

Mortalidade por doença de Chagas no Brasil no período de 1996 a 2021: mapeamento e análise com base em estatística espacial

Gustavo Libério de Paulo – UFMG (gustavoliberio@gmail.com)

Resumo: O presente artigo objetiva analisar a distribuição espacial de óbitos, ocorridos no período de 1996 a 2021, cuja causa básica foi a doença de Chagas (DC). A metodologia esteve pautada na verificação de autocorrelação espacial com base no Índice Global de Moran e no Índice Local de Moran (LISA) em sua forma univariada, utilizada para investigação da distribuição da Taxa de Mortalidade Média por DC. Os resultados evidenciaram a presença de clusters formados a partir de agrupamentos de municípios com altos valores de Taxa de Mortalidade Média por DC, sobretudo nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Piauí e Bahia.

Palavras-chave: Geografia Médica e da Saúde; Análise Espacial; Geoprocessamento; Doenças Tropicais Negligenciadas, doença de Chagas.

Mortality due to Chagas disease in the Brazil from 1996 to 2019: mapping and analysis based on spatial statistics

Abstract: This article objectively analyzes the spatial distribution of deaths, which occurred between 1996 and 2021, whose basic cause was Chagas disease (CD). The methodology was based on the verification of spatial autocorrelation based on the Global Moran Index and the Local Moran Index (LISA) in its univariate form, used to investigate the distribution of the Average Mortality Rate due to CD. The results showed the presence of clusters formed from groups of Brazilian municipalities with high values of Average Mortality Rate due to CD, mainly in the states of Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Piauí and Bahia.

Keywords: Medical and Health Geography; Spatial Analysis; Geoprocessing; Neglected Tropical Diseases; Chagas disease.

1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A doença de Chagas (DC), também conhecida como tripanossomíase americana, é uma infecção parasitária causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*. Transmitida principalmente por vetores conhecidos como triatomíneos ou barbeiros, essa doença é endêmica em grande parte do continente americano, com maior incidência em regiões rurais e pobres, o que levou à Organização Mundial de Saúde (OMS) – *World Health Organization (WHO)* – a reconhecê-la como uma Doença Tropical Negligenciada (DTN).

Ela também tem sido relatada em outros continentes devido à migração de pessoas infectadas (DIAS, 2013). Assim, mesmo após mais de cem anos de sua descoberta pelo brasileiro Carlos Ribeiro Justiniano Chagas, a DC ainda representa um desafio para a saúde pública, afetando milhões de pessoas em todo o mundo (WHO, 2017).

A relevância epidemiológica da DC pode ser relacionada a vários fatores, tais como o alcance e a prevalência geográficos, o impacto nas populações vulneráveis, a diversidade dos modos de transmissão, as complicações clínicas, os desafios quanto ao diagnóstico (precoce), o tratamento, a vigilância e a prevenção (BRASIL, 2019; WHO, 2017). Diante desses desafios, a análise espacial da mortalidade por DC pode desempenhar um papel crucial na identificação de áreas de maior prevalência, contribuindo para o assertivo direcionamento de recursos e estratégias de saúde pública.

Historicamente, as estratégias de enfrentamento da DC empregaram abordagens espaciais, ainda que pouco sofisticadas, na busca do reconhecimento geográfico, mapeamento de localidades e unidades domiciliares, e no levantamento triatomínico (SOUZA; DIOTAIUOTI; DIAS, 2019). Atualmente, a utilização de métodos de análise espacial em conjunto com as técnicas de geoprocessamento tem se mostrado, cada vez mais, de fundamental importância para a compreensão da distribuição geográfica de diversas questões relacionadas à DC, fornecendo *insights* valiosos para estratégias de prevenção, controle e intervenção. Esses métodos de análise espacial, segundo Hino e outros (2006), podem ser divididos em: Visualização; Análise exploratória de dados; e/ou Modelagem.

Nessa perspectiva, alguns estudos, como os de Góes (2021), Rodrigues e outros (2021), Bittencourt e outros (2020), Cardoso e outros (2020), Monteiro, Martins-Melo e Pires (2020), Melo (2011) e Litvoc, Wanderley e Camargo (1992), têm buscado mapear a prevalência da DC com vistas a identificar áreas endêmicas e avaliar as disparidades geográficas. Geralmente utilizam Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) que permitem a sobreposição de dados epidemiológicos com informações geográficas, proporcionando visualizações claras das áreas de maior incidência.

Esse mapeamento não se limita apenas à prevalência da DC nos seres humanos, havendo pesquisas como as de Galvão (2014) que estudam os vetores e os reservatórios, identificando áreas propícias à reprodução de triatomíneos, o que auxilia nas estratégias de controle vetorial. Essa empreitada tem avançado consideravelmente a partir da integração de tecnologias emergentes, como sensoriamento remoto e aprendizado de máquina, com o potencial de aprimorar a precisão e a eficácia das análises espaciais, permitindo a

identificação automatizada de vetores (GURGEL-GONÇALVES, et al., 2021; KHALIGHIFAR et al., 2019; GURGEL-GONÇALVES, et al., 2017) e proporcionando uma compreensão mais refinada dos padrões de transmissão.

Outros estudos, como os de Rocha e outros (2023), Lima e outros (2021), Santos (2021), Guimarães e outros (2017) e Santos e Ribeiro (2015), têm ampliado essas abordagens aplicando modelos espaciais e estatísticos para identificar padrões de distribuição e clusters da DC, modelos de autocorrelação espacial, como o Índice Global de Moran, para detectar agrupamentos espaciais de casos e auxiliar na compreensão dos fatores que contribuem para esses padrões. Há também trabalhos como o de Ferro e Silva e outros (2019) que desenvolvem análise espacial para identificar fatores de risco associados à transmissão da DC, integrando variáveis ambientais, socioeconômicas e comportamentais aos modelos para elucidar os determinantes da prevalência da doença em diferentes regiões.

Assim, o mapeamento e a análise espacial continuam desempenhando um papel vital na compreensão da epidemiologia da DC. Avanços na integração de tecnologias e na modelagem estatística são essenciais para aprimorar a eficácia das estratégias de controle e prevenção. Essa abordagem integrada, combinando dados espaciais e epidemiológicos, promete avanços significativos no combate dessa DTN e na promoção da saúde pública em regiões afetadas. Contudo, ainda hoje, todas essas frentes de trabalhos continuam enfrentando desafios metodológicos relacionados à qualidade e disponibilidade de dados. Além disso, trabalhos como os de Sousa Junior e outros (2017) advertem que a dinâmica de migração humana e mudanças ambientais podem impactar a precisão das análises.

Nessa perspectiva, o objetivo deste artigo foi realizar o mapeamento e a análise espacial, com base em estatística espacial, da distribuição geográfica dos óbitos cuja causa básica foi a DC, ocorridos nos municípios brasileiros no período de 1996 a 2018. Estudos como estes podem colaborar com a definição de estratégias, assim como no monitoramento e avaliação das mesmas, para atingir a Meta 3.3 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 – Saúde e Bem Estar (até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis).

2 - METODOLOGIA

Os métodos empregados foram os de análise espacial, os quais, a partir do mapeamento e análise com base em estatística espacial, possibilitam estudar a mortalidade

por DC decorrente de contextos diversos nos quais os processos saúde-doença ocorrem, revelando eventuais padrões espaciais e temporais. Para tanto, este estudo teve como unidade de análise os municípios brasileiros. As técnicas empregadas para o desenvolvimento dos mapas foram as de geoprocessamento, especialmente os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Como suporte computacional, utilizou-se os *hardwares* pessoais e dos laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (PPG-AMSA/IGC/UFMG), e os *softwares* ArcGIS 10.8, QGIS 3.28, IBM SPSS Statistics 20.0 e Microsoft Office Excel.

O estudo foi baseado em dados secundários de acesso e domínio público, disponíveis em sítios eletrônicos em formato de planilhas. Os dados sobre mortalidade foram coletados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). São dados oriundos da Declaração de Óbito e registrados no Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), desenvolvido pelo Ministério da Saúde e gerido pelo Departamento de Análise de Situação de Saúde, da Coordenação Geral de Informações e Análise Epidemiológica, da Secretaria de Vigilância em Saúde, em conjunto com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde.

Foram analisados, a partir de gráficos, os dados de óbitos segundo as principais causas, considerando-se os Capítulos da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – 10ª Revisão (CID-10), especialmente o Capítulo I (Algumas doenças infecciosas e parasitárias), ao qual pertence a DC. Nessa perspectiva, calculou-se a mortalidade proporcional por grupos de causas (número de óbitos por grupo de causas / número total de óbitos × 100) a partir de 1996. Buscou-se explorar o número de óbitos causados por cada uma das doenças infecciosas e parasitárias (doenças bacterianas, doenças virais, doenças infecciosas intestinais, tuberculose, helmintíases e, especialmente, doenças transmitidas por protozoários – toxoplasmose, malária, leishmaniose e DC).

Com vistas a se debruçar mais especificamente sobre a mortalidade por DC, foram selecionados, a partir do SIM, os dados de óbitos cuja causa básica foi a DC, tendo por referência a CID-10: B570 - Forma aguda da doença de Chagas, com comprometimento cardíaco; B571 - Forma aguda da doença de Chagas, sem comprometimento cardíaco; B572 - doença de Chagas (crônica) com comprometimento cardíaco; B573 - doença de Chagas (crônica) com comprometimento do aparelho digestivo; B574 - doença de Chagas

(crônica) com comprometimento do sistema nervoso; B575 - doença de Chagas (crônica) com comprometimento de outros órgãos.

O estudo também utilizou dados populacionais dos municípios brasileiros levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para os anos do período estudado, sendo que: os dados referentes aos anos de 2000 e 2010 resultaram dos Censos Demográficos; os de 1996 e 2007 foram decorrentes de Contagem Nacional da População; e, os demais anos da série temporal analisada referem-se às estimativas da população residente para os municípios, fornecidas ao Tribunal de Contas da União para a distribuição das cotas do Fundo de Participação dos Municípios. Esses dados podem ser coletados no DATASUS ou no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

Além desses dados, foram necessárias, para a realização dos mapeamentos, as bases cartográficas (em formato *shapefile*) das divisões territoriais político administrativas do Brasil (em 5 Grandes Regiões, 27 Unidades da Federação – UFs e 5.570 Municípios), atualizadas (em 2022) e disponibilizadas pelo IBGE. Utilizando os SIGs, os dados populacionais e de mortalidade foram integrados à base cartográfica de municípios brasileiros.

Assim, foram elaborados mapas coropléticos da distribuição espacial da mortalidade por DC nos municípios do Brasil, a partir da taxa bruta de mortalidade por DC (número de óbitos por DC / população total residente \times 100.000) e a taxa de mortalidade média por DC, no período de 1996 a 2021 (média de óbitos por DC / população média residente \times 100.000). Essa estratégia de se calcular a taxa de mortalidade média por DC contribuiu para evitar distorções e grandes variações nos municípios pouco populosos.

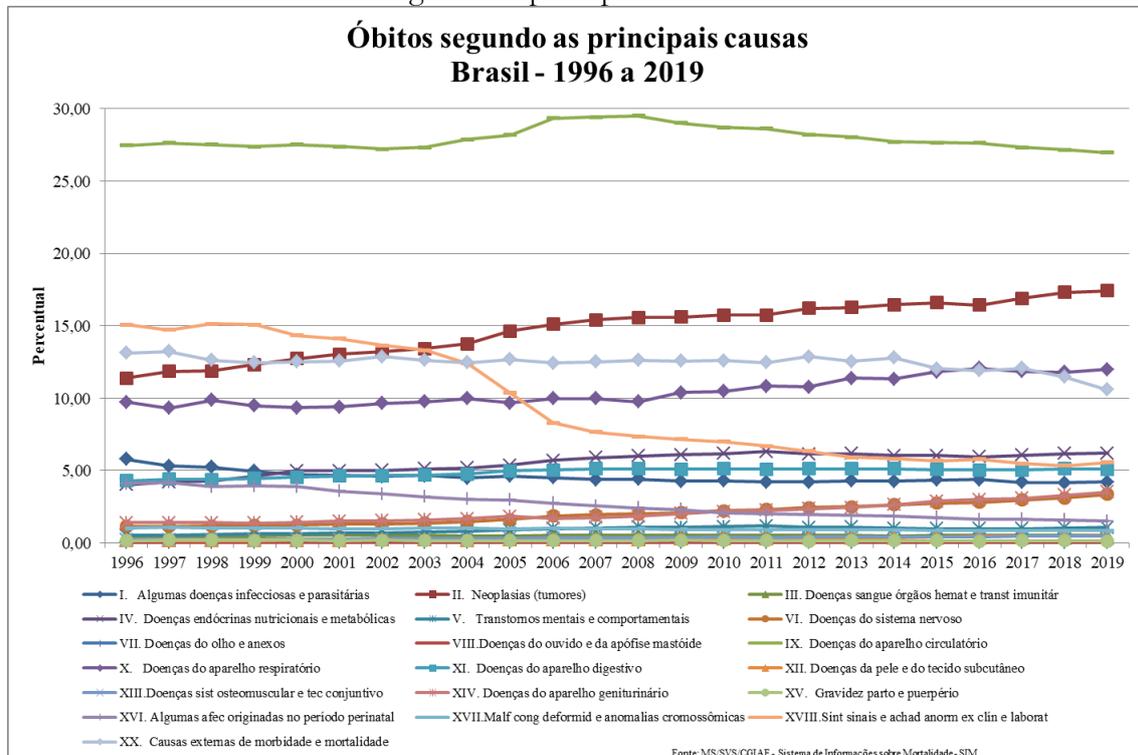
Por fim, ainda no ambiente SIG, buscou-se verificar a autocorrelação espacial, por meio do Índice de Moran Local (*Local Index Spatial Analysis – LISA*) que identifica agregados espaciais e o grau de associação espacial, e identificar aglomerados espaciais, empregando a técnica *Getis-Ord Gi**.

3 – RESULTADOS

Dentre as principais causas de óbitos no Brasil (Gráfico 1), considerando-se os Capítulos da CID-10, as doenças infecciosas e parasitárias, apesar de percentualmente não serem tão expressivas, representam uma preocupação significativa para a saúde pública devido à diversidade geográfica do país, condições climáticas favoráveis a vetores e micro-organismos, bem como questões socioeconômicas. Mesmo diante dos esforços de medidas

preventivas, estratégias de controle e campanhas de vacinação para lidar com algumas dessas doenças, elas persistem a ceifar vidas. Nesse contexto, a vigilância epidemiológica é essencial para responder a surtos e tentar controlar a disseminação dessas doenças.

Gráfico 1. Óbitos segundo as principais causas: Brasil - 1996 a 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM.

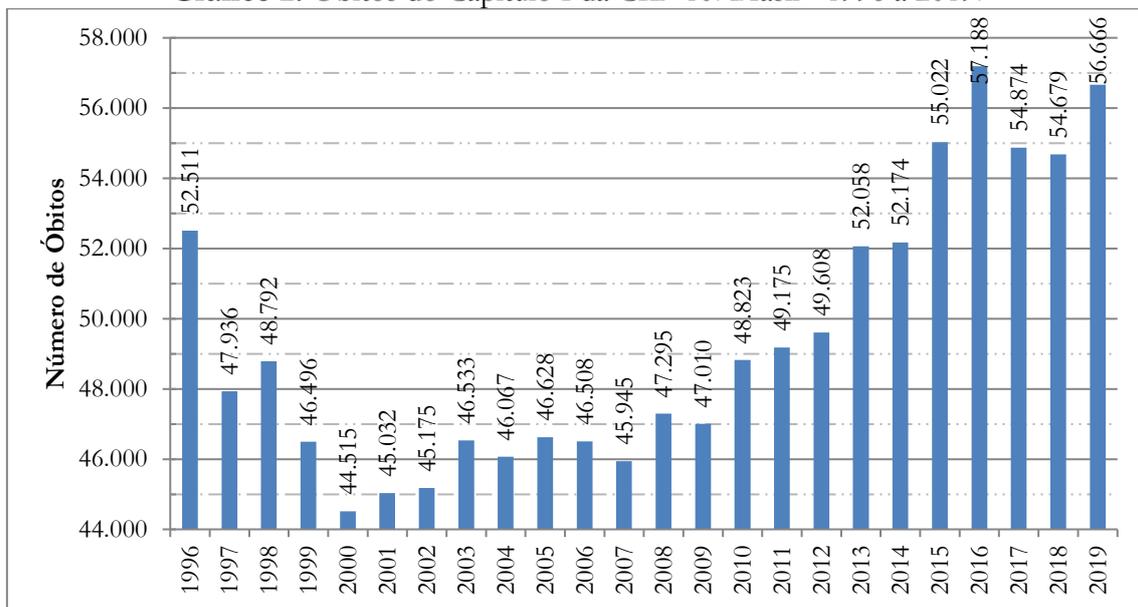
O Gráfico 1 indica que desde 1996 a mortalidade proporcional por causas relacionados ao Capítulo I da CID-10 tem reduzido. Porém, ao se observar o número absoluto desses óbitos (Gráfico 2), verifica-se que, apesar de ter ocorrido uma ligeira redução no número de óbitos causados por doenças infecciosas e parasitárias no Brasil, no período de 1996 a 2000, a partir de 2001 voltou a crescer, ano a ano, o número de óbitos deste tipo, sendo que a partir de 2015 esses números tem sido maiores que o de 1996.

Dentre as doenças infecciosas e parasitárias, as que causam maior número de óbitos são as doenças bacterianas e as doenças virais (Gráfico 3). As mortes causadas por doenças infecciosas intestinais, tuberculose e doenças transmitidas por protozoários encontram-se estabilizadas no mesmo “nível”. Por fim, as helmintíases são as que menos causam óbitos.

Muitas dessas mortes causadas por doenças infecciosas e parasitárias poderiam ser evitadas se essas enfermidades não continuassem a serem negligenciadas. Em algumas regiões do Brasil, provavelmente, a falta de acesso a cuidados de saúde adequados resulta em diagnóstico tardio e tratamento inadequado; condições socioeconômicas precárias,

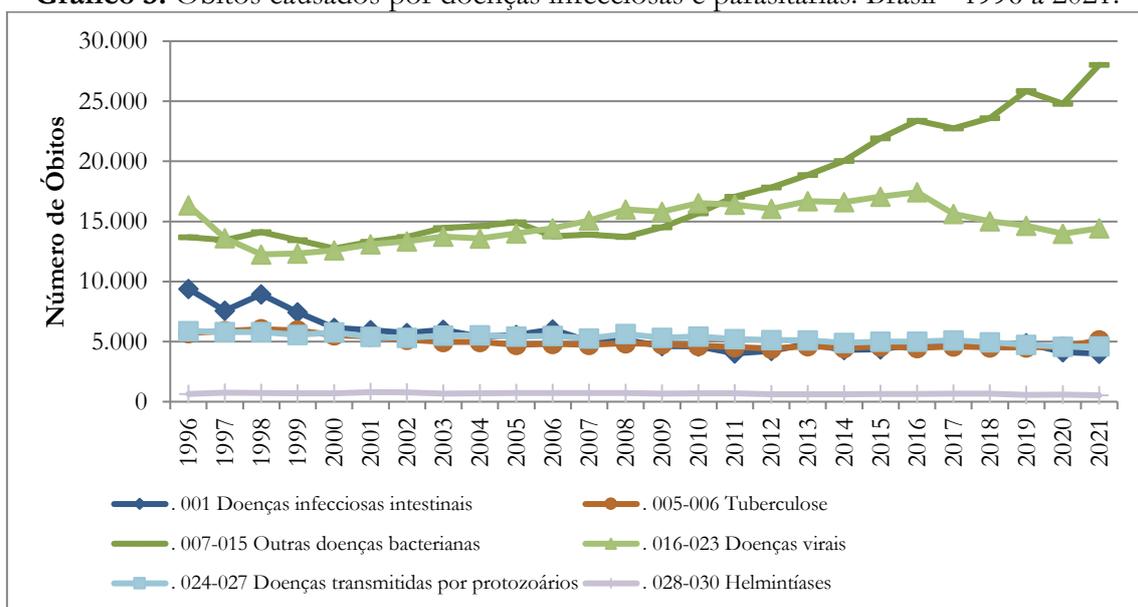
como pobreza, falta de saneamento básico e acesso limitado a água potável, podem criar ambientes propícios para a propagação dessas doenças; as mudanças climáticas podem impactar a distribuição de vetores de algumas dessas doenças; fluxos migratórios e deslocamentos populacionais podem facilitar a disseminação dessas doenças; infecciosas; a não adesão às medidas preventivas, como vacinação e higiene pessoal, pode contribuir para surtos dessas doenças infecciosas; além do aumento da resistência a antibióticos que pode tornar o tratamento de infecções mais difícil, levando a complicações e óbitos.

Gráfico 2. Óbitos do Capítulo I da CID-10: Brasil - 1996 a 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM.

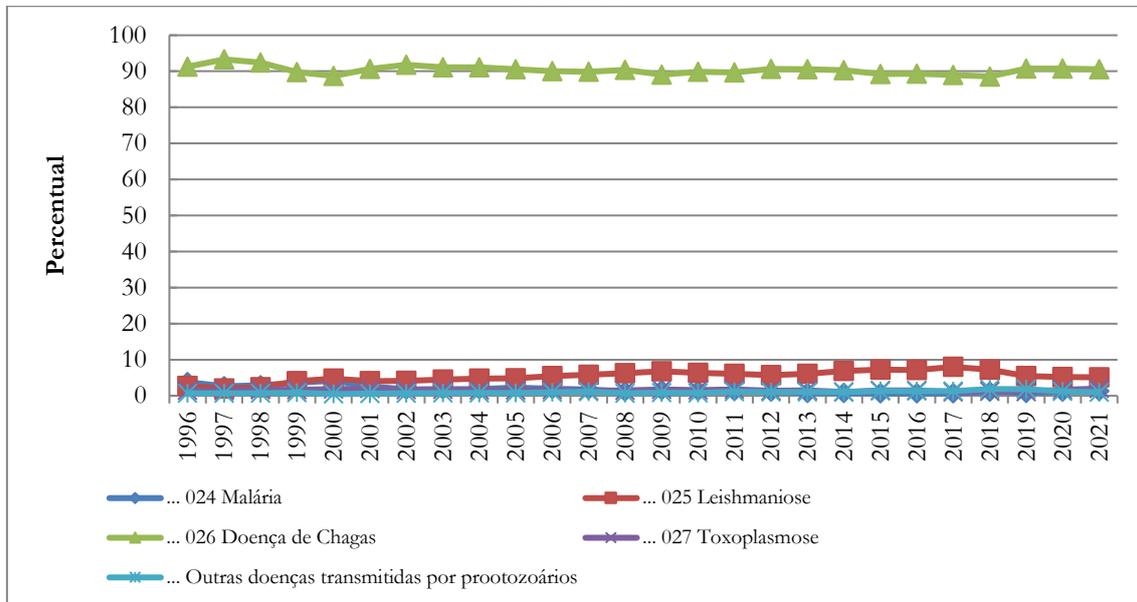
Gráfico 3. Óbitos causados por doenças infecciosas e parasitárias: Brasil - 1996 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM.

As principais doenças transmitidas por protozoários são Toxoplasmose, Malária, Leishmaniose e DC. Dentre essas, a DC é majoritariamente a que mais leva ao óbito (Gráfico 4).

Gráfico 4. Óbitos causados pelas principais doenças transmitidas por protozoários: Brasil - 1996 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM.

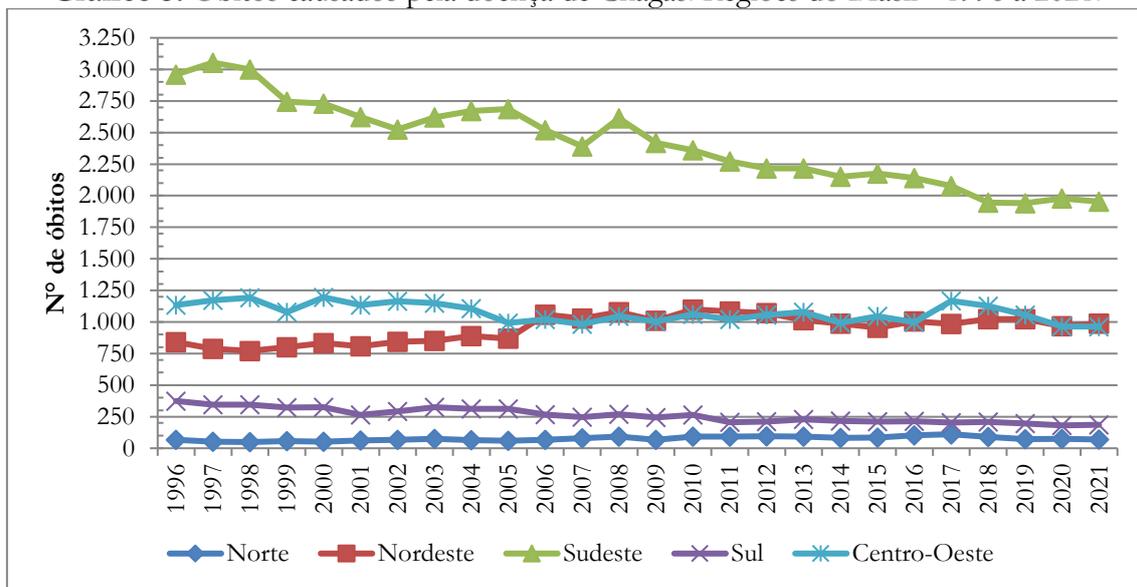
No Brasil, entre 1996 e 2021, foram registrados 124.255 óbitos cuja causa básica foi a DC. Houve maior frequência entre homens ($n = 69.932$; 56,3%). Quanto aos grupos etários, houve a frequência foi maior entre idosos – idade maior ou igual a 60 anos ($n = 83.051$; 66,8%), seguidos dos adultos – idade entre 20 e 59 anos ($n = 40.825$; 32,9). Em relação à cor/raça, pretos e pardos juntos representaram 54.717 óbitos (44,0%), brancos 48.540 (39,1%), amarelos 634 (0,5%) e indígenas 145 (0,1%), sendo considerável o número de declarações de óbitos que ignoraram a informação cor/raça ($n=20.219$; 16,3%).

Conforme o Gráfico 5, a metade dos óbitos cuja causa básica foi a DC, ocorridos no Brasil entre 1996 e 2021, foi de residentes da Região Sudeste ($n=62.976$; 50,7%). Em seguida tem-se: Centro-Oeste ($n=27.888$; 22,4%), Nordeste ($n=24.656$; 19,9%), Sul ($n=6.769$; 5,4%) e Norte ($n=1.966$; 1,6%).

A grande expressividade da Região Sudeste se deve aos estados de Minas Gerais ($n=31.684$ óbitos; 25,5%) e São Paulo ($n=30.401$; 24,5%); neles ocorreu metade dos óbitos por DC, no período analisado. Importante lembrar que foi em Minas Gerais, no município de Lassance, onde Carlos Chagas descobriu a doença que leva o seu nome. Outros dois estados onde também houve grande número de mortes por DC foram Goiás ($n=19.878$;

16%) e Bahia (n= 15.040; 12,1%), localizados, respectivamente, nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste. Essas quatro Unidades da Federação são vizinhas, o que sugere que elas compartilham semelhanças geográficas, climáticas e ecológicas que favoreceram, ou que ainda favorecem, a presença do inseto vetor e, conseqüentemente, a transmissão da DC. Também se deve considerar que a “relativa” proximidade entre eles favoreceu deslocamentos populacionais que podem ocasionar diferenças entre local de infecção e local de óbito.

Gráfico 5. Óbitos causados pela doença de Chagas: Regiões do Brasil - 1996 a 2021.

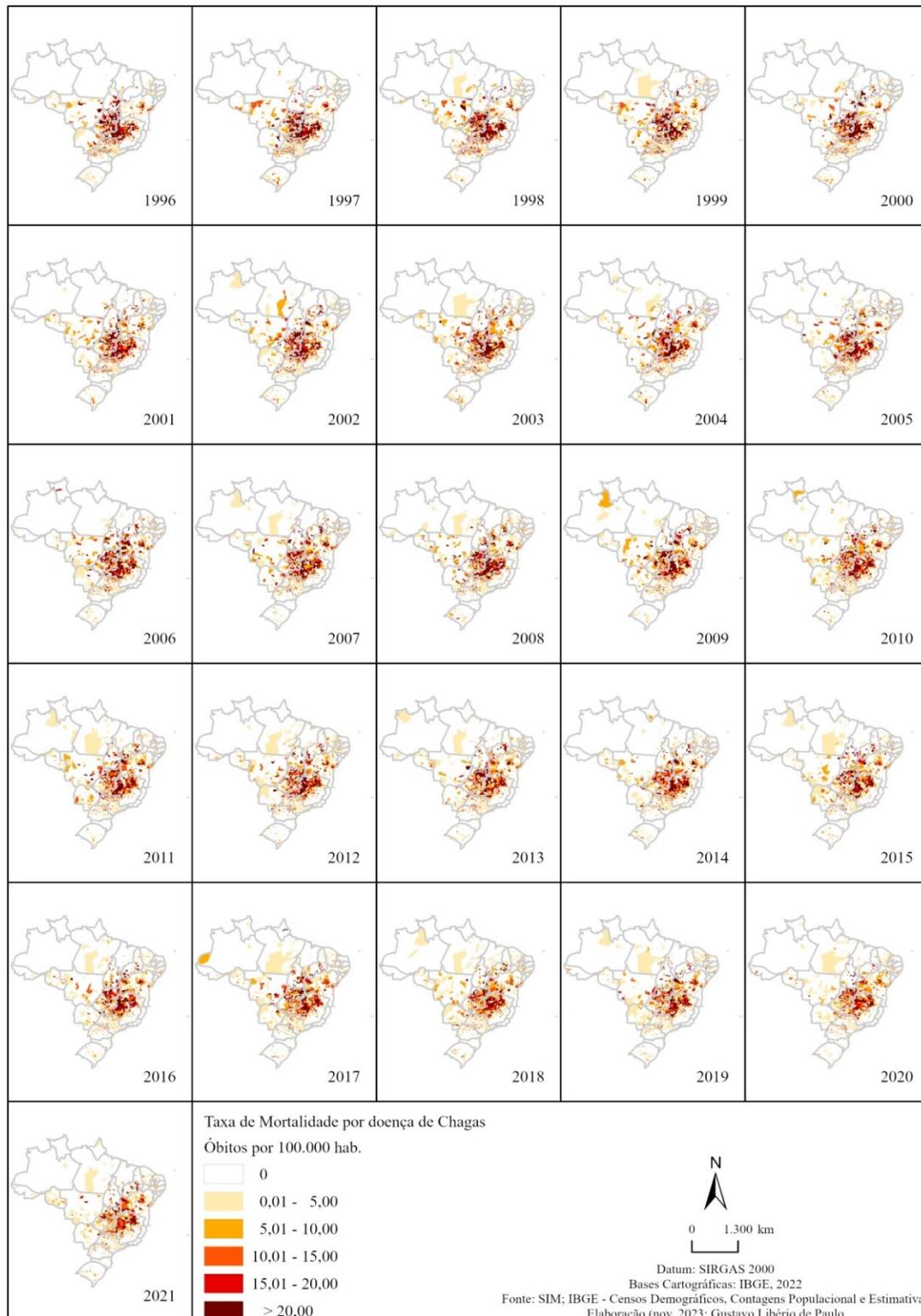


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM.

A geografia dos óbitos causados por DC no Brasil, no período de 1996 a 2021, pode ser mais bem detalhada a partir do mapeamento da taxa de mortalidade por DC nos municípios brasileiros (Mapa 1). Embora haja tendência decrescente da mortalidade por DC no Brasil, verifica-se a manutenção de uma área endêmica para DC entre as regiões Sudeste e Centro-Oeste.

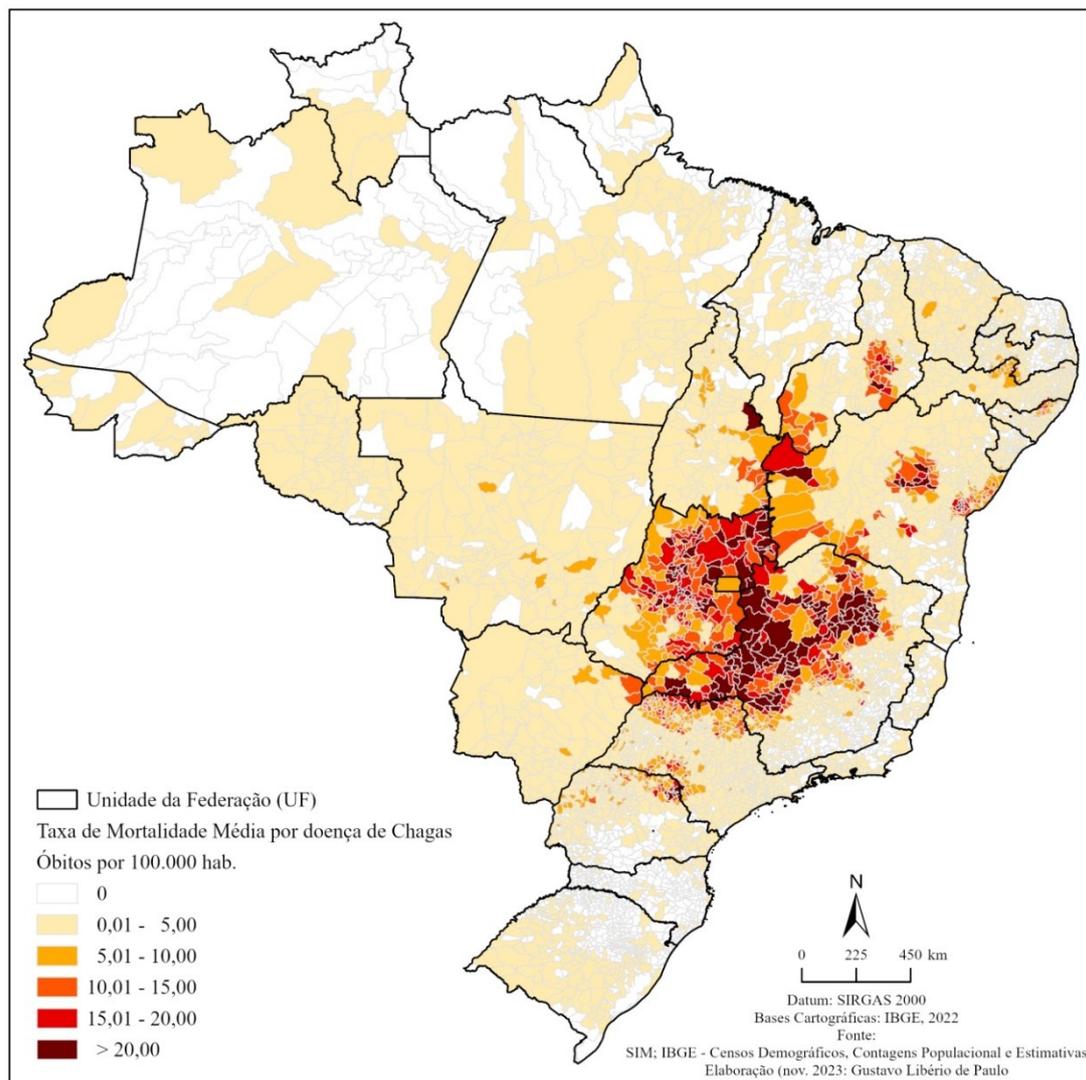
Para evitar distorções e grandes variações nos municípios pouco populosos, adotou-se a estratégia de calcular a taxa de mortalidade média por DC (Mapa 2), que representa uma média ao longo dos 26 anos que compõem o período estudado. Seu mapeamento possibilita uma visão geral da mortalidade durante esse período, que além de corroborar com o reconhecimento de uma extensa área crítica quanto à mortalidade por DC, entre Sudeste e Centro-Oeste, estendendo-se pelo Nordeste, também chama a atenção para o limite entre São Paulo e Paraná, interior e litoral norte da Bahia, e interior do Piauí.

Mapa 1. A geografia dos óbitos causados pela doença de Chagas: municípios do Brasil - 1996 a 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM e do IBGE.

Mapa 2. Taxa de mortalidade média por doença de Chagas: municípios do Brasil - 1996 a 2021.

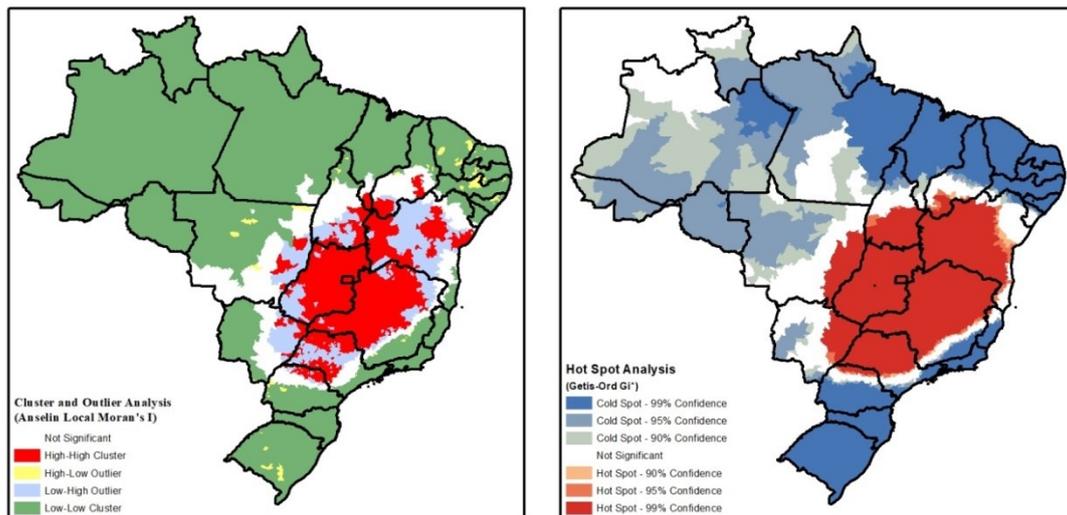


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM e do IBGE.

A partir da taxa de mortalidade média por DC, constatou-se (Mapa 3) a autocorrelação global e utilizou-se o Índice de Moran Local (*Local Index Spatial Analysis – LISA*) que identificou agregados espaciais e o grau de associação espacial em cada município: padrões alto/alto (em vermelho) e baixo/baixo (em verde) representam associação espacial positiva, indicando que o município possui vizinhos com valores semelhantes; padrões alto/baixo (em amarelo) e baixo/alto (em azul) indicam associação espacial negativa, demonstrando um município com vizinhos com valores diferentes. A técnica *Getis-Ord Gi** permitiu identificar aglomerados espaciais: escores *z* elevados (em vermelho) indicam aglomeração entre áreas com altas taxas de mortalidade média por DC e áreas com taxas semelhantes (áreas quentes, ou *hotspots*); escores *z* baixos (em azul) mostram áreas com baixas taxas de mortalidade média por DC (áreas frias, ou *coldspots*)

rodeadas por áreas semelhantes. Assim, foi possível confirmar o agrupamento englobando os estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Piauí e Bahia.

Mapa 3. Estatística espacial da mortalidade por doença de Chagas nos municípios brasileiros.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do SIM e do IBGE.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se, no período de 1996 a 2021, um relativo declínio da mortalidade por DC. Tais óbitos ocorreram predominantemente em homens idosos. O maior número de mortes foi observado na Região Sudeste, principalmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo. As análises estatísticas espaciais identificaram aglomerados de óbitos envolvendo além destas duas Unidades da Federação, os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Piauí e Bahia.

Este estudo apresenta limitações, pois faz uso de dados secundários sujeitos a inconsistências. Apesar dos esforços para qualificar o preenchimento dos registros de mortalidade, os dados podem apresentar subnotificações. Assim, os resultados da análise devem ser interpretados com a devida cautela. Todavia, essas limitações não diminuem a importância da contribuição feita pelo estudo.

Diante do exposto, recomenda-se que haja esforços por parte da Política Pública de Saúde, para área crítica identificada, quanto: ao fortalecimento dos sistemas de vigilância epidemiológica para monitorar a prevalência da doença; a (re)implementação de programas

de controle vetorial para reduzir a infestação de barbeiros, que são os insetos vetores da DC; melhorias nas condições habitacionais para reduzir o contato humano com os vetores da DC; diagnóstico precoce para o tratamento adequado, reduzindo a progressão da doença; campanhas de educação comunitária para aumentar a conscientização sobre a DC.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, Luiz Felipe Santiago; SILVA, Karen Maria Araújo; COSTA, Suzanne Caldas da; FREITAS, Matheus Costa. Análise temporal e espacial da prevalência de doença de chagas aguda no estado do Pará no período de 2010 a 2014. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 7874–7892, jul./ago. 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/12980>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. *Guia de Vigilância em Saúde*: volume único. 3. ed. Brasília: MS, 2019. p. 465-487. Disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

CARDOSO, Luana Pastana; PAIVA, Thayse Reis; NOGUEIRA, Laura Maria Vidal; SOUZA E GUIMARÃES, Ricardo José de Paula; RODRIGUES, Ivaneide Leal Ataíde; ANDRÉ, Suzana Rosa. Distribuição espacial da doença de Chagas e sua correlação com os serviços de saúde. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 54, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1980-220X2018058603565>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

DIAS, João Carlos Pinto. Human Chagas Disease and Migration in the Context of Globalization: Some Particular Aspects. *Journal of Tropical Medicine*, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2013/789758>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

FERRO E SILVA, Andréia Mantovani; SOBRAL-SOUZA, Thadeu; VANCINE, Maurício Humberto; MUYLAERT, Renata Lara; ABREU, Ana Paula; PELLOSO, Sandra Marisa; CARVALHO Maria Dalva de Barros; ANDRADE, Luciano de; RIBEIRO, Milton Cezar; TOLEDO, Max Jean de Ornelas. Spatial prediction of risk areas for vector transmission of *Trypanosoma cruzi* in the State of Paraná, southern Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 12, n. 10, 2018. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0006907>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

GALVÃO, Cleber (org.). *Vetores da doença de chagas no Brasil*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2014, 289 p. Disponível em: <<https://static.scielobooks.org/scielobooks/mw58j/pdf/galvao-9788598203096.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

GÓES, José Augusto Passos. *Mortalidade por doença de Chagas em Sergipe: análise espacial, tendência temporal e aspectos epidemiológicos*. 2021. 56 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem)

– Universidade Federal de Sergipe, Aracaju. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/14998>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

GUIMARÃES, Ricardo José de Paula Souza e; SOUSA NETO, Juliana Raiyanni; SANTOS, Karla de Souza; GOMES, Alessandra Rodrigue. Análise espacial da doença de Chagas no estado do Pará no período de 2010-2014. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 18., 2017, Santos. *Anais [...]*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2017. p. 3569-3575. Disponível em:

<https://proceedings.science/proceedings/59/_papers/60207/download/abstract_file1>. Acesso em 01 nov. 2023.

GURGEL-GONÇALVES, Rodrigo; ABAD-FRANCH, Fernando; ALMEIDA, Maxwell Ramos de; OBARA, Marcos Takashi; SOUZA, Rita de Cássia Moreira de; BATISTA, Jainaine Abrantes de Sena; ROCHA, Douglas de Almeida. TriatoDex, an electronic identification key to the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae), vectors of Chagas disease: Development, description, and performance. *PLoS ONE*, v. 16, n. 4, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248628>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

GURGEL-GONÇALVES, Rodrigo; KOMP, Ed; CAMPBELL, Lindsay P.; KHALIGHIFAR, Ali; MELLENBRUCH, Jarret; MENDONÇA, Vagner José; OWENS, Hannah L.; FELIX, Keynes de la Cruz; PETERSON, A Townsend; RAMSEY, Janine M. Automated identification of insect vectors of Chagas disease in Brazil and Mexico: the Virtual Vector Lab. *PeerJ.*, v. 5, 2017. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/3040/>>. Acesso em 01 nov. 2023.

HINO, Paula; VILLA, Tereza Cristina Scatena; SASSAKI, Cinthia Midori; NOGUEIRA, Jordana de Almeida; SANTOS, Claudia Benedita dos. Geoprocessamento aplicado à área da Saúde. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 14, n. 6, p. 939-943, nov./dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n6/pt_v14n6a16.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

KHALIGHIFAR, Ali; KOMP, Ed; RAMSEY, Janine M.; GURGEL-GONÇALVES, Rodrigo; PETERSON, A Townsend. Deep Learning Algorithms Improve Automated Identification of Chagas Disease Vectors. *Journal of Medical Entomology*, v. 56, n. 5, p. 1404-1410, 2019.

LIMA, Mayara Maia; COSTA, Veruska Maia da; PALMEIRA, Swamy Lima; CASTRO, André Peres Barbosa de. Estratificação de territórios prioritários para vigilância da doença de Chagas crônica: análise multicritério para tomada de decisão em saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, n. 6, 2021. Disponível em: <<https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/7693/17177>>. Acesso em 01 nov. 2023.

LITVOC, Julio; WANDERLEY, Dalva Marli Valério; CAMARGO, Luiz Marcelo Aranha. Mortalidade por doença de Chagas no Estado de São Paulo (Brasil): subsídios para o planejamento da assistência ao chagásico. *Revista de Saúde Pública*, v. 26, n. 2, p. 59-65, abr. 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-89101992000200001>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

MELO, Francisco Rogerlândio Martins de. *Epidemiologia e distribuição espacial da mortalidade relacionada à doença de Chagas no Brasil, 1999 a 2007*. 2011. 259 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/6962>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

MONTEIRO, Lorena Dias; MARTINS-MELO, Francisco Rogerlândio; PIRES, Bruno Sousa. Tendência temporal e distribuição espacial da mortalidade relacionada à hanseníase no estado do Tocantins, 2000-2015. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 29, n. 3, jun. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/ress/2020.v29n3/e2018336/pt>>. Acesso em 01 nov. 2023.

PARSONS, Zeinab; BANITAAN, Shadi. Automatic identification of Chagas disease vectors using data mining and deep learning techniques. *Ecological Informatics*, v. 62, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954121000613>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

ROCHA, Maria Izabel Félix; MARANHÃO, Thatiana Araujo; FROTA, Maria Madalena Cardoso da; ARAUJO, Thalys Kennedy Azevedo de; VERAS E SILVA, Wady Wendler Soares; SOUSA, George Jó Bezerra; PEREIRA, Maria Lúcia Duarte; ARAUJO FILHO, Augusto Cezar Antunes de. Mortalidade por Doenças Tropicais Negligenciadas no Brasil no século XXI: análise de tendências espaciais e temporais e fatores associados. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 47, 2023;47:e146. Disponível em: <<https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.146>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

RODRIGUES, Aline Danielle Di Paula Silva; SILVA, Luísa Margareth Carneiro da; NASCIMENTO, Francisco; FRAZÃO, Andrea das Graças Ferreira; REZENDE, Ana Lúcia da Silva. Cenário da doença de Chagas aguda na Região Geográfica Intermediária de Belém/PA. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 111225–111239, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/40596>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

SANTOS, André Luiz dos. Investigação da constituição biogeográfica preditiva da Modelagem de Nicho Ecológico do Trypanosoma Cruzi no Brasil. *Revista Multidisciplinar em Saúde*, v. 2, n. 3, p. 19, 2021. Disponível em: <<https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rem/s/article/view/1419>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

SANTOS, Flávio Augusto Altieri dos; RIBEIRO, Nathália Caroline Cordovil. Modelagem de risco de endemia de chagas para a Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 17., 2015, João Pessoa. *Anais [...]*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2015. p. 1593- 1600. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0301.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2023.

SOUZA, Janice Maria Borba de; DIOTAIUOTI, Lileia Gonçalves; DIAS, João Carlos Pinto. *Vigilância da Doença de Chagas: manual técnico das atividades de controle dos triatomíneos*. Belo Horizonte: Instituto Rene Rachou, 2019. 61 p. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/34622>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

SOUSA JÚNIOR, Alcinês da Silva; PALÁCIOS, Vera Regina da Cunha Menezes; MIRANDA, Cláudia do Socorro; COSTA, Rodrigo Junior Farias da; CATETE, Clistenes Pamplona; CHAGASTELES, Eugenia Janis; PEREIRA, Alba Lucia Ribeiro Raithy; GONÇALVES, Nelson Veiga. Análise espaço-temporal da doença de Chagas e seus fatores de risco ambientais e demográficos no município de Barcarena, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 20, n. 4, p. 742-755, out./dez. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-5497201700040015>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

World Health Organization (WHO). *Integrating Neglected Tropical Diseases into Global Health and Development: fourth WHO report on Neglected Tropical Diseases*. Genebra: WHO; 2017. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/255011/1/9789241565448-eng.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2023.