a fim de integrar os dados do DF no SINAN. As ZBS são áreas agregadas, compostas por conjuntos de quadras variando de extensão conforme a região administrativa.

- 22 Convém mencionar que os endereços no Distrito Federal, sobretudo, nas regiões administrativas mais antigas, são do tipo “quadra” e não do tipo “rua”, como ocorre em outros municípios brasileiros. Convém mencionar que as quadras correspondem à conjuntos de lotes. Originalmente, os limites das ZBS estão especificados em uma lista de quadras elaborada pela SES-DF; porém, oficialmente, não há base espacial dessas áreas. Assim, a equipe do Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS-UnB) mapeou as ZBS a partir de uma lista de 2013, disponibilizada pela SES-DF com o software QGIS 2.18.2 e o auxílio de camadas de informações complementares: base vetorial de arruamentos e quadras do DF, fornecida pela Secretaria de habitação e gestão do território do DF (SEGETH-DF); Google Maps® e Wikimapia. Esse trabalho permitiu mapear todas as 111 ZBS que são categorizadas em zonas urbanas e rurais. Para esse estudo, optou-se por trabalhar com os casos de dengue cujos locais de residência pertencessem às ZBS urbanas. Essa escolha aconteceu pelo fato dessas ZBS terem a mancha urbana melhor delimitada, facilitando os mapeamentos dos níveis de densidade urbana, que são utilizados no método people in pixel. Dessa forma, foram analisadas 88 ZBS (figura 3).

Figura 3 - Delimitação das 88 Zonas Bairro SINAN urbanas (ZBS)



Cobertura do solo e densidade urbana

- 23 Para aplicação do método people in pixel adaptado, é necessária a utilização de mapas de densidade urbana. Tais mapas podem ser obtidos por meio da exploração de imagens de satélite. Para isso foram utilizadas imagens Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI (obtidas do site Earth Explorer, do serviço geológico americano-USGS) para os anos de 2007, 2010 e 2014.

- 24 Esse recorte temporal foi escolhido, pois, representa um período importante para o DF pois nele foram aprovados os planos diretores de ordenamento territorial (PDOT) de 2009 e 2012, quando houve a destinação de novas áreas para uso urbano. A partir destes dois PDOT, foi observado que nas zonas de contenção urbana e nas zonas rurais de uso controlado, houve avanço das áreas urbanas, impulsionado pela especulação imobiliária (MANIÇOBA; OLIVEIRA, 2014).
- 25 Com relação à escolha dos anos de 2007, 2010 e 2014, para classificação das imagens Landsat e elaboração dos mapas de densidade urbana foi pelo fato de nesses anos haver contagem populacional local (2007 e 2014) e o censo em 2010, o que é imprescindível para implementar o método people in pixel.
- 26 As imagens utilizadas são do mês de julho, que corresponde ao início do período seco. Foram realizadas a correção geométrica (a qual foi aplicada para as imagens Landsat 5 TM, utilizando aerofotos ortorreficadas de 2014 da Terracap), pois as imagens Landsat 8 OLI são ortorretificadas); a correção radiométrica e a correção atmosférica. Para esse último tratamento, foi utilizado o algoritmo DOS (Dark Object Subtraction) que é um dos métodos mais antigos e utilizados para realização da correção atmosférica, devido à baixa exigência de informações retiradas da imagem para procedimentos de ajuste digital, na redução dos efeitos de dispersão atmosférica (LU et al. 2002). A caracterização da cobertura do solo foi realizada para toda a extensão do Distrito Federal, sendo o processamento realizado no software ENVI 4.8. O método de classificação adotado foi a classificação manual dos pixels das imagens, a partir da construção e indução de árvores de decisão, baseado no conhecimento da área de estudo pelo analista (BREIMAN et al., 1984; WITTEN et al., 2011; YANG; WANG, 2016). Para discriminar as classes, foram selecionados os seguintes atributos das imagens: brilho da banda 4 - NIR, brilho da banda 3 - vermelha, índice por diferença normalizada para áreas construídas (ZHA et al., 2001), índice de vegetação por diferença normalizada - NDVI (ROUSE et al., 1972) e índice de brilho- BI (NICOLYANNI, 1990). Também foi utilizado como máscara um arquivo shape das áreas agrícolas do DF, para diminuir a confusão com outras classes de resposta espectral semelhante, como por exemplo, as áreas urbanas de baixa densidade. As classes delimitadas são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 - Classes de uso e cobertura do solo utilizadas

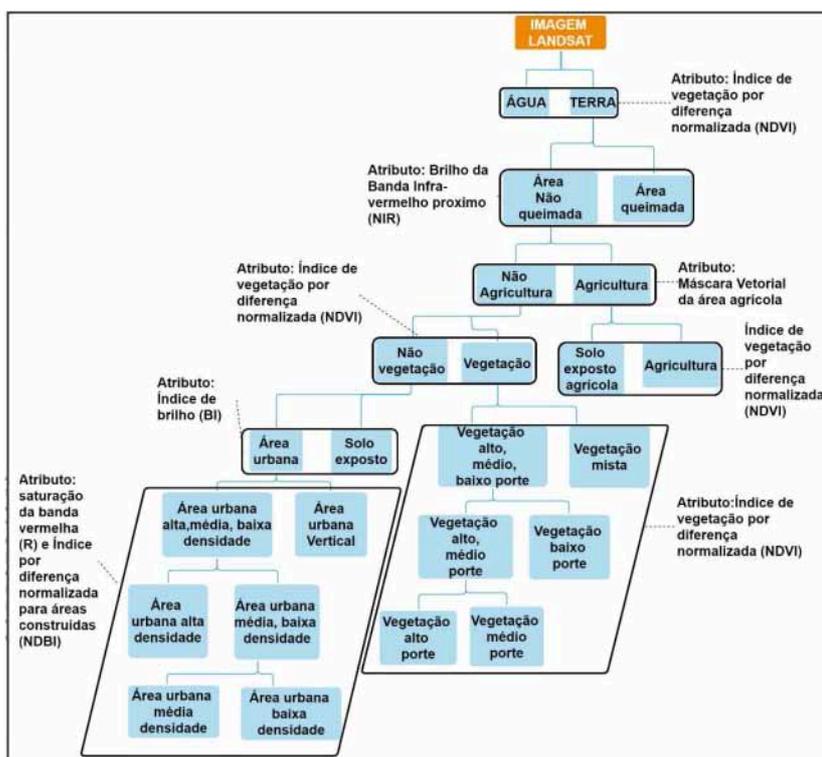
CLASSES	Vegetação de alto porte	Solo exposto agrícola	Água
	Vegetação de médio porte	Plantio agrícola	Urbano de alta densidade
	Vegetação de baixo porte	Área Queimada	Urbano de média densidade
	Vegetação mista	Solo Exposto	Urbano de baixa densidade
			Urbano vertical

Fonte: Extraído do software ENVI 4.8 e adaptado pelos autores

- 27 A separação das classes ocorreu a partir dos testes com os limiares dos atributos espectrais ou texturais que melhor discriminaram os alvos correspondentes. A escolha desses limiares se deu através de análise visual dos atributos utilizados nas árvores de

decisão. A figura 4 demonstra um exemplo da árvore de decisão construída. O quadro 2 mostra os valores dos limiares adotados para os atributos discriminantes das classes.

Figura 4 - Árvore de decisão das classificações de imagem



Fonte: Extraído do software ENVI 4.8 e adaptado pelos autores

Quadro 2 - Limiares dos atributos discriminantes das classes de uso do solo

Classe	Atributo discriminante	Valor do limiar
Água	NDVI	≤ 0.115790
Área queimada	Brilho da banda NIR	≤ 37
Agricultura	Máscara da área agrícola e NDVI	$NDVI \geq 0.263158$
Solo exposto agrícola	Máscara da área agrícola e NDVI	$NDVI < 0.263158$
Veg.de alto porte	NDVI	≥ 0.410526
Veg.de médio porte	NDVI	≥ 0.263158 e ≤ 0.410526
Veg.de baixo porte	NDVI	≥ 0.189474 e ≤ 0.263158
Veg. mista	NDVI	≥ 0.115790 e ≤ 0.189474
Solo exposto	Índice de Brilho-BI	$BI \geq 255$
Urbana alta densidade	NDBI	≥ 0.6250
Urbana méd. densidade	NDBI	≥ 0.5313 e ≤ 0.6250
Urbana baixa densidade	NDBI	≤ 0.5313
Área urbana vertical	Brilho da banda vermelha (R)	≥ 43 e ≤ 69

Fonte: Extraído do software ENVI 4.8 e organizado pelos autores

28 Quanto maior a compacidade e homogeneidade dos pixels de área construída e menor presença de pixels de vegetação, maior é a densidade urbana. O oposto ocorre quando

os pixels de área construída se distribuem na superfície de forma pontual. O quadro 3 aponta uma breve descrição dos níveis de densidade urbana. As amostras constadas no quadro 3 foram extraídas das imagens Landsat e das aerofotos do ano de 2014, fornecidas pela Companhia Imobiliária de Brasília – Terracap.

- 29 A partir das classificações de uso do solo, para a aplicação no método people in pixel, foram utilizadas as classes dos níveis de densidade urbana (urbano de baixa, média e alta densidade e urbano vertical). As demais classes foram agregadas e denominadas como “sem ocupação”.

Quadro 3 - Descrição das classes de densidade de áreas urbanas no Distrito Federal

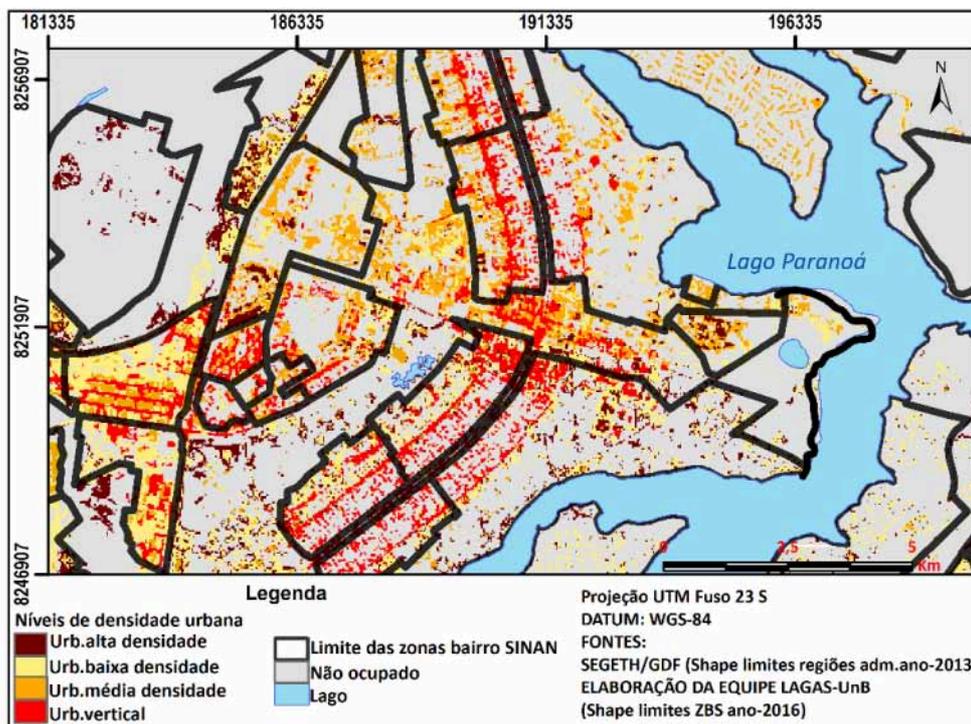
CLASSE	AMOSTRA LANDSAT COMPOSIÇÃO COLORIDA FALSA COR: R:4, G:2, B:1	AEROFOTO COMPOSIÇÃO COLORIDA COR REAL: R:3, G:2, B:1	SIGNIFICADO
Urbano Alta densidade			Baixa presença de vegetação e matriz urbana coesa. Predominam as construções horizontais e possui um padrão textural homogêneo das edificações na imagem Landsat. As imagens de alta resolução espacial correspondem às zonas com alta densidade de lotes com pouca arborização.
Urbano Média Densidade			Apresenta matriz urbana organizada em blocos com presença de vegetação arbórea. Possui padrão de urbanização mais desagregado se comparado ao urbano de alta densidade. Nas imagens de alta resolução, nota-se que são áreas com arborização urbana marcante e arruamentos bem definidos.
Urbano Baixa Densidade			Caracterizado por construções mais esparsas e maior matriz de vegetação baixa no entorno das construções. As construções são mais desagregadas e nota-se maior presença de ruas não asfaltadas. Correspondem às áreas rurais ou periurbanas.
Urbano Vertical			São áreas urbanas com padrão distinto das demais; cor do topo mais escuro, padrão textural regular e definido. Há diferentes tipos de verticalização no DF. No Plano Piloto, onde existem espaços vegetados entre os prédios. Em Águas Claras, que tem edifícios com aspecto “quadrado” e menos vegetação no entorno.

Fonte: Elaborado pelos autores

- 30 Para avaliar a acurácia das classificações, foram coletadas amostras de todas as classes, as quais tiveram como referência aerofotos da Terracap do ano de 2014. Estas foram utilizadas pelo fato de terem altíssima resolução espacial (24 centímetros). Tomou-se o cuidado de coletar os pontos de áreas onde não houve mudanças de uso na série temporal estudada.
- 31 Para isso, foi realizada uma detecção de mudança por pré-classificação, cujas imagens de satélite são comparadas, sem classificação prévia e as áreas onde houve mudanças, ficam destacadas devido à diferença de radiância. Com isso, após essa análise, foram comparadas as áreas imutáveis de 2007, 2010 e 2014 das imagens Landsat, com as aerofotos de 2014, realizando-se assim a coleta das amostras de validação das classificações (WECKMÜLLER; VICENS, 2016).
- 32 Para calcular o número de amostras com significância estatística para avaliar a acurácia das classificações, a coleta foi baseada na proposta de Adami et al. (2012).

- 33 Os autores propõem uma fórmula que se baseia na proporção de área de cada classe, para quantificar um número ideal de amostras.
- 34 $n=(z)^2 \times p \times q / e^2$
- 35 Em que: n = tamanho da amostra, z = valor do grau de confiança desejado (99%), p = proporção populacional de indivíduos que pertence à determinada classe, q= proporção populacional de indivíduos que não pertence à determinada classe (1- p) e= margem de erro (foi adotado 2,5% conforme recomendam Adami et al., 2012).
- 36 Foi coletado um total de 2729 amostras para cada ano, sendo coletados os seguintes números de amostras por classe: água (46), área queimada (61), agricultura (186), solo exposto agrícola (196), solo exposto (44), urbano de alta densidade (54), urbano de média densidade (119), urbano de baixa densidade (81), urbano vertical (15), vegetação de alto porte (338), vegetação de médio porte (523), vegetação de baixo porte (518), vegetação mista (541).
- 37 Foi feita a validação cruzada para gerar as matrizes de confusão e calcular o índice Kappa. Para o ano de 2007, o Kappa foi de 0.70; em 2010, o índice foi de 0.66; e, em 2014, o valor foi 0.63. Para avaliar a acurácia das classificações, foi tomada como referência a classificação de qualidade dos produtos de sensoriamento remoto de Landis e Koch (1977), na qual o nível de qualidade é analisado em função do índice Kappa, variando entre: ruim (<0.0); fraca (entre 0.0 e 0.2); regular (entre 0.2 e 0.4); moderada (entre 0.4 e 0.6); boa (entre 0.6 e 0.8) e excelente (entre 0.8 e 1.0). Com isso, os três mapas de uso de solo elaborados foram classificados como qualidade “boa”.
- 38 A classificação com os níveis de densidade urbana aplicada na entrada do modelo people in pixel é exemplificada na figura 5.

Figura 5 - Mapa das classes de densidade urbana para área central do Distrito Federal em 2010



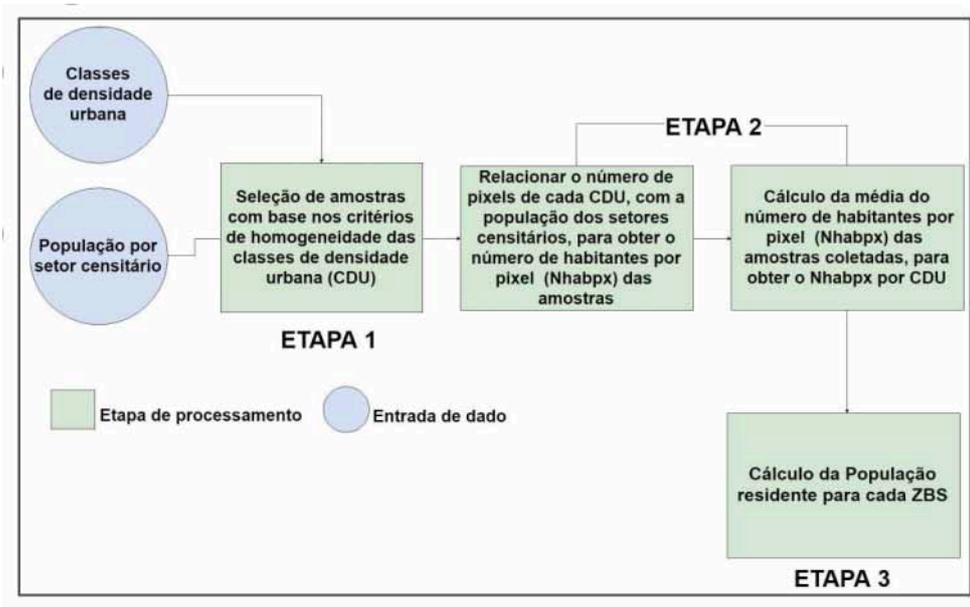
Dados de levantamento populacional

- 39 Para calcular a população das ZBS, foram utilizados dados do total de população por setor censitário para o ano de 2010, quando foi realizado o CENSO-IBGE. Para o ano de 2014, também foram utilizados o total da população, fornecidos pela Pesquisa Distrital de amostras por domicílio da Companhia de Planejamento do Distrito Federal (PDAD-CODEPLAN). Esse levantamento é realizado por biênios e tem como unidade amostral os setores censitários do IBGE.
- 40 No de 2007 verificou-se que não foi realizada a contagem da população do IBGE no DF e não foram encontrados dados da PDAD-CODEPLAN.
- 41 Para contornar essa dificuldade, foram utilizados os dados do censo de 2000, ano do censo anterior ao censo de 2010, sendo realizada uma comparação entre os setores de ambos os anos, pois, em 2010, houve a desagregação de alguns setores censitários, se comparados ao censo de 2000.
- 42 Com essa verificação, alguns setores censitários de 2010 foram agrupados, procedendo-se então à realização de uma interpolação linear por setor censitário, entre 2000 e 2010. Dessa forma, a população de 2007, nessa unidade espacial, foi estimada.
- 43 A interpolação linear é uma função polinomial de primeira ordem, expressa pela equação:
- 44 $f(x) = A + Bx$
- 45 Esta equação ajusta uma reta que passa por dois pontos conhecidos (HIRYE et al., 2015). Com esses procedimentos, procedeu-se a implementação do modelo people in pixel.

Aplicação do método people in pixel

- 46 O método people in pixel consiste na aplicação de relações de proporcionalidade definida para cada classe de densidade urbana (CRUZ et al., 2007). Para facilitar a compreensão, a figura 6 mostra o fluxo das etapas de execução do método.

Figura 6 - Fluxograma com detalhamento das etapas de execução do modelo people in pixel



Fonte: Elaborada pelos autores

- 47 A etapa mais importante do método consiste na estimação da densidade de habitantes por pixel, para cada classe de densidade urbana (CDU). Então, a primeira etapa do método consiste na seleção de amostras para cada CDU, tendo como unidade amostral os setores censitários. De acordo com Cruz et al. (2007), as amostras coletadas devem ser homogêneas, ou seja, em cada setor censitário coletado como amostra, deve-se evitar mistura de diferentes classes de densidade urbanas (CDU). Os autores recomendam um mínimo de 70% de cobertura dos pixels de uma única CDU na extensão do setor censitário. Com isso, foram coletadas 100 amostras para cada CDU em cada um dos anos para os quais foram elaborados os mapas de densidade urbana (2007, 2010 e 2014).
- 48 A segunda etapa do método consiste em relacionar o número de pixels de cada CDU com a população dos setores censitários, para obter o número de habitantes por pixel (Nhabpx) para cada amostra coletada. Dessa forma, a obtenção do número de habitantes por pixel, para cada amostra, é dada por:
- 49
$$Nhabpx = Nhabj / Npixij$$
- 50 Em que $Npixij$ é o número de pixels da classe i (CDU) no setor censitário j ; $Nhabj$ é o número de habitantes no setor censitário j
- 51 Em seguida, foi realizada a média aritmética dos números de habitantes por pixel para cada CDU. Para cada CDU, esse valor médio é considerado como o valor de referência da densidade de habitantes por pixel. Com isso, foi aplicada a seguinte fórmula para calcular o total da população por ZBS (etapa 3).
- 52
$$Popk = \sum_i | CDUi \in ZBSk Nhabpxi \times Npixik$$
- 53 Em que $Popk$ é o número de habitantes da área (ZBS) k ; $Nhabpxi$ é o número de habitantes por pixel da classe i (CDU); $Npixik$ é o número de pixels da classe i (CDU) na área k (ZBSk)

Cálculo da taxa de incidência de dengue

54 A partir do cálculo da população para as ZBS, foi calculada a taxa de incidência anual. A incidência é o número de casos novos proporcionais por determinado grupo de habitantes para um período específico. Para isso, foi calculada a taxa de incidência anual que é dada pela seguinte fórmula:

$$55 \text{ Inc} = (\text{Ncd}/\text{Pt}) * 100.000$$

56 Em que Inc é a taxa de incidência, expressa em número de casos novos para cada 100.000 pessoas por um período e uma unidade espacial específica (neste estudo, por ano e ZBS, respectivamente); Ncd = número de novos casos da doença durante o período e na unidade espacial considerada; Pt= População total da área de estudo.

Resultados e discussão

Estimativa populacional pelo método people in pixel

57 O quadro 4 exemplifica os resultados das estimativas populacionais das 6 zonas com maior taxa de crescimento populacional médio entre 2007 e 2014. Ressalta-se que após a aplicação do método people in pixel para 2007, 2010 e 2014, foi calculada a população residente das ZBS. Em seguida, para os anos sem levantamento populacional (2008, 2009, 2011, 2012 e 2013) foi realizada a interpolação linear para estimar a população das ZBS nestes anos. Após a estimativa de população das ZBS, foi calculada a média da taxa de crescimento entre dois anos consecutivos no período 2007-2014.

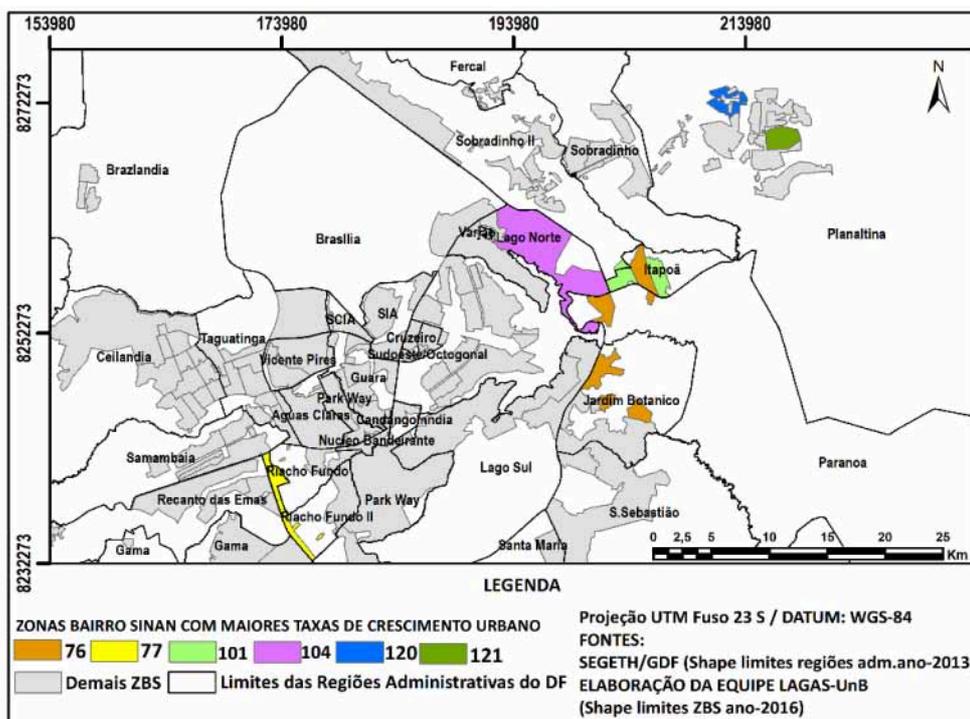
Quadro 4 - Amostra da população estimada para as ZBS do Distrito Federal pelo modelo people in pixel

ZBS	Pop. estim. 2007	Pop. estim. 2008	Pop. estim. 2009	Pop. estim. 2010	Pop. estim. 2011	Pop. estim. 2012	Pop. estim. 2013	Pop. estim. 2014	Taxa cresc.
76	16730	25939	35149	44359	53014	61670	70325	78980	25%
120	9445	15085	20725	26366	29254	32143	35031	37920	22%
101	11380	20645	29909	39173	39348	39524	39699	39874	20%
121	13576	20317	27058	33799	34829	35859	36890	37920	16%
77	13651	21258	28865	36471	36868	37265	37662	38059	16%
104	6114	9323	12532	15741	15882	16023	16164	16305	15%

Fonte: Elaborado pelos autores

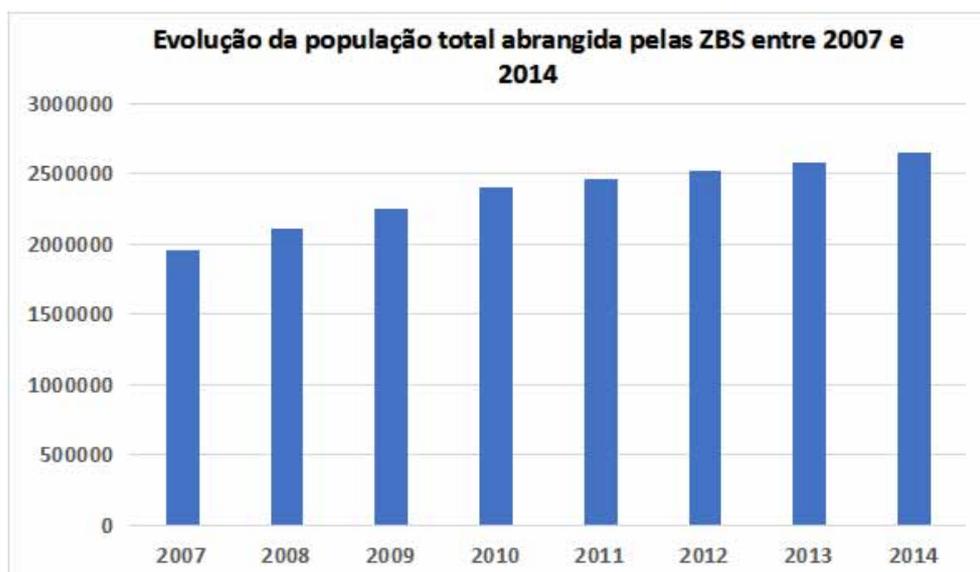
58 As seis zonas apresentadas na figura 7 possuem características em comum como: a localização em áreas de renda média-baixa e locais em que houve a rápida conversão das áreas de chácaras ou terras para especulação, entre 2007 e 2014. Além disso, com exceção da ZBS 77, as demais situam-se na parte leste do Distrito Federal, área de maior expansão urbana nos últimos anos. Nessa porção, surgiram vários condomínios irregulares, alguns com problemas de infraestrutura e saneamento. Também foram criados diversos projetos habitacionais pelo governo do Distrito Federal (MANIÇOBA; OLIVEIRA, 2014).

Figura 7 - Localização das seis ZBS com maior taxa de crescimento populacional



59 Em relação ao total de ZBS estudadas, 69% tiveram um crescimento populacional médio inferior a 5%, indicando um quadro de estabilidade. Considerando o somatório da população de todas as ZBS, a figura 8 mostra a evolução do crescimento da população abrangida pelas ZBS entre 2007 e 2014.

Figura 8 - Evolução do somatório da população das ZBS do Distrito Federal entre 2007 e 2014



Fonte: Elaborada pelos autores

60 Através da figura 8, nota-se que o crescimento populacional é contínuo; porém, a partir de 2011, há uma diminuição desse ritmo. As razões que podem contribuir para essa diminuição são o envelhecimento da população, redução da taxa de natalidade no DF e as migrações para o DF. Segundo o IBGE (2019), a população com mais de 65 anos,

passou de 7,32% em 2010 para 9,52% em 2019 e a taxa de natalidade caiu de 15% para 14% no mesmo período. A taxa de imigração para o DF foi caiu de 20% no censo de 2000, para 14% no censo de 2010. Considerando o período estudado (2007 a 2014), a taxa de crescimento da população das ZBS foi de 35%.

- 61 Uma dificuldade encontrada na aplicação do método people in pixel diz respeito à seleção de amostras. Não é tarefa simples selecionar amostras com alta taxa de homogeneidade para cada CDU. Verifica-se que, em muitos setores censitários, há a ocorrência concomitante de diversas classes que dificultam o processo de seleção.
- 62 A avaliação quantitativa das estimativas populacionais com o método people in pixel também não é simples de ser realizada. Ao nosso conhecimento, não há um método de referência de estimativa da população com o qual os resultados poderiam ser comparados.
- 63 Como não se tem acesso aos dados desagregados por setor censitário nos anos intercensitários; pelo menos os anos censitários se tornam a referência mais viável para comparar com os resultados estimados pelo people in pixel.
- 64 Se pode considerar que esse método traz vantagem aos estudos de Siqueira et al. (2017), que apenas soma os números de habitantes dos setores censitários, cujos centroides pertencem à uma determinada ZBS. Embora o método aplicado por Siqueira et al. (2017) e o people in pixel apresentem resultados comparáveis, pois, uma regressão linear entre os resultados dos dois métodos apontou um coeficiente de determinação (R^2) de 0.92, o método people in pixel permite distribuir os habitantes de um setor censitário sobreposto em diversas ZBS, demonstrando as áreas efetivamente ocupadas. Assim, o método people in pixel apresenta melhores resultados.
- 65 Devido à necessidade de estimar o dado de população, encontram-se na literatura diversos métodos de estimativa populacional; no entanto, a escolha de um método depende de fatores como a escala do objeto de estudo e a disponibilidade de dados.
- 66 Dessa forma, embora o people in pixel apresente limitações em comparação com outras técnicas; nesta área de estudo, é um método que se apresentou com melhor viabilidade de implementação. Por exemplo, Bagan e Yamagata (2015) realizaram um estudo de estimativa populacional espacializada do Japão, de 1991 a 2006, utilizando as imagens de luzes noturnas (DMSP-OLS) da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA), o uso e cobertura do solo por imagens Landsat e os dados censitários. Contudo, a desvantagem do uso de imagens DMSP-OLS é a baixa resolução espacial da imagem DMSP (2.7 km).
- 67 Um serviço de dados populacionais espacializados que convém citar é o worldpop (TATEM, 2017). Ele foi iniciado em 2011 e um dos focos é melhorar e complementar os dados demográficos por meio da integração e da desagregação de dados, com base em dados censitários, imagens de satélite, telefone celular, entre outros recursos para produzir uma grade consistente de dados populacionais. O programa fornece imagens da população espacializada em vários continentes. Uma ressalva é a resolução espacial da grade, que é de 100 m x 100 m; com isso, pode não ser aplicável o seu uso em determinadas escalas de análise (TATEM, 2017).
- 68 Ao comparar o método aplicado neste estudo, com outros métodos de estimativa populacional, que têm como base o método dasimétrico – como é o caso do people in pixel, encontra-se o trabalho de Azar et al. (2010), no qual os autores aplicaram o método dasimétrico para estimar as populações rurais e urbanas nos anos em que não

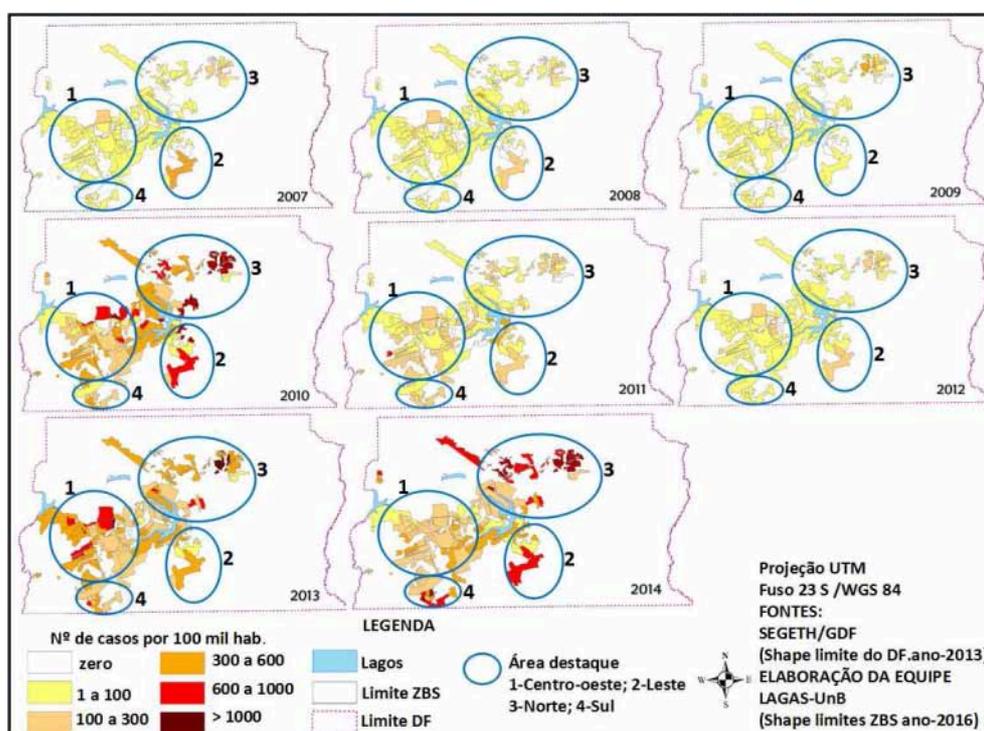
houve censo no Haiti. Os autores propõem um método para obtenção de uma acurácia melhor e maior correlação estatística, ao utilizar como variáveis, além da classificação Landsat, o uso de imagens Quickbird, as quais foram classificadas em conjunto com a Landsat por meio de árvore de decisão e orientação a objeto. Na metodologia, eles organizaram a classificação em grades de 100 m X 100m e compararam os resultados com as estimativas dadas pelo programa Landscan e GRUMP. O modelo aplicado para as províncias teve um R^2 médio de 0.7. Ao comparar os resultados com os programas Landscan e GRUMP, a correlação foi respectivamente de 0.92 e 0,77. Neste estudo aplicado ao DF não foram comparados os resultados com o Landscan e o GRUMP, porém em estudos futuros é um viés que pode ser seguido.

- 69 No Brasil, França et al. (2014) aplicaram o método dasimétrico inteligente na mesorregião metropolitana de Belém. Esse método proposto por Mennis e Hultgren (2013) utiliza uma estimativa do percentual da densidade populacional por meio de classes auxiliares, que podem ser pré-definidas pelo analista ou obtidas por amostragem.
- 70 Assim, os resultados obtidos neste estudo vão ao encontro do que outros estudos apontam, como o percentual de erro baixo na estimativa e a dificuldade em espacializar e obter o total da população em áreas urbanas desagregadas com maior acurácia.
- 71 Dessa forma, a resolução espacial da imagem pode dificultar a classificação de áreas construídas isoladas; podendo generalizar e classificar uma área com construções desse tipo como não ocupada, por exemplo.
- 72 Além disso, a acurácia da classificação é importante; se não for bem executada, pode gerar informações equivocadas. Com isso, entende-se que o uso de imagens de alta resolução espacial, como Sentinel 2, PlanetScope e Plêiades, pode contribuir para classificações com maior precisão.
- 73 Apesar dessas ressalvas, autores como Requía et al. (2018) apontam que esse tipo de método faz parte de importantes métodos nos estudos de saúde, uma vez que permite registrar informações espacialmente explícitas sobre a distribuição e estimativa da população, apresentando bons resultados.

Incidência da dengue nas ZBS do Distrito Federal

- 74 A fim de demonstrar a importância do método people in pixel para análise espacial de eventos em saúde, podem-se observar, na figura 9, os mapeamentos da incidência de dengue para os anos da série temporal em cada ZBS. Para melhor visualização, os círculos em azul, presentes nas figuras, visam demonstrar as áreas que destacaram no que concerne às taxas de incidência mais elevadas. A área 1 corresponde à porção centro-oeste do DF; as áreas 2, 3 e 4 correspondem às porções leste, norte e sul respectivamente.

Figura 9 - Incidência anual da dengue entre 2007 e 2014



- 75 Na análise da dengue, a identificação de anos epidêmicos e não epidêmicos é importante. Para a detecção de anos epidêmicos, utilizou-se o diagrama de controle do método do 3º quartil. Os limites de controle, inferior e superior, são construídos a partir do primeiro e do terceiro quartil (Q1 e Q3), metodologia recomendada pela Organização Mundial de Saúde (BRAZ et al., 2006). Baseado nessa metodologia, os anos de 2010, 2013 e 2014 são considerados anos epidêmicos e os anos de 2007, 2008, 2009, 2011 e 2012 são anos não epidêmicos.
- 76 Nos anos não epidêmicos, as zonas que tiveram maior incidência foram pontuais. Em 2007 e 2008, essas zonas são: Taguatinga Norte, Estrutural e Vicente Pires (norte da área 1); São Sebastião (sul da área 2); Jardim Botânico (norte da área 2); Planaltina e Sobradinho (leste e oeste da área 3, respectivamente). Em 2009, apenas as zonas de Planaltina (zonas da área 3 em cor laranja) tiveram a taxa de incidência entre 300 e 600 casos para cada 100 mil habitantes, principalmente a oeste.
- 77 O ano de 2011 foi diferenciado, se comparado aos padrões dos outros anos não epidêmicos; pois se notam diversas zonas com maior incidência. Entre elas, além das zonas São Sebastião (sul da área 2), Planaltina e Sobradinho (leste e oeste da área 3, respectivamente), setor M Norte e núcleo Cana do Reino em Taguatinga (norte da área 1), Vila Planalto (ao centro); as zonas de Samambaia (sudoeste da área 1); Gama e Santa Maria (oeste e leste da área 4, respectivamente). No ano de 2012, as mesmas áreas destacadas em 2011 se destacaram (exceto área 4); porém, com menor intensidade que no ano anterior.
- 78 Quanto aos anos epidêmicos, em 2010, algumas zonas tiveram uma taxa de incidência elevada (acima de 600 casos para cada 100 mil habitantes); porém, em algumas zonas foram registradas taxas acima de 1.000 casos por 100 mil habitantes. As zonas que tiveram as mais altas taxas de incidência foram: São Sebastião (sul da área 2), Planaltina (leste da área 3), Sobradinho 1 e 2 (oeste da área 3), Vila Planalto (ao centro), Paranoá e

Itapoã (sul da área 3), setor M Norte e Núcleo Cana do Reino em Taguatinga (norte da área 1); Samambaia e Recanto das Emas (sudoeste da área 1); Gama e Santa Maria (oeste e leste da área 4).

- 79 Nos anos de 2013 e 2014, o padrão foi semelhante ao ano de 2010, quando não foram observadas zonas com alta incidência na área central. Em 2013, as zonas de São Sebastião (sul da área 2), Paranoá e Itapoã (sul da área 3), Planaltina (leste da área 3), Samambaia (sudoeste da área 1) e Ceilândia Norte (noroeste da área 1), Vicente Pires, Setor M Norte (norte da área 1) e setor sul do Gama (oeste da área 4) tiveram incidência acima de 600 casos por 100 mil habitantes. No ano de 2014, as zonas que se destacaram seguiram o padrão de 2013.
- 80 Portanto, por meio dos mapas de taxa de incidência é possível identificar as zonas onde a atuação da dengue é mais intensa. As zonas de maior intensidade foram as ZBS de São Sebastião, Itapoã, parte de Planaltina, parte do Recanto das Emas, Estrutural, Brazlândia, Vila Planalto, Sobradinho I e II, Guará I, Samambaia e a porção sul do Gama. Nota-se que, em vários anos, as ZBS dessas localidades figuram com elevadas taxas de incidência.
- 81 Ao comparar as figuras 7 e 9, pode-se observar que, nas zonas com altas taxas de crescimento populacional, boa parte delas apresentaram altas taxas de incidência de dengue; principalmente nos anos epidêmicos. Isso pode ser um indicativo de que fatores como os deslocamentos populacionais para essas localidades e o adensamento populacional podem ter contribuído para a disseminação da doença; contudo, outros fatores ambientais e sociais devem ser considerados na análise. Horta et al. (2013), no estudo sobre a expansão da dengue em Coronel Fabriciano (Minas Gerais), apontaram que as áreas com maior incidência de dengue coincidiram com as localidades onde houve uma expansão das áreas urbanas e que apresentaram maior taxa de crescimento populacional.

Conclusões

- 82 Este estudo buscou demonstrar como a utilização do método people in pixel para estimar a população pode ser útil em análises de saúde e da dinâmica das doenças vetoriais, como a dengue. Notou-se que o método é uma alternativa plausível na estimativa da população em anos intercensitários; podendo ser aplicado em diferentes recortes espaciais.
- 83 Além disso, ele permite analisar a organização urbana e a densidade populacional, oferecendo a possibilidade de aprofundar a investigação sobre como ocorre a dispersão de uma doença em determinada localidade.
- 84 Como contribuições do método nos estudos em saúde, pode-se destacar o fato de que permite estimar a população em unidades espaciais, que não apresentam dados de população, como é o caso das ZBS; permitindo, assim, realizar uma abordagem específica. Ou seja, o método permite, associado a técnicas estatísticas, acompanhar a evolução da população, subsidiando as análises em saúde, como a taxa de incidência, a partir de recortes espaciais diferenciados e específicos, possibilitando uma adaptação às realidades locais.
- 85 No caso do Distrito Federal, o método contribuiu eficazmente para levantamento dos dados populacionais em um recorte espacial não tradicional, com um baixo percentual

de erro e preenchendo lacunas nos anos sem levantamento populacional. No entanto, é importante frisar que acurácia das classificações de imagens influencia na qualidade final da estimativa pelo método people in pixel. Dessa forma, um melhor índice Kappa das classificações obtidas, poderia reduzir ainda mais o percentual de erro.

- 86 Com relação ao cálculo de taxa de incidência, o método auxiliou realizar o mapeamento anual da incidência de dengue no período estudado, além de apontar as localidades com maior incidência de dengue. Assim, tantos os órgãos competentes de controle da dengue, como as instituições que pesquisam a dengue no DF, precisam priorizar algumas regiões como São Sebastião, Planaltina e Itapoã.
- 87 Além disso, o método pode ser aplicado nos estudos de outras doenças que envolvam grupos populacionais, como as não transmissíveis.
- 88 Ressalta-se, mais uma vez, que o método é de implementação simples, podendo ser utilizados dados públicos e gratuitos, como as imagens Landsat e dados censitários. Também é importante reforçar que a representação espacial pode ser melhorada com uso de imagens de alta resolução espacial, como Sentinel 2, PlanetScope e Plêiades.
- 89 Por fim, apesar dos diferentes tipos de métodos ou modelos de estimativa populacional existente, o método people in pixel, mesmo com melhorias que podem ser efetuadas, é uma opção viável para aperfeiçoar os estudos de saúde que envolvem análises de população, uma vez que possibilita avaliar a dinâmica da população de forma espacializada, podendo contribuir para as estratégias de vigilância em saúde.
- 90 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Assim como do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradecemos à coordenação dos projetos RELAIS e JEAI-GITES, resultantes da parceria entre o Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde, da Universidade de Brasília (LAGAS-UnB) e a UMR Espace-DEV, do Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Este trabalho também faz parte das atividades do Laboratório Misto Internacional (LMI) Sentinela – IRD, Fiocruz e UnB.

BIBLIOGRAFIA

- Adami, M.; Mello, M. P.; Aguiar, D. A.; Rudorff, B. F. T.; Souza, A. F. « A Web platform development to perform thematic accuracy assessment of sugarcane mapping in South-Central Brazil». *Remote Sensing*, Basel, v. 4, n. 10, p. 3.201-3.214, 2012.
- Adin, A.; Martínez-Bello, D. A.; López-Quílez, A.; Ugarte, M. D. « Two-level resolution of relative risk of dengue disease in a hyperendemic city of Colombia ». *PloS One*, n.13, p. 17, 2018.
- Anjos, R.D.S. « Brasília – 50 anos de dinâmica territorial urbana ». *Revista Eletrônica: Tempo-Técnica - Território*, v.3, n.1, 2012.
- Azar, D.; Graesser, J.; Engstrom, R.; Comenetz, J.; Leddy, R. M.; Schechtman, N. G.; Andrews, T. « Spatial refinement of census population distribution using remotely sensed estimates of

- impervious surfaces in Haiti ». *International Journal of Remote Sensing*, n. 31, p. 5.635-5.655, 2010.
- Bagan, H.; Yamagata, Y. « Analysis of urban growth and estimating population density using satellite images of nighttime lights and land-use and population data ». *GIScience & Remote Sensing*, v. 52, n. 6, p. 765-780, 2015.
- Barrozo, L. V. « Contribuições Da Cartografia Aos Estudos de Geografia da Saúde: Investigando Associações entre Padrões Espaciais ». *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 413, p. 43-425, 2014.
- Braz, R. M.; Andreozzi, V. L.; Kale, P. L. « Detecção precoce de epidemias de malária no Brasil: uma proposta de automação ». *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 15, n. 2, p. 21-33, 2006.
- Breiman, L.; Friedman, J. H.; Olshen, R. A.; Stone, C.J. « Classification and regression trees ». CA: Wadsworth International, Belmont, 358 p., 1984.
- Codeplan.« Companhia de Planejamento do Distrito Federal. PDAD – Pesquisa Distrital por amostra de domicílios ». < <http://www.codeplan.df.gov.br/pdad/>>. Acesso em 14 de nov. 2017.
- Cruz, C. B. M.; Faber, O. A.; Reis, B.; Maria, E.; Nogueira, C. R. « Sensoriamento remoto como estratégia alternativa para distribuição e mensuração da população – estudo de caso no município do Rio de Janeiro ». *Espaço & Geografia*, n. 10, p. 105-123, 2007.
- França, V. O.; Strauch, J. C. M.; Ajara, C. « Método Dasimétrico inteligente: uma aplicação na mesorregião metropolitana de Belém ». *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 6, p. 1.395-1.411, 2014.
- Guimarães, R.B.; Ribeiro, H.« O tratamento cartográfico da informação em saúde do trabalhador ». *Revista Brasileira de Epidemiologia*, n. 13, p. 577-586, 2010.
- Hirye, M. C. M.; Alves, D. S.; Kux, H. J. H. « Mapeamento da cobertura da terra na cidade de Altamira (PA) em 2000 e 2010, com a utilização do modelo linear de mistura espectral de imagens do sensor TM ». *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 67, n. 1, p. 157-168, 2015.
- Horta, M.A.P.; Ferreira, A.P; Oliveira, R.B; Wermelinger, E.D; Ker, F.T.O; Ferreira, A.C.N; Catita, C.M.S. « Os efeitos do crescimento urbano sobre a dengue ». *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v.26, n.4, p.539-547, 2013.
- IBGE < <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> > Acesso em 26 abr.2019.
- IBGE.<https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm >Acesso em 16 jun.2017.
- Landis, J.R; Koch, G.G. « The measurement of observer agreement for categorical data ». *Biometrics*, v. 33, p. 159-174, 1977.
- Lu, D. Mausel; P. Brondizio; E. Moran, E. « Assessment of atmospheric correction methods for Landsat TM data applicable to Amazon basin LBA research ». *International Journal of Remote Sensing*, n.23, pp. 2.651-2.671, 2002.
- Maantay, J.A.; Maroko, A.R.; Porter-Morgan, H. « A new method for mapping population and understanding the spatial dynamics of disease in urban areas: asthma in the bronx ». *Urban Geography*, n. 29, p. 724-738, 2008.
- Maniçoba, R. S.; Oliveira, D. V. « Processo de formação e expansão urbana do Distrito Federal ». *Universitas Humanas*, v. 11, n. 2, p. 27-38, 2014.
- Mennis, J.; Hultgren, T. « Intelligent dasymmetric mapping and its application to areal interpolation ». *Cartography and Geography information Science*, n. 33, p.179-194, 2013.

- Ministério da Saúde. « Sistema de Informação de Agravos de Notificação-SINAN ». <<http://www.saude.gov.br/editora>>. Acesso em 20 de maio. 2018.
- Nicoloyanni, E. « Un indice de changement diachronique appliqué deux scènes Landsat MSS sur Athènes (Grèce) ». *International Journal of Remote Sensing*, v.11, n.9, p.1617-1623, 1990.
- Paviani, A. « Geografia Urbana do Distrito Federal: Evolução e Tendências ». *Espaço & Geografia*, v. 10, n. 1, p. 1-22, 2007.
- Petrov, A. N. « Setting the Record Straight: On the Russian Origins of Dasymetric Mapping ». *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, n. 2, p. 133-136, 2008.
- Requia, W.; Koutrakis, P.; Arain, A. « Modeling spatial distribution of population for environmental epidemiological studies: comparing the exposure estimates using choropleth versus dasymetric mapping ». *Environment international*, n. 119, p. 152-164, 2018.
- Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. « Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS ». In: *Third ERTS Symposium, Proceedings*. Washington-DC, v.1, p. 309-317, 1973.
- SEGETH-DF. « Secretaria de estado de gestão do território e habitação-geoportal ». <<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br>> acesso em: 13 mar. 2019.
- SES-DF. « Secretaria de saúde do Distrito Federal – Combate ao Aedes ». <<http://www.saude.df.gov.br/combate-ao-aedes-aegypt>>. Acesso em 25 mar. 2015.
- SES-DF. « Secretaria de saúde do Distrito Federal – Combate ao Aedes ». <<http://www.saude.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/04/Informativo-n%C2%BA-52-2018.pdf>>. Acesso em 22 maio. 2019.
- Shansky, B.S.T. « Russia: Territory and Population: A Perspective on the 1926 Census ». *Geographical Review*, n.1, p. 616-640, 1928.
- Siqueira, R.; Gurgel, H.; Silveira, B.D; Ramalho, W.M. « Relações entre a dinâmica ambiental e a dengue no Distrito Federal-Brasil ». *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde – Hygeia*, n. 26, p. 1.980-1.726, 2017.
- Tatem, A. J. « WorldPop, open data for spatial demography ». *Scientific Data*, v. 4, p. 17.0004, 2017.
- Weckmüller, R.; Vicens, R.S. « Método híbrido de detecção de mudanças: objetos e baseada em pixels ». *Revista Brasileira de Cartografia*, p. 883-899, 2016.
- Witten, I. H.; Frank, E.; Hall, M. A. « Data mining: practical machine learning tools and techniques ». CA: The Morgan Kaufmann series in data management systems, São Francisco, 665 p, 2011.
- Yang, J.; Wang, F. « Land Features Extraction from Landsat TM Image Using Decision Tree Method ». *International Journal of Remote Sensing Applications*, v.6, n. 0, p. 108, 2016.
- Zha, Y.; Gao, J.; Ni, S. « Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery ». *International Journal of Remote Sensing*, v. 24, n. 3, p.583-594, 2001.

RESUMOS

Em estudos sobre problemas de saúde, a obtenção de dados demográficos espacializados é essencial para a compreensão dos processos de transmissão e dispersão de doenças, bem como para o cálculo da taxa de incidência, que são fundamentais para as estratégias de controle e de prevenção. O desenvolvimento e a aplicação de métodos de estimativa populacional, em escala de detalhe, visando à obtenção do número da população, principalmente durante os anos intercensitários, podem contribuir para a análise da incidência de determinada doença. O objetivo do artigo é apresentar um método de estimativa da população, elaborado a partir de uma adaptação do método *people in pixel* (Cruz et al., 2007), podendo ser aplicado em unidades espaciais de diferentes resoluções. O método utiliza imagens de satélite e dados censitários. Aplicou-se a estimativa populacional anual das "zonas de saúde" (ZBS) do Distrito Federal-Brasil, entre 2007 e 2014, a fim de estudar a distribuição espacial das taxas de incidência de dengue ao longo do tempo. Este estudo permitiu identificar as áreas de alta transmissão de dengue e mostrar a variabilidade interanual dos padrões espaciais de transmissão da doença, o que pode contribuir para a definição de estratégias de controle da dengue no Distrito Federal.

Dans les études épidémiologiques, l'obtention de données démographiques spatialisées est essentielle pour la compréhension des processus de transmission et de dispersion des maladies, ainsi que pour le calcul du taux d'incidence, qui sont fondamentaux pour la définition des stratégies de contrôle et de prévention. Le développement et l'application de méthodes d'estimation de la population, pour les années inter-censitaires et/ou au sein d'unités spatiales, sont pertinentes et représentent un apport significatif dans le domaine de la santé publique. L'objectif de cet article est de présenter une méthode d'estimation de la population basée sur la méthode *people in pixel* (Cruz et al., 2007), qui peut être appliquée à des unités spatiales de différentes résolutions. Elle a été appliquée dans le District Fédéral du Brésil, pour l'estimation annuelle de la population des « zones de santé » entre 2007 et 2014, et ce, afin d'étudier la distribution spatiale des taux incidence de la dengue au cours du temps. Cette étude a permis d'identifier les zones à forte transmission de la dengue et de démontrer la variabilité inter-annuelle des patrons spatiaux de transmission de la maladie. Ces résultats contribuent ainsi à la définition de stratégie de contrôle de la dengue dans le District Fédéral.

In health studies, obtaining spatialized demographic data is essential for understanding diseases transmission and dispersal processes, and for calculating the incidence rate as well, which are fundamental to control and prevention strategies. The development and application of population estimation methods, in a detailed scale, aiming to obtain population number, mainly during non-census years, may contribute to the analysis of the incidence of a particular disease. This paper aims to present a population estimation method, developed from an adaptation of the *people in pixel* method (Cruz et al., 2007), and can be applied in spatial units of different resolutions. The annual population estimation of the "health zones" (ZBS) of the Federal District of Brazil between 2007 and 2014 was applied in order to study the spatial distribution of dengue incidence rates over time. This study allowed to identify areas of high dengue transmission and show the interannual variability of spatial transmission patterns of the disease, which may contribute to the definition of dengue control strategies in the Federal District of Brazil.

ÍNDICE

Keywords: Dengue fever, people in pixel model, population, spatialization, remote sensing.

Mots-clés: Dengue, modèle people in pixel, estimation de population, spatialisation, télédétection.

Palavras-chave: Dengue, modelo people in pixel, população, espacialização, sensoriamento remoto

AUTORES

LEANDRO DA SILVA GREGORIO

Universidade de Brasília (UnB), Dep. de Geografia, Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: leandro.sgregorio7@gmail.com

HELEN GURGEL

Universidade de Brasília (UnB), Dep. de Geografia, Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: helengurgel@unb.br

NADINE DESSAY

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), ESPACE-DEV - Montpellier, France. E-mail: nadine.dessay@ird.fr

GUSTAVO MOTA DE SOUSA

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Departamento de Geografia – Seropédica–RJ, Brasil. E-mail: gustavoms@ufrj.br

EMMANUEL ROUX

Institut de Recherche pour le Développement (IRD), ESPACE-DEV - Montpellier, France. E-mail: emmanuel.roux@ird.fr

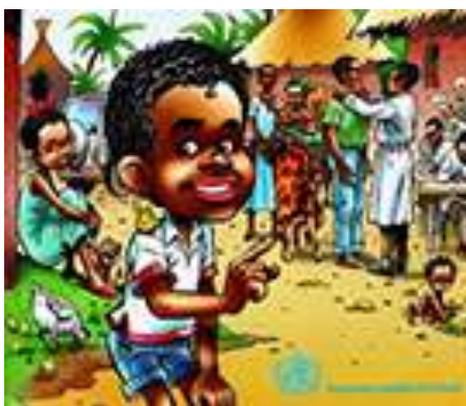
Identification des Villages à Risque (IVR) : pour un état des lieux de la Trypanosomiase Humaine Africaine au Niger

Identificação de Vilarejos à Risco: para Análise da Situação da Tripanossomiase Humana Africana no Níger

Identification of Villages at Risk: for an updating of Human African Trypanosomiasis in Niger

Jérémi Rouamba, Adamou Salissou, Hassane Sakandé, Vincent Jamonneau e Fabrice Courtin

- 1 Au cours du XXème siècle, la Trypanosomiase Humaine Africaine (THA ou maladie du sommeil) a durement touché l'Afrique subsaharienne (De Raadt, 1999). La gravité de la situation a été rapportée par les différents acteurs (médecins coloniaux, explorateurs scientifiques, etc.) impliqués dans la lutte et la recherche contre cette pathologie (Gouzien, 1908 ; Jamot, 1933). Les récits témoignent de nombreux décès, de peuplements disparus ainsi que d'espaces exploités puis abandonnés par les hommes et leurs animaux domestiques à cause des trypanosomoses humaines et animales (Richet, 1963 ; Hervouët, 1990 ; Boutrais, 1992 ; Bado, 1995).



- 2 Cette maladie mortelle sévit surtout dans les zones reculées souvent difficiles d'accès aussi bien en zone de savane (Mahamatet al., 2017), qu'en zone de forêt (Courtin et al., 2005) et de mangrove (Camara et al., 2005).
- 3 Le parasite responsable de la THA est un trypanosome transmis à l'homme lors de la piqûre d'une glossine (mouche tsé-tsé) infectée. Il existe 2 principales méthodes de lutte contre cette pathologie : la lutte médicale, qui consiste à dépister et traiter les malades, ainsi que la lutte anti-vectorielle, qui vise à éliminer les glossines sur les lieux de vie des populations, afin de casser le contact entre l'homme et le vecteur (Laveissière & Hervouët, 1991).
- 4 Grâce aux actions de lutte et de recherche multiformes associant diverses disciplines (médecins, géographes, entomologistes etc.) combinées aux effets des changements environnementaux sur le biotope de la mouche tsé-tsé, la maladie a connu un net recul ces dernières années dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne (OMS, 2013). Cette situation a amené l'OMS à afficher sa volonté d'éliminer la THA comme problème de santé publique à l'horizon 2020 (moins d'1 cas pour 10 000 habitants par district sanitaire). Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de connaître la situation épidémiologique dans les foyers historiques de THA, dont certains n'ont pas été investigués depuis des décennies. Ces foyers historiques constituent des zones d'ombre en termes de THA, parfois à l'échelle du pays (Simarroet al., 2010). C'est le cas du Niger, pays autrefois touché par cette endémie, avec des foyers très localisés tels que ceux de Say, de Torodi et de Kirtachi, où les prévalences pouvaient atteindre 11% dans certains villages (Jamot 1933). Le Sud du Niger était la seule région qui possédait les caractéristiques bioclimatiques (température, pluviométrie, végétation pour l'ombrage) nécessaires à la survie des glossines. Les 3 derniers cas de THA diagnostiqués au Niger l'ont été lors d'une prospection médicale effectuée en 1967 dans le foyer de Say. Ces 3 cas étaient originaires des villages de Dolè, Aynikiré et Tondifou. Depuis 1967, aucune prospection médicale sur la THA n'a été menée dans le Sud du Niger, posant la question de la situation épidémiologique actuelle. Dans le cadre de l'élimination, une mise à jour apparaissait essentielle, mais où prospecter en l'absence de données épidémiologiques récentes ? L'objectif de cet article est donc de montrer comment une approche géographique innovante a permis l'identification de villages à risque de THA dans le Sud du Niger.
- 5 Ces villages feront ensuite l'objet d'une prospection médicale ciblant toute la population, qui permettra de faire le point sur la situation épidémiologique de la THA au Niger et d'adapter les stratégies de lutte en fonction de la situation trouvée, en vue d'atteindre l'objectif d'élimination.
- 6 La méthode qui permet de sélectionner les villages les plus susceptibles d'héberger un cas de THA sur la base de critères historiques, géographiques, épidémiologiques et entomologiques, est dite d'Identification des Villages à Risque (IVR). C'est une appellation propre aux auteurs de cet article. Cette méthode a été initiée dans le but de cibler les régions et lieux prioritaires de lutte dans les pays à faibles prévalences de la THA. Au regard des coûts élevés pour les campagnes de dépistages qui se soldent souvent par des résultats mitigés, il est nécessaire de cibler les zones d'intervention pour une meilleure gestion des ressources (matérielles, humaines, financières) disponibles.

Méthodologie

La zone d'étude

- 7 Le Niger est un vaste pays sahélien (1 267 000 km²) situé au carrefour de l'Afrique de l'Ouest et centrale. Pays enclavé, le Niger présente un climat de type soudanien marqué par des conditions difficiles (insuffisance de pluies, longue saison sèche) au Nord contrairement au Sud mieux arrosé, où la pluviométrie peut atteindre 825 mm/an. Il en résulte que c'est dans le Sud du pays que se trouvent les principaux cours d'eau pérennes et leurs forêts galeries. En effet le Sud du Niger héberge encore quelques forêts-galeries bien conservées des effets de l'anthropisation comme par exemple le long de la rivière Tapoa et de la rivière Mékrou, et de manière très résiduelle le long du fleuve Niger entre les confluences avec la Tapoa et la Mékrou. Ces îlots de verdure, plus ou moins linéaires, constituent des gîtes encore favorables aux glossines notamment les bosquets à *Mimosa pudica*, *Morelia* et *Cola laurifolia* (Image 1). C'est principalement la zone comprenant la Tapoa, la Mékrou et une portion du fleuve Niger située entre les confluences de la Tapoa et de la Mékrou, qui constitue notre zone d'étude.

Image 1 : un îlot de terre couvert par *Mimosa pudica* sur le fleuve Niger en périphérie du parc national du W

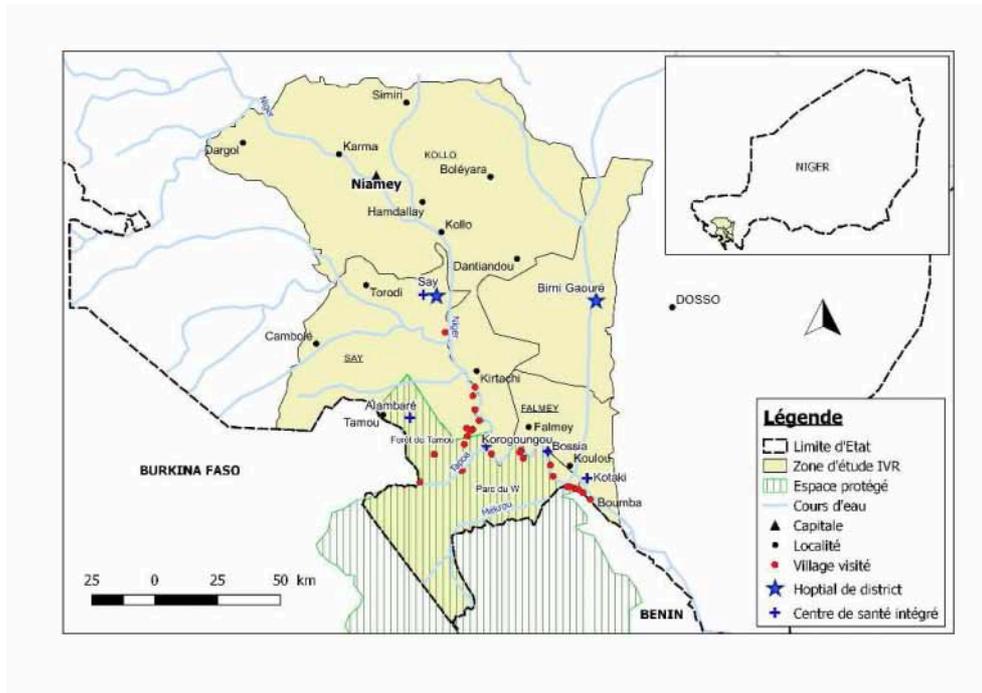


Source : Rouamba J., 2015

- 8 Cette zone couvre les départements de Say, de Falmey et de Boboye, longeant le Niger et ses affluents (Mékrou et Tapoa) et une partie du parc du W en territoire nigérien (Carte 1). Ce parc transfrontalier, d'une superficie d'environ 1 million d'hectares, s'étend sur 3 pays (Niger, Burkina Faso et Bénin). Inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1996, le parc du W constitue une importante réserve protégée de

faune (grands mammifères, oiseaux, etc.) et de flore (forêts galeries, savane buissonnante). C'est une zone qui est désormais difficile d'accès d'un point de vue sécuritaire, du fait de groupuscules djihadistes implantés dans cette région peu densément peuplée, réduisant ainsi le tourisme lié à la biodiversité.

Carte 1 : Présentation de la zone d'étude



Source : Enquêtes terrain, 2015 ; Conception : Rouamba J.

Les procédés d'investigation géographique

Procédure d'Identification des Villages à Risque au bureau

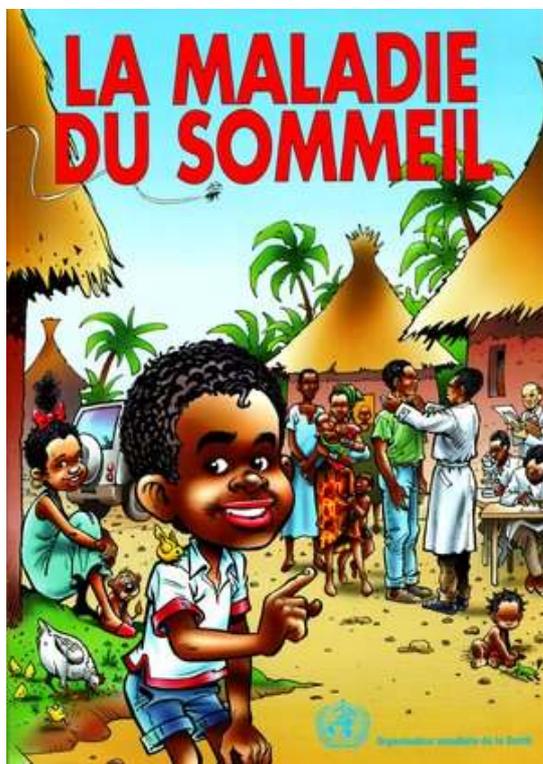
- 9 Pour établir la liste des villages à visiter sur le terrain, un travail préliminaire a consisté à rechercher des données historiques sur la maladie du sommeil et les glossines, ainsi que sur la géographie (paysages, peuplements, activités humaines, points d'approvisionnement en eau) dans notre zone d'étude. Ce travail a été effectué au niveau des archives des structures compétentes que sont les bibliothèques de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), de l'Organisation Ouest-Africaine de la Santé (OOAS) et du Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide (CIRDES), toutes 3 localisées à Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. Ainsi, sur la base de l'historique de la maladie du sommeil au Niger, de la dynamique de la distribution spatiale des glossines du fait des changements globaux et de la proximité des peuplements par rapport au réseau hydrographique et aux aires protégées, une liste de village à visiter sur le terrain a été établie. La situation et l'accessibilité géographique ont été aussi prises en compte dans le choix des villages.

Identification des Villages à Risque sur le terrain

Le questionnaire « structures de santé »

- 10 Un questionnaire sur les ressources sanitaires de la zone d'étude (infrastructures, personnel, équipement) a été administré aux responsables des structures de santé des Directions Régionales de la santé de Tillabéri et de Dosso dans les départements de Say, Kollo et Falmey. Ces entretiens ont permis la collecte de données sur les formations sanitaires (type de formation sanitaire, population couverte, personnels de santé, équipements, etc.) et sur la THA.
- 11 Cette mission de terrain a été l'occasion d'informer et de sensibiliser les agents de santé sur la THA, en décrivant brièvement les symptômes de la maladie et l'écologie des glossines. A cet effet, une cinquantaine de bandes dessinées (OMS/FAC) et de posters (PNLTHA/Sanofi) ont été distribués dans les différentes formations sanitaires visitées (image 2).

Image 2 : Couverture de la bande dessinée OMS/FAC distribuée dans les formations sanitaires visitées pendant la mission de terrain.



Source : OMS, 1997

Le questionnaire « épidémiologie »

- 12 Dans chaque village, des personnes volontaires ont été examinées sur la base de suspicions cliniques ou en prenant en compte les activités menées par celles-ci par rapport à l'exposition aux glossines (pêche, chasse, riziculture, etc.). Un Test de Diagnostic Rapide (TDR) sérologique de la THA fabriqué par SD Bioline a été effectué pour chaque volontaire (Image 3). Si le test est positif, un échantillon de sang est prélevé sur papier Whatman afin d'effectuer ultérieurement un autre test sérologique

plus spécifique, la trypanolyse, au CIRDES où est basée l'équipe de l'IRD/CIRDES Centre collaborateur de l'OMS (Bobo-Dioulasso, Burkina Faso).

Image 3 : Séance de dépistage sérologique dans le village de Moli Haoussa



Source : Courtin F., 2015

La fiche d'observation et le questionnaire géographique

- 13 Une fiche de caractérisation des villages a été établie et administrée aux personnes ressources des villages (chefs de canton, notables, anciens) afin de recueillir des données telles que la population par village, le mode d'approvisionnement en eau, les migrations, l'élevage, les activités principales. Les coordonnées géographiques du centre de chaque localité visitée (villages, hameaux de cultures, campements) ont été relevées à l'aide du Global Positioning System (GPS).

Le questionnaire « entomologie »

- 14 Ce questionnaire avait pour but de recueillir les informations sur les sites de piégeage des glossines (coordonnées géographiques), le nombre et les espèces de mouches tsé-tsé capturées. La durée de piégeage variait entre 3 et 5 heures. Selon les localités, 1 à 2 pièges étaient posés par site de capture généralement au niveau des bas-fonds à proximité des cours d'eau (image 4). Le choix de ces espaces repose sur le fait qu'ils constituent des lieux offrant des conditions idéales (humidité, température, ombrage, nourriture) pour les glossines en zone de savane.
- 15 Les pièges ont donc été posés uniquement dans les espaces qui répondent à ces critères. Le but étant de vérifier la présence des mouches tsé-tsé dans les localités de la zone d'étude.

Image 4 : Pose de piège à glossine dans le village de Samba Kouara



Source : Rouamba J., 2015

Les outils de collecte des données

- 16 Sur le terrain, nous avons pris les coordonnées GPS de chacune des localités visitées ainsi que des structures sanitaires. Les principales pistes reliant les villages et leurs centres de santé ont également été tracées à l'aide du GPS. Les coordonnées géographiques de ces points de piégeage ont également été relevées.

Le traitement et l'analyse des données

- 17 L'ensemble des données collectées a été organisé dans une base de données géoréférencées afin d'effectuer des requêtes et d'établir une cartographie thématique à l'aide du logiciel Qgis 2.18. La corrélation des différentes variables épidémiologiques, géographiques et entomologiques, a permis de sélectionner les villages qui apparaissent comme les plus à risque de THA.

Résultats

Identification des Villages à Risque au bureau

Historique de la THA au Niger

- 18 Pendant la période coloniale, la présence de la THA dans le Sud du Niger a été signalée par les médecins coloniaux dans leurs différents rapports. Ainsi la présence de la

maladie est signalée à Boumba (Gouzien, 1908) et aussi dans le canton de Torodi (cercle de Say) en 1931. Au cours des années 1920, la THA est fortement soupçonnée d'être la cause de la disparition de nombreux villages dans la région de Say (18 villages disparus entre 1926 et 1929). Il en est de même dans le canton voisin de Kirtachi dont le nombre de villages est passé de 26 à 11 dans la même période. Tous les villages sédentaires riverains du grand fleuve Niger, entre Say et le confluent de la Mékrou, et tous les villages de pêcheurs de la même région, sont plus ou moins affectés (Jamot, 1933). Après l'indépendance du Niger, très peu de cas de THA sont dépistés et la région touchée reste celle de Say (Challier, 1967).

Distribution des glossines

- 19 Les écrits confirment la présence des glossines dans le Sud du Niger. Jamot signalait leur forte densité dans la région du parc du W qui va de Kirtachi au confluent de la Mékrou (Jamot, 1933). Cependant la lutte anti-vectorielle menée contre les glossines dans les années 1960, 1970 le long du fleuve Niger, a eu un impact sur la distribution des glossines au Niger (Laveissière&Mondet, 1973). D'après les dernières enquêtes entomologiques effectuées par le Ministère de l'élevage du Niger dans le cadre de la Pan African Tse-tse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC, 2014), les glossines ne se trouvent plus qu'à proximité des cours d'eau pérennes (la Tapoa, la Mékrou et une portion du fleuve Niger) caractérisées par une forêt-galerie conservée.

Densité de population et dégradation de la végétation

- 20 En 2015, au Sud du Niger, de nombreux villages, jadis affectés, ne se trouvent plus dans l'aire de distribution des glossines. L'espace de vie des glossines a connu une régression du fait des évolutions climatiques (sécheresses des années 1970), des défrichements intensifs liés à l'augmentation des densités de populations humaine et animale domestique (Courtin et al., 2009 ; Courtin &Guengant, 2012).

Proximité des peuplements aux cours d'eau pérennes et espaces protégés

- 21 Dans notre zone d'étude, plusieurs villages sont situés à proximité des cours d'eau et leurs habitants fréquentent les galeries forestières et les aires protégées (espace de prédilection des glossines) pour leurs activités (agriculture (image 5), pêche, chasse, etc.). Ces localités ont été identifiées et visitées sur le terrain, notamment lorsqu'elles se situaient dans un foyer historique et dans l'aire de distribution actuelle des glossines.

Image 5 : Stockage d'épis de mil dans un grenier à Yaragombel



Source : Courtin F., 2015

Identification des Villages à Risque sur le terrain

Localisation et caractérisation des principales structures sanitaires

- 22 Au total 7 structures de santé majeures (2 hôpitaux de district, 5 centres de santé intégrés) ont été visitées (carte 1). Le personnel soignant composé de médecins (8), d'infirmiers (50), de sages-femmes (15) a été informé et sensibilisé sur la THA (tableau 1).

Tableau 1 : Répartition du personnel soignant dans les formations sanitaires

Villages	Type de structure	Médecins	Infirmiers	Sages-femmes
Say	Hôpital de district	3	15	5
Birni Gaouré	Hôpital de district	2	25	5
Say	Centre de santé intégré	0	6	3
Alambaré	Centre de santé intégré	0	1	2
Korogougou	Centre de santé intégré	0	1	0
Bossia	Centre de santé intégré	0	2	0
Kotaki	Centre de santé intégré	3	0	0
Total		8	50	15

- 23 En termes d'équipements, seuls les deux hôpitaux de district (Say et Birni Gaouré) disposent de laboratoires où on n'enregistre que 4 microscopes et 2 centrifugeuses fonctionnels. Aucun dispositif particulier pour le dépistage de la THA n'a été trouvé dans les formations sanitaires. Pourtant le risque de la maladie existe car des cas suspects sont identifiés (TDR positifs) et d'Anciens Trypanosomés (AT) vivent dans la zone de même que les glossines. La prise en compte de tous ces éléments nous permet d'identifier des villages à haut risque de THA dans le Sud du Niger.

Statut sérologique des populations examinées

- 24 Vingt-huit (28) villages représentant une population totale estimée à 24 000 habitants ont été visités. En témoignent les résultats des tests de dépistage rapide réalisés dans les villages visités afin de dépister des malades de THA (tableau 2).

Tableau 2 : Résultats par sexe du test de dépistage rapide dans les villages visités

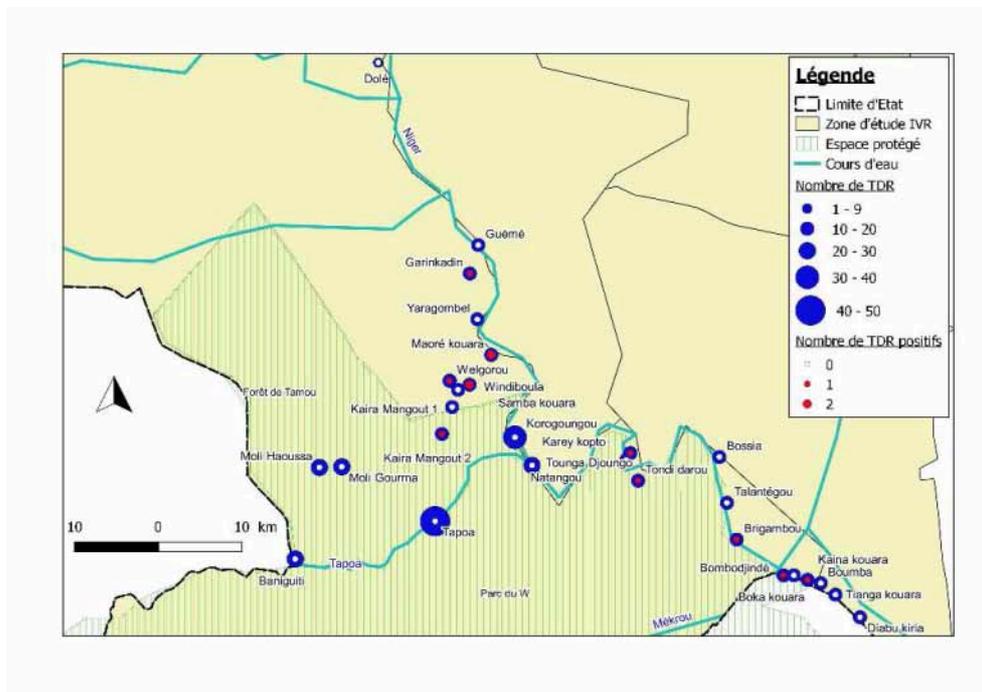
	Nombre de TDR	TDR positifs	Pourcentage TDR positifs	Trypanolyse positive
Homme	267	8	2,99 %	0
Femme	117	4	3,41%	0
Total	384	12	3,12%	0

- 25 Dans les 28 villages visités, 384 TDR ont été effectués, dont 12 se sont révélés positifs (séroprévalence de 3%). L'âge moyen de la population totale examinée est de 40 ans. On note 3,41% de TDR positifs chez les femmes examinées contre 2,99% chez les hommes. Cependant il n'y a pas de différence significative selon le sexe.
- 26 Sur les 12 TDR positifs, aucun n'a répondu positivement au test de la trypanolyse effectué ultérieurement au CIRDES. Aucun trypanosomé n'a été dépisté. Un TDR positif signifie que la personne examinée est « suspecte ». A ce stade, on ne peut pas affirmer

qu'il est malade ou pas. Un examen complémentaire (trypanolyse) est nécessaire pour tenter de mettre en évidence le parasite. Si ce test est négatif, l'individu est déclaré exempt de THA.

- 27 Il est à noter que deux AT dépistés dans les années 1960 ont été examinés lors de la visite du village de Dolè (situé au bord du Niger à une vingtaine de kilomètres au Sud de Say). Ces 2 personnes sont négatives au TDR et à la trypanolyse. La douzaine de TDR positifs proviennent de 10 villages situés en périphérie des espaces protégés et/ou le long du fleuve Niger (Carte 2).
- 28 Les villages de Windi Boula et de Maoré Kouara (deux villages voisins situés respectivement à proximité du fleuve Niger et du parc du W), sont les localités où l'on enregistre le plus grand nombre de TDR positifs (soit 2 par village). La répartition spatiale des villages avec des TDR positifs ainsi que celle des centres de santé existants dans la zone, laisse entrevoir un faible accès aux soins en général et une insuffisance en matière de prise en charge des cas de THA en particulier.

Carte 2 : Résultat du dépistage rapide dans les villages visités



Source : Enquêtes terrain, 2015 ; Conception : Rouamba J.

Caractéristiques de la population

- 29 Cette population constituée par les ethnies Djerma, Peul, Gourmantché et Haoussa, pratiquent des activités diverses dont les plus importantes sont l'agriculture (mil et riz), l'élevage (bovins), la pêche, la chasse, le récolte du miel, la coupe du bois. Ces activités se pratiquent souvent en bordure des cours d'eau (Image 6) ou en périphérie des aires protégées où la faune sauvage est encore présente (buffle, cob defassa, éléphant, lion, cob de buffon (image 7), etc.).

Image 6 : Paysage de rizières aux abords du fleuve Niger



Source : Rouamba J., 2015

- 30 Ces espaces offrent des conditions idéales pour les glossines et favorisent le contact homme/glossine, surtout que la majorité de cette population vit à proximité des cours d'eau et de ces aires protégées. De plus les populations s'approvisionnent en eau au niveau des bas-fonds (trous d'eau, sources, puits) où elles peuvent donc entrer en contact étroit avec les glossines.

Image 7 : Jeune cob de Buffon



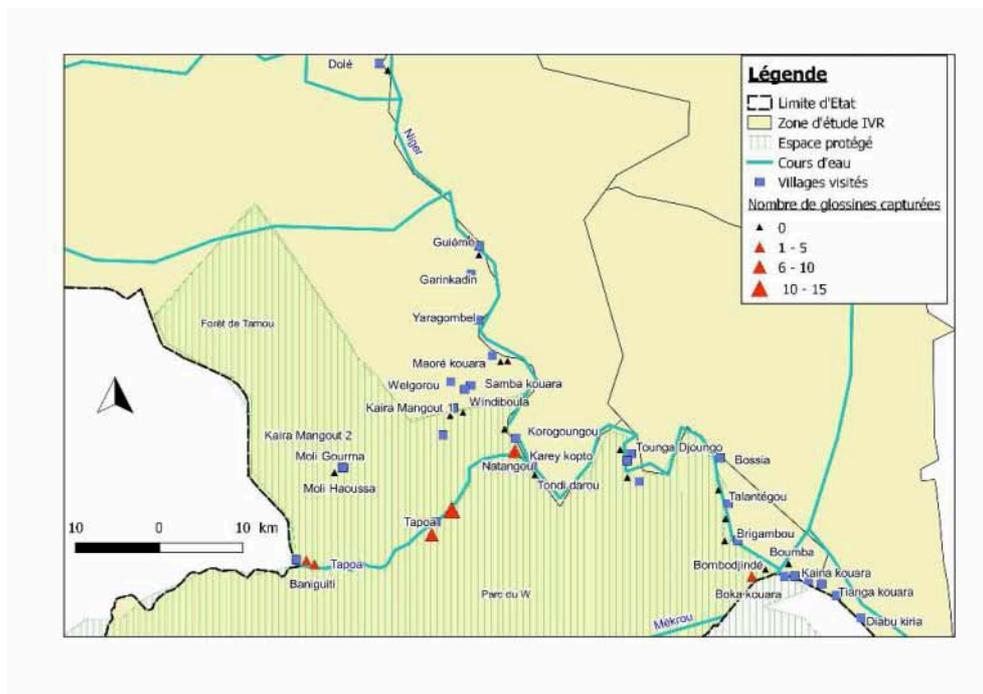
Source : Courtin F., 2015

- 31 Par ailleurs les populations de la zone d'étude se déplacent en direction de pays frontaliers endémiques de THA comme le Tchad et la Côte d'Ivoire, mais aussi vers le Bénin, le Nigéria, le Togo, le Burkina Faso et le Ghana. Cette mobilité de la population accroît le risque d'introduction de la THA dans la zone à partir de ces zones endémiques, mais le risque de transmission reste malgré tout localisé au niveau des aires protégées, le long des cours d'eau où subsiste des populations de glossines. Officiellement, l'activité humaine est interdite ou très réglementée dans ces espaces protégés, ce qui devrait limiter le contact homme/glossine, mais la réalité semble plus complexe.

Présence des glossines

- 32 Au total 24 pièges à glossines ont été posés dans 20 villages. Cinquante deux (52) glossines ont été capturées dans le parc du W au niveau de la forêt-galerie de la Mékrou et de la Tapoa. Aucune glossine n'a été capturée le long du fleuve Niger. Une seule espèce de glossines a été capturée. Il s'agit de *Glossina tachinoides*. Le site où le plus grand nombre de glossine a été capturé (15) se trouve dans un bas-fond près du village de la Tapoa (carte 3).

Carte 3 : Répartition des sites de piégeage et des glossines capturées



Source : Enquêtes terrain, 2015 ; Conception : Rouamba J.

Les villages susceptibles d'héberger un cas de THA

- 33 Les 10 villages avec des cas de TDR positifs affichent des caractéristiques géographiques qui les confortent dans leur niveau de risque, tels que la migration vers la Côte d'Ivoire et/ou le Tchad, la pratique de la pêche et de la riziculture. La proximité de galeries forestières ou d'aires protégées (espaces de vie des glossines), la mobilité quotidienne

des populations, la présence de glossines, sont autant de facteurs communs à ces villages qui permettent de les identifier comme étant à haut risque de THA. Les villages qui ne répondent pas à ces caractéristiques n'ont pas été retenus car ne présentant pas de risque élevé de transmission de la THA.

- 34 Bien qu'aucun TDR n'est apparu positif dans le village de Boumba, ce dernier s'ajoute à la liste car présentant un risque environnemental élevé de transmission de la THA. En effet, ce village, situé juste en face de la confluence de la Mékrou, rivière avec glossines, possède un marché commercial très attractif qui coiffe une grande partie de la zone. C'est donc un grand centre de brassage de populations d'origines diverses. Au total 11 villages sont identifiés comme étant les plus à risque d'héberger un cas de maladie du sommeil (tableau 3).

Tableau 3 : Liste des villages à risque de THA

Village	Population	NB_TDR	TDR positif	Trypanolyse positive	THA positif
Windiboula	110	11	2	0	0
Maorékouara	207	11	2	0	0
Weïgorou	405	10	1	0	0
KairaMangout 2	260	10	1	0	0
Garinkadin	150	11	1	0	0
Kareykopto	436	10	1	0	0
Tondi darou	160	11	1	0	0
Brigambou	5000	10	1	0	0
Kainakouara	350	10	1	0	0
Bokakouara	300	10	1	0	0
Boumba	2313	10	0	0	0
Total	9691	114	12	0	0

La prospection médicale dans les villages à risque de THA

- 35 Les 11 villages à risque de THA ont donc fait l'objet d'une prospection médicale qui a permis d'examiner 2500 personnes sur une population totale estimée à 9691 habitants. La prospection médicale repose sur une approche différente de celle de l'enquête rapide avec l'utilisation de TDR, qui consiste à examiner un échantillon de personnes (384 tests effectués) sélectionné parmi celles qui ont des pratiques qui les exposent au risque de la THA (pêche, maraichage, riziculture, mobilité vers des régions endémiques). Pour la prospection médicale, qui vise toute la population de chaque village, les personnes examinées sont celles qui se présentent à l'équipe médicale le jour de la prospection. Les 2500 personnes examinées sont donc celles qui sont venues à la prospection organisée dans les 11 villages sélectionnés. La prospection médicale engage une équipe pluridisciplinaire composée de 10 à 15 personnes et le test réalisé

n'est plus le TDR mais le Card Agglutination Test for Trypanosomiasis (CATT). Ce test consiste à mettre en évidence la présence d'anticorps de trypanosome dans le sang. Si le CATT est positif (l'individu est alors un « suspect »), des examens des sérums biologiques au microscope, après centrifugation, sont faits afin de tenter de mettre en évidence la présence du trypanosome dans les fluides biologiques (sang, suc ganglionnaire, liquide céphalo-rachidien). Une personne n'est déclarée malade que si et seulement si, le parasite a été formellement identifié dans les fluides biologiques. Sur l'ensemble des personnes examinées, aucun malade de THA n'a été confirmé au laboratoire même si au total 55 cas de CATT positifs ont été identifiés au cours de la prospection médicale. Aucune de ces personnes n'a été déclarée malade de THA, car le trypanosome n'a pas été mis en évidence dans les fluides biologiques et le test de la trypanolyse s'est révélé négatif.

Discussion

- 36 L'approche méthodologique présentée dans ce travail est une démarche classique utilisée en géographie, mais qui s'est effectuée dans un contexte particulier, c'est-à-dire dans le cadre la mise à jour des connaissances sur la Trypanosomiase Humaine Africaine au Niger. Le processus d'identification des villages s'appuie sur un faisceau de facteurs géographiques, historiques, entomologiques et épidémiologiques.
- 37 Les 28 villages visités sont tous situés dans des espaces plus ou moins à risque. Cependant le risque de la maladie n'est pas homogène pour tous ces villages au regard des facteurs impliqués dans la transmission de la THA. La combinaison des différents facteurs a permis d'identifier 11 villages les plus susceptibles d'héberger un cas de THA.
- 38 L'identification des espaces à risque de THA situés le long des cours d'eau et des aires protégées est un fait déjà rapporté dans des études antérieures. En effet une étude réalisée dans la boucle du Mouhoun au Burkina Faso a montré qu'en zone de savane (le cas au Niger) les espaces à risque se situent au niveau des galeries forestières aux conditions favorables pour la survie des glossines (Rouamba et al, 2009). Ce même constat a été fait dans d'autres pays de la bande soudano-sahélienne, notamment au Mali et au Niger (Challier, 1968 ; Challier, 1971).
- 39 La particularité pour la présente étude se situe au niveau de la démarche proposée, multidisciplinaire, avec une forte consonance historique et géographique. A partir de données sur l'historique de la THA au Niger, le réseau hydrographique, le peuplement et la répartition des glossines, des localités ont été sélectionnées et visitées afin d'établir une liste de villages susceptibles d'héberger un cas de THA. L'identification des Villages à Risque de THA est une technique innovante mise en place par l'équipe de recherche de l'IRD et ses partenaires du Sud (programmes nationaux de lutte contre la THA, institutions de recherche). Elle a l'avantage de circonscrire la zone d'étude permettant ainsi une meilleure utilisation des ressources allouées à la lutte contre la maladie du sommeil dans un contexte de raréfaction des ressources financières. C'est une méthode qui a déjà été appliquée au Burkina Faso, en Guinée, au Tchad, au Sénégal, en Guinée-Bissau et en Côte d'Ivoire (dans ce dernier pays, IVR est intégrée dans le protocole national d'élimination de la THA).
- 40 La prospection médicale qui a suivi l'identification des villages à risque n'a mobilisé que 26% de la population totale des villages sélectionnés. Cela traduit la difficulté des

équipes médicales à toucher les populations lors des campagnes de prospection. La mobilité des populations, ainsi que leur refus de participer aux opérations de dépistage, sont des facteurs limitant, identifiés lors d'études antérieures sur la THA (Rouamba, 2011). Cette situation ne permet pas d'avoir une situation claire de la présence de la maladie. L'absence de malades dans les 11 villages (présentant les conditions favorables au développement de la THA) ne signifie pas une insuffisance dans la méthode ayant abouti au choix de ces villages. Elle traduit plutôt une faiblesse de la transmission de la THA. En effet s'il n'y a pas eu de malades dans ces villages à haut risque de THA, il est donc très improbable d'en trouver dans les autres localités. Ainsi donc, il n'est pas nécessaire d'entreprendre des campagnes de dépistage assez coûteuses dans l'ensemble des localités de la zone. Il serait plutôt indiqué de renforcer les ressources humaines et matérielles des structures fixes de santé des zones identifiées comme à risque. L'étude a montré que de nombreux agents de santé de la zone ne connaissent ni les signes cliniques de la maladie, ni les méthodes de dépistage. Ce constat interpelle donc les autorités sanitaires quant au renforcement des structures de soins et à la sensibilisation des populations vivant dans ces espaces à risque, en vue d'atteindre, un jour, l'élimination de ce fléau du passé.

Conclusion

- 41 Ce travail qui a mis en exergue une approche méthodologique nouvelle, a permis d'identifier les villages les plus à risque de THA dans le Sud du Niger. A l'issue de la prospection médicale menée dans ces villages identifiés comme les plus à risque, une surveillance épidémiologique de la THA intégrée au système national de surveillance devrait être mise en place au niveau des sites sentinelles qui apparaîtront les plus appropriés, dans une perspective d'élimination durable de la maladie.
- 42 Nous remercions l'ensemble des autorités administratives nigériennes rencontrées lors de cette mission pour leur constante disponibilité. Nous sommes très reconnaissants envers le Représentant de l'IRD au Niger, le Pr. Oumarou Malam Issa, pour son implication effective dans l'organisation de cette mission, ainsi qu'à Monsieur Laurent Bonneau, Conseiller de Coopération et d'Action Culturelle de l'Ambassade de France au Niger, pour le soutien logistique apporté. Nos plus sincères remerciements vont également à l'endroit du Dr. Diarra Abdoulaye (OMS, Afro), pour son soutien dans les démarches administratives au Niger et ses conseils sur la THA. Nous remercions le Dr. Jean-Paul Moulia-Pelat, Expert Technique International de l'Ambassade de France au Niger, pour l'attention qu'il a su porter à nos travaux et pour nous avoir mis en contact avec les personnes ressources (Dr. Oukem Odile, Directrice et Monsieur Idi Issa, gestionnaire des données) du Centre de Recherche Médicale et Sanitaire (CERMES).

BIBLIOGRAFIA

- Bado J-P. « La maladie du sommeil en Afrique de l'Ouest jusqu'en 1914. L'exemple de l'Afrique occidentale française ». In: Revue française d'histoire d'outre-mer, tome 82, n°307, 1995. pp. 149-168.
- Boutrais J. « Zébus, mouches tsé-tsé et techniciens en Adamaoua camerounais ». In Robineau Claude (Ed.), Penouil M (Pref.). Les terrains du développement : approche pluridisciplinaire des économies du Sud, Paris : ORSTOM, p. 235-252.
- Camara M., Kaba D., Kagbadouno M., Sanon J.R., Ouendeno F.F. et al. « Human African trypanosomiasis in the mangrove forest in Guinea: epidemiological and clinical features in two adjacent outbreak areas », *Medecinotropical*, 65, pp. 155-161, 2005
- Challier A. « Enquête sur *Glossina* Tachinoides Westwood dans la sous-préfecture de Say, République du Niger », Rapport Centre Muraz, ent/ 329/67, 10 p, 1967
- Challier A. « Résumé des enquêtes sur les glossines faites dans les Etats membres de l'OCCGE en 1968-1968 », In rapport final de la VIIIème conférence technique de l'OCCGE, 2p, 1968
- Challier A. « La transmission de la Trypanosomiase humaine en Afrique occidentale : écologie et contrôle des vecteurs », *Ann. Soc. Belge Med Trop*, 51, pp.549-558, 1971
- Courtin F, Sidibé I, Rouamba J, Jamonneau V, Gouro A. et al. Impacts observés des évolutions démo-climatiques sur la répartition spatiale des hommes, des tsé-tsé et des trypanosomoses en Afrique de l'Ouest. *Parasite*, 2009, 16, 3-10.
- Courtin F., Jamonneau V., Oké E., Coulibaly B., Oswald Y. et al. « Towards understanding the presence/absence of Human African Trypanosomiasis in a focus of Côte d'Ivoire : a spatial analysis of the pathogenic system ». *International Journal of Health Geographics*, pp.4-27, 2005.
- Courtin F., Guengant J.P., « Un siècle de peuplement en Afrique de l'Ouest », *Natures Sciences et Sociétés*, 10 p, 2012, www.nss-journal.org
- De Raadt P. « The history of sleeping sickness ». In: *Protozoal Diseases* (ed. HM Gilles). Arnold, London, 1999. pp. 249-260, 1999
- Gouzien P. « La maladie du sommeil dans le Haut-Sénégal et Niger », *Annales d'Hygiène et de Médecine coloniale*, 10, pp. 29-71, 1908
- Hervouët J.P. « Le mythe des vallées dépeuplées par l'onchocercose : mais quelle mouche les a donc piqués ? » *Géos*, 18, 35p, 1990
- Jamot E. « Contribution à l'étude de la maladie du sommeil en Afrique Occidentale Française » Document Technique OCCGE, 492, 23 p, 1933
- Laveissière C., Hervouët J.P. « Trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest : épidémiologie et contrôle ». *Didactique*, ORSTOM, p.157, 1991
- Laveissière C., Mondet « Enquête sur les glossines du fleuve Niger, de la sous-préfecture de Say et de la rivière Sirba (république du Niger) », 14 p., 1973
- Laveissière C. « Répartition des glossines en Haute-Volta : effets de la grande sécheresse de 1972-1973 », 1976
- Mahamat M.H., Peka M., Rayaisse J.B., Rock K.S., Toko M.A. et al. « Adding tsetse control to medical activities contributes to decreasing transmission of sleeping sickness in the Mandoul

focus (Chad)», *Plos neglected tropical disease*, 2017, <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005792>

Organisation Mondiale de la Santé. « Contrôle et surveillance de la Trypanosomiase Humaine Africaine », rapport technique OMS, 250p, 2013

Pan African Tsetse and Trypanosomiasis Eradication Campaign (PATTEC), « Risk-based approaches to demonstrate presence or absence of tsetse flies: The Niger case study » In : Consultative Workshop, 8th to 12th September, Livingstone, Zambia, 2014

Rouamba J. Peuplements, paysages et risque de maladie du sommeil à l'embouchure du Rio Pongo (Guinée Conakry). Bordeaux, 2011. Thèse de Doctorat (géographie Tropicale) Université Michel de Montaigne – Bordeaux 3.

Rouamba J., Jamonneau V., Sidibé I., Solano P., Courtin F. « Impact de la dynamique de peuplement sur la distribution des glossines et des trypanosomes dans la boucle du Mouhoun (Burkina Faso) ». *Parasite*, 16, (1), pp. 11-19, 2009

Simarro P.P., Cecchi G., Paone M., Franco J.R., Diarra A. et al. «The Atlas of human African trypanosomiasis: a contribution to global mapping of neglected tropical diseases», *International Journal of Health Geographics*, 9:57, 18 p, 2010

RESUMOS

No Níger, a Tripanossomiase Africana Humana (TAH) estava sob controle na década de 1950 e o último caso de TAH autóctone conhecido na literatura foi detectado em 1972. Em 2013, a OMS demonstrou sua prontidão para eliminar a TAH como problema de saúde pública até 2020, era, portanto, imperativo atualizar a situação da TAH no Níger. Entretanto, na ausência de dados epidemiológicos recentes, para onde as equipes médicas devem se dirigir? O método Villages at Risk (IVR) do TAH é usado para estabelecer, com base em critérios relacionados ao histórico da doença e às condições geográficas atuais, uma lista de aldeias em risco. Estes são então visitados por uma equipe inicial que coletou informações epidemiológicas, geográficas e entomológicas, que foram estruturadas em um banco de dados georreferenciado. As vilas mais propensas a hospedar um caso de TAH foram então propostas para uma pesquisa médica mais abrangente. Em 2015, 28 vilas identificadas como de risco foram visitadas pela equipe médica, e dos 384 Testes de Diagnóstico Rápido (TDRs) realizados, 12 foram positivos, mas nenhum respondeu positivamente ao teste específico para tripanólise. descartando o diagnóstico de TAH. O sul do Níger é ainda o lar de algumas florestas de galeria bem preservadas que fornecem áreas de reprodução para as moscas tsé-tsé, expondo populações ribeirinhas à sua picada. Onze aldeias foram finalmente propostas para uma pesquisa médica mais abrangente. O contato humano / tsé-tsé deve ser restrito a uma população muito específica, que realiza atividades dentro ou ao redor de um parque nacional. A situação da TAH no Níger precisa ser esclarecida para permitir a implementação de luta adaptada para sua eliminação

Au Níger, la Trypanosomiase Humaine Africaine (THA) était sous contrôle dès les années 1950 et le dernier cas de THA autochtone connu dans la littérature a été dépisté en 1972. En 2013, l'OMS a affiché sa volonté d'éliminer la THA comme problème de santé publique à l'horizon 2020, il était donc impératif d'actualiser la situation de la THA au Níger. Cependant, en l'absence de données épidémiologiques récentes, où faut-il diriger les équipes médicales ? La méthode d'Identification des Villages à Risque (IVR) de THA permet d'établir, sur la base de critères liés à l'historique de la maladie et aux conditions géographiques actuelles, une liste de villages à risque. Ces derniers sont ensuite visités par une équipe légère qui récolte des informations épidémiologiques,

géographiques et entomologiques, qui sont ensuite structurées dans une base de données géo-référencée qui est interrogée. Les villages les plus susceptibles d'héberger un cas de THA sont alors proposés pour une prospection médicale. En 2015, 28 peuplements identifiés comme à risque ont été visités par une équipe légère, et sur les 384 Tests de Diagnostic Rapide (TDR) effectués, 12 se sont révélés positifs mais aucun n'a répondu positivement au test spécifique de la trypanolyse, écartant le diagnostic de la THA. Le Sud du Niger héberge encore quelques forêts-galeries bien conservées qui constituent des gîtes favorables aux glossines, exposant les populations riveraines à leur piqûre. Onze villages ont finalement été proposés pour une prospection médicale. Le contact homme/glossine doit être restreint à une population très spécifique, qui mène des activités à l'intérieur ou en périphérie du parc national du W. La situation de la THA au Niger doit être clarifiée pour permettre de mettre en place les stratégies de lutte adaptée en vue de son élimination.

In Niger, Human African Trypanosomiasis (HAT) was under control as early as the 1950s and the last case of native HAT known in the literature was detected in 1972. In 2013, WHO demonstrated its willingness to eliminate the disease as a public health problem by 2020, it was therefore imperative to update the situation of HAT in Niger. However, in the absence of recent epidemiological data, where should the medical teams be directed? The method of Identification of Villages at Risk (IVR) of HAT allows to establish, on the basis of criteria related to the history of the disease and the current geographical conditions, a list of villages at risk. These localities are then visited by a small team that collects epidemiological, geographical and entomological data, which are then structured in a geo-referenced database that is queried. The villages most likely to host a case of HAT are then proposed for a survey. In 2015, 28 localities identified as at risk were visited by the light team, and of the 384 rapid Diagnostic Tests (TDR) carried out, 12 were positive but none responded positively to the specific immune trypanolysis test, discarding the diagnosis of HAT. The South of Niger is still home to a few well-preserved forest-galleries which are tsetse-friendly, exposing the riparian populations to their sting. Eleven villages were finally proposed for exhaustive medical exploration. The contact between human and tsetse fly must be restricted to a very specific population, which conducts activities within or outside the W National Park. The situation of HAT in Niger needs to be clarified in order to implement the appropriate control strategies to be put in place for its elimination

ÍNDICE

Palavras-chave: Tripanossomiase africana humana, mosca tsé-tsé, risco, geografia, Níger

Mots-clés: Trypanosomiase Humaine Africaine, glossine, risque, géographie, Niger

Keywords: Human African trypanosomiasis, tsetse fly, risk, geography, Niger

AUTORES

JÉRÉMI ROUAMBA

Université Joseph Ki-Zerbo - Ouagadougou, Burkina Faso. E-mail : jeremirouamba@gmail.com

ADAMOU SALISSOU

Ministère de la Santé - Niamey, Niger. E-mail : sadamouba@yahoo.fr

HASSANE SAKANDÉ

Centre International de Recherche-Développement pour l'Élevage en zone Subhumide - Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. E-mail : sakhass@yahoo.fr

VINCENT JAMONNEAU

Institut de Recherche pour le Développement / Institut Pierre Richet - Bouaké, Côte d'Ivoire. E-mail : vincent.jamonneau@ird.fr

FABRICE COURTIN

Institut de Recherche pour le Développement / Institut Pierre Richet - Bouaké, Côte d'Ivoire. E-mail : fabrice.courtin@ird.fr

Saúde urbana no ensino de geografia: um relato de experiência no município de Olinda, Brasil

Sante urbaine dans l'enseignement de la géographie : un rapport d'expérience dans la municipalité d'Olinda, Brésil

Urban health in the geography teaching: an experience report at Olinda city, Brazil

José Roberto Henrique Souza Soares e Anselmo César Vasconcelos Bezerra

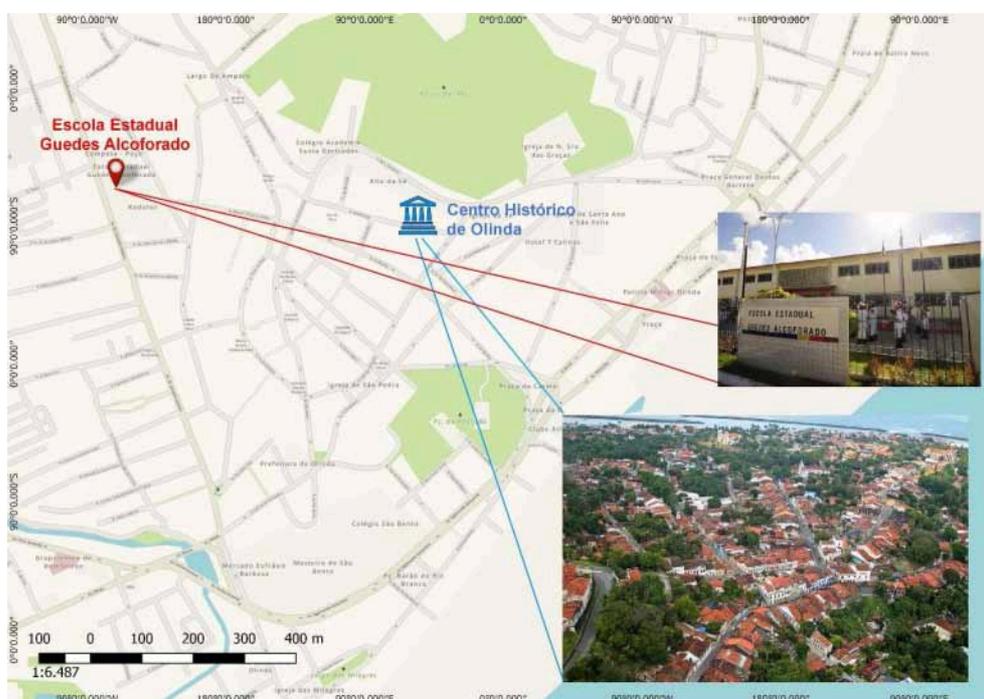
- 1 Partindo do pressuposto de que as discussões sobre saúde são pouco trabalhadas nas escolas e que o ensino de Geografia, na maioria das vezes, não aborda de maneira integral os temas transversais, objetivou-se neste trabalho responder as seguintes questões: de que forma o ensino de geografia pode trabalhar a saúde como tema transversal nos conteúdos geográficos? O ensino de geografia pode contribuir para o entendimento dos problemas de saúde locais? O campo da Geografia da Saúde tem espaço de atuação no ensino básico de geografia?
- 2 Este artigo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa, que utiliza como método o estudo de caso. Os instrumentos utilizados foram a revisão bibliográfica, o levantamento e coleta de dados secundários nos bancos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Secretaria de Saúde do Município de Olinda, além de se tratar de uma investigação participante.



Neste sentido, utilizaram-se propostas pedagógicas aplicadas ao ensino da geografia, que contemplaram a compreensão dos problemas de saúde locais, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Estas proposições foram aplicadas na sala de aula com os estudantes e os educadores, através de uma sequência didática.

- 3 A instituição selecionada para a vivência foi a Escola Estadual Guedes Alcoforado, que se localiza no bairro do Varadouro, município de Olinda, Pernambuco. A escolha se deu em função da observação empírica dos problemas urbanos enfrentados pela comunidade escolar. Outro fator que se destaca nessa escolha está na importância da posição geográfica da escola, que se situa bem próximo ao sítio histórico da cidade, área de grande dinâmica econômica e turística (Figura 1).

Figura 1 – Localização da Escola Guedes Alcoforado em relação ao Centro Histórico de Olinda, Brasil



Fonte: Autores, 2019.

- 4 No entanto, apesar da localização privilegiada (Figura 1), as condições socioambientais no entorno da escola ainda são precárias, principalmente com relação à vulnerabilidade para doenças relacionadas às deficitárias condições de saneamento do município. No entorno do ambiente escolar é possível observar diversas áreas de acúmulo de resíduos depositados de maneira irregular, redes de esgoto expostas, além de outras tantas formas de degradação do ambiente urbano que impactam diretamente na saúde da população.
- 5 Neste contexto, optou-se por levar essa realidade para dentro da sala de aula e discutir com os estudantes a repercussão desse cenário nas condições de vida da população. A elaboração das ideias e temas que nortearam a sequência didática se concretizam a partir da reflexão que o ensino de Geografia também deve ser um aliado na compreensão dos determinantes em saúde e na promoção à saúde.

- 6 Este trabalho foi estruturado assim: na primeira parte buscou-se evidenciar a relação entre a Geografia e a Saúde, com ênfase nos debates sobre a saúde urbana. Na segunda sessão, discutiu-se como o ensino de Geografia na educação básica é capaz de sensibilizar os estudantes com relação aos problemas que podem apresentar consequências para saúde no cotidiano deles. E por fim, os resultados da experiência vivenciada na Escola Guedes Alcoforado, no município de Olinda – PE, que pode servir como base para que outras intervenções dessa natureza sejam desenvolvidas, almejando assim, construir um conhecimento geográfico crítico, capaz de sensibilizar as pessoas com relação a complexidade dos problemas de saúde enfrentados no espaço vivido.

Geografia e Saúde: teoria e prática em espaços urbanos

- 7 A Geografia enquanto ciência moderna se constitui como uma área do conhecimento preocupada com as questões relacionadas ao espaço e que determinam as condições de vida da população nas diversas realidades. Gomes (2017) objetiva à essa ciência a função de apresentar o mundo em sua realidade e complexidade, utilizando como ferramenta as diversas formas de representação do espaço terrestre. Esse geógrafo destaca que “a imagem da Terra poderia mostrar os princípios harmônicos que se escondiam no aparente caos da diversidade” (Gomes, 2017, p 72).
- 8 Diversas doenças surgiram e se intensificaram por meio de transformações estruturais no espaço geográfico. Por exemplo, o surgimento dos aglomerados populacionais em torno das prematuras indústrias inglesas ocasionou inúmeros problemas à saúde da população. De acordo com Mumford (1998), a dificuldade de locomoção e a necessidade de moradias próximas às fábricas pressionaram os trabalhadores a se concentrarem em locais não adequados, ocasionando uma superlotação do espaço. Utilizando como exemplo a metafórica cidade de Coketown, o autor descreve a desordem que se instalou na Inglaterra durante o surgimento das primeiras indústrias. Muitas aglomerações urbanas originaram-se em meio ao caos instaurado pela revolução paleotécnica com espaços habitados submersos no lixo e nos dejetos oriundos da própria população.
- 9 A relação entre o espaço habitado e as condições de manutenção da saúde dos indivíduos foi observada desde os séculos passados. Por exemplo, Guimarães, Pickenhayn e Lima (2014) descrevem a importância dos estudos de Hipócrates, durante os anos de 460 a.C. a 377 a.C. Para esse filósofo grego, o médico ao exercer seu ofício em uma nova cidade, necessitava primeiro conhecer sua posição com relação aos ventos e aos movimentos do sol, além de considerar a qualidade da água consumida pela população.
- 10 Já no século XX, iniciou-se o desenvolvimento de uma área interdisciplinar entre a Geografia e a Saúde, que ficou conhecida como Geografia Médica. De acordo com Mendonça (2017), nesse ramo da ciência a preocupação primordial estava focada nas relações espaciais de adoecimento da população, não se preocupando com os aspectos de prevenção e disseminação espacial das enfermidades, o que se construía nesta época poderia ser chamado de uma geografia das doenças.
- 11 No entanto, Barcellos, Buzai e Handschumacher (2018) destacam que por volta de 1976 ocorreu uma mudança na denominação da geografia médica para a geografia da saúde

através de duas linhas principais de abordagem. De “um lado, a geografia das doenças (campo tradicional da geografia médica) e, do outro, a geografia dos serviços de saúde (campo tradicional da geografia dos serviços)” (Barcellos; Buzai; Handschumacher, 2018, p 8). Esse avanço foi responsável por articular os diversos conhecimentos sobre o processo saúde-doença, proporcionando a valorização das análises geográficas a cerca dos problemas de saúde, das condições de vida, do acesso aos serviços e a equidade dos sistemas de saúde.

- 12 Acrescentando ao debate, Junqueira (2009) disserta que a Geografia da Saúde, por sua vez, se constitui como um conhecimento atento as condições de saúde dos indivíduos. De maneira geral, considera-se que esse ramo da ciência geográfica fundamenta-se na análise da distribuição espacial das condições de saúde, auxiliando na prevenção das doenças e implantação de políticas públicas capazes de garantir as condições de sobrevivência saudável das populações. Barcellos, Buzai e Handschumacher (2018) ainda consideram que este novo ramo da Geografia, por sua história, conceitos e métodos, contribui com às questões atuais relacionadas aos fenômenos de emergências patológicas, à difusão de hospedeiros e agentes infecciosos ou à produção das desigualdades em saúde.
- 13 Para Guimarães (2015) a saúde é concebida como uma reprodução do espaço vivido, por meio das interações socioespaciais e a manutenção das condições de vida no espaço. Breilh (2013) corrobora com a temática afirmando que os padrões sociais de ocupação territorial apresentam consequências diretas para a saúde da população. O espaço vivido, torna-se o lugar onde se concretizam as relações de saúde e doença, constituindo-se assim como um objeto de estudo da Geografia.
- 14 Os espaços urbanos, devido às desigualdades econômicas e sociais que se apresentam de forma mais evidente necessitam ser interpretados de maneira complexa e interdisciplinar. Guimarães (2001) defende que os paradigmas científicos e as matrizes discursivas dos serviços de saúde guardam estreita relação com o poder político e o desenvolvimento da vida urbana. Neste sentido considera-se que a relação entre a saúde e a produção do espaço urbano se configuram através da articulação entre os fatores socioespaciais característicos destes espaços, repletos de contradições e desigualdades, em sua relação com a origem das enfermidades que se propagam dependendo das condições socioespaciais dos territórios.
- 15 Com a transição demográfica recente e a concentração da população mundial em áreas urbanas, Caiaffa et al. (2008) observa que ocorreu um processo de urbanização extensiva. Neste sentido, pensar os problemas de saúde que acometem as pessoas é pensar em processos de adoecimento que se difundem nos espaços urbanos. Estas áreas se sobressaem em relação às demais devido à materialização do processo de produção e reprodução econômica, de acordo com Santos (2014) isto ocorre com base na lógica capitalista que fundou as cidades industriais. Assim, a saúde urbana se estabelece na relação entre os fatores sociais e físicos que definem o contexto espacial urbano.
- 16 A concretização do urbano se dá através da dimensão artificial que a paisagem apresenta nesses espaços. “As condições ambientais são ultrajadas, com agravos à saúde física e mental das populações. Deixamos de entreter a natureza amiga e criamos a natureza hostil” (Santos, 2014, p 48). A transição dos modos de vida ligados a natureza, caracterizados pelo modelo feudal, para a realidade capitalista ligada ao desenvolvimento das indústrias e o surgimento das cidades provocou alterações no apanágio ambiental, resultando em consequências negativas à saúde dos habitantes.

- 17 Os fatores que interferem nas condições de saúde da população urbana interagem entre si ou independentemente em ambientes físicos, sociais, econômicos e políticos. São esses fatores que se buscou levar para dentro da escola nas aulas de geografia, de forma que os estudantes fossem instigados a perceber que o espaço onde as pessoas desenvolvem suas relações cotidianas na cidade, são os mesmos espaços de vulnerabilidade e adoecimento.

A Saúde como conteúdo interdisciplinar no Ensino de Geografia

- 18 Numa perspectiva histórica Lacoste (2012) alertava para o caráter enfadonho da geografia como uma disciplina escolar dispensável e desconectada da realidade, uma vez que o real sentido deste conhecimento era camuflado e abordado de maneira simplória, constituindo o que o autor chamou de Geografia dos Professores. Entretanto, nos últimos anos, essa ciência passou a ganhar novos sentidos, aliando-se a causas próximas da realidade experimentada pelos estudantes e preocupada com a realidade local dos indivíduos.
- 19 De acordo com Brasil (1998), no documento que regula e define os PCN da educação básica brasileira, a saúde e o meio ambiente estão dispostos como temas transversais e interdisciplinares. Isso significa que esses conteúdos devem ser abordados integralmente por todos os componentes curriculares da educação básica, devido a sua abrangência e importância, não sendo suficiente a abordagem desses conteúdos de forma isolada. Os temas transversais apresentam dentre as condições para serem definidos e escolhidos “a urgência social, abrangência nacional, possibilidade de ensino e aprendizagem no ensino, além de favorecer a compreensão da realidade e a participação social” (Brasil, 1998, pp 25 - 26). Por meio desses critérios se torna imprescindível que as disciplinas escolares, da qual a Geografia faz parte, abordem essas temáticas contribuindo com a formação humana e intelectual dos estudantes.
- 20 A preocupação social e humana, além do cuidado ambiental deve ser uma pauta permanente nos centros de promoção e disseminação do conhecimento científico em todos os níveis. Para Freire (1993), a escola se constitui como um local onde o cidadão torna-se livre por meio do conhecimento que adquire. Assim sendo, a escola necessita assumir um papel crítico da realidade em que está inserida. Para o alcance de tal objetivo, Cavalcanti (2012) defende que o estudo do lugar, do bairro ou das áreas vivenciadas pelos estudantes deve ser considerado, podendo levá-los a compreender a dinâmica social em que a escola se insere.
- 21 O ensino da Geografia aliado as preocupações da saúde na educação básica, pretende garantir o acesso dos estudantes a discussão dos temas transversais de forma contextualizada. Porém, não é interessante que se tratem as questões de saúde em momentos isolados, focando apenas em doenças específicas, durante o período de surto epidêmico de algum agravo. A escola necessita despertar para seu papel de formar pessoas críticas, capazes de compreender os diversos problemas que os circundam. Assim, o estudo da saúde por meio da geografia se mostra como uma maneira do educador desenvolver o conteúdo básico disciplinar relacionando-o com as questões que são tão marcantes no cotidiano dos estudantes.

- 22 Essa relação entre áreas distintas do conhecimento só é possível a partir do momento que a escola se percebe como agente formador da realidade de cada lugar. A produção dos espaços passa pelo processo de formação de seus cidadãos. De acordo com Freire (2016), o caráter bancário da educação necessita ser superado para que os estudantes se construam como peças fundamentais e atuantes no processo de ensino/aprendizagem, sendo responsáveis pelo conhecimento construído coletivamente, e utilizado para bens diversos no local onde cada um se insere.
- 23 Destarte, Braga (2015) afirma que a formação profissional dos educadores de geografia no Brasil não contempla temas referentes à Geografia da Saúde. No entanto, essa área do conhecimento geográfico está presente como um dos temas transversais destacados nos PCN, sendo um dos objetivos a serem alcançados também pelos educadores de Geografia do Brasil. Os temas e conceitos que dizem respeito à saúde devem ser trabalhados por todas as disciplinas estudadas na educação básica, e tal prática é essencial para a prevenção de doenças e promoção do bem-estar das populações. Neste sentido, o Quadro 1 destaca algumas possibilidades para que a saúde possa ser trabalhada no ensino de Geografia, a partir de temas dispostos no currículo atual.

Quadro 1 - Conteúdos de Geografia relacionados à Saúde na Educação Básica

Image 1095884400007C8D0000DCDBF886BBD89F508828.emf

Água: uso e conservação	O tratamento da água e sua conservação são essenciais à saúde pública. Uma vez que este recurso natural é um dos mais importantes para a manutenção da vida e se poluído ou contaminado pode provocar sérios agravos à saúde.
Problemas do Espaço Rural: Contaminação dos Recursos Naturais	Os recursos naturais, tais como os alimentos e a água são essenciais à manutenção da saúde humana, entretanto uma vez que estes são contaminados geram prejuízos à saúde da população.
Geografia da População: análises estatísticas do IDH, expectativa de vida, População Economicamente Ativa – PEA	Ao trabalhar questões demográficas é importante que o educador consiga intermediar o conhecimento mostrando aos estudantes como os dados sobre a saúde humana também podem demonstrar faces diversas da qualidade de vida, como os surtos epidêmicos do continente africano.
Espaço Urbano: macrocefalia urbana e saneamento ambiental	A precariedade do saneamento ambiental é um dos principais causadores das doenças que afetam a população, como a dengue e outras doenças que são transmitidas por vetores.
Globalização: a interação entre os povos	A globalização também pode ser considerada um "vetor" para algumas doenças, uma vez que a integração global pode ocasionar a transmissão de epidemias em escala global. Como as epidemias que por meio de viagens internacionais podem ser transmitidas.
Questão Ambiental e os Desafios do Desenvolvimento Sustentável	A questão ambiental de várias regiões do globo terrestre está relacionada à saúde e qualidade de vida da população, por se tratar de um fator determinante na prevenção de doenças.
Climas Terrestres	Os climas de muitas regiões da Terra podem propiciar o surgimento e a manutenção de doenças, como as transmitidas por insetos vetores na região equatorial. As mudanças climáticas e os impactos à saúde também podem ser explorados.
Os Tipos de Relevo e sua relação com a Habitação	A compreensão dos tipos de relevo pode auxiliar na prevenção de mortes e doenças causadas por desmoronamentos e desastres naturais, assim como nas doenças causadas pela contaminação dos solos.
Os Tipos de Vegetação no Mundo	As plantas são essenciais no tratamento das doenças. Muitas apresentam capacidades de cura e devem ser utilizadas pela população.

Fonte: Autores, 2017.

- 24 Atualmente, os espaços de disseminação do saber não conseguem mais negligenciar tantos conteúdos vivenciados no dia a dia dos estudantes. Os conteúdos escolares trabalhados pela Geografia na educação básica são, na grande maioria das vezes, temas oportunos para que se desenvolvam conexões entre as demais ciências ensinadas no Brasil. Devido ao caráter integrador do conhecimento geográfico, é importante que os educadores estejam atentos para as diversas possibilidades de interligação entre o

conhecimento científico oportunizando aos educandos a compreensão da realidade vivida através dos conhecimentos estudados na sala de aula.

Sequência Didática: a urbanização do Município de Olinda-PE e as consequências das transformações socioespaciais para a saúde da população

- 25 Desde que o município de Olinda passou por transformações em seu espaço geográfico, e as áreas urbanas se constituíram como as que são conhecidas hoje, pouco foi desenvolvido com relação ao saneamento ambiental. Mesmo nas obras desenvolvidas pela Companhia de Habitação Brasileira (COHAB) nos anos de 1970, já era possível notar as péssimas condições de estrutura disponíveis para o saneamento ambiental. De acordo com Novaes (1990) a maioria dos conjuntos residenciais que foram construídos não apresentava estrutura de esgotamento sanitário, obrigando as pessoas a persistirem nos riscos ligados a este problema urbano. Boa parte da população do município corre riscos de contrair doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado.
- 26 Partindo dessa problemática do município foi elaborada uma proposta de ação pedagógica em forma de sequência didática buscando refletir sobre os problemas de saúde urbana (Quadro 2). Esta intervenção se fundamentou em dados coletados anteriormente, por meio de pesquisas documentais e do mapeamento das áreas de risco, nos quais se observou os baixos índices de cobertura do saneamento ambiental, constituído pela falta de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, drenagem urbana e o acesso da população ao abastecimento hídrico. As atividades foram realizadas com os estudantes do primeiro ano do ensino médio, com a ajuda e supervisão da professora regente da disciplina de Geografia na escola.

Quadro 2 - Planejamento da Sequência didática

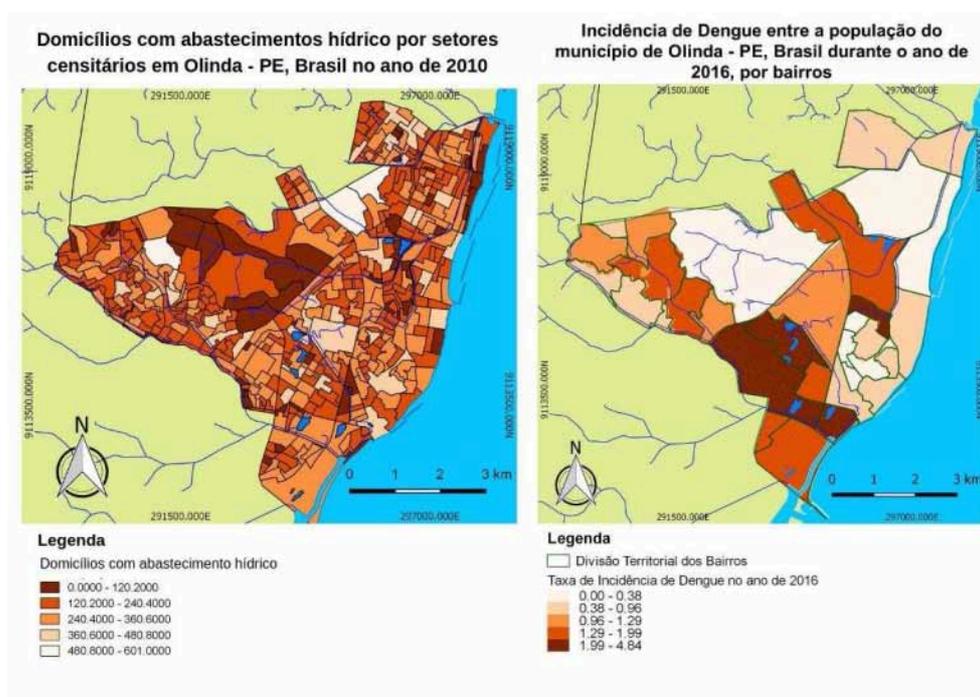
Image 10BE4C98000944B0000EBE89CA25E00A28EF3B6.emf

O Processo de Urbanização e as consequências para a Saúde da população do município de Olinda-PE			
Escola Estadual Guedes Alcforado Disciplina: Geografia Série: 1º ano do Ensino Médio Número de aulas: Três (3) aulas			
Aulas	1	2	3
Tema	O Processo de Urbanização e suas consequências para a Saúde	Os problemas Urbanos no entorno da Escola	As condições de Saúde nos Espaços Visíveis
Objetivos	Compreender o processo de urbanização do município de Olinda-PE, e suas consequências para a saúde da população.	Proporcionar momentos de reflexão sobre o ambiente em que os estudantes vivem, por meio do contato direto e solve o aporte geográfico.	Realizar o levantamento das principais informações e observações da atividade de campo.
Recursos Didáticos	Data show, quadro branco, gráficos, tabelas, mapas.	Ficha com instruções para a atividade de campo e câmeras fotográficas.	Data show e relatórios de campo.
Procedimentos Metodológicos	Foram apresentados os dados de ocorrência das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) no bairro em forma de tabelas e a relação das áreas que apresentam irregularidades no saneamento ambiental. Os estudantes observaram estes dados e depois em conjunto serão interpretados. Em casa, os educandos irão pesquisar sobre a origem e transmissão das doenças debatidas na aula anterior, bem como registrar por fotos as áreas que apresentam possibilidades de contribuir para a ocorrência de doenças e nos dias aulas seguintes serão apresentadas por eles cada uma das doenças e as áreas mais precárias do bairro.	Atividade de Campo a um dos locais registrados pelos estudantes, o Canal da Malária (Largo do Varadouro) para observar na prática os locais com saneamento precário e compreender como a irregularidade no saneamento ambiental afetam as condições de vida da população, contribuindo com as doenças.	Foram discutidos os trabalhos e as questões observadas pelos estudantes durante a atividade de campo, podendo os mesmos apresentar em slide ou apenas comentarem, relacionando com os conteúdos vivenciados em sala de aula.
Avaliação	Participação na aula e realização da pesquisa em casa	Participação na aula de campo.	Relatório com as principais informações e observações da atividade de campo.
Observações	Os estudantes inicialmente buscaram relacionar as condições de saneamento e habitação com a ocorrência de algumas doenças.	Atividade de Campo, em que os estudantes serão capazes de identificar na prática os problemas urbanos.	Nessa atividade, os estudantes deverão expor suas opiniões e relacionar com o que vivenciaram no campo e aprenderam na sala de aula.

Fonte: Autores, 2017

- 27 Seguindo o planejamento definido no Quadro 2, inicialmente realizou-se uma aula dinâmica e integrativa, na qual foram apresentados aos estudantes dados acerca da ocorrência de algumas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) durante os últimos anos no município de Olinda. Estes dados foram coletados através do Sistema de Informações sobre Agravos de Notificação (SINAN), na plataforma Tabnet/DATASUS, e apresentados aos estudantes através de um quadro.
- 28 Para ilustrar a relação entre os fatores urbanos e o adoecimento da população foram apresentados os dados de dengue do município durante o ano de 2016, relacionando-os com a cobertura de abastecimento hídrico, um dos elementos que compõem o saneamento ambiental (Figura 2). A escala de análise foram os setores censitários do IBGE e a divisão territorial em bairros do município, oriundos do Censo de 2010 e o software usado para a construção do mapa foi o Quantum Gis 2.18. Os dados de dengue foram utilizados devido ao elevado número de casos em um período específico, contribuindo para que os estudantes percebam a relação existente entre os dados de saneamento ambiental e as notificações desta doença no Município. Durante a aula também foram expostos os mapas que relacionam a incidência desta doença com o esgotamento sanitário e a coleta de resíduos sólidos no município. Dessa forma, os estudantes observaram que há uma relação direta entre a precariedade no serviço de saneamento ambiental com os casos de dengue ocorridos no município.

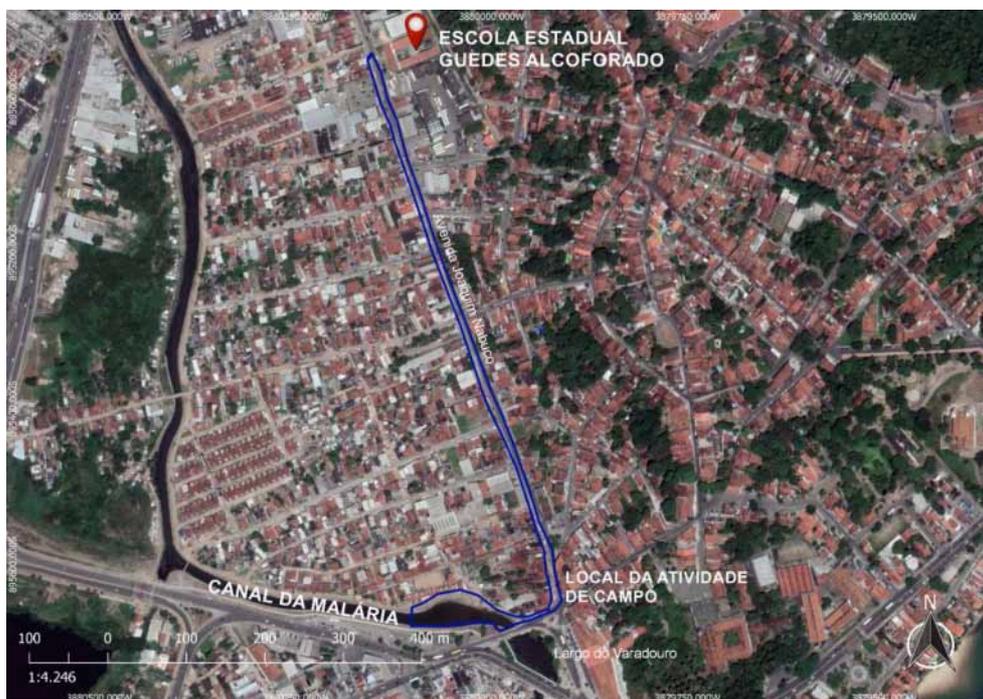
Figura 2 – Domicílios com Abastecimento Hídrico por Setores Censitário de 2010 e Taxa de Incidência dos Casos Notificados de Dengue no ano de 2016, em Olinda, Brasil



Fonte: IBGE, 2010 e Cevao, 2017. Elaborado pelos autores, 2019.

- 29 O saneamento ambiental é um dos principais fatores que definem a qualidade de vida humana num local. Costa et al. (2002) afirma que a saúde da população também depende do saneamento ambiental e do meio ambiente cuidado. Assim, foi elaborada uma aula destacando como ocorreu o processo de urbanização do município e como esse processo acarretou transformações que se perpetuam ainda hoje no espaço ocupado pelos educandos.
- 30 Para que os estudantes percebessem de maneira prática os problemas que a urbanização pode provocar, realizou-se uma observação prática dos problemas encontrados no entorno da escola. Zabala (1998) destaca a importância de atividades dinâmicas e interligadas com o cotidiano dos estudantes no desenvolvimento da aprendizagem. Neste sentido, as experiências dos estudantes relacionadas à falta do saneamento ambiental e dos problemas que o processo de urbanização de algumas áreas pode provocar a população local foi utilizada como base para que se desenvolvessem as atividades planejadas.
- 31 A atividade de campo aconteceu no entorno da escola, cujo objetivo foi relacionar os aspectos de urbanização das cidades com os determinantes de saúde. O roteiro percorrido durante a aula pode ser observado na Figura 3, com o destaque em azul.

Figura 3 – Percurso da Atividade de Campo no Canal da Malária, Olinda – PE, Brasil.



Fonte: Google Earth, 2018. Adaptado

- 32 Durante o percurso observou-se algumas áreas de deposição irregular dos resíduos sólidos (Figura 4). Os estudantes, neste momento, já começaram a perceber que os elementos visualizados naquela paisagem tinham uma relação com o processo de urbanização da cidade, estavam associados à precariedade dos serviços públicos e aos hábitos da própria população local, favorecendo um cenário de degradação ambiental e vulnerabilidade a saúde.

Figura 4 – Deposição irregular de lixo ao longo da Avenida Joaquim Nabuco, Olinda – PE, Brasil.



Fonte: Autores, 2017

- 33 O ápice do trabalho de campo aconteceu na observação e discussão às margens do Canal da Malária (Figura 5). Neste momento, os estudantes observaram a paisagem e levantaram informações com relação ao saneamento ambiental, principalmente sobre despejo de resíduos das casas próximas ao canal e sobre o destino dos efluentes das mesmas residências.

Figura 5 – Observação das Condições ambientais do Canal da Malária



Fonte: Autores, 2017

- 34 A interação e participação dos estudantes na aula de campo, simplesmente por passarem algumas horas fora da rotina escolar foi muito positiva. Cavalcanti (2012), ao abordar a importância dos estudos locais, ligados a vivência dos estudantes, também considera que os trabalhos de campo apresentam importância singular no processo de aprendizagem.
- 35 Nas aulas posteriores foi discutida a relação entre os conteúdos vivenciados em sala, antes e após a atividade de campo. Os estudantes produziram relatos de suas observações e apresentaram, criando um espaço de debate e troca de experiências. Nesses relatos os estudantes foram desafiados a apresentar a relação existente entre o saneamento precário e as doenças presentes no cotidiano deles.
- 36 Por meio das atividades desenvolvidas durante esta sequência didática, os educandos passaram a conceber criticamente a realidade em que estão inseridos, passando a compreender como as condições de saúde, definidas por Guimarães (2015), se materializam no espaço vivido, conforme se percebe nos relatos elaborados pelos estudantes:

O que mais observei durante a aula foi o lixo acumulado em lugares que tinham pessoas vendendo comida, restaurantes e mercados. Esses lugares tinham mal cheiro, bichos nojentos e esgoto passando nas calçadas. Quando cheguei no canal fiquei enjoado com o mal cheiro, tinha um cano de esgoto que estava correndo água suja e fedorenta.

- 37 Como o estudante descreveu, a realidade das condições de habitação no entorno da escola é precária do ponto de vista socioambiental. Existem diversas áreas poluídas, em que praticamente não existe nenhum cuidado com relação ao saneamento, tanto pelo setor público como pelos próprios moradores (Figura 6). Nesta perspectiva, os

estudantes passaram a perceber que os próprios moradores precisam cuidar e evitar a poluição dos espaços onde habitam.

Figura 6 – Estudantes observam resíduos expostos em local inapropriado de maneira irregular



Fonte: Autores, 2017.

- 38 Os estudantes também foram capazes de perceber como as áreas desprovidas do saneamento ambiental impulsionam o surgimento das diversas doenças. Tal fato pode ser compreendido no relato de outro grupo.

Quando chove não tem para onde a água escoar e ele (o Canal da Malária) acaba transbordando e as ruas e as casas ficam totalmente alagadas e após a chuva, por causa do contato com a água várias pessoas ficam com doenças e mesmo sem chover, tem doenças tipo, dengue, leptospirose, zika, etc.

- 39 Os mesmos passaram a observar criticamente as áreas poluídas, identificando que algumas vezes eles próprios, e seus familiares, também contribuem com a poluição. Nesta perspectiva, conforme corrobora Freire (2016) os estudantes passam a ser agentes atuantes no processo de aprendizagem. Um dos grupos destacou que “devemos nos conscientizar e parar de jogar lixo na cidade, para o bem de todos e também do meio ambiente” (Relatório de Campo do Grupo A). O despertar da noção de que todos somos responsáveis pelo cuidado com o espaço em que habitamos é indispensável na formação dos estudantes.
- 40 Além de se perceberem como personagens atuantes nesse processo, eles também foram capazes de identificar que muitas das doenças que chegam até eles passam pela falta de infraestrutura do município. Tal concepção fica clara no que descreveu um dos grupos:

O rio (Canal da Malária) está transmitindo muitas doenças graves que podem até matar. E isso tem que ser resolvido logo. O prefeito tem que tomar certa providência. Não é só chegar na porta de um cidadão e pedir voto, mas sim fazer melhorias para o povo olindense.

- 41 Em consonância com Caiaffa et al (2008), eles perceberam que os cuidados com os espaços públicos dependem do esforço integrado, por parte dos órgãos públicos e da população. Assim, esses estudantes podem ser considerados como disseminadores das informações nas comunidades em que vivem, contribuindo para o cuidado com as áreas precárias em relação à saúde, seja pelo saneamento ambiental, pela poluição ou pela

falta de assistência médica. Esse tipo de intervenção pedagógica é imprescindível para que os educandos sejam capazes de compreender a realidade em que se inserem de maneira crítica, tornando-os capazes de pensar no sentido de questionar os problemas mais simples e os mais complexos do espaço que habitam.

Considerações Finais

- 42 A expansão dos centros urbanos conduziu a caminhos que precisam ser pensados e analisados do ponto de vista socioambiental, considerando a saúde e a qualidade de vida das pessoas. A compreensão dos problemas que acometem a população passa pelo discernimento das questões passíveis de prevenção, do controle das deficiências que esses espaços apresentam e que se concretizam através da falta de cuidado e de atenção por parte das políticas públicas.
- 43 As estratégias utilizadas no ensino de Geografia propostas em forma de sequências didáticas podem servir como uma maneira de proporcionar a sensibilização dos estudantes, com relação aos problemas urbanos e suas consequências na saúde. A aproximação do conhecimento científico com o conhecimento empírico é essencial no ensino de Geografia. Transpor os conhecimentos de maneira a conciliar as experiências dos estudantes, principalmente os relacionados com o bairro e a cidade em que vivem, faz com que o conhecimento geográfico seja mais prazeroso e menos distante da realidade. Sobre essa metodologia, a Geografia escolar se torna uma possibilidade para a promoção da saúde.
- 44 O ensino da Geografia da Saúde na educação básica é uma possibilidade que pretende auxiliar a população por meio dos estudantes na prevenção de doenças. Por meio do contato com informações do cotidiano os educandos compreendem as desigualdades marcantes de sua comunidade. O estudo e análise dos dados estatísticos das doenças no próprio bairro ou cidade ajudam os estudantes a desenvolverem o senso crítico indispensável a todo cidadão que busca construir uma sociedade justa e igualitária.
- 45 Os educadores em Geografia que pretendem trabalhar de forma interdisciplinar com a temática da saúde necessitam estar atentos a realidade socioambiental do espaço escolar que estão inseridos. Os procedimentos pedagógicos apresentados neste trabalho podem ser adaptados a cada realidade espacial e temporal. Sugere-se que temas relacionados aos aspectos políticos também sejam envolvidos no planejamento e na aplicação de futuras práticas, analisando a disponibilidade de serviços públicos como a coleta de resíduos sólidos no município, a organização espacial e a utilização dos sistemas de esgotamento sanitário, bem como a existência e atuação dos sistemas de vigilância sanitária, ambiental e de saúde. Além disso, também é possível o desenvolvimento de parceria com os profissionais dessas áreas, instigando os estudantes a elaborarem propostas de ações voltadas à melhoria da situação estudada.
- 46 Como os temas referentes a Geografia da Saúde não são tão abordados na educação básica, é preciso que os educadores estejam atentos a sempre que considerarem oportuno realizar a relação entre os temas relacionados a saúde e os conteúdos comuns ao ensino geográfico. A experiência ora apresentada não deve ser vista como um fim do processo pedagógico, mas como um meio. É a partir da compreensão das doenças que o ensino de geografia poderá auxiliar na prevenção das mesmas, possibilitando os estudantes de serem agentes transformadores da realidade em que estão inseridos.

- 47 A Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, pelo fomento a pesquisa e realização deste trabalho. Aos estudantes, a equipe gestora e a educadora de Geografia da Escola Estadual Guedes Alcoforado (Olinda-PE, Brasil), que desenvolveram junto com os autores as atividades propostas, contribuindo ativamente para os resultados apresentados neste texto
-

BIBLIOGRAFIA

- Barcellos, C., Buzai, G. D., Handschumacher, P. « Geografia e saúde: o que está em jogo? História, temas e desafios ». *Confins* [Online], n. 37, p. 1-12, 2018. Acesso em 12 de março de 2019. URL: <http://journals.openedition.org/confins/14954>; DOI: 10.4000/confins.14954.
- Braga, R. O. B. A Geografia da Saúde na Geografia Escolar do Ensino Médio, no contexto dos colégios estaduais de Curitiba/Pr: Uma Análise Crítica. Curitiba. 2015. Dissertação de mestrado (Mestrado em Geografia) – Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- Breilh, J. « La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva) ». *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*. v. 31 (supl. 1), pp. 13 – 27, 2013.
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Geografia. Brasília: MEC/SEB, 1998.
- Caiaffa, W. T., Ferreira, F. R., Ferreira, A. D., Oliveira, C. D. L., Camargos, V. P., Proietti, F. A. « Saúde urbana: “a cidade é uma estranha senhora, que hoje sorri e amanhã te devora” ». *Ciência & Saúde Coletiva*, n. 13, pp.1785-1796, 2008.
- Cavalcanti, L. S. A Geografia escolar e a cidade: ensaios sobre o ensino de geografia para a vida urbana cotidiana. 3ª ed. Capinas-SP. Papirus, 2012.
- Costa, A. M.; Pontes, C. A. A.; Melo, C. H.; Lucena, R. C. B.; Gonçalves, F. R.; Galindo, E. F. « Classificação de Doenças Relacionadas a um Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) e os Sistemas de Informações em Saúde no Brasil: Possibilidades e Limitações de Análise Epidemiológica em Saúde Ambiental ». In: *Proceedings of the 28th Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, Cancun – México, 2002.
- Freire, P. Política e educação. São Paulo. Cortez, 1993.
- Freire, P. Pedagogia do Oprimido. 60 ed. São Paulo. Editora Paz e Terra. 2016.
- Gomes, P. C. C. Quadros Geográficos: uma forma de ver, uma forma de pensar. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.
- Guimarães, R. B. « Saúde Urbana: velho tema, novas questões ». *Terra Livre*. São Paulo. N. 17, pp. 155-170, 2001.
- Guimarães, R. B. Saúde: fundamentos de Geografia humana. São Paulo: Editora UNESP, 2015.
- Guimarães, R. B.; Pickenhayn, J. A.; Lima, S. C. Geografia e Saúde: sem fronteiras. Umberlândia – MG. Assis editora. 2014.
-

Junqueira, R. D. « Geografia Médica e Geografia da Saúde ». *HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*. vol. 5, n.8. pp. 1-10, 2009.

Lacoste, Y. *A Geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra*. Tradução de Maria Cecília França. 19 ed. Campinas-SP. Editora Papirus. 2012.

Mendonça, F. « Espaço e Saúde: abordagens, desafios e construção de um grupo de pesquisa em Geografia da Saúde no Brasil ». In: MAGALHÃES, S. C. M.; PEREIRA, M. P. B. (org.) *Pesquisa e Extensão em Geografia da Saúde: entre a teoria e a prática*. Montes Claros: Unimontes, 2017. pp. 105-124.

Mumford, L. « A cidade na história ». São Paulo. Martins Fontes, 1998.

Novaes, F. « Olinda evolução urbana ». Recife. FUNDARPE. 1990.

Santos, M. « Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia ». 6ª ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 2014.

Zabala, A. « A prática educativa: como ensinar ». Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre. Artmed. 1998.

RESUMOS

As áreas da Geografia e da Saúde vêm se aproximando historicamente dando espaço a um campo de natureza interdisciplinar denominado Geografia da Saúde. No entanto, ainda é incipiente a incorporação de temas da saúde no ensino de Geografia, especialmente no nível básico. Partindo dessa premissa, o objetivo deste trabalho foi realizar uma sequência didática que discutisse temas da saúde urbana nas aulas de geografia em uma escola do ensino básico no Município de Olinda, Brasil. Por meio de uma abordagem qualitativa foi desenvolvido um estudo de caso, através da técnica de pesquisa participante. Assim, elaborou-se uma sequência didática que relacionou os conhecimentos geográficos com a problemática da saúde no município. Foram realizadas aulas teóricas, atividades de campo, oficinas de construção de mapas mentais e discussões de avaliação das estratégias de ensino utilizadas. Os resultados evidenciaram que os estudantes foram sensibilizados e estimulados a compreenderem melhor as condições de vida do lugar que habitam e as possibilidades de mudança desse lugar com vistas as ações de promoção à saúde.

Les recherches en Géographie et autour de la Santé connaissent depuis quelques temps un certain rapprochement ayant contribué à la constitution d'un nouveau champ d'étude nommé la Géographie de la santé. Malgré cela, l'assimilation de thèmes autour de la santé dans l'enseignement de la Géographie reste limitée, notamment dans le primaire et secondaire. Partant de ce constat, l'objectif de ces travaux a été de réaliser un projet pédagogique permettant l'introduction et la discussion de thèmes proches de la santé urbaine dans les leçons de géographie d'une école d'enseignement primaire de la ville d'Olinda, Brésil. Une étude de cas a été développée à partir d'une analyse qualitative en utilisant la méthode de recherche participative. Tous ces éléments ont contribué à l'élaboration de ce projet pédagogique mettant en relation connaissances géographiques et diverses problématiques de santé au sein de la ville. Plusieurs activités ont été organisées parmi lesquelles : cours théoriques ; étude de terrain ; officine pour l'élaboration de cartes mentales et enfin plusieurs rencontres d'évaluation des stratégies utilisées. Les résultats ont démontré que les élèves ont été sensibilisés et stimulés afin de mieux comprendre les conditions de vie des lieux qu'ils habitent et les possibilités d'amélioration de ceux-ci à travers des actions de promotion de la santé.

The areas of Geography and Health have been approaching and giving space to a field of interdisciplinary nature called Health Geography. Yet, it is still incipient the insertion of health topics in the teaching of Geography, especially at the basic level. Based on this premise, the work objective was to carry out a didactic sequence that discussed urban health issues in geography classes at a primary school in Olinda city, Brazil. By a qualitative approach, the case study was developed through the participant research technique. Thus, a didactic sequence was elaborate related the geographic knowledge with the problematic of health in the city. Theoretical classes, field activities, mental mapping workshops and evaluation discussions of the teaching strategies used were carried out. The results showed that the students were sensitized and stimulated to better understand the living conditions of the place they inhabit and the possibilities of changing that place with a view to health promotion actions.

ÍNDICE

Mots-clés: Géographie de la santé ; enseignement de la géographie ; santé urbaine ; Olinda – Brésil

Keywords: Health Geography; Geography Teaching; Urban Health; Olinda – Brazil

Palavras-chave: Geografia da Saúde; Ensino de Geografia; Saúde Urbana; Olinda – Brasil

AUTORES

JOSÉ ROBERTO HENRIQUE SOUZA SOARES

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife-PE, Brasil. E-mail:
roberto.henriquesoares@ufpe.br

ANSELMO CÉSAR VASCONCELOS BEZERRA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) – Recife-PE, Brasil. E-mail: anselmo@recife.ifpe.edu.br

Saúde e desastres no Brasil: uma reflexão sobre os aspectos envolvidos em eventos hidrológicos e rompimento de barragens

Santé et catastrophes au Brésil : une réflexion sur les aspects liés aux événements hydrologiques et à la rupture de barrage

Health and disasters in Brazil: a reflection on the aspects involved in hydrological events and dam rupture

Eliane Lima e Silva, Helen Gurgel e Carlos Machado de Freitas

- 1 Desastres são definidos como resultado de eventos adversos, naturais ou tecnológicos, sobre um contexto vulnerável (MATA-LIMA, 2013; NARVAÉZ et al., 2009; BRASIL, 2012). Pode provocar impactos ambientais, econômicos e sociais causando prejuízos às pessoas, ao patrimônio, ao ambiente e aos bens coletivos e individuais além de ampliar a demanda pelos serviços públicos, podendo até superar a sua capacidade de atendimento. A ocorrência e a magnitude desses danos dependerão das condições de vulnerabilidade e da capacidade de resiliência das áreas atingidas que estão, direta e indiretamente, associadas às suas condições sociais, econômicas, políticas, ambientais, climáticas, geográficas e sanitárias (FREITAS et al., 2104; OPAS, 2015).



- 2 Os desastres provocam impactos diretos e indiretos sobre a saúde afetando as pessoas e os serviços do Sistema Único de Saúde – SUS. A vulnerabilidade e a resiliência presentes em uma localidade, determinam a dimensão dos impactos dessas ocorrências sobre as condições ambientais, sociais e econômicas, alterando o cenário de risco. É isso o que afirma uma corrente de pesquisadores que se dedicam a estudar a gestão de risco de desastres e também é o que se apresenta nas agendas que tratam do tema, tanto as internacionais como as governamentais em âmbito nacional (TURNER, 2003; NARVÁEZ et al, 2009; CIURIAN, 2013; FREITAS et al., 2014; BRASIL, 2014).
- 3 A instituição e implementação de políticas públicas podem influenciar na redução do risco de exposição a ameaças em escala nacional, regional ou local, sejam elas de origem natural ou antrópicas. A adoção de medidas que, promovam a melhoria da capacidade de atuação governamental, a redução de vulnerabilidades e a ampliação de resiliência, de forma coletiva ou individual, tanto das pessoas quanto das instituições, é capaz de promover alterações determinantes para as condições de vida da população (NARVÁEZ et al, 2009).
- 4 Ludwig e Mattedi (2016) afirmam que os desastres podem ser considerados uma indicação da forma como se dá o processo de desenvolvimento e estabelecem que quanto maior o impacto deles numa região, menos sustentáveis são as atividades nela desenvolvidas gerando desequilíbrios em diferentes escalas, envolvendo interesses diversos. Rocha Neto e Borges (2011) apontam que alguns aspectos das políticas regionais promovem desigualdades, e que o ordenamento territorial pode ser um instrumento para a sua redução.
- 5 O debate sobre a relação entre desastres e desenvolvimento é amplo, complexo, e controverso e envolve múltiplos fatores onde podem-se incluir as estratégias governamentais quando priorizam investimentos em processos não sustentáveis, com foco no crescimento econômico, pautados pelo discurso do desenvolvimento das finanças do país, deixando em segundo plano, ou até não considerando, as políticas sociais. Isso culmina em influência direta na produção social do risco, na ampliação das desigualdades socioeconômicas resultando no aumento das vulnerabilidades das comunidades e, por consequência, nos impactos dos desastres (FREITAS, et al. 2012).
- 6 Ainda no contexto das escolhas em nome do desenvolvimento, convive-se hoje com os efeitos das mudanças climáticas e ambientais globais, que tem seu agravamento alertado pela comunidade científica e que trazem alterações no comportamento ambiental com a ocorrência de eventos climáticos extremos, com maior registro de ondas de calor, de frio, alterações pluviométricas, seja de excesso ou escassez de chuvas, impactando as condições de vida das pessoas, incluindo aqueles provocados por desastres (GURGEL et al, 2014; FREITAS et al, 2014; OPAS, 2015; MENDONÇA, 2011).
- 7 No Brasil, além das inundações, mais recentemente, o rompimento de barragem de rejeito apresenta-se como um problema que, devido ao processo escolhido no país para a exploração dos recursos minerais, tem sido um fator de risco com potencial de danos irreparável, também distribuído em todo o território nacional.
- 8 A identificação do problema leva à necessidade da tomada de decisão para que ele seja resolvido ou, ao menos, minimizado. As vulnerabilidades socioambientais em conjunto com outros fatores (políticos, culturais, econômicos, tecnológicos e sociais, dentre outras) explicitam a potencial exposição das pessoas aos riscos de desastres e

evidenciam as fragilidades da capacidade da máquina administrativa cumprir seu papel regulamentador e fiscalizador.

- 9 Assim, num contexto heterogêneo como o brasileiro, torna-se complexa a compreensão dos processos que influenciam o cenário de risco e a adoção de medidas para o seu controle. Esse é um desafio que aponta para a necessidade ampliar os investimentos em ações preventivas.
- 10 Apesar de inundações e rompimento de barragens se apresentarem como eventos diferentes quanto ao comportamento da ocorrência, o processo de preparação para resposta a desastres possui um olhar multirrisco e, mesmo eventos de tipologias diferentes possuem muitos aspectos similares e, inclusive, parte dos impactos comuns (NOJI, 2000; NARVÁEZ et al., 2009; BRASIL, 2014).
- 11 Nesse contexto, o objetivo deste texto é refletir sobre as políticas públicas, saúde e a gestão de risco de desastres no Brasil, tendo como casos ilustrativos as inundações associadas a eventos hidrológicos e o desastre da Vale, decorrente do rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, ocorrido em Brumadinho, Minas Gerais.

Aspectos metodológicos

- 12 Trata-se de um estudo descritivo onde, primeiro, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental para identificar os principais fatores que influenciam a ocorrência de desastres, as vulnerabilidades sociais e seus efeitos sobre a saúde das pessoas e sobre os serviços de saúde bem como seu processo de gestão do risco. O referencial teórico foi estabelecido a partir de artigos disponíveis base Web of Science e documentos e publicações de instituições envolvidas na temática gestão de risco de desastres no âmbito das Nações Unidas e em instituições governamentais brasileiras.
- 13 Os dados de desastres naturais foram obtidos a partir dos registros disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID e selecionadas as ocorrências de eventos hidrológicos registrados no período de 1998 e 2018.
- 14 Os dados de barragens são do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, da Agência Nacional das Águas, do ano de 2017, última atualização disponível no sistema.
- 15 As bases de dados foram formatadas conforme objeto de estudo, selecionando as variáveis de interesse e foram manuseadas. Os softwares utilizados para as análises dos eventos hidrológicos e do cenário de barragem foram o Microsoft Office Excel e o Quantum Gis.
- 16 Para a identificação e caracterização de casos para ilustrar os pontos apresentados no trabalho, o foco estabelecido foi ocorrência de inundações no Amazonas em 2012 e do rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG. Essa foi a maior inundação já registrada no Amazonas desde o início do monitoramento desse tipo de ocorrência, em 1902, e o Desastre da Vale foi o evento de maior impacto já registrado no Brasil.

Resultados e discussão

- 17 Eventos com potencial de causar danos combinados com condições de vulnerabilidades e resiliência compõem um cenário de risco. Dentre esses cenários estão aqueles decorrentes de inundações e rompimento de barragens, que podem gerar uma emergência ou até culminar em um desastre. A gestão do risco de desastres envolve a adoção de medidas para redução, prevenção e mitigação dos fatores de riscos que associados às vulnerabilidades e à exposição, observando as características particulares de seus processos de formação, incluindo fatores ambientais, econômicos, culturais e sociais envolvidos na sua concretização (HAINES, 2006; NARVÁEZ et al., 2009; FREITAS et al., 2014; OPAS, 2015).
- 18 Para a análise de vulnerabilidades e resiliência é necessário considerar que múltiplos fatores (nível de exposição, capacidade de resposta, reestruturação, dentre outros) interagem e podem contribuir tanto para ampliá-las quanto para reduzi-las. Para identificar as condições de riscos de uma localidade, levam-se em consideração os aspectos particulares, com características intrínsecas, que não se repetem da mesma forma nos diferentes lugares uma vez que diferentes sistemas apresentam capacidades únicas para lidar com perturbações ou condições de estresse e isso influencia, e é influenciado, por situações de risco (TURNER et al., 2003; CIUREAM, et al, 2013).
- 19 Políticas públicas influenciam o grau de vulnerabilidade e a capacidade de resiliência de uma população ou região. Quando são implementadas de forma desarticulada, fragmentada ou pensadas apenas sob um olhar setorial ou interesses pontuais, podem ampliar as vulnerabilidades locais. Exemplo disso podem ser identificados na definição de políticas econômicas, de saneamento, educação, meio ambiente, uso e ocupação do solo, agricultura, saúde, assistência social, defesa civil, desenvolvimento urbano, transporte, habitação, que se interagem e promovem alterações nas condições de vida das pessoas. (ROCHA NETTO et al., 2011; FREITAS et al., 2014).
- 20 Algumas agendas ou temas perpassam diversas políticas públicas, desde a sua formulação até sua implementação e, por isso, elas deveriam ser planejadas considerando seu caráter multidisciplinar e intersetorial. Dentre essas políticas, em um contexto de desastres, será observado o que dispõe a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, Lei nº 12608/2012, e a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei nº 12334/2010 (BRASIL, 2010; BRASIL, 2012).
- 21 No Brasil, o processo de redemocratização e reestruturação do Estado, em 1988, foi determinante para a reformulação de gestão de políticas públicas, no entanto, a fragmentação e a visão setorial da estrutura administrativa apresentam-se muitas vezes ineficientes e com um alto custo de implementação de ações governamentais (SILVA, 2011). Essa fragmentação político-administrativa amplia a discussão sobre a necessidade de se ampliar as abordagens transversais como mecanismos para interligar os setores na gestão de políticas públicas para garantir melhor articulação das agendas. Observam-se também críticas sobre a temática da transversalidade ter se tornado um conceito-curinga utilizado em âmbito governamental e interinstitucional sem um aspecto concreto para a sua aplicação. Além disso, também é identificada a preocupação de que a transversalidade pode diluir responsabilidades na gestão das políticas públicas setoriais (IPEA, 2009; SANDIM, 2012).

- 22 Isso pode ser identificado quando se analisa os atores envolvidos em políticas públicas de gestão de barragens, por exemplo. Segundo a Agência Nacional das Águas – ANA, na regulamentação legal e considerando os entes da Federação, podem ser identificados 31 órgãos efetivamente fiscalizadores de barragens. Esses órgãos quando somados a outros potencialmente fiscalizadores, resultam em 43 instituições com essa atribuição, levando a uma sobreposição de competências, o que pode gerar conflitos ou vazios na cobertura da fiscalização tornando o trabalho de efetiva fiscalização e de redução do risco dessa atividade apresenta-se um tanto complexa (BRASIL, 2018).
- 23 A Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB foi instituída pela Lei nº 12.334 de 2010, para reservatórios destinados à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, além de criar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (BRASIL, 2010).
- 24 A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDC também inclui como objeto de sua atuação as barragens, no entanto, sua inserção nesse escopo se dá quando o problema já se apresenta como uma emergência iminente ou já efetivada. Ela foi estabelecida pela Lei 12.608, de 2012, com o objetivo de abranger as ações de prevenção, preparação, resposta e recuperação para reduzir o risco de desastre, prestar assistência a populações atingidas, recuperar áreas afetadas, incorporar a redução do risco e as ações de proteção e defesa civil na gestão territorial e planejamento das políticas setoriais. Sua organização se dá por meio do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC, que é constituído por órgãos e entidades da administração pública federal, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e por entidades públicas e privadas, conforme Figura 1 (BRASIL, 2012).

Figura 1. Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil



Fonte: Elaborado pelos autores, com base na Lei 12.608/2012.

- 25 Vale destacar que o Brasil é uma república federativa com um território de 8,5 milhões de km² onde vive uma população estimada (2019) de mais de 209 milhões de habitantes em 5.570 municípios. Articular as agendas setoriais apresenta-se como um desafio aos diversos entes envolvidos na implementação de políticas públicas uma vez que grande parte dessas políticas tem caráter intersetorial ou transversal e há interferências mútuas entre elas, nem sempre positivas (BRASIL, 2014).

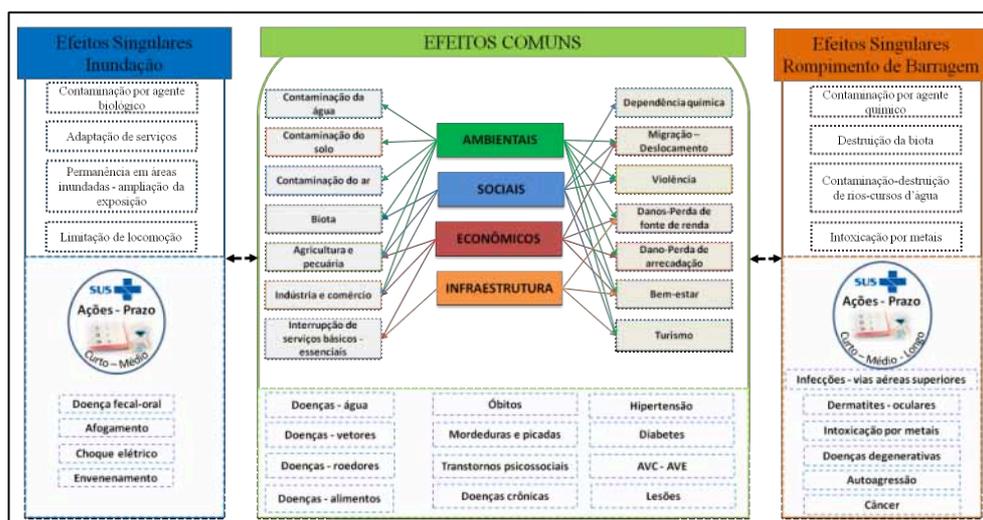
Os efeitos dos desastres sobre a saúde humana e sobre os serviços de saúde

- 26 Os efeitos dos desastres sobre a saúde não se limitam a lesões e traumas. Eles provocam impactos sobre as pessoas, incluindo os profissionais de saúde, e sobre a infraestrutura podendo diminuir a capacidade de atendimento dos serviços de saúde justamente quando há a possibilidade de ampliação da demanda por esses serviços, podendo culminar em uma emergência em saúde pública. A intensidade dos impactos está diretamente relacionada com as características dos eventos e com a situação de vulnerabilidades do território (NOJI, 2000; AHERN et al., 2005; FREITAS et al., 2014).
- 27 Apesar de inundações graduais e rompimento de barragem se apresentarem como eventos totalmente diferentes quanto ao comportamento da ocorrência, uma vez que a primeira é de caráter extensivo e a segunda intensivo, o processo de gestão do risco de desastres possuem aspectos comuns e o estabelecimento de políticas públicas podem influenciar as vulnerabilidades locais e determinar a dimensão dos impactos sobre a vida das pessoas.
- 28 A compreensão dos aspectos em comum e da singularidade dessas duas tipologias de desastres prescinde de observar, no âmbito da saúde, as ações de redução do risco, de resposta à emergência e de recuperação. Isso envolve a organização da atuação em curto, médio e longo prazo (NOJI, 2000; BRASIL, 2014).
- 29 Para a redução do risco, ações preventivas e de preparação do setor saúde são imprescindíveis para dotar os serviços de saúde do conhecimento do cenário de risco, que envolve a identificação das potenciais ameaças, as vulnerabilidades das áreas que podem ser atingidas, os recursos disponíveis para enfrentar a situação no caso da ocorrência do desastre (NOJI, 2000; FREITAS et al., 2014).
- 30 Na atuação de saúde em emergência, algumas estratégias definidas no processo de preparação se aplicam a cenários multirrisco e são relevantes para uma atuação oportuna, independente da tipologia que gerou o desastre (BRASIL, 2014). Esses aspectos comuns envolvem o processo de redução do risco, no desenvolvimento das ações de preparação para a emergência, nos mecanismos de mobilização e funcionamento dos centros de operações de emergência e na definição de estratégias de monitoramento pós-desastre.
- 31 As singularidades dos efeitos de inundações e de rompimento de barragem de rejeito de mineração na saúde advém não do processo de gestão da emergência em si, mas dos efeitos deletérios de cada uma dessas ocorrências uma vez que os dois eventos, guardadas as devidas dimensões, provocam impactos ambientais, sociais, econômicos e sobre a infraestrutura que influenciam as condições de vida e interferem, direta e indiretamente, na situação de saúde, conforme Figura 2. A manifestação desses efeitos vai desde o momento da ocorrência, e apresentam impactos de curto prazo, e podem perdurar ao longo do tempo, com manifestações de médio e longo prazo.
- 32 Em inundações, tanto o movimento de cheia quando o de vazante provocam impactos. Por exemplo, na cheia afogamentos, acidentes com animais peçonhentos, choque elétricos são muito comuns, enquanto na vazante, as doenças diarreicas, dermatológicas e as transmitidas por vetores e roedores apresentam maior possibilidade de ocorrer (FREITAS et al., 2014; BRASIL, 2017). Onde a água se eleva de

forma gradual, as pessoas permanecem nessas áreas alagadas, ampliando a exposição a situação de risco. Os serviços de saúde também são atingidos e, muitas vezes, necessitam adaptarem-se para continuar prestando atendimento à população e desenvolvendo ações para mitigar os impactos à saúde.

- 33 O rompimento de barragem por si só, quando em áreas povoadas, é um risco. Quando a barragem é de rejeito de mineração esse risco é potencializado pois a composição da lama geralmente possui elementos químicos prejudicial ao ambiente e à vida. Além do risco de óbito e trauma, a intoxicação por exposição aguda e crônica aos agentes químicos decorrentes do rejeito é um dos principais impactos esperados nessas situações (FREITAS, et al, 2019). Além disso, a própria destruição deixada pelo rejeito, a contaminação da água, do solo, da biota e a influência que esse tipo de atividade possui sobre a economia do lugar onde está instalado muda de forma significativa a dinâmica local.

Figura 2. Impactos das inundações e rompimento da barragem e sua relação com o risco à saúde.



Elaborado pelos autores baseados em NOJI, 2000; AHERN *et al.*, 2005; BRASIL, 2014; 2019; FREITAS *et al.*, 2014; 2019.

- 34 Em situações de desastres, a definição de que tais doenças ou agravos se manifestam em curto, em médio ou longo prazo é complexa pois muitos são os fatores que determinam ou condicionam a situação de saúde. Em geral, logo após a ocorrência (curto prazo) a preocupação é com o atendimento imediato de traumas físicos, doenças de transmissão hídrica e alimentar, intoxicação aguda por contaminantes químicos e reposição de medicamentos para aqueles que usam de forma contínua (hipertensos, diabéticos, dentre outros) são alguns dos aspectos observados.
- 35 Em médio e longo prazo a tomada de decisão dos entes envolvidos na gestão do risco pós-desastre deve considerar a análise sobre as características do evento (dimensão, área de abrangência, etc.), a situação epidemiológica local e a estrutura da rede de saúde da região atingida. Observa-se ainda o conhecimento sobre as atividades desenvolvidas na área de impacto, a composição do rejeito das barragens, o perfil das áreas inundadas, dentre outros aspectos, para que sejam identificados os riscos adicionais à saúde das pessoas atingidas pelo desastre e que possam ser apresentados subsídios para a adoção de medidas adicionais (FREITAS *et al.*, 2014; OPAS, 2015).

- 36 Cada ocorrência, mesmo que da mesma topologia, é singular, uma vez que o território impactado possui dinâmicas diferentes e isso se constitui em um desafio para a vigilância e atenção à saúde atuar de forma oportuna para promover a redução da exposição e vulnerabilidade da população e dos serviços de saúde.

As políticas públicas que norteiam a atuação do SUS em situações de desastres

- 37 Acordos internacionais no âmbito das Nações Unidas, a exemplo da Convenção de Mudança do Clima, o Marco de Sendai e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) subsidiam a adoção de medidas nacionais para a redução do risco de desastres e o estabelecimento de normativas para a sua regulamentação no país, a exemplo da PNPDC (Lei 12.608/2012) e da Política Nacional de Mudança do Clima (Lei 12.187/2009). No âmbito do SUS, o Decreto nº. 7.616/2011 estabeleceu o que é Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional – ESPIN e inclui a ocorrência de desastres como eventos que pode gerá-la, ampliando o reconhecimento da redução de risco de desastres como uma das funções essenciais de saúde pública, conforme já tinha estabelecido a Organização Pan-americana da Saúde (OPAS, 2002; BRASIL, 2009; 2011; 2012).
- 38 A atuação oportuna em situações de desastres exige um contínuo e permanente trabalho de gestão do risco, que se organiza de forma sistêmica em com ações para a redução do risco, o manejo do desastre e de recuperação, conforme estabelece a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Na etapa de redução do risco, as ações desenvolvidas visam eliminar ou mitigar o risco existente, prevenir os riscos futuros, bem como preparar para a resposta a um desastre. São atividades a serem realizadas antes da ocorrência de um desastre. Todas as áreas que são necessárias na resposta devem se envolver no processo de planejamento e preparação para desenvolver suas ações de forma oportuna (BRASIL, 2012; 2017).
- 39 O modelo de atuação do Sistema Único de Saúde para emergência em saúde pública por desastres também está organizado sob a premissa de gestão do risco (BRASIL, 2014) e essa estratégia visa reduzir ao máximo os impactos de uma emergência por meio de um processo sólido de preparação da estrutura, das equipes e de insumos estratégicos necessários bem como um contexto de resposta à emergência, onde serão executadas aquelas ações preparadas previamente e ainda àquelas que se apresentarem como necessárias com a avaliação da situação ocorrida (Figura 3).

Figura 3. Modelo de Atuação do SUS para emergências e desastres



Fonte: elaborado pelos autores baseado em BRASIL, 2014; NÁRVAEZ & ORTEGA, 2009.

- 40 Nesse contexto, o foco da atuação do SUS em emergências e desastres não se restringe a responder a essas ocorrências, mas, a estabelecer um processo contínuo que inclua ações preventivas, de preparação, resposta e recuperação, envolvendo as esferas nacional, estadual e municipal de gestão.

O cenário de inundações e de barragens no Brasil

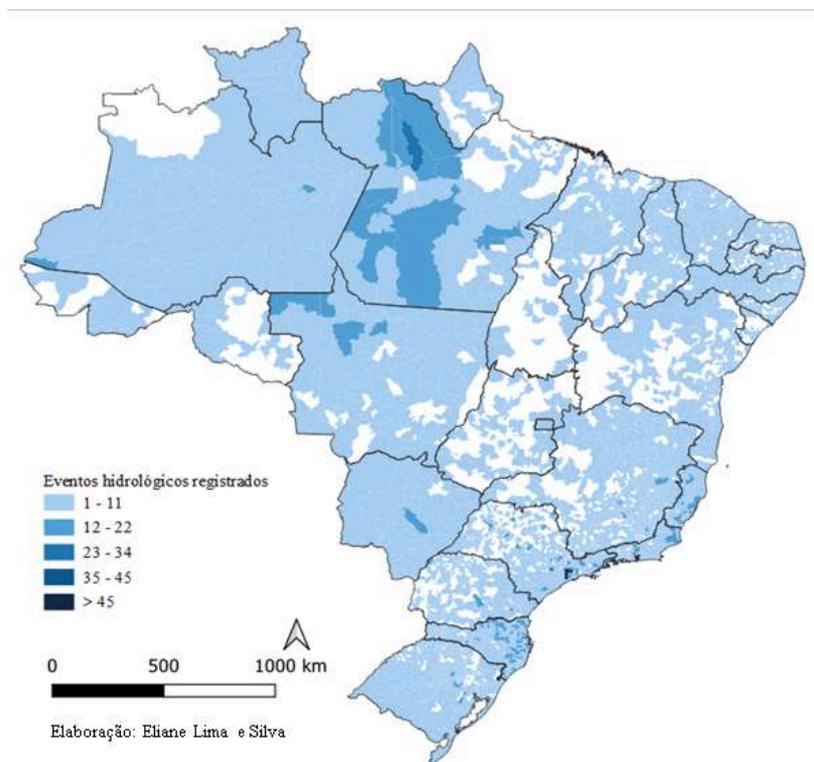
- 41 A Classificação Brasileira de Desastres – Cobrade estabelece que inundações é parte do grupo dos desastres naturais por eventos hidrológicos e são definidas pela submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. Já o rompimento ou colapso de barragem é definido como um desastre relacionado à obra civil do grupo de desastres tecnológicos (BRASIL, 2012).
- 42 Tanto as inundações quanto as barragens estão distribuídas por todo o país. Enquanto a primeira tem baixo potencial para causar óbitos, o mesmo não ocorre com o risco em situação de rompimento de barragens, quando estas possuem população à jusante. A complexidade dos riscos à saúde se ampliam quando se trata de rejeitos de mineração, contendo metais pesados, como foi o caso do Desastre da Samarco, em 2015, e da Vale, em 2019, ambos ocorridos no estado de Minas Gerais.

A distribuição espaço-temporal dos eventos hidrológicos no Brasil

- 43 No Brasil, entre 1998 e 2018 foram registrados 14.531 eventos hidrológicos que atingiram todas as regiões e na sua distribuição espacial o maior número de ocorrência foi no Sudeste (34,18%) e no Sul (32,02%) seguidos do Nordeste (19,92%), Norte (8,52%) e Centro-Oeste (5,36%). Na Figura 4 observa-se que a maior parte dos municípios registrou de 1 a 11 ocorrências (92,3%) e elas se distribuem ao longo de todo o ano

(Figura 5), sendo que o período de dezembro a abril concentra a maior parte delas (BRASIL, 2019).

Figura 4. Distribuição espacial dos registros de inundações no Brasil, 1998 a 2018.



Fonte: Sistema de Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID, 2019

Figura . Distribuição temporal dos registros de inundações no Brasil, 1998 a 2018.

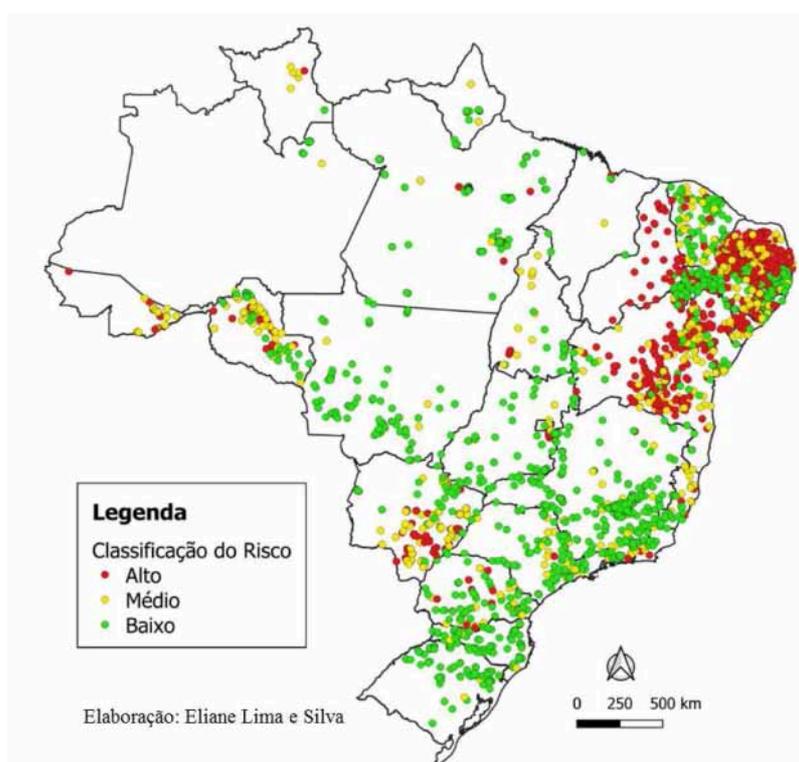


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Sistema integrado de informações sobre desastres - S2ID, 2019.

Perfil das barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

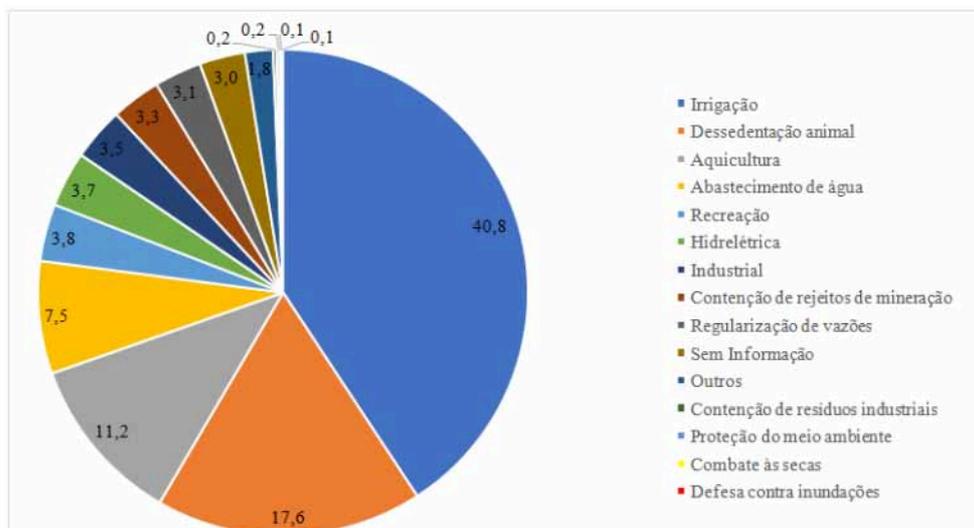
- 44 Barragem é qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas. Podem ter diversos usos, como hidroeétrica, abastecimento, irrigação, contenção de rejeitos, dentre outras. Algumas barragens, em função de sua relevância para a segurança pública é regulada pela Lei Federal nº 12.334 de 20/09/2010 que estabeleceu a Política Nacional de Segurança das Barragens – PNSB (BRASIL, 2010).
- 45 Até 2017 foram cadastradas 24.097 barragens no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, coordenado pela Agência Nacional das Águas – ANA. Distribuem-se por todo o território brasileiro (Figura 6) sendo que na Região Sul localiza-se 47,2% delas, seguidas pelas regiões Sudeste (33,5%), Nordeste (9,91%), Norte (4,8%) e Centro-Oeste (4,4%). A classificação de risco (baixo, médio e alto) que elas representam é estabelecido em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem.
- 46 O grau de risco e potencial de danos associado, em decorrência de rompimento, vazamento, infiltração ou mau funcionamento, dessas barragens são diferenciados a depender do seu uso e quase metade delas é destinada à irrigação (40,8%) seguida por dessedentação animal (17,6%), Aquicultura (11,2%) e 7,5% não tem informação cadastradas no SNISB (Figura 7).

Figura 6. Distribuição espacial das barragens cadastradas no Brasil, classificadas por risco de rompimento.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB/ANA, 2017

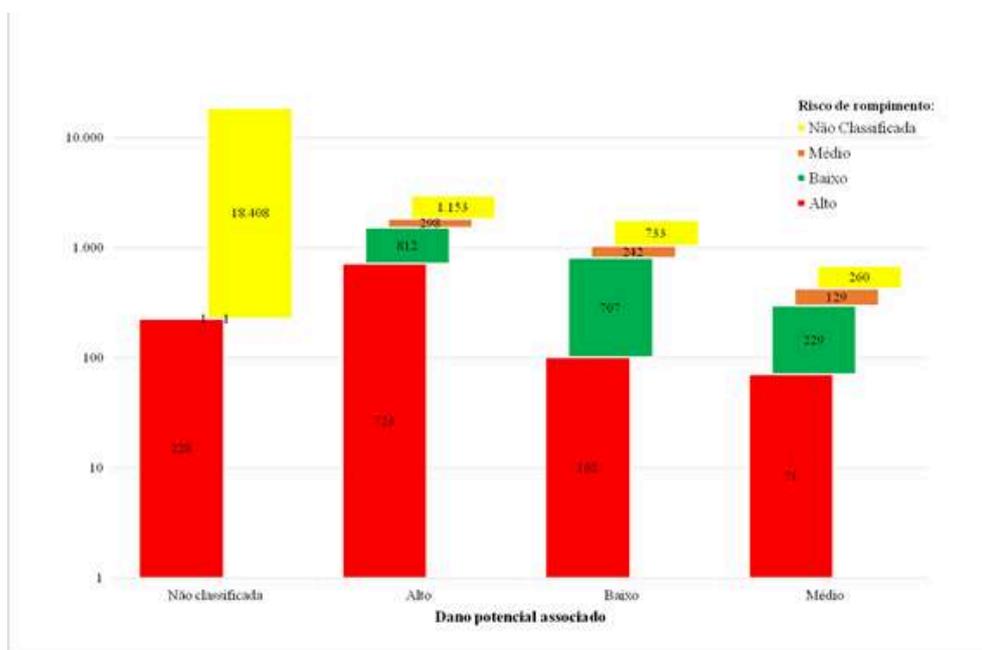
Figura 7. Percentual do tipo de uso das barragens cadastradas no Brasil, 2017



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB/ANA, 2017

- 47 Para a análise do risco que representa uma barragem são considerados, dentre outros aspectos, o risco de colapso da estrutura e o potencial de danos caso isso ocorra, sendo que o impacto causado é inerente à localização desse reservatório, ao seu tamanho e ao que armazena (BRASIL, 2010).
- 48 Na análise dos dados do SNISB, observa-se que 85,3% (20.097) das mais de 24 mil barragens cadastradas não possuem classificação quanto à categoria de risco, 76,39% (18.408) não tem identificação do dano potencial associado e 723 (3% do total) possuem alto risco de rompimento com alto potencial de dano. Fazendo um recorte apenas para a categoria de alto risco identificam-se 1124 barragens, no entanto, 228 delas, mesmo com risco alto de rompimento, não é classificada quanto ao dano potencial, caso rompesse, conforme Figura 8 e Tabela 1. Assim, infere-se que não há conhecimento da real dimensão dos impactos que esse o rompimento dessas barragens poderia causar.

Figura 8. Relação entre o risco de rompimento e dano potencial das barragens cadastradas no Brasil, 2017



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB/ANA, 2017

Tabela 1. Barragens cadastradas em relação ao risco de rompimento e o dano potencial associado no Brasil

Dano Potencial Associado	Risco de Rompimento				Total - Risco
	Alto	Baixo	Médio	Não classificada	
Não classificada	228	1	1	18.408	18.638
Alto	723	812	298	1.153	2.986
Baixo	102	707	242	733	1.784
Médio	71	229	129	260	689
Total - Danos	1.124	1.749	670	20.554	24.097

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB/ANA, 2017

- 49 As barragens destinadas à contenção de rejeito de mineração representam 3,3% do total classificado (790) e a maioria está em Minas Gerais (357), Pará (109), São Paulo (80) e nos demais estados estão menos de 10% delas (Figura 9). Considerando o risco de rompimento, 7 delas apresentam risco alto e destas quatro estão localizadas em Minas Gerais, nos municípios de Itabirito com extração de minério de ferro (1), Ouro Preto (1) e Rio Acima (2).

Figura 9. Distribuição espacial das barragens de rejeito de mineração cadastradas no Brasil, classificadas por risco de rompimento.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB/ANA, 2017

- 50 No universo das barragens cadastradas, mesmo com os desastres recentes no país, a exemplo do rompimento da barragem da Samarco em 2015 e a da Vale em 2019, ambas em Minas Gerais, ainda há ausência de informações sobre a classificação do risco de rompimento e do potencial de danos das barragens e não se conhece o cenário de risco existente no país. Esse é um dos aspectos que sinaliza que a Política Nacional de Segurança de Barragem, apesar de ter sido publicada em 2010, ainda não efetivou a sua implementação já que não conseguiu uma atuação efetiva sequer para o cadastro das barragens, o que leva a deduzir que o trabalho de fiscalização também possui falhas.

Mudança de paradigma na gestão de risco de desastres

- 51 Tanto quanto se analisa o contexto das inundações quanto do risco de rompimento de barragens no Brasil, fica evidente a necessidade de efetiva mudança na gestão de risco de desastres para que se passe de uma atuação reativa e de resposta a emergências para uma atuação preventiva e de redução do risco.
- 52 No âmbito da regulamentação legal essa abordagem com foco em ações preventivas pode ser identificada tanto na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil quanto na de Segurança de Barragem, no entanto, pouco se observa em ações efetivas que não sejam de manejo da emergência.
- 53 Apresenta-se como urgente a priorização de uma agenda de redução do risco, que envolve necessariamente medidas preventivas por meio de uma perspectiva prospectiva e não apenas reativa. A proteção da vida das pessoas e a melhoria das condições de vida no país ficam cada vez mais complexas, caso não haja uma iminente

mudança de paradigma dos gestores públicos, da sociedade e dos empreendedores na busca por proteção social em harmonia com a busca por desenvolvimento econômico.

- 54 Os Quadros 1 e 2 trazem suas situações que devem ser consideradas para a definição das estratégias de gestão do risco de desastres no Brasil. O primeiro apresenta um cenário comum no contexto brasileiro, em especial na região Norte, que são as inundações graduais quando aborda o caso do Amazonas. O segundo discorre sobre o rompimento da barragem da Vale, em Brumadinho. Os dois contextos apresentam impactos diversos, inclusive sobre a saúde das pessoas e sobre os serviços de saúde e levam a reflexão de que é possível reduzir riscos atuando proativamente ou ao menos reduzir danos, quando da resposta.

Quadro 1. Inundações em Manaus



Quadro 2. Rompimento da barragem da Vale em Brumadinho, Minas Gerais – 2019

<p>Em 25/1/2019 ocorreu o Desastre da Vale a partir do rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG, que lançou 13 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração causando impactos inenunciáveis à vida das pessoas, 223 óbitos e 70 pessoas desaparecidas, conforme dados da Defesa Civil de Minas Gerais (05/04/19). Os danos ambientais, econômicos e sociais são de difícil mensuração e não podem ser calculados em valor monetário.</p> <p>A lama chegou ao Rio Paraopeba e seguiu o seu curso atingindo 18 municípios em MG alcançando o Rio São Francisco. Esse foi um dos desastres mais letais dos últimos 80 anos e o maior acidente de trabalho já registrado no Brasil. Ocorrências como essa amplia a discussão sobre o modelo obsoleto de extração de minérios praticados no Brasil que, apesar do custo mais baixo de operação, possui altos custos ambientais e sociais (FREITAS, 2019).</p> <p>Além da perda da qualidade de vida, do emprego, da renda e da identidade local, os impactos diretos e indiretos sobre a saúde da população envolvem pressão psicológica, a contaminação química e biológica da água, alimentos e solo; a alteração no ciclo dos vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças; ampliação dos fatores e formas de exposição ambiental dentre outros aspectos que amplia o risco de adoecimento da população e sobrecarrega a rede de saúde local-regional.</p> <p>A análise da lama, segundo a Vale, identificou 15 metais em sua composição química sendo alguns deles carcinogênicos e neurotóxicos. A intoxicação por metais causa impactos de curto, médio e longo prazo e os sinais e sintomas se apresentam conforme o nível de exposição e são influenciados ainda por características individuais da pessoa exposta, o que exige um monitoramento de longo prazo.</p> <p>Ressalta-se que no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS, além da vigilância em saúde, dos primeiros socorros, resgate das vítimas e tratamento, a saúde mental é um dos principais aspectos a serem observados em desastres dessa natureza e essa foi uma das linhas de atendimento oferecidas pela Secretaria de Saúde, ampliando a disponibilidades de práticas integrativas e complementares como a terapia de florais, reiki, massagens, dentre outras, buscando reduzir o stress pós-traumático do desastre. Essa tem sido uma ação prioritizada no SUS em situações de alto impacto psicossocial.</p>	<p>Figura 12. Municípios diretamente atingidos pela contaminação da água no Desastre da Vale</p> 
<p>Desafios para a saúde:</p> <p>A análise contínua do perfil epidemiológico é um dos processos necessários para a identificação de mudança no comportamento de saúde da população das áreas atingidas pelo Desastre da Vale. Isso subsidia a tomada de decisão da Secretaria de Saúde sobre em que segmento é necessário reforçar a capacidade de atendimento. Além do atendimento à população, estabelecer uma estratégia de preparação para resposta à emergência tem sido um dos pontos amplamente discutidos nessa agenda. No cenário de risco de rompimento de barragem que se apresenta hoje no Brasil, especialmente em MG, dotar as secretarias de saúde da capacidade necessária para atuar de forma oportuna em desastres amplia a capacidade de pronta-resposta e de gestão da emergência. Infelizmente, pouco se observa de mudança nesse cenário de risco uma vez que as práticas permanecem as mesmas. Logo, no âmbito da saúde, a organização pode fazer a diferença para reduzir o impacto dessas ocorrências, desde as ações de socorro até o acompanhamento de longo prazo.</p>	<p>Figura 13. Ações de resgate e atendimento às vítimas</p>  <p>Fonte: Record, 25/1/19</p>

Considerações finais

- 55 Os impactos causados por desastres são inerentes à sua tipologia e magnitude bem como ao grau de vulnerabilidade da área atingida e sua a capacidade de resiliência. Guha-Sapir & Chenchchi (2018) apontam que altos índices de mortalidade indicam a gravidade de um desastre, mas também podem indicar inadequações prejudiciais no esforço de socorro e nas desigualdades subjacentes na população afetada. Então, cabe refletir sobre quais as lições aprendidas com essas experiências e o que esses eventos evidenciam.
- 56 O Brasil tem investido políticas de Estado com estratégias de longo prazo, com previsão de continuidade além de um período de governo, dotada de estrutura de governança para gestão do risco de desastres?
- 57 O que se observa é que desastres se tornaram parte da rotina do país e, em alguns discursos, observa-se até a sua naturalização, ao mesmo tempo em que os mais graves são tratados como excepcionalidades, imprevisíveis. A ocupação desordenada do solo, o processo de desenvolvimento que não prioriza a sustentabilidade, a desarticulação na formulação e implementação de políticas públicas ou a sua ingerência, o planejamento de curto prazo que prioriza ações pontuais em detrimento de ações estruturais, a tomada de decisão com base em interesses de determinados seguimentos em detrimento do bem comum, dentre outros aspectos, contribuem para uma atuação fragmentada e por vezes sobreposta, pautada em ações de socorro quando o problema já está posto.
- 58 Inundações graduais e rompimento de barragens geram impactos diversos, no entanto, as medidas preventivas não fogem ao comum: conhecer o cenário de risco, as vulnerabilidades, as capacidades instaladas, os danos potenciais e, a partir daí, adotar medidas de redução do risco envolvendo todos os atores com atribuições legais nessa temática e a comunidade.

- 59 O cenário de risco de desastres que hoje se apresenta no Brasil precisa ser analisado com responsabilidade e a intervenção preventiva nos fatores que o compõem ser encarado como prioridade na agenda governamental, com a adoção de sérias medidas para a redução dos riscos dessas ocorrências e do agravamento das consequências pelas ausências de planos de preparação e resposta.
- 60 Há imensos desafios para a redução dos riscos destes tipos de desastres no país, envolvendo de início a reformulação da situação atual dos modelos de compreensão e governança dos riscos, com o fortalecimento dos órgãos governamentais (com recursos humanos, técnicos e financeiros necessários) e ampliação da participação da sociedade por meio das representações das comunidades expostas e afetadas, incluindo organizações não governamentais e instituições de ensino e pesquisa.
- 61 Essa reorganização envolvendo diferentes atores deve ser acompanhada de processos de redução da fragmentação e sobreposição das atribuições e responsabilidades. Ao mesmo tempo é necessário o investimento nos processos de prevenção prospectivos (riscos futuros), envolvendo desde o planejamento territorial sobre o uso e ocupação do solo até a supressão e/ou remodelagem de barragens com tecnologias obsoletas por novas barragens com tecnologias mais seguras.
- 62 Além disso, a existência de planos de preparação e resposta para desastres são necessários em todos os municípios expostos aos riscos de desastres, tanto naturais quanto tecnológicos, não podendo se limitar apenas ao cumprimento burocrático de legislações e destituídos de sistemas de alerta e alarme que efetivamente contribuam para salvar vidas. Isso exige fortalecer as capacidades de preparação e resposta dos municípios vulneráveis aos riscos de inundações e rompimentos de barragens de rejeitos da mineração, acoplado a iniciativas que garantam a recuperação dos ecossistemas atingidos, bem como da saúde dos trabalhadores e populações expostas, além de processos de reconstrução das condições de vida para e com as pessoas que sofrem os impactos desses desastres.
- 63 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Assim como dos projetos JEAI-GITES e LMI-Sentinela, realizados em parceria entre a Universidade de Brasília (UnB), o Institut de Recherche pour le Développement (IRD) e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).
-

BIBLIOGRAFIA

AHERN, Mike et al. Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*, v. 27, n. 1, p. 36-46, 2005.

BITTENCOURT, Maria Mercedes; AMADIO, Sidinéia Aparecida. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazonica*, v. 37, n. 2, p. 303-308, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNUMC. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm

BRASIL. Decreto nº 7.616, de 17 de novembro de 2011. Dispõe sobre a declaração de Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional - ESPIN e institui a Força Nacional do Sistema Único de Saúde - FN-SUS. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7616.htm

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil/l12608.htm.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Plano de Resposta às Emergências em Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 44 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de preparação e resposta à emergência em saúde pública por inundação. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 56 p. Disponível em http://bvsm.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_preparacao_respostas_emergencia_saude_publica_inundacao.pdf

BRASIL. Agência Nacional das Águas (Brasil). Relatório de segurança de barragens 2017/Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2018. 81 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Agência Nacional das Águas. Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, 2017. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Sistema integrado de informações sobre desastres (S2ID), 2019. Disponível em: <http://www.s2id.mi.gov.br>.

CIUREAN, Roxana L.; SCHRÖTER, Dagmar; GLADE, Thomas. Conceptual frameworks of vulnerability assessments for natural disasters reduction. In: Approaches to disaster management examining the implications of hazards, emergencies and disasters. InTech, 2013.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. Relatório da Cheia 2012 - Amazonas. Disponível em https://www.cprm.gov.br/sace/rehi/manaus/rel_final_2012.pdf.

FREITAS, C. M. et al. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. v. 17, n. 6, 2012.

FREITAS, C.M. et al. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, p. e00052519, 2019.

FREITAS, C.M. et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, vol.19, n.9, 2014.

FREITAS, C.M. Para aprender com Brumadinho. 2019. *Jornal O Globo* (31/01/2019). Disponível em <http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/informe/site/materia/detalhe/45371>.

- GUHA-SAPIR, Debarati; CHECCHI, Francesco. Science and politics of disaster death tolls. 2018.
- Gurgel HC, Barcellos C, Silva DRX. Desastres climáticos e saúde humana: riscos e vulnerabilidades. In: Mendonça FA. (Org.). Riscos climáticos: vulnerabilidades e resiliência associados. Jundiaí (SP): Paço Editorial; 2014. p. 293-317
- HAINES, Andy et al. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public Health*, v. 120, n. 7, p. 585-596, 2006.
- IPEA. Avanços e Desafios da Transversalidade nas Políticas Públicas Federais Voltadas para Minorias. In: IPEA. Brasil em Desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas, v. 3. Brasília: Ipea, 2009, p. 779-795.
- LUDWIG, Leandro; MATTEDI, Marcos Antônio. Dos desastres do desenvolvimento ao desenvolvimento dos desastres: a expressão territorial da vulnerabilidade. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, v. 39, 2016.
- MATA-LIMA, H. et al. Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença?. *Ambiente & Sociedade*, v. 16, n. 3, 2013.
- MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. *Revista da ANPEGE*, v. 7, n. 01, p. 111-118, 2011.
- NARVÁEZ, L.; Lavell, A.; Ortega, G. P. La Gestión del Riesgo de Desastres: Un enfoque basado en procesos. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009.
- NOJI, Eric K. Impacto de los Desastres en la Salud Pública. Bogotá, Colombia: Organización Panamericana de la Salud, OPS-OMS, p. 14, 2000.
- OPAS. La Salud Pública en las Américas – Nuevos Conceptos, Análisis del Desempeño, Bases para la Acción. Washington DC: OPAS. 2002
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Saúde. Desastres Naturais e Saúde no Brasil. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde (Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde, 2), 2015. 56p.
- ROCHA NETO, João Mendes da; BORGES, Djalma Freire. As assimetrias entre as políticas setoriais e a política de planejamento regional no Brasil. *Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 6, p. 1639-1654, 2011.
- SANDIM, T. Mudanças recentes no programa travessia: a intersectorialidade tem se fortalecido?. 2012. Dissertação (Mestrado em Administração Pública). Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2012.
- SILVA, Tatiana Dias. Gestão da transversalidade em políticas públicas. Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração (ENANPAD). Rio de Janeiro, v. 131, 2011.
- TURNER, Billie L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 14, p. 8074-8079, 2003.

RESUMOS

Desastres associados às inundações e ao rompimento de barragens provocam impactos diretos e indiretos sobre a saúde e seus danos dependem da vulnerabilidade e resiliência presentes nas áreas atingidas. Nesse trabalho, refletimos sobre as políticas públicas setoriais envolvidas na gestão de risco de desastres no Brasil, tendo como casos ilustrativos as inundações e o desastre da Vale, decorrente do rompimento de barragem de rejeito de minério em Brumadinho/MG. Para

isso, foi realizado levantamento bibliográfico e documental além da análise de dados da ocorrência de inundações e do registro de barragens no Brasil. Constata-se que esses são problemas recorrentes no país e se distribuem por todo o território nacional e que, apesar de contar com políticas públicas específicas, estas não foram de fato implementadas o que coloca em risco boa parte da população do país. Percebe-se que os desastres se tornaram parte da rotina do país e, em alguns discursos, observa-se até a sua naturalização, ao mesmo tempo em que os mais graves são tratados como excecionalidades ou imprevisíveis. Quando analisado o cenário brasileiro de inundações e de barragens fica evidente a não priorização de ações preventivas e a adoção de abordagens reativas parece ser parte da estratégia de manejo de emergências. É evidente a necessidade de reorganização da gestão de desastres, envolvendo seus diferentes atores, no intuito de estabelecer processos que reduzam a fragmentação e sobreposição de ações. Nesse contexto, a existência de planos de preparação e resposta para desastres são necessários em todos os municípios de risco, não podendo se limitar ao processo burocrático de legislações e destituído de sistemas de alerta e alarme que efetivamente contribuam para salvar vidas.

Les catastrophes associées aux inondations et aux ruptures de barrages entraînent des impacts directs et indirects sur la santé et leurs dommages dépendent de la vulnérabilité et des résiliences présentes dans les zones touchées. Dans cet article, nous réfléchissons aux politiques publiques sectorielles impliquées dans la gestion des risques de catastrophe au Brésil, comme illustré par les inondations et la catastrophe en raison de la rupture du barrage de résidus miniers à Brumadinho-MG. Pour cela, une étude bibliographique et documentaire a été réalisée en plus de l'analyse des données sur l'occurrence d'inondations et l'enregistrement des barrages au Brésil. Ces problèmes sont récurrents dans le pays et sont répartis dans l'ensemble du pays. Malgré l'adoption de politiques publiques spécifiques, elles n'ont pas encore été appliquées, ce qui met en danger une grande partie de la population du pays. On constate que les catastrophes font désormais partie de la routine du pays et que, dans certains discours, elles sont observées jusqu'à leur naturalisation, alors que les plus graves sont traités comme exceptionnels ou imprévisibles. Lors de l'analyse du scénario brésilien d'inondations et de barrages, il est évident que la non-priorisation des actions préventives et l'adoption d'approches réactives semblent faire partie de la stratégie de gestion des urgences. Il est évident qu'il est nécessaire de réorganiser la gestion des catastrophes en impliquant ses différents auteurs afin de mettre en place des processus permettant de réduire la fragmentation et le chevauchement des actions. Dans ce contexte, des plans de préparation aux catastrophes et d'intervention en cas de catastrophe sont nécessaires dans toutes les municipalités à risque et ne peuvent se limiter au processus bureaucratique législatif et dépourvus de systèmes d'alerte et d'alarme contribuant efficacement à sauver des vies.

Disasters associated with floods and dam ruptures cause direct and indirect impacts on health and their damages depend on the vulnerability and resilience present in the affected areas. In this paper, we reflect on the sectoral public policies involved in disaster risk management in Brazil, as illustrated by the floods due to the rupture of ore tailings dam at Brumadinho-MG. For this, a bibliographical and documentary survey was carried out in addition to the analysis of data on the occurrence of floods and the registration of dams in Brazil. These are recurrent problems in the country and are distributed throughout the country and, despite having specific public policies, these have not actually been implemented, which puts a large part of the country's population at risk. It can be seen that disasters have become part of the routine of the country and, in some discourses, it is observed until their naturalization, while the most serious are treated as exceptional or unforeseeable. When analysing the Brazilian scenario of floods and dams, it is evident the non-prioritization of preventive actions and the adoption of reactive approaches seems to be part of the strategy of emergency management. It is evident the need to reorganize disaster management, involving its different authors, in order to establish processes

that reduce the fragmentation and overlapping of actions. In this context, disaster preparedness and response plans are needed in all municipalities at risk, and cannot be limited to the bureaucratic process of legislation and devoid of warning and alarm systems that effectively contribute to saving lives.

ÍNDICE

Palavras-chave: Desastres, Saúde Pública, gestão de risco, geografia da saúde

Keywords: Disasters, Public Health, Risk Management, Health Geography

Mots-clés: Catastrophe, santé publique, gestion des risques, géographie de la santé

Índice geográfico: Brasil

AUTORES

ELIANE LIMA E SILVA

Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília (UnB). E-mail: elianelima26@gmail.com

HELEN GURGEL

Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília (UnB). E-mail: helengurgel@unb.br

CARLOS MACHADO DE FREITAS

Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (CEPEDES), Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ); E-mail: carlosmf@ensp.fiocruz.br.

Trabalhar na interface: coprodução de conhecimento entre cientistas e gestores públicos na saúde ambiental. O programa Vigiagua como estudo de caso em Santarém/PA

Interface Work: coproducing knowledge among scientists and public managers in environmental health. The Vigiagua program as a case study in Santarém / PA

Travailler à l'interface : coproduction de connaissances entre scientifiques et gestionnaires publics en santé environnementale. Le programme Vigiagua en tant qu'étude de cas à Santarém / PA

Louise Cavalcante e Stéphanie Nasuti

- 1 Os modos de pensar e fazer ciência evoluíram nas últimas décadas, notadamente no que diz respeito à relação ao envolvimento de atores extra científicos. Diversos fenômenos contribuíram para a evolução na busca de novos modelos. A partir dos anos 1960, a crise ambiental suscitou a ideia de que novas posturas e estratégias epistemológicas eram necessárias para lidar com a complexidade da questão ambiental, exigindo a integração disciplinar para trazer uma visão holística sobre este



tema (Ercumen; Gruber; Colford, 2014). Ao mesmo tempo, novas reflexões estavam se consolidando sobre a atuação do pesquisador frente aos desafios da sociedade, questionando as relações entre a ciência, a sociedade e a tomada de decisão, e as responsabilidades suscetíveis de serem assumidas por cada um destes atores nos processos de pesquisa (Hegger et al., 2012; Lengwiler, 2008).

- 2 Nessa perspectiva, o presente trabalho parte do princípio de que a pesquisa científica dispõe de conhecimentos que poderiam ser colocados a serviço dos gestores públicos, e se propõe a debater as modalidades desta colaboração. Esse tipo de conhecimento é chamado na literatura de “conhecimento usável” (do inglês *usable knowledge*), ou seja, é o conhecimento produzido diretamente para a concepção de uma política ou para a solução de um problema público (Dilling; Lemos, 2011).
- 3 Pensar na produção de um ‘conhecimento útil’ para a tomada de decisão implica em pensar em processos específicos, envolvendo as partes interessadas na produção deste conhecimento. Nesta perspectiva, esta pesquisa propõe debater o potencial de uma metodologia participativa, chamada trabalho de fronteira, para mediar um potencial processo de coprodução de conhecimento entre pesquisadores e gestores públicos municipais. O estudo de caso foi localizado em uma região rural do município de Santarém-Pará, o Lago Grande do Curuai (LGC), e a qualidade da água foi o parâmetro usado para estimular as discussões entre os acadêmicos e os tomadores de decisão.
- 4 Essa escolha se justifica pelo fato da região Norte do Brasil ter o pior índice de acesso aos serviços de saneamento básico entre as cinco regiões do país. Com relação à água tratada, o município de Santarém aparece na sexta posição entre os dez piores municípios, com um indicador de apenas 45,34% de água tratada (Oliveira; Scazufca; Pires, 2017). O estado do Pará apresentou, em 2013, uma proporção de internação por doenças relacionadas com a água acima da média nacional (8,68% vs. 3,2%) e gastos para cuidar dos pacientes quatro vezes maiores do que a média nacional (4,32% vs. 0,99%) (Paiva; Souza, 2018). A região Norte do Brasil também é uma das que apresenta menores níveis de renda média e escolaridade em relação às demais regiões.
- 5 É importante lembrar que as internações por doenças de veiculação hídrica (DDVH) estão associadas às condições de saneamento básico, escolaridade e cobertura por serviços de atenção básica. Os benefícios do investimento em saneamento para a saúde pública são bem consolidados na literatura, estudos comprovam que a ampliação da infraestrutura sanitária é uma solução capaz de diminuir a mortalidade infantil (Teixeira; Pungirum, 2005). As doenças relacionadas com a falta de saneamento adequado (DRSAI) representam custos altos para o SUS (FUNASA, 2010) e que a deficiência no abastecimento de água tratada está fortemente associada ao aumento das DDVH nas populações (Ercumen; Gruber; Colford, 2014). Diante desse contexto, é importante que sejam discutidos os meios de prevenção dessas doenças a nível local, pois elas representam altos custos para o Estado brasileiro, além de riscos graves para a população mais vulnerável, cujo acesso aos serviços básicos de saúde é limitado. Na região Norte, há ainda o agravante de que as pessoas enfermas precisam muitas vezes se deslocar de barco até a unidade de saúde mais próxima.
- 6 Apesar da falta de infraestrutura física de saneamento básico nessa região, existem políticas públicas que preveem ações para assegurar o direito à água de qualidade e apoiar na prevenção de ocorrência das DDVHs. Destaca-se o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua). Ele está inserido no Sistema Único de Saúde (SUS), no âmbito da vigilância em saúde ambiental, e atua em

todo Brasil com o objetivo de verificar se a água consumida pela população atende a norma de potabilidade estabelecida pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS Nº5/2017 (Portaria de Potabilidade) e pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Brasil, 2016). A implementação do programa foi pensada para oferecer aos gestores locais condições de identificar e avaliar os fatores de risco à saúde associados às fontes de abastecimento de água, de modo que possam ser adotadas ações preventivas e corretivas antes que se apresentem problemas de saúde pública para a população. Isso mostra que a análise dos dados históricos das amostras de água é considerada como uma ação importante para a prevenção de riscos e a possibilidade de desenvolver ações de vigilância.

- 7 Na região deste estudo de caso, o LGC, a problemática da qualidade da água foi abordada no âmbito de diversos projetos de pesquisa desde 1995. O LGC se insere na micro bacia do Tapajós, e é uma das muitas regiões de várzea que podem ser observadas ao longo da macro bacia do Rio Amazonas. Por sua representatividade das demais várzeas observadas ao longo do curso do Rio, essa região foi escolhida pelos pesquisadores. A grande maioria dos projetos de pesquisa ali desenvolvidos tinham como objetivo a coleta de dados biofísicos para gerar conhecimento sobre biodiversidade aquática e terrestre e sua dinâmica. Como parte da metodologia de campo havia coleta regular de amostras de água: duas vezes ao ano, no período de cheia dos rios (meses de março a junho) e no período de seca dos rios (setembro a novembro). O último projeto de pesquisa, nomeado Clim-Fabiam, trouxe pela primeira vez um componente social aos projetos na região, instigado pelos moradores locais, e em especial os Agentes Comunitários de Saúde (ACS), que passaram a se questionar sobre o estado da água consumida por eles.
- 8 O que pode levar uma população a duvidar da qualidade da sua água? Como o fato de ter pesquisadores que coletam dados na região há 20 anos pode contribuir para o problema? Para pensar esta interface, optou-se por levar esta pesquisa ao nível da gestão pública municipal. A implementação do programa Vigiagua a nível local é parte das estratégias do Estado para garantir água de qualidade à população e, com isso, prevenir DDVHs. Usando esses elementos, esta pesquisa responde a seguinte pergunta: Como poderia se dar o processo de coprodução de conhecimento entre os pesquisadores e alguns gestores locais da cidade de Santarém? Para refletir sobre o processo, foi usada a abordagem do trabalho de fronteira, com a premissa que o conhecimento deve ser útil tanto para a gestão pública quanto para os pesquisadores.
- 9 Assim, parte-se do princípio de que, na interface entre ciência e política, o conhecimento é simultaneamente produzido de maneira fluida e dinâmica (Tuinstra, 2008). É esse fluxo entre os dois lados que é chamado de ‘trabalho de fronteira’, segundo o modelo proposto pelo sociólogo Thomas Gieryn (1983). Essa prática é um mecanismo que permite criar ‘fronteiras’ permeáveis de conhecimento entre o que é reconhecido como ciência e o que não é reconhecido como ciência (Jasanoff, 1987). Com isso, a permeabilidade das fronteiras na construção do conhecimento é considerada como parte de um processo que envolve diferentes partes interessadas, que levam consigo suas características intrínsecas, influenciam e são influenciadas umas pelas outras.
- 10 De forma concreta, nesta pesquisa, de um lado encontra-se os pesquisadores¹ e do outro lado, os gestores públicos, aqui entendidos como todos os entrevistados que trabalham nas secretarias visitadas, independentemente da hierarquia no cargo. Um outro grupo que teve um papel chave na pesquisa foram os ACS, atores com papel híbrido, que ora

assumem o papel de morador da comunidade e ora o de representante do Estado. Para fins metodológicos, eles também são considerados como parte dos gestores públicos.

- 11 O artigo propõe duas abordagens, uma de caráter analítico e outra de caráter metodológico. A primeira discute sobre as oportunidades de cooperação entre pesquisadores e gestores públicos para gestão da qualidade da água no contexto desse município. A segunda propõe uma metodologia para operacionalizar processos de coprodução que envolvam pesquisadores e gestores.

A coprodução como abordagem normativa e metodológica

- 12 A definição de 'coprodução de conhecimento' varia entre os autores, mas a essência é a mesma: o engajamento de atores extra científicos na produção de conhecimento. A definição usada neste trabalho é "o processo colaborativo de reunir uma pluralidade de fontes e tipos de conhecimento para abordar um problema definido e construir uma compreensão integrada para o entendimento e solução desse problema" (Armitage et al., 2011, p. 996, tradução nossa).
- 13 As justificativas para o envolvimento de atores extra científicos no processo de produção de conhecimento respondem a vários tipos de preocupações. A principais dizem respeito à necessidade de restaurar a confiança do público em geral na ciência; resolver problemas ambientais complexos e estender o princípio da democracia à produção de conhecimento (Bäckstrand, 2003). Balazs e Morello-Frosch (2013) apresentam exemplos concretos de como atores extra científicos contribuíram para o rigor, relevância e alcance do conhecimento científico. Para Van der Hel (2016), existem três lógicas distintas para a prática de coprodução de conhecimento: i) a primeira, a lógica da responsabilização como uma forma de aumentar a responsabilidade científica para com a sociedade; ii) a segunda, a lógica do impacto para assegurar a implementação do conhecimento científico na sociedade; e iii) a terceira, a lógica da humildade, para incluir o conhecimento, perspectivas e experiências de atores fora do ambiente acadêmico na produção do conhecimento científico.
- 14 Outra justificativa é que, por meio da coprodução, é possível produzir um conhecimento passível de uso por gestores públicos em seu cotidiano de trabalho. É diante dessa premissa que emerge a noção de 'ciência usável', citada anteriormente, para definir o conhecimento produzido diretamente para a concepção de uma política ou para a solução de um problema público (Dilling; Lemos, 2011). A 'usabilidade' da informação varia de acordo com cada área de conhecimento, pois depende de vários fatores, como, recursos humanos e financeiros, apoio organizacional, institucional e oportunidade política. Cabe mencionar que este termo, 'usável', ainda não tem uma tradução institucionalizada em português, utilizando-se assim uma tradução livre a partir do termo inglês *-usability*. No entanto, não se adequa ao padrão culto da língua portuguesa; além disso transmite uma ideia de um conhecimento descartável. Por esse motivo optou-se, neste artigo, por usar a tradução como 'conhecimento útil'.
- 15 A coprodução de conhecimento deve também ser entendida como um processo colaborativo, respondendo por várias denominações: como pesquisa interativa (Lemos; Morehouse, 2005), ciência cívica (Bäckstrand, 2003; Clark; Illman, 2001), ciência comunitária (Carr, 2004), conferência de consenso (Chopyak; Levesque, 2002),

transdisciplinaridade (Mitcham; Frodeman, 2003), produção de conhecimento conjunta (Hegger et al., 2012), e pesquisa participativa (Lengwiler, 2008). O diferencial da abordagem usada nesta pesquisa e em outras (Van der Hel, 2016; Balarz; Morello Frosch, 2013; Lemos; Morehouse, 2005; Clark; Illman, 2001; Carr, 2004) é o ato intencional de reunir e engajar os gestores públicos e pesquisadores na produção de conhecimento, desafiando as diferenças próprias a cada universo.

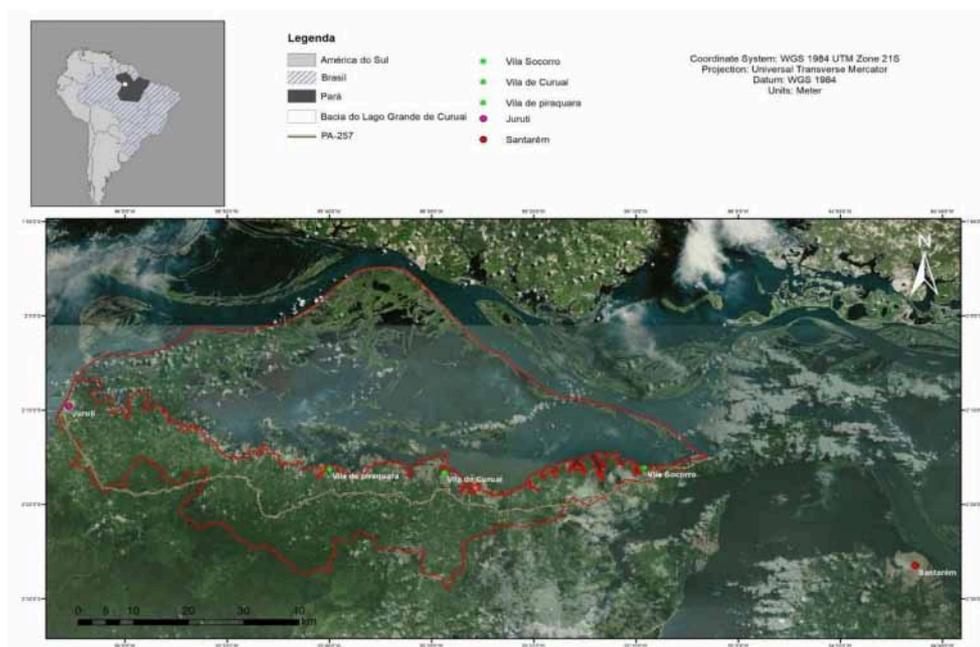
- 16 Assim, como diferenças, além dos atores envolvidos, vale lembrar que os espaços de debate, os métodos, as linguagens e os horizontes temporais de atuação são distintos. Um universo é orientado pela busca do conhecimento, da verdade, com base em premissas de neutralidade e de objetividade, o outro pela acumulação e distribuição do poder (Leimona et al., 2015; Yarime, 2012; Edelenbos et al., 2011). Contudo, apesar de ciência e política constituírem universos diferentes, baseados em estruturas de governança distintas e muitas vezes com interesses políticos diferentes, a combinação dos dois mundos em processos participativos envolvendo tomadas de decisões é considerada positiva. Em uma meta-análise de 239 estudos de caso, Beierle (2002) concluiu que na maioria deles os gestores tomaram melhores decisões ao serem apoiados por informações científicas, contribuindo com novas informações, ideias e utilizando recursos técnicos em seus processos decisórios.
- 17 O trabalho de fronteira é comumente mediado por 'pessoas de fronteira' (Cash et al., 2003), 'organizações de fronteira' (Parker; Crona, 2012) e 'organizações ponte' (Hahn et al., 2006). Esses indivíduos, grupos ou organizações, que devem ser percebidos como neutros e confiáveis pelas partes envolvidas no processo (Berkes, 2009), têm a função-chave de pedir colaboração em assuntos de interesse comum, criar espaços para aprendizado interinstitucional, construir confiança e resolver conflitos (Berkers, 2009; Guston, 2001).
- 18 O papel dos mediadores do trabalho de fronteira tem três objetivos principais: facilitar a colaboração entre cientistas e não-cientistas, organizar o papel das instituições durante a condução do trabalho e garantir a geração de 'objetos de fronteira' (Guston, 2001). Tais 'objetos', produto do trabalho de fronteira, são, por exemplo, relatórios, projetos, mapas, indicadores. Esses produtos devem responder ao desafio de manter a identidade comum entre as partes, e ser ao mesmo tempo robusto, porém bastante flexíveis para se adaptar às necessidades das partes interessadas (Cash et al., 2003).

Metodologia

Área de Estudo

- 19 O município de Santarém, situado na região Norte do Brasil, na mesorregião do Baixo Amazonas, é o centro polarizador da região oeste do Pará. A zona rural é delimitada por oito distritos, entre eles o distrito do Lago Grande que é um projeto de assentamento agroextrativista (PAE) criado em 2005 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).
- 20 No PAE Lago Grande, existem cerca de 140 comunidades, nas quais residem cerca de 30 mil pessoas (Folhes; Aguiar; Junior, 2012) e por ser situado em área de várzea, as comunidades do PAE ficam relativamente isoladas da área urbana do município (Error: Reference source not found).

Figura 1: Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Percurso metodológico

- 21 O passo inicial foi verificar a relevância da abordagem do trabalho de fronteira nesse contexto, onde, de um lado existem os dados de parâmetros de qualidade da água coletados pelos pesquisadores, e do outro, a implementação do programa Vigiagua na região rural de Santarém. A pesquisa foi conduzida em três etapas: na primeira, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre as políticas públicas e programas do Brasil que lidam com a qualidade da água e com doenças de veiculação hídrica no âmbito local.
- 22 A segunda etapa foi de coleta de dados primários e secundários. A coleta de dados primários contou com duas visitas à cidade de Santarém e à região rural do LGC: na primeira, em abril de 2016, foram feitos os contatos iniciais com gestores públicos da Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA), da Divisão de Vigilância Sanitária do Município de Santarém (DIVISA) e da Secretaria de Saúde Pública do Pará (SESPA) para apresentar informações sobre o projeto e sondar o interesse nesta pesquisa. Os primeiros contatos com a região rural foram realizados no mesmo período, com o objetivo de conhecer a dinâmica socioambiental do local de estudo. A segunda visita de campo ocorreu em setembro de 2016, nesta ocasião foram entrevistados oito ACS das três comunidades citadas, as entrevistas foram feitas em campo, com duração de aproximadamente uma hora e as respostas foram anotadas pela entrevistadora. As entrevistas conduzidas com os ACS tinham o objetivo de conhecer sua rotina de trabalho, suas percepções sobre o ambiente local e sobre as enfermidades mais comuns na região. A escolha de entrevistar os ACS foi devido ao vínculo que compartilham no que diz respeito ao campo das políticas públicas (do Estado brasileiro) e ao campo dos usuários (da comunidade). Os ACS são capazes de transformar e adaptar as práticas relacionadas com a saúde, levar e trazer informações, realizando uma conexão entre o Estado e a

sociedade de maneira dinâmica (Lotta, 2014). Foram também entrevistados sete gestores de três secretarias - SEMSA, DIVISA e SESPA - localizadas na área urbana de Santarém. Algumas entrevistas duraram cerca de 40 minutos e outras menos, devido ao tempo limitado dos entrevistados e as respostas também foram anotadas. O objetivo dessas entrevistas foi conhecer a rotina dos gestores públicos que trabalham na implementação de políticas públicas relacionadas com a qualidade da água e com as doenças de veiculação hídrica. As perguntas também buscavam entender quais dados e informações deveriam ser acessados para conduzir o trabalho e tomar decisões, quais as informações de que os gestores públicos sentem falta e o que eles gostariam de obter de pesquisadores. Nessa ocasião, também foi disponibilizado por um dos entrevistados, alguns dados do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) das três comunidades estudadas.

- 23 Além das entrevistas com os gestores, foram entrevistados quatro pesquisadores que já trabalhavam na região nos projetos citados anteriormente, com o objetivo de levantar quais tipos de dados e informações eles coletavam na região e quais tipos de informações eles gostariam de obter dos gestores públicos para apoiar suas análises.
- 24 A coleta de dados secundários foi feita por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Esse sistema é o principal instrumento para o monitoramento e avaliação dos indicadores do programa Vigiagua.
- 25 A terceira etapa da pesquisa foi a sistematização e análise das entrevistas realizadas em campo, que foram anotadas e organizadas por temas: rotina de trabalho, dados e informações usadas no cotidiano de trabalho, percepções sobre o meio ambiente local, doenças de veiculação e qualidade da água na região. Nesta etapa os dados secundários do SISAGUA foram analisados e também foi feita a compilação dos dados do SIAB.

Resultados

O potencial de coprodução de conhecimento entre gestores e pesquisadores

- 26 O programa Vigiagua reúne um conjunto de princípios, ações e responsabilidades compartilhadas entre o Ministério da Saúde, Secretarias Estaduais e Secretarias Municipais. Segundo a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem, o plano de amostragem básico deve ocorrer mensalmente nos três tipos de abastecimento de água (Sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA); Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC); Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI)) (Brasil, 2016).
- 27 Na Vila Socorro o microssistema de abastecimento (SAA) localiza-se dentro da área da escola municipal, como mostra a Figura . Segundo os moradores, a parte superior da caixa é aberta, diante disso, fezes de aves e morcegos, bem como poeira e outros dejetos acabam se depositando na caixa d'água. Quando os moradores da comunidade não têm acesso à água do microssistema, eles pegam água de poços comunitários, como esse apresentado na Figura ou dos igarapés (Figura) e armazenam em caixas d'água no domicílio (Figura).

Figura 2- Microsistema de abastecimento em Vila Socorro.



Fonte: Cavalcante, L.

Figura 3 - Poço comunitário nas comunidades. Pesquisador coletando água (outubro de 2016).



Fonte: Cavalcante, L.

Figura 4 – Igarapé em uma das comunidades visitadas. Pesquisador coletando água (outubro de 2016).



Fonte: Cavalcante, L.

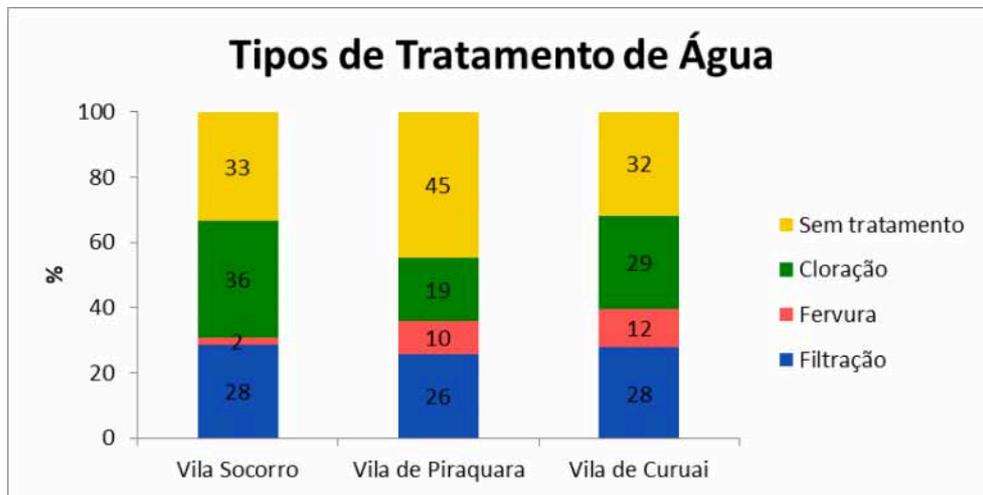
Figura 5 - Armazenamento de água na casa de uma família na Vila Socorro



Fonte: Cavalcante, L.

- 28 Constatou-se que existem problemas no abastecimento de água nos dois sistemas mais utilizados nas vilas. No primeiro (SAA), a água fornecida pela rede pública também tem qualidade duvidosa. No segundo (SAC), a água coletada dos poços e igarapés não é armazenada em reservatórios não devidamente limpos ou vedados (BRASIL, 2014). Essas evidências representam apenas parte da dimensão dos problemas relacionados à água que é consumida pela população, uma vez que na região não existe saneamento básico.
- 29 No quesito tratamento de água, a maioria da água consumida não passa por nenhum tipo de tratamento, como pode ser visto no Gráfico. Em média, 36% da água consumida é ingerida sem tratamentos adequados. A cloração e filtração são feitas em 28% dos casos e fervura em 8% dos casos.

Gráfico 1 - Tipos de tratamento de água declarados pelos ACS.



Fonte: Dados do Sistema de Informação da Atenção Básica disponibilizados pela SEMSA. Elaborado pelas autoras.

- 30 Quando não há tratamento com cloro nos sistemas de abastecimento, a secretaria de saúde do município busca, por meio dos ACS e postos de saúde, distribuir e orientar os moradores sobre o uso do produto químico hipoclorito de sódio para tratamento caseiro da água. No entanto, não se pode afirmar que a população de fato utiliza este produto. Segundo os agentes de saúde, é comum que os moradores não usem essa solução como deveriam, como relata um dos entrevistados: “[eu] procuro orientar sobre uso do hipoclorito na água, pois a maioria das pessoas não sabe usar”, “Alguns jogam o hipoclorito no poço”, “usam até para lavar roupa”. Outro entrevistado relatou que “[o morador] faz cara feia quando falo sobre uso do hipoclorito. Assim, na percepção de outro entrevistado “a maioria das doenças de veiculação hídrica acontece por falta de cuidado da família”. Por outro lado, foi dito que alguns os moradores relatam desconforto com o produto, alegando que causa dor de estômago.
- 31 Quando perguntado aos gestores sobre qual o percentual que as DDVH representam, em relação à outras doenças da comunidade, 40% responderam que elas representam 30% do total de doenças da região. Não houve consenso com relação a percepção sobre em que época do ano há a maior incidência das DDVH, 45% disseram que é entre épocas de transição, na vazante na enchente, segundo eles porque “a sujeira que estava no solo fica na água” (Tabela 1).

Tabela 1- Percepção sobre as DDVH na região

Percepção sobre a incidência de DDVH a depender da estação (N=11)			Percepção sobre o percentual de DDVH em comparação com outras doenças (N=10)		
Estação	N	N%	Porcentagem	N	N%
Vazante e Enchente	5	45%	50%	3	30%
Cheia	3	27%	40%	2	20%
Seca	1	9%	30%	4	40%
Vazante	1	9%	20%	0	0%
Enchente	1	9%	10%	1	10%

Fonte: Entrevistas realizadas em campo.

- 32 O número de amostragens que devem ser realizadas no programa Vigiagua é determinado com base na população do município. No caso de Santarém, mensalmente deveriam ser realizadas 53 amostragens de água com o objetivo de avaliar os parâmetros básicos: coliformes totais (*E. coli*), turbidez, cloro residual livre e flúor. Após a coleta e análise desses parâmetros, os dados devem ser inseridos no SISAGUA e usado pelos gestores para identificar locais suscetíveis a doenças.
- 33 De maneira geral, não existem dados de parâmetros básicos de qualidade da água no SISAGUA como mostra a Tabela 2. Dos quatro parâmetros obrigatórios, o de coliformes totais foi o único analisado. O seu quantitativo mínimo de amostras é 420 por ano, sendo que em um único ano, em 2014, foram feitas 461 amostras, 41 além do previsto (109,76% do mínimo de amostras). Enquanto não foram feitas análises nos anos de 2015, 2016 e 2018. No ano de 2017, foram feitas apenas 10 análises (2,38% do mínimo de amostras). Enquanto outros parâmetros não foram avaliados.

Tabela 2- Cumprimento da diretriz nacional do plano de amostragem – Parâmetros básico. Abrangência: Santarém – PA

Parâmetros	Quantitativo Mínimo de Análises	Número de amostras analisadas e percentual de cumprimento da diretriz nacional do plano de amostragem					Total no período
		Anual	2014	2015	2016	2017	
Turbidez	420	-	-	-	-	-	-
Coliformes totais/<i>E. coli</i>	420	461 (109,76%)	-	-	10 (2,38%)	-	471 (22,43%)
Fluoreto	156	-	-	-	-	-	-
Residual Desinfetante	420	-	-	-	-	-	-

Fonte: Tabela elaborada pelas autoras, com base dos dados do SISAGUA <http://sisagua.saude.gov.br/sisagua/login.jsf> acessado em 07/mai/2018.

- 34 Esses dados do sistema corroboram as informações relatadas durante as entrevistas com os gestores. Segundo um entrevistado da SESPA, “o Vigiagua só está 20% implementado nesta região”. Foram apontadas dificuldades no transporte de material, onde os meios disponíveis são inadequados em relação à distância e às condições de acesso às cidades. Um dos entrevistados relatou “para a amostra de água chegar a tempo de fazer as análises laboratoriais, teríamos que trazer a amostra de água de Novo Progresso de

avião”, o município está localizado a 783km de Santarém. Ao nível municipal, o entrevistado também relatou as dificuldades técnicas laboratoriais e a falta de transporte para realização das coletas de amostras de água no município de Santarém (como buscar ilustrar a Figura).

- 35 A falta de infraestrutura física, laboratórios e equipamentos, para a execução efetiva do programa foi outro gargalo apontado pelos entrevistados, tanto para realização das coletas de amostras de água, como para sua análise. Em contraponto, durante as entrevistas, mostramos uma fotografia da estrutura laboratorial móvel usada pelos pesquisadores dos projetos acima citados (Figura). A resposta, inesperada, foi que “*esse laboratório é mais equipado do que os laboratórios disponíveis*” para eles.

Figura 6- Memorando interno da DIVISA solicitando transporte para coletas de água.

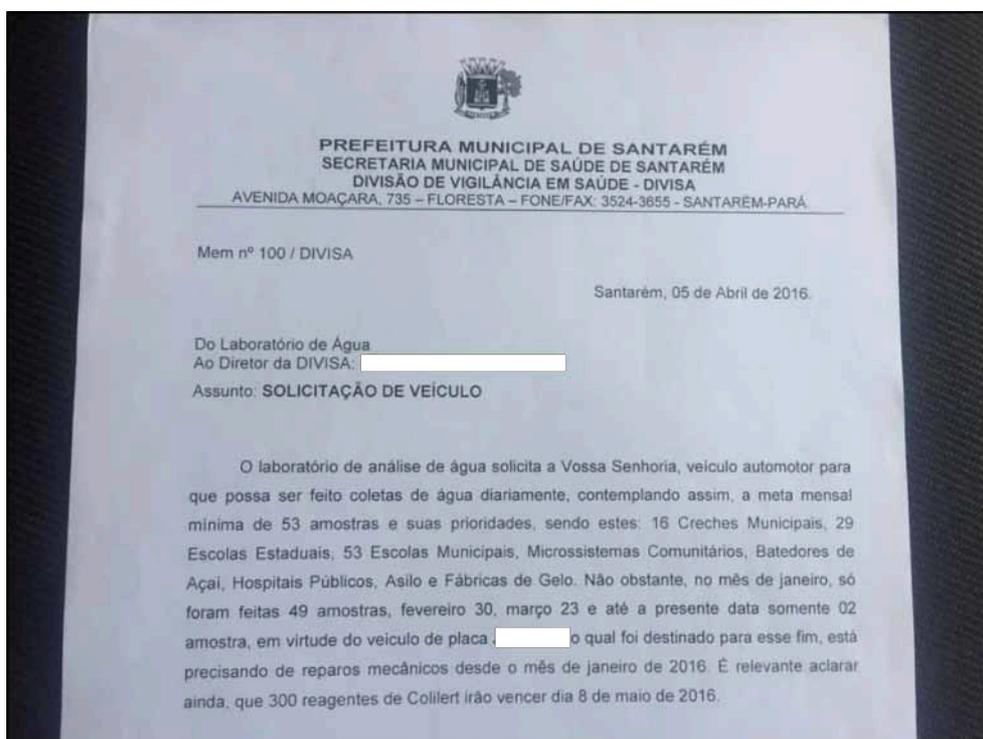
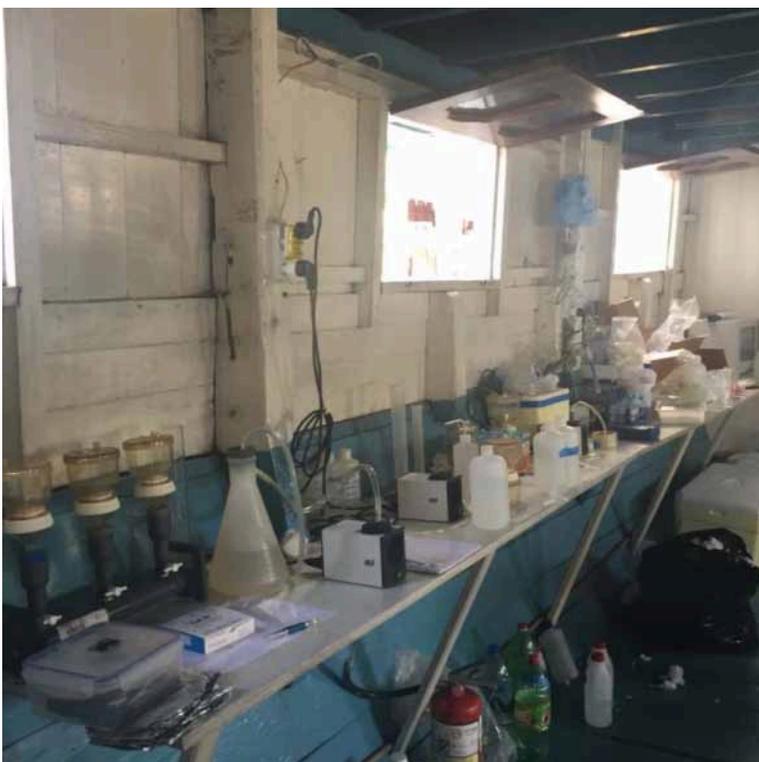


Figura 7 - Laboratório usado pelos pesquisadores para análise das amostras coletadas em campo.



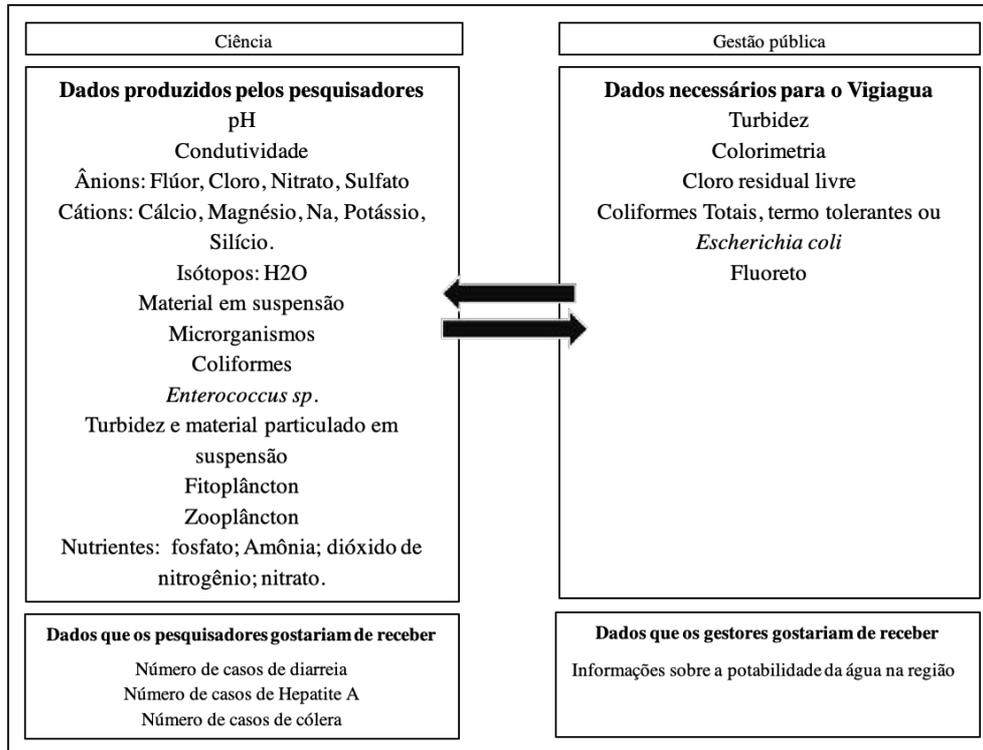
Fonte: Cavalcante, L.

- 36 Mais do que apontar para as condições limitadas das quais dispõem os técnicos e gestores, os resultados ainda almejam mostrar que existem dados coletados pelos pesquisadores que não são coletados no âmbito local e que poderiam apoiar os gestores públicos na implementação do programa Vigiagua. O Quadro 1 apresenta, de um lado, os parâmetros de água que são coletados pelos pesquisadores e, de outro lado, os parâmetros necessários para a implementação do Vigiagua a nível local. Em contraponto, existem dados produzidos pela gestão local que são de interesse dos pesquisadores, particularmente, os dados relativos à incidência de doenças de veiculação hídrica que poderiam, por exemplo, apoiar um estudo sobre a correlação da qualidade da água e a incidência dessas doenças.
- 37 Esta percepção, aparentemente trivial, de análise do que já vem sendo produzido e quais são as lacunas, constitui o passo inicial do trabalho de coprodução de conhecimento que utiliza a abordagem do trabalho de fronteira. Esse passo é importante para que se avalie o que já vem sendo produzido pelas partes interessadas para que não seja proposta a produção de informações já passíveis de serem acessadas com os dados já existentes. Neste caso, foi confirmado a existência de informações de interesse mútuo dos pesquisados e dos gestores. Diante desta constatação, foi elaborado o Quadro 1, para ilustrar um potencial processo de troca de informações entre os dois grupos.
- 38 Os dados produzidos pelos pesquisadores têm potencial para gerar informações sobre a origem antrópica da contaminação da água, tanto na área de várzea, como em poços, tornando possível descobrir as fontes responsáveis pela difusão de doenças de veiculação hídrica. No entanto, os pesquisadores não o fazem, pois extrapola os objetivos e as demandas do projeto de pesquisa. Por outro lado, estes dados seriam

relevantes para os gestores, ao permitir identificar o tipo de contaminação para a priorização de ações na esfera territorial.

- 39 Um estudo em potencial seria sobre a incidência de veiculação hídrica na região a depender da época do ano, cheia ou seca. Este tipo de informação poderia apoiar os gestores públicos a se anteverem a esses problemas, aproveitando para fazer campanhas educativas para sensibilizar os moradores a usarem o hipoclorito de maneira correta e a tomarem os cuidados necessários com a água antes de consumir.

Quadro 1 – Modelo de Fluxograma proposto para troca de informações relevantes entre os gestores públicos e os pesquisadores sobre a região Rural de Santarém.



Fonte: Elaborado pelas autoras

A análise do processo de coprodução de conhecimento

- 40 A metodologia do trabalho de fronteira foi testada neste estudo de caso, na região de Santarém, como mecanismo institucional para analisar as oportunidades de coprodução de conhecimento entre gestores públicos e pesquisadores. A princípio, pensava-se que o processo de coprodução estaria completo após esse mapeamento e troca de informações. No entanto, foi visto que apesar dessa abordagem ser relevante neste contexto acadêmico-institucional, foi percebido que o trabalho empreendido constituía apenas o início do processo. De fato, o processo prático de engajamento entre atores tradicionalmente separados em instituições distintas é desafiador, requerendo engajamento de médio e longo prazo, assim como o envolvimento prático e ideológico dos atores. Vimos que o processo conduzido nesta pesquisa foi curto e pontual comparado ao que pode ser considerado como um verdadeiro processo de coprodução.

- 41 O processo precisa ser de médio e longo prazo, neste caso, existem algumas limitações para que as interações entre o grupo de pesquisadores e os gestores municipais sejam mais constantes. A primeira delas é a distância geográfica entre os pesquisadores e os gestores locais: os projetos de pesquisa se caracterizam por colaborações entre parceiros distantes entre si, e muitas vezes distantes do “campo de pesquisa”, como foi o caso nos projetos de pesquisa citados, onde os pesquisadores estavam baseados em Brasília-DF ou na França. Esta constatação aponta também para a necessidade de envolvimento de instituições locais de pesquisa, que tenham capacidade para construir uma relação não intermitente, baseada num conhecimento da realidade regional e de fácil mobilização.
- 42 A falta de neutralidade do agente de fronteira é outro ponto que limitou o processo. A justo título, a pesquisadora não é vista como um ator neutro pelos participantes da pesquisa porque, de fato, representa um dos lados. Como visto na teoria, a neutralidade impacta a relação de confiança que deve existir em processos de coprodução. Assim, não se pode esperar que estudantes ou pesquisadores atuem, ou sejam reconhecidos, como agentes de fronteira.
- 43 Durante as atividades de campo, foi possível perceber que os gestores públicos e os comunitários da região amazônica não confiam nos pesquisadores: muitos têm experiências para contar em que se sentiram enganados pela falta de restituição dos resultados de pesquisas. É comum também a afirmação que os pesquisadores vão até as comunidades e nunca mais voltam. Isso contribui para alimentar “lendas” entre as pessoas da comunidade: um dos ACS entrevistados revelou que certos moradores acreditam que os pesquisadores vão até a Amazônia para roubar a água deles e vender fora. Na ocasião, e na tentativa de desmistificar esse pensamento, a pesquisadora levou o entrevistado até o barco para mostrar o laboratório e as atividades que eram feitas.
- 44 Assim, apesar do interesse compartilhado por ambos os lados no tema da qualidade da água, e no potencial interesse mútuo na troca de informações, as estruturas institucionais limitam essa experiência porque a ciência e as políticas públicas diferem em seus prazos, epistemologias, objetivos, metodologias, atores envolvidos, linguagens, horizontes de atuação e critérios para julgar a qualidade do conhecimento. Por causa dessas diferenças não foi possível planejar desde o princípio que tipo de conhecimento deveria ser gerado por meio da coprodução de conhecimento.

Discussão e Conclusão

- 45 Com a metodologia adotada, embasada na teoria sobre coprodução e o papel do trabalho de fronteira nesse processo, foi possível mapear as potenciais oportunidades de interações para a produção de um conhecimento comum entre os gestores públicos da cidade de Santarém e os pesquisadores que atuam na região. Foi confirmado que os dados coletados pelos pesquisadores são capazes de gerar informações necessárias aos gestores para uma tomada de decisão mais embasada e esclarecida sobre os possíveis problemas que as DDVHs podem trazer para a região. Esses dados se tornam ainda mais significativos em um contexto em que, apesar de haver uma infraestrutura política para a coleta de dados objetivando o provisionamento de água de qualidade para os cidadãos, as condições de trabalho no município não garantem a disponibilidade destes dados. Em um estudo conduzido em municípios de Minas Gerais, também foram encontraram lacunas entre o que existem diferenças entre o que pressupõe a política

no papel e as práticas adotadas apontando algumas dificuldades como à deficiência de instrumentos de trabalho e da desintegração entre setores responsáveis pela implementação da política (Queiroz et al., 2012).

- 46 O objetivo de se apresentar esse processo é refletir sobre as trocas de dados, ideias e informações que podem ser feitas entre os dois grupos – pesquisadores e gestores públicos. Esse estudo de caso sobre a implementação do programa Vigiagua em Santarém reforçou a convicção de que um processo de coprodução de conhecimento tem outras etapas além desse primeiro “mapeamento de oferta e demanda” de dados e informações. Para que a coprodução de conhecimento entre pesquisadores e gestores possa acontecer é importante focar no processo e não apenas no resultado final. Por processo, se entendem todas as interações feitas entre os integrantes dos dois grupos. É justamente sobre este ponto que se encontram as principais lacunas na literatura e na experimentação metodológica. Nesse sentido, Durose (2017) argumenta que a literatura não disponibiliza bastante detalhes sobre os elementos que sustentam um processo de coprodução, por se debruçar demasiadamente no resultado final e não dar a devida importância às ações ocorridas durante o processo.
- 47 A interação entre os atores poderia restaurar a confiança do público na ciência, pois as evidências sugerem que quando as pessoas estão intimamente envolvidas na produção de conhecimento, elas são mais propensas a ver o conhecimento resultante como confiável, importante e legítimo e, portanto, estão mais inclinadas a adotar esse conhecimento (Cash et al., 2003) -tornando a ciência potencialmente mais “útil” e acessível.
- 48 Com todas as oportunidades e limitações citadas, a troca de conhecimento entre instituições distintas é complexa, desafiadora e muitas vezes caracterizada pela falta de entendimento mútuo do que seja o conhecimento confiável, relevante e legítimo. De forma geral, trata-se de um processo complexo devido às particularidades de cada grupo. O processo tem potencial para favorecer as duas esferas, contribuindo tanto para a gestão quanto para a produção de conhecimentos, cada vez mais em conexão com as demandas da sociedade atual. No entanto, esse tipo de atuação requer mudanças nos paradigmas tradicionais de produção da informação na ciência e de tomada de decisão, assim como na forma de trabalhar dos pesquisadores e na percepção que estes têm do seu papel na sociedade.

Agradecimentos

- 49 Este artigo recebeu financiamento e suporte no âmbito de diferentes projetos e redes de pesquisa franco-brasileiros: os projetos Bloom-Alert e Sinbiose, ambos com recursos do programa Guyamazon, edição 2014-2015; o projeto ODYSSEA, aprovado pelo programa H2020 Marie Skłodowska-Curie da União Europeia (grant agreement nº 691053), e o INCT ODISSEIA, com financiamento CNPq/Capes/FAP-DF (INCT no16-2014).

BIBLIOGRAFIA

- Armitage, D. et al. Co-management and the co-production of knowledge: Learning to adapt in Canada's Arctic. *Global Environmental Change*, v. 21, n. 3, p. 995–1004, ago. 2011.
- Bäckstrand, K. Civic Science for Sustainability: Reframing the Role of Experts, Policy-Makers and Citizens in Environmental Governance. *Global Environmental Politics*, v. 3, n. 4, p. 24–41, nov. 2003.
- Balazs, C. L.; Morello-Frosch, R. The Three Rs: How Community-Based Participatory Research Strengthens the Rigor, Relevance, and Reach of Science. *Environmental Justice*, v. 6, n. 1, p. 9–16, fev. 2013.
- Beierle, T. C. The Quality of Stakeholder-Based Decisions. *Risk Analysis*, v. 22, n. 4, p. 739–749, ago. 2002.
- Berkes, F. Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management*, v. 90, n. 5, p. 1692–1702, 1 abr. 2009.
- Brasil. Portaria de consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017, Brasília, DF, set 2017 Disponível em: < <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida-o-n-5-de-28-de-setembro-de-2017.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2018
- Brasil. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano [recurso eletrônico] Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. 2016.
- Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Saneamento domiciliar - Manual de instruções de uso das melhorias domiciliares. Brasília: Funasa, 2014.
- Carr, A. J. L. Why do we all need community science? *Society & natural resources*, 2004.
- Cash, D. W. et al. Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 14, p. 8086–8091, 8 jul. 2003.
- Chopyak, J.; Levesque, P. Public participation in science and technology decision making: trends for the future. *Technology in Society*, v. 24, n. 1–2, p. 155–166, jan. 2002.
- Clark, F.; Illman, D. L. Dimensions of Civic Science. *Science Communication*, v. 23, n. 1, p. 5–27, 2001.
- Dedeurwaerdere, T. Transdisciplinary Sustainability Science at Higher Education Institutions: Science Policy Tools for Incremental Institutional Change. *Sustainability*, v. 5, n. 9, p. 3783–3801, 4 set. 2013.
- Dilling, L.; Lemos, M. C. Creating usable science: Opportunities and constraints for climate knowledge use and their implications for science policy. *Global Environmental Change*, v. 21, n. 2, p. 680–689, maio 2011.
- Durose, C. et al. Generating “good enough” evidence for co-production. *Evidence & Policy: A Journal of Research, Debate and Practice*, v. 13, n. 1, p. 135–151, 27 jan. 2017.
- Edelenbos, J.; Van Buuren, A.; Van Schie, N. Co-producing knowledge: joint knowledge production between experts, bureaucrats and stakeholders in Dutch water management projects. *Environmental Science & Policy*, v. 14, n. 6, p. 675–684, out. 2011.

- Ercumen, A.; Gruber, J. S.; Colford, J. M. Water distribution system deficiencies and gastrointestinal illness: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, v. 122, n. 7, p. 651–660, jul. 2014.
- Folhes, R. T.; Aguiar, A. P. D.; Junior, R. A. O. S. Cenários participativos de mudanças no uso da terra na Amazônia: o caso de Vila Brasil no Projeto de Assentamento Agroextrativista do Lago Grande, PA/participatory scenarios of land use change in the Amazon: the case of Vila Brasil in the Agro-extra.. *Campo - Território: Revista de Geografia Agrária*, v. 7, n. 14, 20 ago. 2012.
- Fundação Nacional de Saúde. Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010.
- Gieryn, T. F. Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists. *American Sociological Review*, v. 48, n. 6, p. 781, dez. 1983.
- Guston, D. H. Boundary Organizations in Environmental Policy and Science: An Introduction. *Science, Technology, & Human Values*, v. 26, n. 4, p. 399–408, 1 out. 2001.
- Hahn, T. et al. Trust-building, Knowledge Generation and Organizational Innovations: The Role of a Bridging Organization for Adaptive Comanagement of a Wetland Landscape around Kristianstad, Sweden. *Human Ecology*, v. 34, n. 4, p. 573–592, 1 ago. 2006.
- Harris, F.; Lyon, F. Transdisciplinary environmental research: Building trust across professional cultures. *Environmental Science & Policy*, v. 31, p. 109–119, ago. 2013.
- Hegger, D. et al. Conceptualising joint knowledge production in regional climate change adaptation projects: success conditions and levers for action. *Environmental Science & Policy*, v. 18, p. 52–65, abr. 2012.
- Jasanoff, S. S. Contested Boundaries in Policy-Relevant Science. *Social Studies of Science*, v. 17, n. 2, p. 195–230, 1 maio 1987.
- Ledford, H. Interdisciplinarity has become all the rage as scientists tackle society's biggest problems. But there is still strong resistance to crossing borders. *Nature*, v. 525, p. 4, 17 set. 2015.
- Leimona, B. et al. Boundary work: Knowledge co-production for negotiating payment for watershed services in Indonesia. *Ecosystem Services*, v. 15, p. 45–62, out. 2015.
- Lemos, M. C.; Morehouse, B. J. The co-production of science and policy in integrated climate assessments. *Global Environmental Change*, v. 15, n. 1, p. 57–68, abr. 2005.
- Lengwiler, M. Participatory Approaches in Science and Technology: Historical Origins and Current Practices in Critical Perspective. *Science, Technology, & Human Values*, v. 33, n. 2, p. 186–200, 1 mar. 2008.
- Lotta, G. S. Agentes de implementação: uma forma de análise de políticas públicas. *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, v. 19, n. 65, 1 jul. 2014.
- Maiello, A. et al. Public managers as catalysts of knowledge co-production? Investigating knowledge dynamics in local environmental policy. (Report). *Environmental Science and Policy*, v. 27, p. 141, 2013.
- Ministério da Saúde. Portaria no 2.914/2011. Procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. . 12 dez. 2011.
- Mitcham, C.; Frodeman, R. Extending Science, Technology, and Society Interdisciplinarity. *Science, Technology, & Human Values*, v. 28, n. 1, p. 180–183, 2003.

Nel, J. L. et al. Knowledge co-production and boundary work to promote implementation of conservation plans: Conservation Planning for Implementation. *Conservation Biology*, v. 30, n. 1, p. 176–188, fev. 2016.

Oliveira, G.; Scazufca, P.; Pires, R. Ranking do saneamento Instituto Trata Brasil 2017. São Paulo, SP: Instituto Trata Brasil, 1 fev. 2017.

Paiva, R. F. et al. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 34, n. 1, 5 fev. 2018.

Parker, J.; Crona, B. On being all things to all people: Boundary organizations and the contemporary research university. *Social Studies of Science*, v. 42, n. 2, p. 262–289, 1 abr. 2012.

Queiroz, A. C. L., Cardoso, L. S. de M., Silva, S. C. F. D., Heller, L., & Cairncross, S. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. *Saúde e Sociedade*, 21, 465–478. 2012.

Scolobig, A.; Pelling, M. The co-production of risk from a natural hazards perspective: science and policy interaction for landslide risk management in Italy. *Natural Hazards*, v. 81, n. S1, p. 7–25, abr. 2016.

Swilling, M. Rethinking the science–policy interface in South Africa: Experiments in knowledge co-production. *South African Journal of Science*, v. 110, n. 5/6, p. 1–7, 2014.

Teixeira, J. C.; Pungirum, M. E. M. de C. Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e do Caribe, empregando dados secundários do banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 8, n. 4, p. 365–376, dez. 2005.

Tuinstra, W. European air pollution assessments: co-production of science and policy. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, v. 8, n. 1, p. 35–49, mar. 2008.

Van Der Hel, S. New science for global sustainability? The institutionalization of knowledge co-production in Future Earth. *Environmental Science & Policy*, v. 61, p. 165–175, jul. 2016.

Weichselgartner, J.; Kaspersen, R. Barriers in the science-policy-practice interface: Toward a knowledge-action-system in global environmental change research. *Global Environmental Change*, v. 20, n. 2, p. 266–277, maio 2010.

Yarime, M. Establishing sustainability science in higher education institutions: towards an integration of academic development, institutionalization, and stakeholder collaborations. *Sustainability Science*, v. 7, n. Supplement 1, p. 101–113, 2012.

NOTAS

1. Daremos ênfase aos Projetos Clim-Fabiam e Bloom-Alert, os dois últimos projetos de pesquisa conduzidos por essa rede de pesquisa no LGC.

RESUMOS

A coprodução de conhecimento é uma maneira de engajar atores acadêmicos e extra acadêmicos na produção compartilhada de conhecimento. Nesse contexto, este estudo tem o objetivo de debater o potencial do trabalho de fronteira, uma abordagem participativa, para mediar um processo de coprodução de conhecimento entre pesquisadores e gestores públicos municipais. Para estimular as discussões sobre esse processo, a qualidade da água de uma região amazônica foi usada como objeto de estudo. Parte dos dados foram obtidos por meio de entrevistas e outros, os dados secundários, oriundos de bases de dados públicas. Os resultados apontam que existem oportunidades de coprodução de conhecimento que poderiam ser aproveitadas tanto por pesquisadores quanto por gestores. Esse novo conhecimento teria o potencial de melhorar tanto a gestão da água em Santarém, e assim, minimizar os riscos das doenças de veiculação hídrica, quanto apoiar os pesquisadores em suas atividades. Apesar de, neste caso, o processo mostrar-se como uma relação ganha-ganha, existem algumas limitações à sua efetiva realização, como distância geográfica dos atores envolvidos, a carência de laboratórios, canal de comunicação de dados e as características institucionais intrínsecas à academia e à gestão pública.

Knowledge coproduction is process fostering to engage academic and extra-academic actors in the production of knowledge. In this context, this study aims to discuss the potential of a participatory approach called boundary work to mediate a process of knowledge coproduction between researchers and municipal public managers. In order to engage discussions about this process, the water quality of an Amazon region was used as the study object. The data was obtained through interviews and secondary data from public databases. The results indicate there are opportunities for knowledge coproduction for both researchers and managers. This new knowledge would have the potential to improve water management in Santarém, and thus, minimize the risks of waterborne diseases to which the population is subjected, and to support researchers in their research. In this case, the process shows itself as a win-win relationship, there are some limitations to its effective realization, such as the geographic distance of the actors involved, lack of laboratories infrastructure, data communication channel and the academic and management institutional intrinsic characteristics.

La coproduction de connaissances est un moyen d'engager des acteurs universitaires et extra-universitaires dans la production conjointe de connaissances. Dans ce contexte, cette étude vise à examiner le potentiel du travail d'interface, une méthodologie approche, permettant de servir de médiateur à un processus de coproduction de connaissances entre chercheurs et gestionnaires publics municipaux. Pour stimuler les discussions sur ce processus, la qualité de l'eau d'une région amazonienne a été utilisée comme objet d'étude. Une partie des données a été obtenue par le biais d'entretiens, l'autre partie sont données secondaires issues de bases de données publiques. Les résultats indiquent qu'il existe des possibilités de coproduction de connaissances pouvant être utilisées tant par les chercheurs que par les gestionnaires. Ces connaissances d'un nouveau type pourraient permettre à la fois d'améliorer la gestion de l'eau à Santarém -et ainsi minimiser les risques de maladies à transmission hydrique, et être mises à profit par les chercheurs dans leurs activités. Dans ce cas d'étude, le processus se présente comme une relation gagnant-gagnant, mais la mise en œuvre effective de cette méthodologie présente toutefois certaines limites, notamment liées à la distance géographique entre les acteurs, au manque d'équipements et de laboratoires, aux conditions de transmissions des données et aux caractéristiques institutionnelles intrinsèques au monde universitaire et à la gestion publique.

ÍNDICE

Palavras-chave: coprodução de conhecimento, qualidade da água, gestão pública

Índice geográfico: Santarém - PA

Mots-clés: coproduction de connaissances, qualité de l'eau, Gestion Publique

Keywords: knowledge co-production, water quality, public administration

AUTORES

LOUISE CAVALCANTE

Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), Universidade de Brasília (UnB) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: csc.louise@gmail.com

STÉPHANIE NASUTI

Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), Universidade de Brasília (UnB) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: steph.nasuti@gmail.com

Análise dos padrões espaço-temporais das internações por diarreia e do clima nas capitais brasileiras

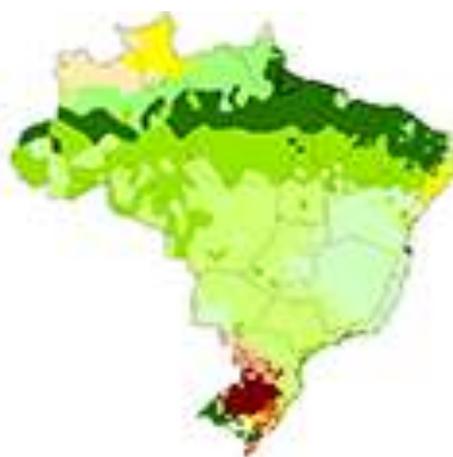
Analyse des comportements spatio-temporels des hospitalisations pour diarrhée et du climat dans les capitales bresiliennes

Analysis of the spatial and temporal patterns of diarrhea hospitalizations and climate in brazilian capitals

Marcus Fuckner, Osmar Abilio de Carvalho Junior, Helen Gurgel, Christovam Barcellos e Laurent Durieux

1 Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), as diarreias representam a segunda maior causa de morte nos países de baixa renda, superada apenas pelas infecções do trato respiratório inferior, e a quinta causa considerando todos os países do mundo. Dados da mesma instituição estimam que 88% de todos os casos de diarreia podem ser atribuídos à falta de tratamento da água, saneamento e higiene (WHO, 2002).

2 Diversas condições ambientais exercem impactos sobre a saúde humana e favorecem a ocorrência de determinadas doenças em certos lugares; dentre elas destacamos as condições ligadas ao clima. Várias destas doenças apresentam padrões sazonais marcados, com maior incidência em determinados períodos, se analisada ao longo da escala intranual, ou com maior



indicência em determinados anos, quando observadas segundo uma escala interanual. Tais padrões podem estar associados a determinadas anomalias, como precipitação extrema, seca, baixa umidade relativa do ar, ondas de calor ou de frio, entre outras, a partir das quais podem ser elaboradas estratégias de prevenção ou redução de seus impactos. Esses períodos podem ter comportamento sazonal, repetindo-se em uma mesma época, em todos os anos, ou podendo ter comportamento esporádico.

- 3 Diversos são os fatores que favorecem a ocorrência de diarreias e gastroenterites, os quais podem estar ligados, entre outros, ao tipo climático, tipo de patógeno, condições de saneamento básico, estado imune do hospedeiro e faixa etária. Estima-se que a diarreia esteja em primeiro lugar entre as doenças que são ocasionadas por fatores ambientais, e que 94% da carga das doenças diarreicas sejam atribuíveis as condições ambientais, resultando em mais de 1,7 milhões de mortes por ano, principalmente em crianças (Prüss-Üstün e Corvalan, 2006). Os agentes enteropatogênicos causadores de diarreias mais comuns são as bactérias *Escherichia coli* (patogênica, toxigênica e invasiva), *Shigella*, *Salmonella*, *Campylobacter*, protozoários como *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolítica*, *Cryptosporidium* e os vírus rotavírus e adenovírus (Veronesi e Focaccia, 2005).
- 4 Diversos estudos avaliaram o impacto de eventos climáticos, notadamente da precipitação, sobre episódios ou surtos de diarreias. Alguns estudos envolveram todas as faixas etárias (Hashizume et al., 2007; Chou et al., 2010), outros restringiram a análise a crianças (D'Souza et al., 2008; Drayna et al., 2010). A maior parte indicou que temperaturas elevadas e episódios de precipitação intensa apresentaram associação estatística significativa com a ocorrência de diarreias e gastroenterites. No entanto, tais pesquisas, em geral, enfocaram o impacto de eventos extremos de precipitação, não buscando compreender o impacto do cenário regular do regime de chuvas sobre a doença. Estudos demonstraram que o comportamento da diarreia em muitas regiões tropicais é sazonal e seu pico está associado ao período mais chuvoso (Cairncross e Feachen, 1993) ou de maior temperatura (Checkley et al., 2000). Herrador et al. (2015), por sua vez, revisaram a literatura observando que alguns estudos apresentam associação entre o aumento na precipitação ou na temperatura e o aumento nos casos de doenças de veiculação hídrica. Outros estudos não encontram tal associação, o que ressalta a complexa relação existente entre as variáveis.
- 5 No Brasil, poucos trabalhos têm focado no estudo do comportamento desses padrões em escala nacional, sendo limitados a apenas um local e/ou ano específico. Sastry e Burgard (2005) identificaram que as maiores incidências de diarreia no Brasil ocorrem em janeiro e fevereiro e em outubro; os primeiros meses constituem período de chuvas e verão, em boa parte do País, enquanto outubro em muitas áreas representa o final do período seco. Guerrant et al. (1983) estudaram diarreias infecciosas em crianças do Nordeste do Brasil e observaram que as infecções por rotavírus estão comumente associadas com diarreia de inverno enquanto a maioria das diarreias bacterianas predomina nos períodos quentes e chuvosos, sendo a *Escherichia coli* o patógeno mais comum. Análise do comportamento intranual das doenças diarreicas agudas por semana epidemiológica de 2002 a 2012 em 74 municípios do Semiárido brasileiro, efetuada por Fuckner (2015), apontou que a maior ocorrência da diarreia foi associada ao período de chuvas em cada ano, notadamente com as primeiras chuvas, com uma defasagem média de três a cinco semanas entre os eventos. Tal estudo indicou que existe uma significativa associação espacial entre essas variáveis, motivando a

realização de um estudo ecológico no contexto nacional, levando em conta os diferentes tipos climáticos existentes no Brasil, e os principais grupos de patógenos causadores da doença.

- 6 Neste contexto, o objetivo deste artigo é detalhar a análise da relação do comportamento do padrão temporal das internações por doenças diarreicas com o comportamento da precipitação e da temperatura nas 27 capitais brasileiras (Fuckner, 2017). O sucesso das intervenções de saúde depende da compreensão da dinâmica espaço-temporal das variáveis climáticas, que se reflete nos padrões sazonais das doenças diarreicas (Ardkaew e Tongkumchum, 2009).

Material e métodos

- 7 Os dados de internações foram obtidos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) vinculado ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), registrados nas Autorizações de Internação Hospitalar (AIH) para as 27 capitais brasileiras (MS, 2015). Os registros mensais de internações estão disponíveis no SIH a partir de 1992, utilizando a Nona Classificação Internacional de Doenças (CID-9) e, a partir de 1998, utilizando a Décima Classificação Internacional de Doenças (CID-10). Em virtude das diferenças existentes entre as propostas de classificação de doenças, optou-se por restringir à análise apenas os casos classificados segundo a CID-10. Foram selecionados os registros cuja causa atribuída pelo médico responsável foi Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível, doravante denominada DGOIP, com dados mensais em um período de quinze anos, de 1998 a 2012, segundo o município de residência do paciente, totalizando uma série histórica com 180 registros para cada capital. Os dados coletados restringem-se às internações em instituições conveniadas ao Sistema Único de Saúde (SUS). Estima-se que o SIH reúne informações sobre 60 a 70% das internações no País, variando conforme a região (OPAS, 2008).
- 8 Os valores totais foram utilizados para análise da distribuição temporal das internações. Ao longo dos 15 anos de análise foram registradas 319.085 internações por DGOIP no total das capitais. O maior número de internações ocorreu em São Paulo, com 38.862 casos, seguido de Maceió, com apenas trezentos casos a menos. Rio Branco, Florianópolis e Palmas correspondem às capitais com o menor número de internações, correspondente a 546, 605 e 662, respectivamente. Os valores foram somados segundo os meses do ano em que foram registrados, considerando o período de 1998 a 2012. Em seguida, através de operações algébricas empregadas nos dados tabulares, foi definido, para cada capital, o mês do ano de maior quantitativo de internações, considerando os registros efetuados nos quinze anos da série temporal. Em suma, o procedimento buscou encontrar a moda entre os valores de internações registrados mensalmente ao longo da série histórica em cada capital. Durante a inspeção visual dos resultados dessa etapa, foi observada a existência de agrupamentos de valores elevados de internações em meses vizinhos. Por essa razão, optou-se por efetuar somatórias móveis trimestrais do número de internações, tendo sido adotado esse contexto temporal na análise dos dados. A definição do trimestre de máxima internação foi elaborada segundo os critérios definidos na matriz de decisão apresentada na Tabela 1. Quando a soma em dois ou mais trimestres foi coincidente, foram observados os valores dos trimestres vizinhos.

Tabela 1. Matriz de decisão elaborada para seleção do trimestre de maior número de interações por DGOIP.

Exemplo	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	Resultado
A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	JFM
B	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	FMA
C	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	FMA
D	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	AMJ

Nota: JFM: Janeiro-Fevereiro-Março; FMA: Fevereiro-Março-Abril; MAM: Março-Abril-Maio; AMJ: Abril-Maio-Junho; MJJ: Maio-Junho-Julho; JJA: Junho-Julho-Agosto; JAS: Julho-Agosto-Setembro; ASO: Agosto-Setembro-Outubro; SON: Setembro-Outubro-Novembro; OND: Outubro-Novembro-Dezembro; NDJ: Novembro-Dezembro-Janeiro e DJF: Dezembro-Janeiro-Fevereiro.

Fonte: Elaborado pelos autores.

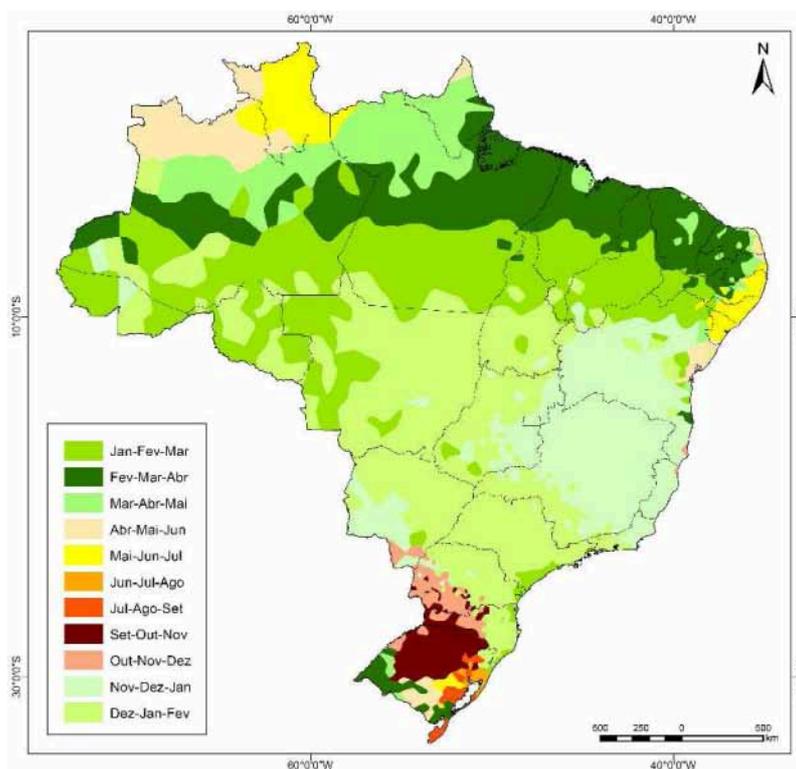
- 9 Os dados de interações foram associados a dados de precipitação pluviométrica com o objetivo de verificar a associação do padrão de distribuição temporal da DGOIP com os diferentes tipos climáticos do País, observados os padrões das capitais brasileiras. Os dados foram obtidos do Atlas Pluviométrico do Brasil, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) utilizando dados do período de 1977 a 2006 de 2.568 estações pluviométricas distribuídas pelo território brasileiro (CPRM, 2012). A CPRM identificou, para cada estação, o mês mais chuvoso e o mês mais seco, segundo a média das observações da série histórica. Os dados de estação pluviométrica foram interpolados a partir do método de delimitação de áreas por equidistância (alocação euclidiana). Este método gera um dado de área, em formato matricial, que foi convertido para vetorial (polígonos). Para a elaboração dos mapas temáticos foi aplicada uma suavização do contorno dos polígonos com 1 km de tolerância.
- 10 De modo análogo aos dados de DGOIP, os dados de precipitação também foram analisados tendo em vista os totais trimestrais registrados, a partir de uma média dos registros da série temporal. Como há grande variabilidade da precipitação e temperatura ao longo do País, dados das normais climatológicas foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia para o período de 1961 a 1990, mais atual disponível (INMET, 2015). Os dados foram utilizados para a elaboração de climogramas contendo os totais trimestrais de precipitação e as médias trimestrais de temperatura no período, segundo os mesmos trimestres considerados na análise do número de interações. Preferiu-se utilizar uma série temporal distinta para análise dessas variáveis, diferente da série de dados de interações (quinze anos, de 1998 a 2012), pois o objetivo deste trabalho foi caracterizar os padrões temporais de ocorrência da DGOIP, no sentido de identificar agrupamentos espaciais cuja distribuição sazonal da precipitação e temperatura pode auxiliar no seu entendimento. Os climogramas não foram elaborados a partir dos dados da CPRM (2012) para que pudessem ser utilizados dados das mesmas estações para as variáveis precipitação e temperatura, pois os dados da CPRM compreendem apenas a precipitação.
- 11 Análises de correlação linear simples envolvendo as variáveis interações, precipitação e temperatura foram efetuadas para as 27 capitais, considerando os totais trimestrais de interações e de precipitação, e as médias trimestrais de temperatura, e subsidiaram a identificação e análise dos padrões espaço-temporais das interações nas capitais. A significância das correlações obtidas não foi avaliada, pois o objetivo do trabalho foi analisar os coeficientes e o sentido das associações apresentadas, se positivas ou negativas. A escolha de análise dos resultados segundo as capitais brasileiras foi

efetuada após estudo efetuado por Fuckner (2015) que compreendeu todos os municípios do País, bem como análise exploratória detalhada dos padrões observados em sete áreas de estudo em diferentes regiões do Brasil.

Resultados e discussão

- 12 Quanto ao trimestre de maior índice de precipitação pluviométrica no Brasil é possível observar a existência de padrões espaciais definidos ao longo do território (Figura 1). Nos municípios do noroeste do Amazonas e de Roraima, assim como na cidade de Oiapoque, extremo Norte do Amapá, o período de maior precipitação corresponde a AMJ ou MJJ. Esta diferença climática em relação ao restante da Amazônia decorre de sua localização geográfica, pertencente ao Hemisfério Norte, entre outros fatores.
- 13 Já na Região Nordeste o período de maior precipitação corresponde aos primeiros trimestres do ano, exceto na região da Zona da Mata e parte do Agreste, cujo pico de precipitação ocorre entre maio e julho. Na faixa que cobre praticamente todo o Estado da Bahia, Norte de Minas Gerais e avança até o Espírito Santo e Norte do Rio de Janeiro, o pico da chuva ocorre no trimestre de NDJ. Em praticamente toda a região Centro-Oeste o pico da precipitação ocorre em DJF enquanto no Norte do País observa-se três faixas de latitudes homogêneas entre JFM e MAM, de Sul para Norte, a partir da latitude 10°S, aproximadamente. SON e OND são os trimestres de maior precipitação nas Regiões Norte/Noroeste do Rio Grande do Sul, Oeste de Santa Catarina e Sudoeste do Paraná.

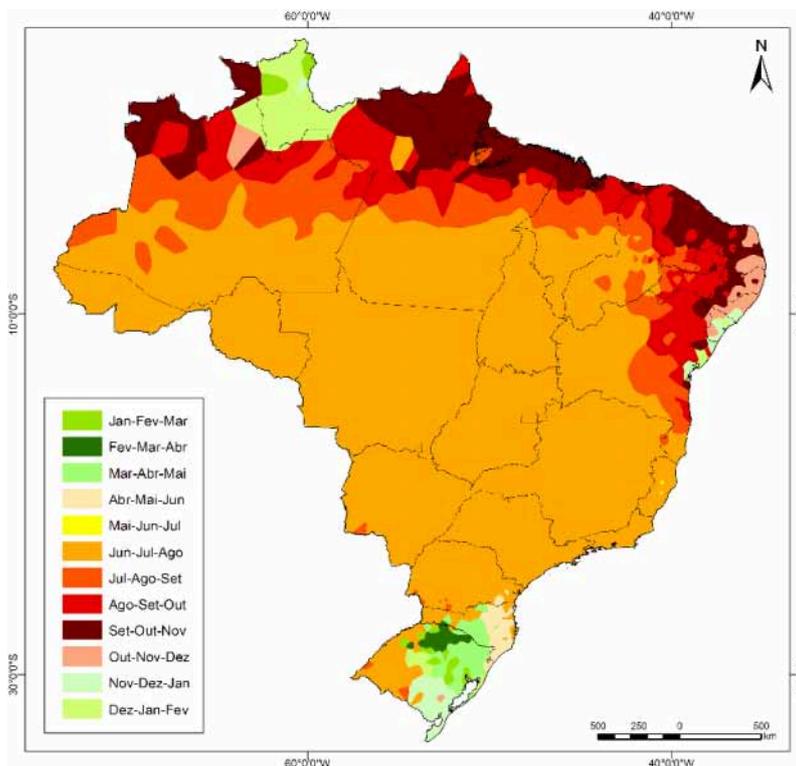
Figura 1. Trimestre de maior precipitação média no Brasil (1977-2006).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de CPRM (2012).

- 14 Quanto ao período mais seco, grande parte do País apresenta o trimestre JJA como o mais seco do ano, havendo diferenças no leste de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde o período mais seco varia de FMA a AMJ, leste da Região Nordeste, onde também há uma transição entre os trimestres de JAS a NDJ, sendo o trimestre mais seco praticamente meio ano após o mais chuvoso, começando em JAS no Sertão e terminando em OND na Zona da Mata e em NDJ entre Maceió e Salvador e, nas latitudes menores que 5°S. Nas menores latitudes da Região Norte observa-se a mesma faixa de transição em relação ao período mais seco, porém restrita a JAS e SON, havendo também um comportamento distinto no Estado de Roraima, com o período seco concentrando-se em DJF ou até mesmo em JFM.

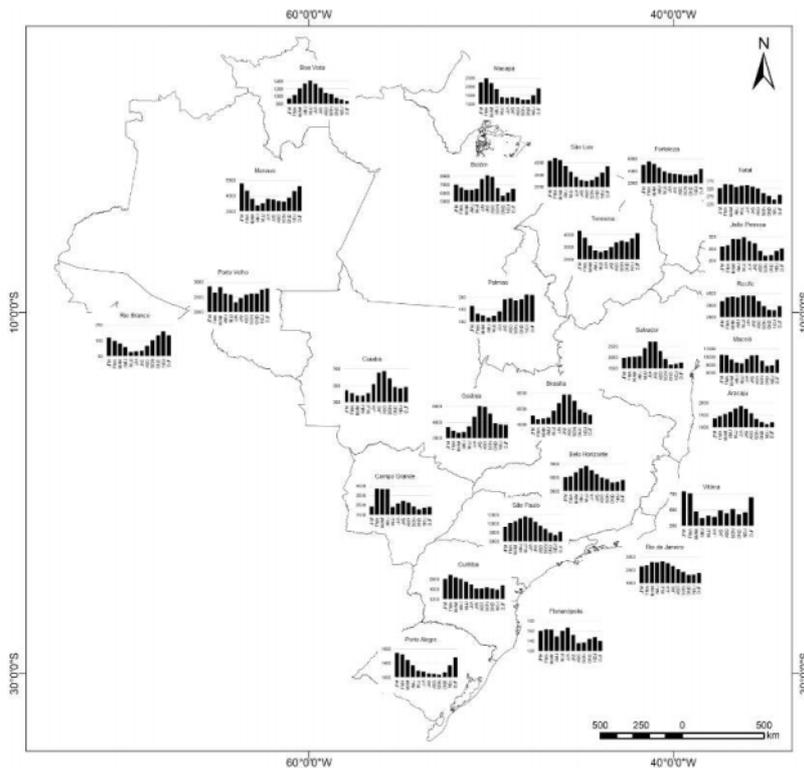
Figura 2. Trimestre de menor precipitação média no Brasil (1977-2006).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de CPRM (2012).

- 15 Quanto às interações por DGOIP, foram observados padrões espaciais de períodos de maior número de interações distintos nas capitais ao longo do território brasileiro. Analisando o mapa da distribuição trimestral das interações (Figura 3) é possível observar que o comportamento intranual se assemelha para as capitais de regime climático semelhante (Figura 4) próximas geograficamente.
- 16 Essas semelhanças entre os padrões sazonais de interações são nítidas, sendo identificados grandes grupos de cidades com comportamento semelhante: Recife, João Pessoa e Natal, assim como São Luís e Fortaleza, Salvador e Aracaju, na Região Nordeste; Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo no Sudeste e; Brasília, Goiânia e Cuiabá, no Centro-Oeste. Os coeficientes de correlação linear encontrados entre os registros trimestrais de interações da série temporal são apresentados na Tabela 2, onde são destacados pares de cidades com maior correlação.

Figura 3. Totais trimestrais de interações por DGOIP nas capitais brasileiras (1998-2012).



Os eixos verticais dos histogramas foram ajustados conforme o intervalo de valores de cada capital, variando de 180 (Florianópolis) a 12.000 (São Paulo).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do DATASUS (MS, 2015).

- 17 Por outro lado, capitais com regimes climáticos distintos das demais, em uma mesma região geográfica, apresentaram comportamento intranual diferenciado, como ocorre com Boa Vista, na Região Norte e, Vitória, no Sudeste. O histograma de interações por DGOIP de Boa Vista apresentou distribuição equivalente com a distribuição da precipitação ao longo do ano. Vitória, por sua vez, apresentou chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com uma predominância no último quadrimestre.
- 18 A correspondência entre os histogramas das interações por DGOIP e a precipitação é notória nas regiões Norte e Nordeste do País, não sendo verificada nas demais regiões. O trimestre de maior número de interações em Rio Branco é NDJ ao passo que em Manaus e Porto Velho é JFM e em Macapá é FMA. Esta evolução segue o mesmo padrão latitudinal de evolução do pico de precipitação. Os coeficientes de correlação entre as séries trimestrais são apresentados na Tabela 3. Em todas as capitais dessas regiões, exceto Belém, foram encontradas correlações positivas entre as duas variáveis. Já no Sudeste, Sul e Centro-Oeste, o comportamento é inverso e as correlações encontradas foram negativas, sendo que o período de maior número de interações tende a ser o de menor precipitação, exceto em Vitória.

Tabela 2. Matriz de correlação linear de Pearson (r) entre os totais trimestrais de interações por DGOIP nas capitais brasileiras (1998-2012).

	Norte						Nordeste						Sudeste			Sul		Centro-Oeste									
	Rio Branco	Porto Velho	Manaus	Boa Vista	Macapá	Belém	Palmas	São Luís	Teresina	Fortaleza	Natal	João Pessoa	Recife	Maceió	Aracaju	Salvador	Vitória	Belo Horizonte	Rio de Janeiro	São Paulo	Curitiba	Florianópolis	Porto Alegre	Campo Grande	Cuiabá	Goiânia	Brasília
Rio Branco	1,00	0,71	0,67	-0,92	0,23	-0,63	0,56	0,25	0,81	0,06	-0,79	-0,68	-0,86	-0,29	-0,99	-0,92	0,46	-0,86	-0,79	-0,91	-0,16	-0,38	0,44	-0,30	-0,18	-0,30	-0,40
Porto Velho		1,00	0,54	-0,60	0,61	-0,55	0,13	0,66	0,49	0,53	-0,31	-0,15	-0,38	-0,03	-0,69	-0,74	0,57	-0,39	-0,24	-0,48	0,32	-0,09	0,73	0,06	-0,46	-0,58	-0,45
Manaus			1,00	-0,77	0,55	-0,13	0,38	0,50	0,89	0,41	-0,30	-0,26	-0,35	0,29	-0,59	-0,44	0,85	-0,55	-0,36	-0,53	0,15	0,12	-0,23	-0,17	-0,17	-0,26	-0,40
Boa Vista				1,00	-0,21	0,32	-0,72	-0,14	-0,92	-0,02	0,70	0,77	0,79	-0,03	0,91	0,75	-0,63	0,94	0,82	0,92	0,25	0,45	-0,41	0,36	-0,11	0,03	0,17
Macapá					1,00	-0,18	-0,43	0,96	0,45	0,98	0,38	0,34	0,29	0,43	-0,15	-0,26	0,70	0,07	0,35	0,13	0,85	0,48	0,94	0,63	-0,62	-0,70	-0,76
Belém						1,00	0,07	-0,38	-0,19	-0,16	0,50	0,19	0,55	0,75	0,64	0,82	-0,01	0,27	0,33	0,42	-0,17	0,09	-0,28	0,03	0,69	0,72	0,70
Palmas							1,00	-0,51	0,54	-0,59	-0,78	-0,79	-0,76	-0,05	-0,61	-0,33	0,16	-0,83	-0,89	-0,84	-0,82	-0,71	-0,22	-0,68	0,65	0,56	0,46
São Luís								1,00	0,36	0,98	0,31	0,42	0,24	0,19	-0,18	-0,34	0,59	0,13	0,37	0,14	0,87	0,54	0,98	0,56	-0,81	-0,86	-0,90
Teresina									1,00	0,28	-0,45	-0,58	-0,56	0,28	-0,78	-0,64	0,85	-0,76	-0,58	-0,73	0,02	-0,26	0,63	-0,26	0,01	-0,13	-0,27
Fortaleza										1,00	0,52	0,49	0,43	0,41	0,01	-0,14	0,60	0,26	0,52	0,31	0,93	0,57	0,89	0,69	-0,68	-0,73	-0,77
Natal											1,00	0,75	0,97	0,59	0,83	0,70	0,02	0,79	0,93	0,91	0,67	0,66	0,13	0,64	-0,16	-0,09	-0,03
João Pessoa												1,00	0,85	0,13	0,73	0,57	-0,20	0,91	0,92	0,86	0,61	0,73	0,20	0,54	-0,49	-0,39	-0,31
Recife													1,00	0,51	0,90	0,80	-0,10	0,87	0,96	0,96	0,58	0,67	0,05	0,60	-0,14	-0,05	0,02
Maceió														1,00	0,32	0,45	0,57	0,08	0,34	0,28	0,31	0,21	0,30	0,30	0,36	0,31	0,24
Aracaju															1,00	0,94	-0,43	0,87	0,83	0,93	0,22	0,50	-0,35	0,33	0,12	0,25	0,34
Salvador																1,00	-0,32	0,69	0,65	0,77	0,00	0,42	-0,41	0,13	0,37	0,49	0,55
Vitória																	1,00	-0,39	-0,14	-0,31	0,40	0,13	0,79	0,02	-0,13	-0,24	-0,37
Belo Horizonte																		1,00	0,93	0,96	0,49	0,59	-0,10	0,62	-0,32	-0,19	-0,07
Rio de Janeiro																			1,00	0,96	0,69	0,73	0,14	0,62	-0,37	-0,27	-0,19
São Paulo																				1,00	0,53	0,63	-0,10	0,54	-0,20	-0,09	0,01
Curitiba																					1,00	0,67	0,71	0,72	-0,74	-0,75	-0,73
Florianópolis																						1,00	0,40	0,39	-0,55	-0,46	-0,41
Porto Alegre																							1,00	0,35	-0,63	-0,72	-0,81
Campo Grande																								1,00	-0,40	-0,43	-0,41
Cuiabá																									1,00	0,98	0,95
Goiânia																										1,00	0,98
Brasília																											1,00

Nota: Valores de r maiores ou iguais a 0,90 entre as séries estão realçados na tabela.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do DATASUS (MS, 2015).

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre as séries de totais trimestrais de interações por DGOIP (1998-2012) e de totais trimestrais de precipitação (1961-1990) e de totais trimestrais de interações por DGOIP (1998-2012) e médias trimestrais de temperatura (1961-1990).

		Precipitação	Temperatura
NORTE	Rio Branco	0,94	0,89
	Porto Velho	0,84	0,23
	Manaus	0,57	-0,48
	Boa Vista	0,96	-0,83
	Belém	-0,31	-0,12
	Macapá	0,91	-0,80
	Palmas	0,48	0,56
NORDESTE	São Luís	0,98	-0,58
	Teresina	0,58	0,18
	Fortaleza	0,95	-0,13
	Natal	0,85	-0,38
	João Pessoa	0,95	-0,35
	Recife	0,92	-0,59
	Maceió	0,04	0,12
	Aracaju	0,65	-0,77
Salvador	0,15	-0,81	
SUDESTE	Vitória	0,13	0,78
	Belo Horizonte	0,86	0,81
	Rio de Janeiro	-0,48	-0,37
	São Paulo	-0,80	-0,71
SUL	Curitiba	-0,05	0,16
	Florianópolis	0,07	0,05
	Porto Alegre	-0,74	0,74
CENTRO-OESTE	Campo Grande	-0,30	-0,27
	Cuiabá	-0,31	0,16
	Goiânia	0,36	0,12
	Brasília	-0,45	-0,08

Nota: Valores de r maiores que +/-0,50 entre as séries estão realçados na tabela.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do SIH (MS, 2015) e INMET (2015).

- 20 Em relação à temperatura, dois terços das capitais apresentaram correlação negativa, ou seja, nesses locais, os meses mais frios tendem a apresentar maior registro de

interações. As interações por rotavírus, discutidas adiante, podem auxiliar a explicar tal comportamento.

- 21 Embora a amplitude térmica ao longo do ano seja menor nas regiões Norte e Nordeste (nas quais os meses menos quentes são os mais chuvosos) e maior no Sul do País, a influência dos meses mais frios não é observada nas capitais mais frias, sendo encontradas correlações positivas com a temperatura em Curitiba e Porto Alegre, isto é, maior número de interações nos meses mais quentes. Também não pode ser considerada a influência de meses mais secos ou mais chuvosos, pois, a região Sul do País, de clima predominantemente subtropical, não possui estação seca bem definida.
- 22 Os padrões espaciais de períodos de maior número de interações ao longo do território brasileiro estiveram em sua maioria associados à variação na distribuição da precipitação. Comparando as Figuras 3 e 4 é possível observar uma associação considerável entre os trimestres de maior interação e de maior precipitação em algumas regiões do País, principalmente no Norte e Nordeste, onde há menores índices de cobertura dos serviços de saneamento básico, tanto no que diz respeito à água quanto ao esgoto.
- 23 Dados de 2016 (ANA, 2019) apontam que a população que utilizava serviços de água potável geridos de forma segura, conforme indicador do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), era de 92,2% e 92,5% nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, respectivamente, enquanto nas demais regiões o indicador era igual ou superior a 99,7%. Quanto à população que utilizava em 2016 serviços de esgotamento sanitário geridos de forma segura, também indicador do ODS 6, os percentuais do Norte e Nordeste eram de 51,3% e 56%, também inferiores aos das demais regiões, que variaram entre 65,3 e 80,4%.
- 24 Observa-se que há padrões mais definidos do comportamento da DGOIP em regiões do Brasil onde há presença de duas estações do ano bem definidas (uma chuvosa e outra seca), sendo que nas regiões com chuvas mais bem distribuídas, a exemplo do Sul do País, não há um padrão único predominante. Estes padrões, em parte, podem estar associados às infecções por rotavírus. Jagai et al. (2012) realizaram uma análise multivariada buscando identificar padrões sazonais das infecções por rotavírus e sua relação com a precipitação e a temperatura no sul da Ásia. As maiores taxas de infecções foram observadas nos meses mais frios e mais secos. Segundo os autores, em climas tropicais onde a variação da temperatura é menor, os padrões das infecções podem ser diferenciados.
- 25 Considerando a possibilidade de transmissão do rotavírus também por via respiratória, observa-se influência da sazonalidade no comportamento das diarreias provocadas por este patógeno, porém com padrão diferente daquele que ocorre com bactérias e parasitas, cuja forma de transmissão é exclusivamente fecal-oral, e sua redução pode ser obtida com melhoria nas condições de saneamento e higiene (Parashar et al., 2006), entre outras intervenções. Ao revisar a literatura da epidemiologia do rotavírus no Brasil, Linhares (2000) observou que a frequência da diarreia em termos de atendimentos ambulatoriais e interações hospitalares associadas a este microrganismo variou de 12% a 42% nas diferentes regiões do País, e um terço das diarreias e gastroenterites infecciosas em crianças menores de um ano pode ser atribuída ao rotavírus. Observou ainda que os estados do Centro-Sul do País apresentam um padrão sazonal com maior ocorrência nos meses mais secos de maio a setembro, o que não se verifica no Nordeste e Norte. Já Sartori et al. (2008) efetuaram uma revisão

- bibliográfica de estudos publicados no Brasil de detecção de rotavírus em crianças, nos quais encontraram frequências variando entre 15 e 37% dos casos.
- 26 Silva et al. (2010) analisaram o comportamento sazonal da mortalidade por diarreia em crianças menores de cinco anos em Manaus entre 1996 e 2002 e observaram correspondências entre as médias de mortalidade e de precipitação, sendo o pico registrado nos meses mais chuvosos de janeiro a março. Dias et al. (2010) observaram uma maior concentração dos casos de diarreia no Pará entre 2000 e 2004 de janeiro a março, que correspondem ao período mais chuvoso. Em contraponto a esse estudo, Linhares (2000) destacou que, na região Norte do País, a partir de estudo prospectivo envolvendo a análise de episódios diarreicos e amostras de fezes de 540 crianças de Belém entre 1990 e 1992, o período de julho a setembro exibe maior número de diarreias infantis por rotavírus, correspondendo aos meses em que se registra menor precipitação, embora a influência da sazonalidade não seja tão marcante como a observada nas demais regiões do País pelo estudo de Pereira et al. (1993). Estes fatores parecem auxiliar no entendimento do padrão diferenciado das interações por DGOIP apresentado por Belém.
- 27 O estudo de Teixeira et al. (1991) demonstrou que, no Distrito Federal, entre 1986 e 1990, os mais altos índices de infecção por rotavírus ocorreram sempre entre maio e setembro, período de pluviosidade quase nula. Já o estudo de Cardoso et al. (2003) compreendeu o período de 1986 a 2000 e, demonstrou que em Goiânia as maiores taxas foram observadas no período de abril a agosto. Apesar de não haver uma relação bem estabelecida na literatura, a diminuição na umidade do ar parece estar associada ao aumento na ocorrência de doenças diarreicas, até porque sugere-se a existência da via respiratória como rota de exposição ao rotavírus (Moors et al., 2013). Desta forma, o período de seca, na região do Planalto Central brasileiro, pode facilitar a transmissão desse patógeno. Embora FMA a AMJ concentre os casos de interações em Campo Grande, também pode ser observada uma tendência de aumento nos meses mais secos. O mês de abril na cidade possui um total de 2.761 interações, quase o triplo de segundo mês de maior número de registros, que é agosto, com 1.050 casos.
- 28 Kale et al. (2004) estudando as interações e óbitos por diarreia em menores de cinco anos no município do Rio de Janeiro entre 1995 e 1998, observaram que a maior incidência ocorria em maio e junho, caracterizando um padrão de etiologia viral da diarreia. Outro estudo, o de Rosa e Silva et al. (2001), realizado em Juiz de Fora, Minas Gerais, detectou rotavírus em crianças de até cinco anos entre março e setembro de 1998, sendo o pico de incidência verificado em junho (33,3%), que corresponde ao mês mais seco e frio na região. Melli e Waldman (2009) estudaram os padrões de mortalidade por diarreia em crianças menores de cinco anos em Osasco, São Paulo, entre 1980 e 2000, identificando expressivo declínio (98,3%) e observando um deslocamento da sazonalidade dos óbitos do verão para o outono, a partir da década de 1990, o que pode ser atribuído a sinergias entre a expansão dos serviços de saúde e da cobertura de saneamento básico. Segundo os autores, tais resultados devem-se, por um lado, ao aumento relativo das infecções por vírus, especialmente rotavírus e, por outro, diminuição das infecções bacterianas, principalmente causadas por *Escherichia coli*, que assumem no verão maior importância em comunidades sem saneamento, em virtude de as águas das chuvas aumentarem a contaminação ambiental.
- 29 Em março de 2006 o Brasil introduziu no calendário de vacinação a vacina contra rotavírus, para aplicação em crianças de dois a seis meses de idade. O estudo de

Linhares e Justino (2014) aponta que a cobertura da vacinação contra o rotavírus alcançou em 2011 uma média de 87,1%, variando de 72% no Norte a 93% no Sudeste do País. Tem sido demonstrada uma efetividade da vacina em 76 a 85% dos casos nas regiões Norte e Nordeste e uma redução nas taxas de internação e de mortes por gastroenterites de até 48% e 54%, respectivamente, em crianças com idade inferior a um ano, o que evidencia o papel deste vírus na produção de diarreias e a importância da vacinação.

- 30 Fatores como o abastecimento de água e a coleta e tratamento de esgotos parecem ser importantes ao compararmos o padrão de ocorrência das interações nas diferentes regiões do País, sugerindo que as áreas com maior cobertura de saneamento básico, como as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, podem apresentar comportamentos dissociados do comportamento da precipitação, o que corrobora os resultados obtidos no presente estudo. Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), apesar da evolução significativa nos índices de cobertura, os investimentos em infraestruturas de saneamento no Brasil excluíram uma parcela da população, especialmente a de menor renda nos grandes centros urbanos, além da população rural, concentraram-se em determinadas regiões do País e, priorizaram o abastecimento de água, relegando o esgotamento sanitário a segundo plano. O estudo da ANA observou que, no Brasil, de 2007 a 2015 o déficit de abastecimento de água da população diminuiu, de 8,1% para 4,2%, porém, a distribuição desse déficit entre as faixas de renda continuou a mesma, sendo que, em média, 40% da população não atendida correspondia à faixa de renda de até 1 salário mínimo. Além disso, a mera existência do elemento conexão da residência à rede geral de abastecimento não significa garantia de disponibilidade contínua de água ao longo do tempo, ou qualidade de água satisfatória, sendo que fatores como a intermitência no abastecimento e a falta de água para distribuição à população devido ao esgotamento dos mananciais, em um cenário atual de recorrentes crises hídricas em diferentes regiões brasileiras, ganham cada vez maior importância.
- 31 As normas de potabilidade brasileiras não exigem a realização de análises de vírus ou protozoários na água tratada, sendo utilizados apenas indicadores bacterianos. Tais indicadores são válidos, porém insuficientes para determinar a qualidade microbiológica da água, já que micro-organismos resistentes ao cloro podem não estar sendo detectados. Considerando que patógenos como vírus são de difícil detecção em amostras ambientais e possuem grande resistência à desinfecção se comparados às bactérias, seu monitoramento é raro e não há consenso acerca de métodos de remoção da água e tratamento, mesmo em países desenvolvidos (Reynolds et al., 2008). Além disso, as tecnologias de tratamento da água potável empregadas atualmente, apesar de serem indispensáveis, são inadequadas para eliminar cistos de alguns tipos de protozoários (Gajadhar e Allen, 2004).
- 32 A dinâmica de ocorrência da diarreia não é simples, pois há diversos patógenos envolvidos e sua influência sobre os indivíduos é distinta conforme a faixa etária e as rotas de exposição (Eisenberg et al., 2007). Embora a maior parte da literatura existente trate da diarreia em crianças com idade inferior a cinco anos, esta amostra representa apenas 47% dos casos trabalhados nesta pesquisa e, certamente outras interações homem-patógeno se manifestam em indivíduos das demais faixas etárias da população, também consideradas no presente estudo.

Conclusões

- 33 Este trabalho observou que há relação temporal (intranual) entre o período do ano de maior registro de interações por DGOIP e o comportamento do clima, notadamente o da precipitação, ao longo do território brasileiro. Foi verificada a presença de dois padrões majoritários, em áreas com a presença de duas estações do ano mais bem definidas. As capitais brasileiras cujos períodos de maior número de interações por DGOIP se assemelham, ocorrem em geral, em áreas de regimes climáticos semelhantes, sendo possível observar comportamentos distintos entre as regiões do País, associados predominantemente ao período da estação chuvosa no Norte/Nordeste e à estação seca nas regiões Sudeste/Centro-Oeste, o que supõe uma variação na etiologia predominante da infecção, se bacteriana ou viral.
- 34 Os padrões observados podem ser utilizados como subsídio às políticas públicas das áreas de saúde pública e de saneamento básico. Na saúde pública, por exemplo, a expansão da cobertura de vacinação pode contribuir à redução das infecções virais, ao passo que o aumento na cobertura de coleta e tratamento de esgoto, principalmente, favorece a menor incidência de infecções bacterianas.
- 35 Em boa parte do Norte e Nordeste do Brasil, de clima tropical, a variação da temperatura é menor ao longo do ano e os meses mais chuvosos são também os menos quentes. Já no Sul, predominantemente de clima subtropical, além de uma menor variabilidade anual na distribuição da precipitação, os meses mais frios podem ocasionar um maior número de infecções por rotavírus, devendo este fato ser considerado nas análises. Tal tipo de infecções também parece explicar o comportamento das interações na região do Planalto Central do Brasil, marcada pela estação seca no inverno.
- 36 Em continuidade a este trabalho, sugere-se a realização de estudos de observação contínua das interações por DGOIP a fim de se detectar alterações nos padrões sazonais de predominância dos casos da doença, notadamente nos estados do Centro-Sul do País, que também são aqueles com a maior cobertura de vacinação contra o rotavírus.
- 37 Estudos complementares poderão ser efetuados por pesquisas epidemiológicas que utilizam coortes e, conseqüentemente, uma metodologia diferente da adotada neste trabalho, cujo foco correspondeu a um estudo ecológico e uma análise geográfica dos resultados, não podendo ser definidos os patógenos responsáveis pelas interações registradas mas, somente, efetuar inferências e observações empíricas.
- 38 Embora a análise do comportamento (padrão) seja importante, e esteja relacionada diretamente com o objetivo do trabalho, observa-se que valores absolutos são relevantes para indicar locais em que as políticas públicas estão ou não sendo efetivas. Ainda persiste a polarização epidemiológica, geográfica, econômica e social no País, polarização esta que favorece a persistência de doenças infecciosas e parasitárias em determinadas regiões. Há capitais com padrões de saúde próximos aos dos países desenvolvidos, ao passo que outras apresentam índices de morbidade comparados aos dos países mais pobres do globo.
- 39 Os resultados alcançados podem auxiliar na caracterização e no planejamento de ações de prevenção das diarreias nas distintas regiões brasileiras, assim como auxiliar na compreensão de que é necessário se programar e agir em periodicidades distintas em

cada região. Em resumo, observa-se que o clima é um dos fatores relevantes para o entendimento da dinâmica de ocorrência das interações por DGOIP, assim como de outras doenças cujo comportamento já foi amplamente estudado pela comunidade científica, como o dengue, a malária, entre outras. Dessa forma, o estudo pode auxiliar os sistemas de saúde pública na prevenção da doença e no preparo para o atendimento e tratamento dos casos, principalmente em um período onde se observam cada vez mais eventos climáticos extremos e, os prognósticos ligados às mudanças do clima apontam para grandes impactos sobre a saúde das populações.

- 40 Em estudos futuros, os dados poderão ser desagregados por faixa etária, observando o comportamento apresentado pelos diferentes grupos da população. Análises de autocorrelação espacial e de agrupamentos poderão ser realizadas, entre outras técnicas de geoestatística, considerando as variáveis climáticas e de saúde incorporadas neste trabalho, entre outras, como aquelas relacionadas ao saneamento básico. Além disso, os padrões de distribuição espaço-temporal aqui identificados poderão ser analisados em escalas de maior detalhe, buscando encontrar fatores associados à ocorrência das diarreias e gastroenterites infecciosas em diferentes contextos espaciais regionais e locais.
- 41 Agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Agradecemos também à coordenação dos projetos RELAIS (CNPq & IRD) e JEAI-GITES (UnB & IRD), resultantes da parceria entre o Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde, da Universidade de Brasília (LAGAS-UnB) e a UMR Espace-DEV, do Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Este trabalho também faz parte das atividades do Laboratório Misto Internacional (LMI) Sentinela – IRD, Fiocruz e UnB.

BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional de Águas (ANA). ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os Indicadores. Brasília: ANA, 94 p., 2019.

Ardkaew, J., Tongkumchum, P. Statistical Modelling of Childhood Diarrhea in Northeastern Thailand. << Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health >>, v. 40, n. 4, pp. 807-815, 2009.

Cairncross, S., Feachen, R. G. Environmental Health Engineering in the Tropics: An Introductory Text. 2ª ed. Chichester: Wiley, 324 p., 1993.

Cardoso, D. D. P., Soares, C. M. A., Dias e Souza, M. B. L., Azevedo, M. S. P., Martins, R. M. B., et alii. Epidemiological features of rotavirus infection in Goiania, Goias, Brazil, from 1986 to 2000. << Memórias do Instituto Oswaldo Cruz >>, v. 98, n. 1, pp. 25-29, 2003.

Checkley, W., Epstein, L. D., Gilman, R. H., Figueroa, D., Cama, R. I., et alii. Effect of El Nino and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children. << Lancet >>, v. 355, n. 9202, pp. 442-450, 2000.

- Chou, W. C., Wu, J. L., Wang, Y.C., Huang, H., Sung, F. C., et alli. Modeling the impact of climate variability on diarrhea associated diseases in Taiwan (1996-2007). << Science of the Total Environment >>, v. 409, n. 1, pp. 43-51, 2010.
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Atlas Pluviométrico do Brasil, << <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1351&sid=9> >>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- Dias, D. M., Silva, A. P., Helfer, A. M., Maciel, A. M. T. R., Loureiro, E. C. B. Morbimortalidade por gastroenterites no Estado do Pará, Brasil. << Revista Pan-Amazônica de Saúde >>, v. 1, n. 1, pp. 53-60, 2010.
- Drayna, P., Mclellan, S. L., Simpson, P., Li, S. H., Gorelick, M. H. Association between rainfall and pediatric emergency department visits for acute gastrointestinal illness. << Environmental Health Perspectives >>, v. 118, n. 10, pp. 1439-1443, 2010.
- D'Souza, R. M., Hall, G., Becker, N. G. Climatic factors associated with hospitalizations for rotavirus diarrhoea in children under 5 years of age. << Epidemiology and Infection >>, v. 136, n. 1, p. 56-64, 2008.
- Eisenberg, J. N. S., Scott, J. C., Porco, T. Integrating Disease Control Strategies: Balancing Water Sanitation and Hygiene Interventions to Reduce Diarrheal Disease Burden. << American Journal of Public Health >>, v. 97, n. 5, pp. 846-852, 2007.
- Fuckner, M. A. Estudo dos padrões espaço-temporais de ocorrência da diarreia no semiárido brasileiro. Brasília, 2015. Tese de doutorado (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília.
- Fuckner, M. A. Estudo da relação entre os padrões espaço-temporais da diarreia e do clima no Brasil. In: << Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto >>, XVIII, 2017.
- Gajadhar, A. A., Allen, J. R. Factors contributing to the public health and economic importance of waterborne zoonotic parasites. << Veterinary Parasitology >>, v. 126, n. 1-2, pp. 3-14, 2004.
- Guerrant, R. L., Kirchhoff, L. V., Shields, D. S., Nations, M. K., Leslie, J., et alli. Prospective study of diarrheal illness in Northeastern Brazil: patterns of disease, nutritional impact, etiologies and risk factors. << Journal of Infectious Diseases >>, v. 148, n. 6, pp. 986-997, 1983.
- Hashizume, M. B., Armstrong, S., Hajat, Y., Wagatsuma, A. S., Faruque, A. S. G., et alli. Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in Bangladesh: effects and vulnerable groups. << International Journal of Epidemiology >>, v. 36, n. 5, pp. 1030-1037, 2007.
- Herrador, B. R. G., Blasio, B. F., Macdonald, E., Nichols, G., Sudre, B., et alli. Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking water-related waterborne infections: a review. << Environmental Health >>, v. 14, n. 1, pp. 14-29, 2015.
- Kale, P. L., Fernandes, C., Nobre, F. F. Padrão temporal das interações e óbitos por diarréia em crianças, 1995 a 1998, Rio de Janeiro. << Revista de Saúde Pública >>, v. 38, n. 1, pp. 30-37, 2004.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Normas Climatológicas do Brasil 1961-1990, <<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- Jagai, J. S., Sarkar, R., Castronovo, D., Kattula, D., Mcentee, J., et alli. Seasonality of rotavirus in South Asia: a meta-analysis approach assessing associations with temperature, precipitation, and vegetation index. << PLoS One >>, v. 7, n. 5, e38168, 2008.
- Linhares, A. C. Epidemiologia das infecções por Rotavírus no Brasil e os desafios para o seu controle. << Cadernos de Saúde Pública >>, v. 16, n. 3, pp. 629-646, 2000.

- Linhares, A. C., Justino, M. C. Rotavirus vaccination in Brazil: effectiveness and health impact seven years post-introduction. << Expert Review of Vaccines >>, v. 13, n. 1, pp. 43-57, 2014.
- Melli, L. C. F. L., Waldman, E. A. Temporal trends and inequality in under-5 mortality from diarrhoea. << Jornal de Pediatria >>, v. 85, n. 1, pp. 21-27, 2009.
- Ministério da Saúde (MS). Informações de Saúde (TABNET), <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- Moors, E., Singh, T., Siderius, C., Balakrishnan, S., Mishra, A. Climate change and waterborne diarrhoea in northern India: Impacts and adaptation strategies. << Science of the Total Environment >>, v. 468-469, s. 1, pp. S139-S151, 2013.
- Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações. 2ª ed. Brasília: OPAS, 349 p., 2008.
- Parashar, U. D., Gibson, C. J., Bresee, J. S., Glass, R. I. Rotavirus and severe childhood diarrhoea. << Emerging Infectious Diseases >>, v. 12, n. 2, pp. 304-306, 2006.
- Pereira, H. G., Linhares, A. C., Candeias, J. A. N. National laboratory surveillance of viral agents of gastroenteritis in Brazil. << Bulletin of the Pan American Health Organization >>, v. 27, n. 3, pp. 224-233, 1993.
- Prüss-Üstün, A., Corvalán, C. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneva: World Health Organization (WHO), 106 p., 2006.
- Reynolds, K. A., Mena, K. D., Gerba, C. P. Risk of waterborne illness via drinking water in the United States. << Reviews of Environmental Contamination and Toxicology >>, v. 192, pp. 117-158, 2008.
- Rosa e Silva, M. L., Naveca, F. G., Carvalho, I. P. Epidemiological aspects of rotavirus infections in Minas Gerais, Brazil. << Brazilian Journal of Infectious Diseases >>, v. 5, n. 4, pp. 215-222, 2001.
- Sartori, A. M. C., Valentim, J., Soares, P. C., Novaes, H. M. Rotavirus morbidity and mortality in children in Brazil. << Revista Panamericana de Salud Publica >>, v. 23, n.2, pp. 92-100, 2008.
- Sastry, N., Burgard, S. The prevalence of diarrheal disease among Brazilian children: trends and differentials from 1986 to 1996. << Social Science and Medicine >>, v. 60, pp. 923-935, 2005.
- Silva, D. X., Barcellos, C., Bacuri, R. Vulnerabilidade e efeitos das mudanças climáticas na saúde pública em Manaus. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 85 p., 2010.
- Teixeira, J. M. S., Figueiredo, R. B., Santos, H. M. P., Ferreira, M. N. R., Câmara, G. N. N. L. Aspectos epidemiológicos das infecções por rotavírus no Distrito Federal, Brasil. << Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical >>, v. 24, n. 4, pp. 223- 230, 1991.
- Veronesi, R., Focaccia, R. Tratado de Infectologia. 3ª ed. São Paulo: Atheneu, 2169 p., 2005.
- World Health Organization (WHO). World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life, <<http://www.who.int/whr/2002>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- World Health Organization (WHO). The global burden of disease: 2004 update, <http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004_update_full.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2015.

RESUMOS

As diarreias e gastroenterites constituem um importante problema de saúde pública no Brasil e no mundo e a sua dinâmica sazonal de ocorrência está associada a fatores ligados às condições ambientais, tais como o clima. Esta pesquisa estudou o comportamento temporal das internações hospitalares motivadas por doenças diarreicas e gastroenterites de origem infecciosa presumível (DGOIP) nas 27 capitais brasileiras, registradas mensalmente de 1998 a 2012, bem como das variáveis precipitação e temperatura, segundo as normais climatológicas, a partir da elaboração e interpretação de climogramas e histogramas contendo os dados totalizados por trimestres e análise de correlação linear simples. Os resultados permitiram observar que há padrões mais definidos de predominância das internações em um determinado período do ano em regiões onde há presença de duas estações do ano bem características, uma chuvosa e outra seca, sendo que nas demais regiões, a exemplo do Sul do País, não há um comportamento único predominante. O padrão temporal ligado a estação chuvosa foi verificado principalmente nas regiões Norte e Nordeste enquanto o padrão associado ao período da estação seca, no Centro-Oeste e Sudeste, o que supõe uma variação na etiologia predominante da infecção, de acordo com a literatura, se bacteriana ou viral. A pesquisa concluiu que fatores como a sazonalidade e a agregação de variáveis meteorológicas são relevantes na análise dos padrões de ocorrência da DGOIP, devendo ser realizados estudos de observação contínua das internações a fim de detectar alterações nos padrões sazonais de predominância dos casos das doenças, notadamente tendo em vista a ampla cobertura da vacinação infantil para o rotavírus no Brasil.

Les diarrhées et les gastro-entérites constituent un problème de santé publique majeur au Brésil et dans le monde. Leur dynamique saisonnière d'occurrence est associée à des conditions environnementales, telles que les facteurs climatiques. Cette recherche a étudié le comportement temporel des admissions à l'hôpital causées par des maladies diarrhéiques et des gastro-entérites d'origine infectieuse présumée (DGOIP), enregistrées mensuellement de 1998 à 2012 dans les 27 capitales brésiliennes, ainsi que les variables de précipitation et de température. La recherche a utilisé l'élaboration et l'interprétation de climatogrammes et d'histogrammes contenant les données totalisées par trimestre et une analyse de corrélation linéaire simple. Les résultats ont montré qu'il existe des modèles plus définis de prédominance des hospitalisations au cours d'une période de l'année dans les régions caractérisées par deux saisons très caractéristiques, une saison pluvieuse et une saison sèche. Dans d'autres régions, telles que le Sud du Pays, il n'y a pas de comportement prédominant unique. La tendance saisonnière associée à la saison des pluies a été vérifiée principalement dans les régions du Nord et du Nord-Est, de la même manière que la saison sèche dans le Centre-Ouest et le Sud-Est, ce qui suppose une variation de l'étiologie prédominante de l'infection, selon la littérature, si l'infection est d'origine bactérienne ou virale. La recherche a conclu que des facteurs tels que la saisonnalité et l'agrégation de variables météorologiques sont pertinents pour l'analyse des modèles d'occurrence du DGOIP, et des études d'observation continue des hospitalisations devraient être menées afin de détecter les changements dans les profils saisonniers de prédominance des cas de maladie, notamment vu la large couverture de la vaccination infantile à rotavirus au Brésil.

Diarrhea constitutes a major public health problem in Brazil and in the world and its seasonal dynamics of occurrence is associated with environmental conditions, such as climate-related factors. This research studied the temporal pattern of hospitalizations motivated by diarrhea and gastroenteritis with presumed infectious origin (DGOIP) in 27 Brazilian capitals, monthly recorded from 1998 to 2012, as well as the rainfall and temperature patterns. It involved the preparation and interpretation of climatograms and histograms containing quarterly data and simple linear correlation analysis. The results allowed to observe that there are more defined patterns of hospitalizations prevalence, in a given period of the year, in areas where there are

two well-defined seasons, rainy and dry season, and in the other regions, such as the South of Brazil, there aren't an unique predominant pattern. The rainy season pattern was mainly related to the North and Northeast regions and the dry season pattern to the Midwest and Southeast, which assumed a change in the predominant etiology of infection, if bacterial or viral, according to the literature. The study found that factors such as seasonality and climate-related are relevant in the analysis of DGOIP occurrence patterns, and continuous observation of hospitalizations should be performed to detect changes in seasonal patterns of the disease, notably considering the wide coverage of child vaccination for rotavirus in Brazil.

ÍNDICE

Palavras-chave: saúde, clima, precipitação, análise espacial, Brasil.

Keywords: health, climate, rainfall, spatial analysis, Brazil.

Mots-clés: santé, climat, précipitation, analyse spatiale, Brésil.

AUTORES

MARCUS FUCKNER

Agência Nacional de Águas (ANA) e Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília (UnB) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: marcus.fuckner@ana.gov.br

OSMAR ABILIO DE CARVALHO JUNIOR

Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais (LSIE), Departamento de Geografia, Universidade de Brasília (UnB) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: osmarjr@unb.br

HELEN GURGEL

Universidade de Brasília (UnB), Dep. de Geografia, Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde (LAGAS) - Brasília-DF, Brasil. E-mail: helengurgel@unb.br

CHRISTOVAM BARCELLOS

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) - Rio de Janeiro-RJ, Brasil. E-mail: xris@fiocruz.br

LAURENT DURIEUX

UMR Espace-DEV, Institut de Recherche pour le Développement (IRD) - Montpellier, França. E-mail: laurent.durieux@ird.fr