UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM SAÚDE COLETIVA

MESTRADO EM SAÚDE COLETIVA

ANDERSON SANTANA SOUZA

ANÁLISE DA DINÂMICA ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA HEPATITE A NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 2016 A 2022.

SANTOS

2024

ANÁLISE DA DINÂMICA ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA HEPATITE A NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 2016 A 2022.

Texto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva.

Área de Concentração: Saúde, ambiente e mudanças sociais.

Linha de pesquisa: Epidemiologia Ambiental

Orientadora: Prof.ª Dra. Lourdes Conceição Martins

SANTOS

2024

[Dados Internacionais de Catalogação]
Departamento de Bibliotecas da Universidade Católica de Santos
Viviane Santos da Silva - CRB 8/6746

S729a Souza, Anderson Santana Análise da dinâmica espacial da cobertura vacinal da Hepatite A nos municípios do Estado de São Paulo de 2016 a 2022 / Anderson Santana Souza ; orientadora Lourdes Conceição Martins. -- 2024.
66 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de Santos, Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Saúde Coletiva, 2024
Inclui bibliografia

1. Hepatite A. 2. Vacinas contra Hepatite A. 3. Imunização. 4. Análise Espacial. 5. Índice de Moran Global. 6. Índice de Moran Local. 7. Estudo Ecológico Misto. 8. Dados Secundários. I. Martins, Lourdes Conceição. II. Título.

CDU: Ed. 1997 -- 614(043.3)

ANDERSON SANTANA SOUZA

ANÁLISE DA DINÂMICA ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA HEPATITE A NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 2016 A 2022.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos como exigência ao título de Mestre em Saúde Coletiva. Área de concentração: Saúde, Ambiente e Mudanças Sociais.

Aprovado em: _____/_____/2024

Banca examinadora

_____

Profª Drª. Lourdes Conceição Martins
Presidente da Banca – UNISANTOS

_____

Prof. Dr. Ricardo Toshio Enohi
1º Membro - UNAERP

_____

Profª Drª. Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona
2º Membro – UNISANTOS

_____

Dedico este trabalho aos meus pais, José Erly e Márcia, por serem meu alicerce e por acreditarem em mim em todos os momentos. À minha irmã, pelo apoio incondicional.
Aos professores e colegas que compartilharam esta jornada, por suas contribuições e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste estudo foi possível graças ao apoio financeiro da Bill and Melinda Gates Foundation e do CNPq/Ministério da Saúde, cuja contribuição foi indispensável para a viabilização deste trabalho.

Manifesto minha profunda gratidão à Universidade Católica de Santos, que proporcionou um ambiente de aprendizado, crescimento e desenvolvimento, tanto pessoal quanto acadêmico. À minha orientadora, Profª Dra. Lourdes Conceição Martins, expresso meu mais sincero agradecimento pelo acolhimento, pela orientação cuidadosa e pelo suporte durante todo o programa. Estendo também minha gratidão aos demais professores, cuja dedicação e paciência foram essenciais ao longo desta jornada.

Agradeço aos meus colegas de curso, pela troca de ideias, pelo companheirismo e pelas experiências compartilhadas, que enriqueceram de maneira significativa esta caminhada acadêmica.

Por fim, minha admiração e respeito aos profissionais de saúde, cuja dedicação e compromisso com a melhoria da saúde pública serviram como inspiração para este estudo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, deixo meu mais profundo e sincero agradecimento.

"Às vezes, a verdadeira batalha é aquela que vencemos antes mesmo que comece."
— *Anduin Wrynn, adaptado de World of Warcraft*

RESUMO

Introdução: A Hepatite A Viral (HAV) tem uma longa história, com surtos documentados desde o século XVIII. A transmissão ocorre principalmente pela via fecal-oral, afetando populações que vivem em condições sanitárias precárias. A vacinação é a forma mais eficaz de prevenção, reduzindo significativamente a incidência da doença. No Brasil, a vacina contra HAV foi incluída no Programa Nacional de Imunizações (PNI) em 2014, resultando em uma diminuição nos casos. Contudo, a cobertura vacinal ainda apresenta variações regionais e enfrenta desafios como a desconfiança nas vacinas e o impacto da pandemia de COVID-19. **Objetivo:** Analisar a dinâmica espacial da cobertura vacinal da Hepatite A em São Paulo entre 2016 e 2022, identificando áreas de alta e baixa cobertura vacinal. **Metodologia:** Esta dissertação faz parte de um projeto maior intitulado "Análise Espacial da Cobertura Vacinal de Crianças e sua Relação com as Características Socioeconômicas e de Saúde no Brasil", financiado pela Bill and Melinda Gates Foundation e pelo CNPq/Ministério da Saúde. Trata-se de um estudo ecológico misto, que utiliza dados secundários de domínio público. As doses aplicadas de vacina foram obtidas do Sistema de Informação de imunização do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI), os nascidos vivos foram obtidos do Sistema de Informação de Nascidos Vivos (SINASC), e dados de mortalidade obtidos do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) do banco de dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS); as bases cartográficas foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi calculada a cobertura vacinal baseada nos imunobiológicos. Foi realizada a análise descritiva e testes de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas de Dunn. Foi realizada a análise espacial, incluindo os Índices de Moran Global e Local. O nível de significância foi de 5%. Softwares utilizados foram o SPSS 24.0 for windows, Geoda e QGis. **Resultados:** Entre 2016 e 2022, a cobertura vacinal contra HAV foi analisada nos 645 municípios do estado de São Paulo, revelando variações significativas ($p<0,05$). Em 2017, a cobertura média atingiu níveis adequados, mas houve uma diminuição nos anos seguintes, exceto em 2019, que apresentou dados inconsistentes. Em 2022, a cobertura variou significativamente entre os municípios, com 26 municípios apresentando cobertura muito baixa e 392 municípios com cobertura baixa. A análise espacial, utilizando o Índice de Moran Global ($p<0,05$), mostrou variações na autocorrelação espacial ao longo dos anos, indicando padrões aleatórios e de agrupamento. **Conclusão:** Essas flutuações refletem a necessidade de políticas públicas eficazes, campanhas de vacinação intensificadas e melhorias na infraestrutura de saúde para aumentar a cobertura vacinal e garantir

a proteção coletiva contra a HAV. As variações podem ser explicadas pela presença de vacinas, iniciativas de conscientização, recursos em saúde e surtos de doenças. Uma análise minuciosa dos dados é fundamental para detectar regiões que demandam mais cuidados e criar táticas efetivas para assegurar uma alta e duradoura cobertura vacinal.

Palavras-Chave: Hepatite A, Vacinas contra Hepatite A, Imunização, Análise Espacial**,** Índice de Moran Global, Índice de Moran Local, Estudo Ecológico Misto, Dados Secundários

ABSTRACT

Introduction: Viral Hepatitis A (HAV) has a long history, with outbreaks documented since the 18th century. Transmission occurs mainly through the fecal-oral route, affecting populations living in poor sanitary conditions. Vaccination is the most effective means of prevention, significantly reducing the incidence of the disease. In Brazil, the HAV vaccine was included in the National Immunization Program (PNI) in 2014, leading to a decrease in cases. However, vaccine coverage still presents regional variations and faces challenges such as vaccine hesitancy and the impact of the COVID-19 pandemic. **Objective:** To analyze the spatial dynamics of Hepatitis A vaccine coverage in São Paulo from 2016 to 2022, identifying areas of high and low coverage. **Methodology:** This dissertation is part of a larger project titled "Spatial Analysis of Children's Vaccine Coverage and Its Relation to Socioeconomic and Health Characteristics in Brazil," funded by the Bill and Melinda Gates Foundation and CNPq/Ministry of Health. It is a mixed ecological study using publicly available secondary data. Data on vaccine doses administered were obtained from the National Immunization Program Information System (SI-PNI), live births data from the Live Births Information System (SINASC), and mortality data from the Mortality Information System (SIM) in the Unified Health System (DATASUS) database; cartographic bases were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Vaccine coverage was calculated based on immunobiological data. Descriptive analysis and Kruskal-Wallis tests with Dunn's multiple comparisons were performed. Spatial analysis, including Global and Local Moran's Index, was conducted. The significance level was set at 5%. The software used included SPSS 24.0 for Windows, Geoda, and QGis. **Results:** From 2016 to 2022, HAV vaccine coverage was analyzed in the 645 municipalities of São Paulo state, revealing significant variations ($p<0.05$). In 2017, average coverage reached adequate levels, but there was a decline in subsequent years, except in 2019, which showed inconsistent data. In 2022, coverage varied significantly among municipalities, with 26 municipalities showing very low coverage and 392 municipalities showing low coverage. Spatial analysis using the Global Moran Index ($p<0.05$) revealed variations in spatial autocorrelation over the years, indicating random and clustered patterns. **Conclusion:** These fluctuations highlight the need for effective public policies, intensified vaccination campaigns, and improved healthcare infrastructure to enhance vaccine coverage and ensure collective protection against HAV. The variations may be explained by vaccine availability, awareness initiatives, healthcare resources, and disease outbreaks. A thorough analysis of the data

is crucial to detect regions requiring more attention and to design effective strategies to ensure high and sustained vaccine coverage.

Keywords: Hepatitis A, Hepatitis A Vaccines, Immunization, Spatial Analysis, Global Moran Index, Local Moran Index, Mixed Ecological Study, Secondary Data

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de Espalhamento de Moran. 30

Figura 2 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2016)..... 37

Figura 3 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2017)..... 39

Figura 4 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2018)..... 41

Figura 5 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2019)..... 43

Figura 6 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2020)..... 45

Figura 7 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2021)..... 47

Figura 8 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2022)..... 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva da cobertura vacinal da vacina contra HAV no estado de São Paulo no período de 2016 a 2022. 32

Tabela 2 - Análise da cobertura vacinal por ano HAV por municípios no estado de São Paulo para Vacina contra HAV 34

Tabela 3 - Índice de Moran Global da cobertura vacinal contra HAV dos municípios no Estado de São Paulo de 2016 a 2022 34

LISTA DE ABREVIATURAS

AMS - Assembleia Mundial da Saúde

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

COVID-19 - *coronavirus disease 2019*

CRIES - Centros de Referência para Imunobiológicos Especiais

DATASUS - Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde

EXCEL - Microsoft Excel 365

GAVI - Aliança Mundial para Vacinas e Imunização

HAV- Hepatite A Viral

HBV - Hepatite B Viral

HCV - Hepatite C Viral

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISA - *Local Indicators of Spatial Association*

MS – Ministério da Saúde

OMS - Organização Mundial da Saúde

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde

PGAI - Plano Global Ampliado de Imunização

PAI – Programa Ampliado de Imunização

PNI - Programa Nacional de Imunização

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIM - Sistema de Informação sobre Mortalidade

SINASC - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

SUS - Sistema Único de Saúde

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância

VIHA - Vacina Inativada contra a Hepatite A Viral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

1.1. Justificativa 19

1.2. Histórico das Vacinas 20

1.3. Histórico das Vacinas no Brasil 22

1.4. Hepatite A Viral 23

1.5. Análise Espacial 24

2. OBJETIVOS 25

2.1. Objetivo Geral 25

2.2. Objetivos Específicos 26

3. METODOLOGIA DE PESQUISA 26

3.1. Desenho De Estudo 26

3.2. Local de Estudo 26

3.3. Coleta de Dados 27

3.4. Cobertura Vacinal 28

3.5. Análise Estatística 29

3.6. Análise Espacial 29

4. RESULTADOS 31

4.1. Análise Espacial 34

5. DISCUSSÃO 50

6. CONCLUSÃO 54

6.1. Considerações Finais 55

REFERÊNCIAS 55

1. INTRODUÇÃO

A Hepatite A Viral (HAV) possui uma longa história, que vem desde as antigas civilizações chinesa, grega e romana. Contudo, de acordo com Cockayne (1912), o primeiro registro escrito descreve uma epidemia em Menorca durante o século XVIII (Doenças Epidêmicas de Menorca, 1744-1749). Desde essa época, vários surtos epidêmicos foram documentados. A condição de icterícia catarral, condição associada à HAV, foi identificada após a descoberta de trombos biliares em necropsias, onde se acreditava que a obstrução biliar era uma das causas principais da doença (Fogel; Sherman, 2020; Lidofsky, 2021).

No começo do século XX, McDonalds (1908) e Cockayne (1912) sugeriram que a icterícia catarral era de origem viral, utilizando a palavra "vírus" de forma abrangente. Findlayv (1931) e sua equipe propuseram uma explicação viral mais minuciosa, observando que o agente ultramicroscópio que afetava apenas humanos era a causa da doença. Um marco importante foi a transmissão da doença em voluntários na Alemanha (1942), no Oriente Médio (1943) e nos EUA (1944), que determinou o tempo de incubação e reforçou que a transmissão ocorre via fezes-oral e, em alguns casos, por meio de soro. O grupo da Universidade de Yale, ao confirmar a transmissão fecal-oral, reconheceu duas formas distintas de hepatite: a hepatite infecciosa (Hepatite A) e a hepatite sérica (Hepatite B) (OMS, 2020a). Essas descobertas levaram ao abandono do termo "icterícia catarral" para descrever a condição, consolidando uma distinção mais clara entre as diferentes formas de hepatite.

A transmissão da HAV foi verificada em estudos de laboratório, cujas partículas virais foram encontradas nas fezes de pacientes no início da doença. A progressão do entendimento sobre a HAV revelou que a doença pode ser sem sintomas, com sintomas não ictéricos ou com sintomas ictéricos, sendo uma variedade fulminante um pouco comum. A confirmação do diagnóstico ocorre com a detecção de anticorpos IgM (Imunoglobulina M) anti-HAV, normalmente por meio do teste ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) (Fiore, Wasley e Bell; 2006).

De acordo com Lemon (2018), a icterícia epidêmica, que é o principal sintoma da HAV, provavelmente afeta pessoas desde que passaram a viver em grandes comunidades o suficiente para permitir a transmissão do patógeno, seja por contato direto com infectados ou por consumo de água e alimentos contaminados.

Devido ao fato de ser um vírus comumente transmitido pela ingestão de alimentos e água contaminados, a vacinação é uma medida preventiva que pode evitar o contato com o vírus na infância (onde geralmente não apresenta sintomas), podendo causar surtos tardios em uma comunidade com restrição de imunização por faixa etária, atrasando a exposição ao vírus (OMS, 2019).

O estudo de Brito e Souto (2020) aponta que manipuladores de alimentos poderiam ser incluídos como grupo prioritário para vacinação, devido ao risco de disseminarem o vírus. Embora a infecção pelo HAV seja frequentemente assintomática ou apresente apenas sintomas leves na infância, suas complicações podem ser graves. De acordo com Ferreira (2006), infecções por HAV representam cerca de 40% dos casos de insuficiência hepática em crianças na América Latina, com potencial de evoluir para insuficiência hepática aguda e, em casos extremos, resultar em óbito. Estudos mais recentes demonstram que a HAV continua sendo uma causa relevante de insuficiência hepática aguda em crianças na América Latina, reforçando a importância da vacinação preventiva na população (Brasil, 2024; Souza et al, 2021). A Sociedade Brasileira de Pediatria destaca que, entre crianças maiores, os vírus, especialmente o da HAV, permanecem entre as causas mais comuns de insuficiência hepática aguda (Brasil, 2024).

A HAV ocorre de forma endêmica em diversas regiões do mundo, sobretudo em locais com saneamento precário. Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS), a HAV é amplamente encontrada em regiões da África, Ásia, América Latina e Oriente Médio (OMS, 2020b). Nos últimos anos, houve uma diminuição na taxa mundial de casos de HAV devido ao avanço do saneamento e ao aumento na vacinação. Acredita-se que haja aproximadamente 1,4 milhões de incidências de HAV a cada ano em escala global, porém esse valor pode ser menor do que a realidade devido à falta de relatos e diagnósticos. Nos países desenvolvidos, a prevalência é baixa devido às melhorias nas condições sanitárias e à vacinação em grande escala. Contudo, ainda há casos de surtos, muitas vezes relacionados a viagens para regiões com alto índice de doenças ou à ingestão de alimentos infectados (Jacobsen; Wiersma, 2010).

A ocorrência de hepatite fulminante devido a HAV é incomum, afetando apenas 1% dos indivíduos infectados. No entanto, a vacinação é a forma mais eficaz de prevenir mortes, além de impedir a propagação do vírus na população (OMS, 2020).

A vacinação é a principal medida de prevenção contra a HAV, sendo altamente eficaz e segura. Duas doses administradas proporcionam proteção prolongada (Fiore; Wasley; Bell, 2006). A OMS recomenda a vacinação em áreas de alta incidência e para grupos de risco em locais de baixa incidência, como viajantes internacionais, homens que fazem sexo com homens e pessoas com doenças hepáticas crônicas. Além da vacinação, melhorias no saneamento básico e práticas adequadas de higiene são fundamentais para evitar a transmissão do vírus. Medidas como a educação sobre a importância da higienização das mãos e o consumo de água tratada complementam essas ações preventivas (OMS, 2020).

No Brasil, a HAV é uma doença que deve ser obrigatoriamente notificada, tornando mais fácil o acompanhamento e controle da enfermidade. O Ministério da Saúde (MS) aponta para uma diminuição expressiva no número de ocorrências ao longo dos últimos anos. Em 2018, houve uma redução no número de casos de HAV, com 2.003 notificações (Brasil, 2021). A queda nos números de casos pode ser creditada à melhora das condições de saneamento e à inclusão da vacina contra a HAV no calendário vacinal pelo Programa Nacional de Imunizações (PNI) em 2014.

A ocorrência da HAV no país apresenta variações de acordo com a região, sendo mais comum em locais com deficiências no saneamento básico, como em partes do Norte e Nordeste onde a falta de infraestrutura sanitária e as condições socioeconômicas são responsáveis pelo aumento da incidência da doença nessas regiões. Conforme recomendado pelo MS, é aconselhável vacinar crianças com pelo menos 15 meses de idade contra a HAV, com uma dose inicial seguida de um reforço após seis meses (Brasil, 2022). Inserir a vacina no calendário vacinal pelo PNI tem sido eficaz em diminuir a ocorrência da doença. Pesquisas indicam que a imunização em larga escala pode resultar na imunidade coletiva, beneficiando inclusive pessoas não vacinadas. Além de imunizar crianças, o Brasil também tem promovido campanhas de vacinação em indivíduos de grupos vulneráveis, como profissionais de saúde, manipuladores de alimentos e moradores de regiões com surtos. O envolvimento nessas campanhas é essencial para a gestão da propagação da HAV (Jacobsen; Wiersma, 2010).

A vacinação contra a HAV revelou-se eficaz em prevenir a doença, oferecendo proteção prolongada e ajudando a diminuir a incidência de surtos. Inserir a vacina no calendário nacional de vacinação visa proteger as crianças e, assim, reduzir a propagação do vírus na comunidade. (Brito; Souto, 2020; Ferreira, 2020).

Não obstante dos avanços significativos alcançados pelo Brasil nessa área, ainda há desafios a serem superados, principalmente em regiões menos desenvolvidas. Embora a vacinação seja uma ferramenta poderosa na prevenção da HAV, a melhoria das condições de saneamento básico é igualmente importante. O acesso à água potável, sistemas de esgoto adequados e práticas de higiene pessoal são medidas essenciais para prevenir a disseminação do vírus (Fiore, Wasley e Bell, 2006).

A HAV ainda é um problema de saúde pública no Brasil e no mundo. Entretanto, a mistura de estratégias de vacinação, avanços no saneamento e educação em saúde tem sido eficaz em diminuir a ocorrência da doença. Manter um acompanhamento constante e investir em melhorias nas condições de vida e higiene são essenciais para combater e, eventualmente, eliminar a HAV. O Brasil tem feito progressos significativos nessa área, mas ainda enfrenta desafios, especialmente em regiões menos desenvolvidas (OMS, 2020b).

A Imunização universal para a HAV é crucial para a saúde pública, com o objetivo de diminuir casos, surtos e mortes causadas pela doença. A transmissão da HAV, principalmente através da rota fecal-oral, ainda é um desafio importante, especialmente em áreas com saneamento precário. A inclusão da Vacina Inativada contra a Hepatite A Viral (VIHA) no PNI em 2014 foi um evento significativo, com o objetivo de atingir altos índices de imunização e segurança para a comunidade (Silva et al., 2019).

A imunização contra a HAV é particularmente importante em nações em desenvolvimento, onde a enfermidade é comum e a infraestrutura de saneamento é deficiente. No Brasil, a adição da vacina ao PNI tem como objetivo aumentar a cobertura vacinal e, consequentemente, diminuir a taxa de doenças. Uma avaliação dos dados de imunização entre 2016 e 2022 em São Paulo mostra flutuações marcantes, com momentos de alta e baixa cobertura, demonstrando a importância de manter estratégias contínuas para assegurar uma imunização abrangente e eficaz (IBGE, 2022).

Apesar de ter havido progressos importantes na quantidade de pessoas vacinadas, problemas como a desconfiança em relação às vacinas e diferenças regionais ainda estão presentes. A pandemia de COVID-19 também causou impacto negativo nas campanhas de vacinação, levando a uma redução nas taxas de imunização e aumentando a vulnerabilidade das crianças a doenças preveníveis. Para vencer tais obstáculos, é crucial elaborar táticas de comunicação

efetivas, reforçar a estrutura de saúde e assegurar o acesso às vacinas (Brito; Souto, 2020; OMS, 2021).

Este projeto visa avaliar a cobertura vacinal da HAV no estado de São Paulo, identificar áreas com baixa cobertura e discutir intervenções para melhorar as taxas de imunização. A análise detalhada dos dados de vacinação e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitirão uma compreensão mais precisa da distribuição espacial das coberturas vacinais e das áreas vulneráveis, facilitando a implementação de políticas públicas direcionadas (Chiaravallotineto, 2019; Pavarini et al., 2020).

1.1. Justificativa

A HAV é uma doença prevalente e evitável, mas ainda apresenta uma cobertura vacinal relativamente baixa em diversas regiões. O conhecimento detalhado sobre a cobertura vacinal é crucial para a formulação de políticas públicas eficazes, visando aumentar a imunização e, consequentemente, reduzir a incidência da doença. A vacinação é amplamente reconhecida como uma medida preventiva fundamental para evitar a propagação do vírus (Fiore; Wasley; Bell, 2006).

Além da vacinação, a melhoria das condições de saneamento básico e a adoção de práticas de higiene pessoal são essenciais para a prevenção da HAV. A OMS (OMS, 2020) enfatiza que o acesso à água potável e a instalações sanitárias apropriadas são medidas indispensáveis para combater a disseminação do vírus. No Brasil, embora tenham sido alcançados avanços significativos na vacinação contra a HAV, ainda há desafios substanciais, particularmente em regiões menos desenvolvidas, onde as condições de saneamento básico permanecem precárias (BRASIL, 2019).

A análise da cobertura vacinal permite identificar áreas com baixa imunização e direcionar intervenções específicas para aumentar as taxas de vacinação. Estudos como o de Souza (2024) mostram que uma abordagem detalhada da dinâmica espacial da cobertura vacinal pode revelar padrões importantes que influenciam a distribuição da vacinação e a suscetibilidade das populações ao vírus.

Diante deste contexto, este estudo justifica-se pela necessidade de compreender a dinâmica espacial da cobertura vacinal da HAV no estado de São Paulo entre 2016 e 2022. A análise desses

dados fornecerá insights valiosos para a formulação de estratégias de saúde pública mais eficazes, contribuindo para a redução da incidência da HAV e a proteção da saúde da população.

1.2. Histórico das Vacinas

A eliminação da varíola foi um momento crucial na saúde pública mundial, motivando profissionais de saúde a trabalhar para controlar e acabar com outras doenças preveníveis por imunização. A OMS liderou a iniciativa de vacinação global contra a varíola, uma doença grave que é endêmica em todos os continentes. A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) recebeu a responsabilidade de eliminar a varíola nas Américas. Devido a essas ações, a varíola foi oficialmente eliminada na Região das Américas em 1973 e globalmente em 1979 (Cueto, 2015).

Na década de 1960, houve várias mortes de crianças devido a doenças que poderiam ser prevenidas através da imunização. Na África, cerca de 33% das crianças morriam antes de completar cinco anos de idade, sendo as doenças imunopreveníveis responsáveis por grande parte dessa mortalidade (Greenwood, 2014; Homma et al., 2003).

Diante desse cenário, a Assembleia Mundial da Saúde (AMS) de 1974 (Resolução WHA 27.57/1974) implementou o Plano Global Ampliado de Imunização (PGAI), exigindo que os Estados Membros estabelecessem programas de imunização e monitoramento contra várias doenças, como difteria, coqueluche, sarampo, poliomielite e tuberculose. A OMS deveria se unir aos governos para fortalecer tais programas, garantir vacinas de boa qualidade, fornecer materiais e apoiar pesquisas (OPAS, 1977).

Em 1977, o programa quase acabou por falta de recursos, mas foi salvo por uma doação de um milhão de dólares do Diretor-Geral da OMS e pelo comprometimento do Diretor do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) com seu financiamento contínuo. Isso possibilitou que a OMS e o UNICEF colaborassem na organização da distribuição das vacinas, oferecendo aos países refrigeradores, seringas e outros materiais indispensáveis (Reid; Fleck, 2014).

Na década de 1980, em meio ao esforço mundial para imunizar todas as crianças, surgiram sistemas de imunização em nível nacional, ampliando a proteção oferecida pelas vacinas. No entanto, em 2003, calculou-se que 27 milhões de crianças não tinham sido vacinadas com as vacinas necessárias. Em reação, a 58ª AMS da OMS propôs o PGAI, Visão e Estratégia, com o objetivo de manter e ampliar a vacinação (OMS, 2005a).

Em 2005, a Argentina tornou-se o primeiro país a incluir a vacina monovalente de vírus inativado contra a HAV no calendário infantil, administrando uma única dose para crianças de 12 meses de idade. A escolha pela dose única foi uma estratégia para reduzir custos, fundamentada em estudos que demonstraram altos títulos de resposta humoral após a primeira dose da vacina. Com base em experiências como esta, a OMS recomenda que países com recursos financeiros limitados considerem adotar o esquema alternativo de dose única (OMS, 2012b).

Em 2012, o Plano Global de Ação para Vacinas foi aprovado pela AMS, com o objetivo de erradicar doenças que podem ser prevenidas por vacinas até 2020. O plano foi construído com base em seis princípios: engajamento dos países, responsabilidade conjunta, igualdade no acesso, conexão com serviços primários de saúde, sustentabilidade dos programas de vacinação e novas ideias (OMS, 2012).

Em 2017, os líderes da saúde de 194 nações concordaram com uma decisão para intensificar a vacinação, com o objetivo de atingir tais objetivos e ampliar os programas de imunização para além da fase infantil (OMS, 2018a).

A Fundação Bill e Melinda Gates tem sido um grande apoiador da vacinação, doando 2,5 bilhões de dólares para a Aliança Mundial para Vacinas e Imunização (GAVI). Fundada em 2000, a GAVI busca promover a distribuição equitativa de vacinas em nações mais pobres, oferecendo auxílio na vacinação, reforço dos serviços de saúde e orientação técnica (GAVI, 2019).

Os esforços de vacinação em diversas partes do globo, como no Sudeste Asiático, Mediterrâneo Oriental, África, Europa e Pacífico Ocidental, evidenciam a importância da imunização na diminuição da mortalidade infantil e no combate às doenças endêmicas. A criação do Programa Ampliado de Imunização (PAI) pela OPAS, com apoio do Fundo Rotativo para a Compra de Vacinas, foi fundamental para aumentar a cobertura vacinal nas Américas (OPAS, 2010).

Em 2017, a OPAS estabeleceu objetivos para assegurar a equidade no acesso às vacinas nas Américas, promovendo a sustentabilidade dos programas de vacinação, aprimorando a vigilância das doenças e fortalecendo a comunicação para aumentar a confiança na imunização (OPAS, 2017ab).

O PAI é reconhecido como um dos programas de saúde pública mais eficazes, e a Região das Américas se destacam globalmente na erradicação e controle de doenças que podem ser prevenidas por vacinas, aumentando a cobertura vacinal e impactando positivamente a saúde pública (OPAS, 2018; Reid, Fleck, 2014).

1.3. Histórico das Vacinas no Brasil

A história da vacinação no Brasil é extensa e está profundamente ligada às políticas de saúde pública nacional. Esse percurso teve início em 1804, quando o Barão de Barbacena trouxe a vacina contra a varíola ao país, marcando o começo de uma longa trajetória de combate às epidemias (Brasil, 2020).

Em 1973, houve um progresso importante na elaboração da política de imunização no Brasil, com a implementação do PNI, que foi reforçado pela legislação federal e decretos em 1975 e 1976, respectivamente. O PNI foi um ponto de virada na coordenação das campanhas de vacinação e no crescimento das políticas de imunização em todo o país, definindo regras para a vigilância epidemiológica e a obrigação de notificar doenças (Silva; Fonseca, 2020).

Nos anos que se seguiram, o Brasil ampliou significativamente seu cronograma de imunização. Em 2004, a Portaria 457/2004 implementou calendários de vacinação divididos por faixas etárias - crianças, adolescentes, adultos e idosos - para destacar a relevância da imunização ao longo de todas as fases da vida. Este método de divisão por idade foi crucial para garantir que todos os grupos vulneráveis recebessem as vacinas exigidas em todas as fases da vida (Brasil, 2004).

No ano de 2010, o PNI foi expandido ainda mais para atender não apenas a população em geral, mas também grupos específicos como os indígenas e pessoas com condições clínicas especiais. Isso envolveu fornecer imunobiológicos em Centros de Referência para Imunobiológicos Especiais (CRIES), garantindo que pessoas com necessidades especiais fossem protegidas especificamente (Sousa; Lima, 2020).

Essas atitudes demonstram a contínua dedicação do Brasil em adaptar e expandir suas estratégias de imunização para atender a diferentes grupos populacionais do país. Através de um extenso e bem estruturado programa de imunização, a nação conseguiu reduzir significativamente

a incidência de várias doenças infecciosas, o que tem melhorado a saúde dos cidadãos e aumentado a expectativa de vida dos brasileiros (Souza, 2021).

1.4. Hepatite A Viral

A HAV, causada pelo vírus da Hepatite A, é uma preocupação de saúde pública importante no Brasil, principalmente em áreas com problemas de saneamento. Esta enfermidade é mais comum em regiões com alta prevalência no país, onde a maioria dos adultos possui anticorpos contra o HAV, diminuindo uma exposição quase generalizada ao vírus (Oliveira et al., 2019).

Até os anos 90, historicamente, o Brasil não tinha uma vacina contra a HAV no PNI, resultando na falta de prevenção eficaz contra essa doença infecciosa. No entanto, a situação mudou consideravelmente em 2014, com a inclusão da Vacina Inativada contra a HAV (VIHA) pelo PNI. Esta escolha estratégica foi feita abrangendo uma cobertura de vacinação de 95% em crianças de 12 meses, essencial para diminuir a transmissão do HAV (BRASIL, 2018).

Com a implementação da imunização universal no seu PNI, inspirada em outros países como Argentina, Bélgica, China, Grécia, Israel, Panamá, Estados Unidos e Uruguai, houve uma diminuição significativa nos casos de HAV (Brito; Souto, 2020). Israel foi o pioneiro na imunização universal em crianças de 18 a 24 meses (Ferreira, 2016).

Atualmente a vacina está disponível nos CRIES, no esquema de 2 doses – com intervalo mínimo de 6 meses – para pessoas acima de 1 ano de idade, com as seguintes condições: hepatopatias crônicas de qualquer etiologia, inclusive infecção crônica pelo vírus da Hepatite B (HBV) e/ou pelo vírus da Hepatite C (HCV); pessoas com coagulopatias, hemoglobinopatias, trissomias, doenças de depósito ou fibrose cística (mucoviscidose); pessoas vivendo com HIV; pessoas submetidas à terapia imunossupressora ou que vivem com doença imunodepressora; candidatos a transplante de órgão sólido, cadastrados em programas de transplantes, ou transplantados de órgão sólido ou de células-tronco hematopoiéticas (medula óssea); doadores de órgão sólido ou de células-tronco hematopoiéticas (medula óssea), cadastrados em programas de transplantes (Brasil, 2022).

A adição da vacina contra a HAV no calendário nacional de vacinação foi resultado da persistência das autoridades de saúde em reforçar e, futuramente, eliminar a propagação do vírus no Brasil. Desde que a política foi implementada, houve uma redução significativa na ocorrência

de HAV, principalmente em crianças e adolescentes, que são mais suscetíveis a essa doença. A vacinação não só contribuiu para controlar a propagação do HAV, mas também proporcionou proteção indireta para indivíduos não vacinados através da imunidade de grupo (Souza et al., 2021).

Essa evolução na área de imunização demonstra o comprometimento do Brasil em melhorar a saúde pública e em adotar estratégias de prevenção de doenças eficazes. Aumentando a quantidade de pessoas vacinadas contra a HAV, o PNI ajuda a diminuir a incidência de doenças transmissíveis, protegendo as mais vulneráveis e aumentando a qualidade de vida da população (Silva; Fonseca, 2020).

1.5. Análise Espacial

O uso de sistemas geoespaciais é uma área interdisciplinar amplamente utilizada em diversas áreas, com grande importância na saúde pública, principalmente na epidemiologia. Este instrumento é essencial para analisar as relações entre a incidência de doenças e lesões e a comunidade, como salientado por Barcellos e Bastos (1996).

No campo da saúde pública, o uso do geoprocessamento ajuda na identificação, localização e acompanhamento das populações, contribuindo também na criação de estratégias para controlar doenças e problemas de saúde em uma região específica (Nardi et al., 2019).

Geoprocessamento refere-se a um conjunto de técnicas computacionais necessárias para a manipulação de dados referentes a localizações espaciais. Quando utilizado em Saúde Coletiva, possibilita o planejamento de ações de saúde, o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos e de redes de atenção à saúde (Brasil, 2018). Ao mostrar onde os fatores de risco ambientais estão localizados e como estão relacionados aos determinantes sociais da saúde, essa ferramenta é essencial para monitorar, prevenir e controlar doenças crônicas transmissíveis e não transmissíveis (Pavarini et al., 2020).

O geoprocessamento abrange o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o sensoriamento remoto e as técnicas de análise espacial, interligando-se com disciplinas como Cartografia, Geografia, Estatística e outras ciências relacionadas. O SIG é uma ferramenta que possibilita a visualização de mapas com atributos, o sensoriamento remoto inclui a obtenção de imagens por

satélites e veículos aéreos não tripulados, e as técnicas de análise espacial levam em conta a dependência espacial dos dados (Chiaravalloti-neto, 2019).

O SIG é visto como a técnica mais abrangente em geoprocessamento. É uma plataforma computacional utilizada para armazenar e gerenciar dados geoespaciais, com a distribuição espacial sendo assegurada pela base de dados gráfica. Isso possibilita a criação e/ou utilização de bases de dados, simplificando a ligação entre as doenças e o ambiente. Este instrumento é extremamente relevante para profissionais e pesquisadores que atuam no campo da saúde pública e ambiental (BRASIL, 2018; Costa, 2019).

A análise geoespacial no âmbito do geoprocessamento considera a exata localização espacial do fenômeno em estudo, possibilitando uma visualização da distribuição espacial do problema e a identificação de padrões, os quais são traduzidos em considerações claras e mensuráveis (Druck et al., 2019).

O geoprocessamento de dados georreferenciados é uma técnica valiosa de análise espacial que proporciona uma visão mais ampla da saúde do indivíduo em relação ao seu ambiente (Ribeiro et al., 2019). Essa técnica é utilizada em áreas importantes, tais como na identificação de aglomerados espaciais e espaço-temporais para detectar áreas de maior vulnerabilidade, na análise da propagação de doenças para monitorar sua evolução no tempo e no espaço, identificando fatores causadores, e em pesquisas ecológicas, estabelecendo relações entre índices de incidência ou prevalência e fatores socioeconômicos, demográficos, ambientais e de saúde em uma mesma região geográfica (Chiaravalloti-neto, 2019).

A combinação de informações georreferenciadas e sistemas de informação permite uma análise mais aprofundada e exata da saúde e dos fatores de risco, fornecendo suporte para políticas públicas e intervenções mais eficientes (Santos; Almeida, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a dinâmica espacial da cobertura vacinal da Hepatite A por municípios no estado de São Paulo entre 2016 a 2022.

2.2. Objetivos Específicos

Analisar a Cobertura vacinal cobertura vacinal contra Hepatite A no estado de São Paulo de 2016 a 2022.

Identificar os clusters de alta cobertura vacinal contra Hepatite A por municípios no estado de São Paulo entre 2016 a 2022.

Identificar os clusters de baixa cobertura vacinal contra Hepatite A por municípios no estado de São Paulo entre 2016 a 2022.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta dissertação faz parte de um projeto maior intitulado "Análise Espacial da Cobertura Vacinal de Crianças e sua Relação com as Características Socioeconômicas e de Saúde no Brasil", financiado pela Bill and Melinda Gates Foundation e pelo CNPq/Ministério da Saúde.

3.1. Desenho De Estudo

Estudo ecológico de natureza mista, combinando elementos exploratórios e analíticos. A metodologia adotada envolve a utilização de dados secundários, obtidos a partir de diversas fontes, disponíveis em domínio público, o que dispensa a necessidade de submissão e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme previsto na Resolução CNS 510/2016. Esse tipo de dado, por serem previamente coletados e disponibilizados por instituições públicas e não envolverem informações identificáveis de participantes humanos, não se enquadra nas pesquisas que requerem avaliação ética.

3.2. Local de Estudo

São Paulo localiza-se na região Sudeste do Brasil, fazendo divisa com Minas Gerais e Goiás ao norte, com o Oceano Atlântico a leste, Paraná ao sul, e Mato Grosso do Sul a oeste. Segundo o levantamento de 2022, a população de São Paulo era de 46.650.741 habitantes, o que equivale a uma densidade populacional de cerca de 188 pessoas por quilômetro quadrado. A maioria dos habitantes vive em zonas urbanas, correspondendo a 97%, ao passo que somente 3% mora em áreas rurais. Em relação à proporção por sexo, 48,3% (22.549.507) da população de São Paulo é composta por homens, enquanto 51,7% (24.101.234) são mulheres (IBGE, 2022).

Até o ano de 2017, São Paulo estava separado em seis mesorregiões diferentes. São elas: São Paulo, com 39 municípios; Campinas, com 49 municípios; Ribeirão Preto, com 66 municípios; São José do Rio Preto, com 29 municípios; Araçatuba, com 43 municípios; e Bauru, com 35 municípios, incluindo diversas microrregiões (IBGE, 2017).

Em 2016, o estado seguia a Resolução CIB nº 203/2011 na organização da saúde, alterada pela Resolução CIB nº 13/2015, que dividia em 17 regiões de saúde em quatro Macrorregiões, cobrindo os 645 municípios. Uma capital sediava a primeira Macrorregião de Saúde, formada por quatro Regiões de Saúde; Campinas sediava a segunda, com cinco Regiões de Saúde; Ribeirão Preto abrigava a terceira, com quatro Regiões de Saúde; e São José do Rio Preto era a sede da quarta, que também tinha quatro Regiões de Saúde (BRASIL, 2016).

Em maio de 2017, uma modificação na Resolução CIB nº 13/2015 fez uma atualização na divisão dos municípios nas Regiões de Saúde. Em junho de 2018, ocorreu uma mudança na estrutura das Macrorregiões de saúde de São Paulo, resultando em três Macrorregiões: a 1ª com sede em São Paulo, a 2ª em Campinas e a 3ª em Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, cada uma abrangendo diferentes Regiões de Saúde (BRASIL, 2018).

Em 2017, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) fez mudanças na divisão territorial do Brasil ao incluir regiões geográficas intermediárias e imediatas. No estado de São Paulo, foram estabelecidas 32 regiões geográficas imediatas, que foram agrupadas em cinco regiões geográficas intermediárias: São Paulo, Campinas, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Bauru (IBGE, 2017).

3.3. Coleta de Dados

Os dados de doses de vacinas aplicadas foram extraídos do sistema de informação do Programa Nacional de Imunizações (PNI), dados de nascidos vivos foram obtidos através do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) e os óbitos foram obtidos junto ao Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM). Todos esses dados foram acessados por meio da plataforma do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), que serve como a interface de Tecnologia da Informação dedicada ao Sistema Único de Saúde (SUS) (Brasil, 2024).

As bases cartográficas foram obtidas do IBGE, o que permite uma análise mais aprofundada e contextualizada dos fenômenos estudados (IBGE, 2023).

Para a coleta e gerenciamento dos dados, foi adotado o uso do Microsoft Excel 365 (EXCEL) como ferramenta primária para a entrada e organização inicial das informações. O EXCEL, com suas capacidades avançadas de manipulação de dados e análise, oferece uma plataforma acessível e eficiente para a sistematização das informações coletadas, permitindo a categorização, filtragem e preparação preliminar dos dados para análises subsequentes (MICROSOFT, 2024). A utilização deste software se alinha à busca por flexibilidade e precisão no tratamento inicial dos dados, facilitando operações como a verificação de consistência e a realização de ajustes preliminares antes da análise estatística mais aprofundada.

3.4. Cobertura Vacinal

Para a realização deste estudo, foi calculada a cobertura vacinal (CV) da vacina contra a HAV. O cálculo foi realizado utilizando a seguinte fórmula:

Equação 1 – Taxa de Cobertura Vacinal HAV

$$CV\ Hepatite\ A\ (ano\ X) = \left(\frac{Dose\ única\ Hepatite\ A + 1^{a}\ dose\ Hepatite\ A + 1^{a}\ ou\ 2^{a}\ dose\ Hepatite\ A\ e\ Hepatite\ B}{Nascidos\ Vivos\ (ano\ X-1) - Óbitos\ Infantis\ (ano\ X-1)}\right) \text{x}100$$

Fonte: BARBIERI et al (2021).

Essa fórmula permite determinar a proporção de indivíduos que receberam a vacina em relação ao total de indivíduos elegíveis na população alvo. A classificação da cobertura vacinal da vacina contra HAV foi baseada nas metas estabelecidas pelo PNI e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que recomendam uma meta de 95% de cobertura vacinal para garantir a imunização coletiva e prevenir surtos da doença (Brasil, 2024; OMS, 2020a).

Para análise e interpretação dos dados, foi elaborada utilizando a classificação proposta por Braz et al. (2016), que categoriza a cobertura vacinal em diferentes faixas. Essa classificação inclui quatro categorias principais: Muito Baixa (abaixo de 50%), Baixa (entre 50% e 95%), Adequada (de 95% a 120%) e elevada (acima de 120%). Esta abordagem detalhada permite

avaliar o cumprimento das metas de vacinação e identificar áreas que necessitam de intervenções específicas para melhorar a cobertura vacinal (Braz et al., 2016).

3.5. Análise Estatística

Após a preparação inicial, os dados foram exportados para o software estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para a realização de análises estatísticas mais complexas, permitindo uma exploração detalhada dos dados através de métodos quantitativos que podem revelar padrões, correlações e insights significativos sobre o objeto de estudo (IBM, 2024).

Para realizar a análise de autocorrelação espacial, foram empregados os Índices de Moran Global e Local. Esses índices foram calculados por meio da utilização da ferramenta de estatística espacial disponibilizada pelo software Geoda, versão 1.22. Adicionalmente, a confecção dos mapas foi realizada utilizando o software QGis, versão 3.36.2, que permitiu a visualização e interpretação dos resultados obtidos.

Foi realizada a análise descritiva abrangente de todas as variáveis envolvidas no estudo. Para avaliar possíveis associações entre essas variáveis, foram aplicados testes de Qui-quadrado. Além disso, para realizar comparações entre os diferentes anos contemplados na pesquisa, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn. O nível de significância adotado para todos os testes estatísticos foi de 5%. Este processo bifásico, iniciando com a organização de dados seguido pela análise estatística avançada, assegura uma abordagem metódica e rigorosa na manipulação e interpretação dos dados. A integração dessas ferramentas complementares amplia as capacidades analíticas, potencializando a qualidade e a profundidade das conclusões derivadas do estudo (Silva; Lima, 2019).

3.6. Análise Espacial

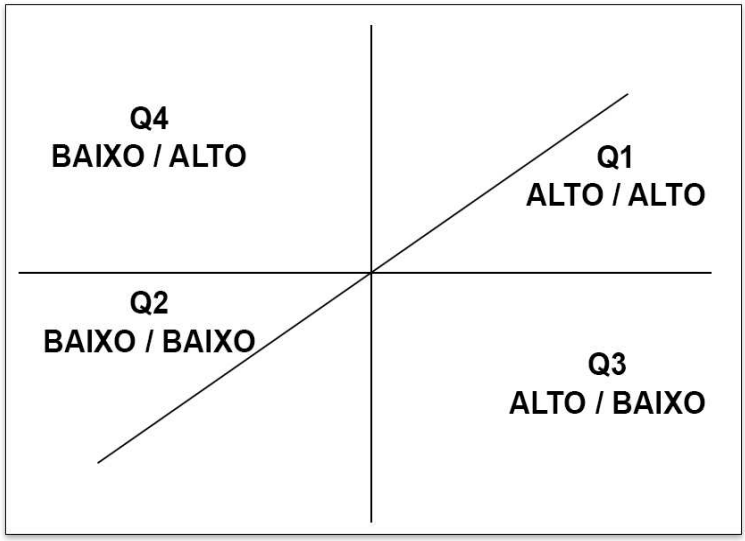
A análise espacial é fundamental nos sistemas de informação geográfica, transformando dados sem processamento em informações úteis, ajudando na tomada de decisões e na detecção de padrões e discrepâncias. Duas ideias essenciais são a espacialidade dependente, que demonstra a correlação entre valores no espaço, e a espacialidade autocorrelacionada, que analisa as semelhanças entre diferentes regiões. Correlações positivas mostram semelhanças entre localizações e características, enquanto correlações negativas indicam maior similaridade entre

áreas distantes em comparação com áreas próximas. Correlações próximas de zero indicam padrões aleatórios e independentes (Longley et al., 2012).

O Índice Global de Moran é comumente empregado para avaliar a autocorrelação entre regiões, apresentando uma medida abrangente da associação espacial em um conjunto de dados, com valores variando de -1 a +1. Valores positivos e negativos apontam para autocorrelação positiva e negativa, respectivamente, sendo crucial para a descrição da área em análise. Entretanto, medidas específicas precisam ser desenvolvidas para uma análise minuciosa dos padrões espaciais, a fim de identificar áreas de dependência espacial não evidenciadas pelo índice global (Druck et al., 2004).

Diversos mapas foram desenvolvidos para estudar como a vacinação contra HAV foi distribuída geograficamente nos municípios do estado de São Paulo entre 2016 a 2022. As informações usadas na investigação espacial correspondem à análise de regiões limitadas por formas geométricas fechadas. O uso do Índice Global de Moran permitiu uma análise ampla da situação, destacando as conexões espaciais entre os municípios, com o auxílio do Índice de Moran Local. Para detectar os agrupamentos, foram empregados gráficos de dispersão de Moran e o Índice de Moran Local (Neves et al., 2000).

Figura 1 - Diagrama de Espalhamento de Moran.



Fonte: Adaptado Neves et al., 2000.

O gráfico de dispersão de Moran (Figura 1) mostra a ligação espacial entre o atributo de cada elemento e a média dos atributos de seus vizinhos. Ele é dividido em quatro quadrantes: os quadrantes um e dois mostram correlação espacial positiva, enquanto os quadrantes três e quatro não possuem dependência espacial (Druck et al., 2004).

No gráfico de dispersão de Moran, o primeiro quadrante revela municípios com cobertura vacinal elevada influenciando positivamente os municípios vizinhos, enquanto o segundo quadrante revela municípios com cobertura vacinal baixa impactando negativamente seus vizinhos. No quadrante três, também conhecido como "alto-baixo", encontram-se municípios com alta vacinação próximas a municípios com baixa vacinação, enquanto no quadrante quatro, chamado de "baixo-alto", estão municípios com baixa vacinação cercadas por municípios com alta vacinação (Neves et al., 2000).

O LISA (Local Indicators of Spatial Association) se diferencia do Índice Global de Moran ao possibilitar a detecção de agrupamentos de regiões com características semelhantes em diferentes áreas geográficas, identificando indicadores locais. O LISA é uma ferramenta baseada no Índice Global de Moran que identifica áreas com correlação espacial local significativa, produzindo um mapa chamado Lisa Map. Municípios com forte correlação espacial, positiva ou negativa, foram incluídos no Mapa Lisa com nível de significância inferior a 5% (Druck et al., 2004).

4. RESULTADOS

É essencial ressaltar que a análise dos dados de cobertura vacinal, um dos critérios centrais de avaliação do Programa Nacional de Imunizações (PNI), abrangeu o período de 2016 a 2022 e contemplou todos os 645 municípios do estado de São Paulo. Contudo, o município de Ilhabela apresentou uma limitação específica para análises correlacionais devido à sua configuração geográfica. Por ser uma ilha e não ter fronteiras terrestres com outros municípios, Ilhabela não permite o estabelecimento de correlações diretas com áreas vizinhas. Essa característica pode impactar o entendimento de possíveis influências regionais que poderiam interferir na cobertura vacinal, já que a ausência de municípios limítrofes inviabiliza a inclusão de variáveis de contexto geográfico, frequentemente utilizadas para enriquecer as análises comparativas entre regiões adjacentes.

A Tabela 1 apresenta uma análise descritiva detalhada da cobertura vacinal para HAV ao longo dos anos de estudo. Verifica-se que, ao analisar a cobertura vacinal, que há uma diferença entre os anos de estudo (Teste de Kruskal-Wallis, $p< 0,001$). Pelo teste de comparações múltiplas temos que somente no ano de 2017 a média dos municípios atingiu os níveis adequados de cobertura preconizados ($p<0,05$), evidenciando um avanço significativo em comparação ao ano de 2016. No entanto, nos anos de 2018, 2020, 2021 e 2022, houve uma diminuição considerável na cobertura vacinal, colocando o estado em uma situação abaixo do recomendado ($p<0,05$). No ano de 2019, observou-se uma discrepância nos dados fornecidos pelo PNI, que indicaram uma cobertura vacinal excepcionalmente elevada, sugerindo possíveis inconsistências nos dados coletados.

Tabela 1 - Análise descritiva da cobertura vacinal da vacina contra HAV no estado de São Paulo no período de 2016 a 2022.

	Cobertura Vacina - HAV							
	2016	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**Teste Kruskal-Wallis**
Média	75,16	97,28	90,66	192,97	91,54	82,66	88,29	
Mediana	72,73	95,12	89,02	189,42	93,55	85,13	88,64	
Desvio Padrão	31,67	34,12	28,25	52,27	27,07	24,88	21,81	$p < 0,001$
Mínimo	0,00	2,74	2,68	0,00	0,00	0,00	7,50	
Máximo	269,23	316,67	364,29	516,67	202,94	271,43	233,33	

Fonte: Elaboração própria.

A análise da cobertura contra HAV no estado de São Paulo, entre 2016 e 2022, apresentada na Tabela 1, mostra a mudança percentual (%) e numérica (N) da cobertura vacinal ao longo dos anos para as categorias: Muito Baixa (abaixo de 50%), Baixa (entre 50% e 95%), Adequada (de 95% a 120%), Elevada (acima de 120%).

Em 2016, 104 municípios, representando 16,1% do total, apresentaram uma cobertura vacinal muito baixa. Em 2017, observou-se uma queda acentuada, com apenas 40 municípios (6,2%) nessa categoria. Essa tendência de diminuição continuou em 2018, quando apenas 26 municípios (4,0%) foram classificados como tendo cobertura muito baixa. O menor valor do período foi registrado em 2019, com apenas 5 municípios (0,8%) apresentando cobertura muito baixa. No entanto, em 2020, houve um aumento significativo para 49 municípios (7,6%), seguido por um pequeno aumento adicional em 2021, resultando em 57 municípios (8,8%). Em 2022, a quantidade de municípios voltou a diminuir para 26 municípios (4,4%).

Em 2016, 423 municípios (65,6%) apresentaram baixa cobertura vacinal, o maior número registrado no período analisado. Em 2017, houve uma redução significativa, com 281 municípios (43,6%) nesta categoria. No entanto, em 2018, o número voltou a subir para 399 municípios (61,9%). Em 2019, ocorreu uma queda expressiva, com apenas 10 municípios (1,6%) apresentando baixa cobertura vacinal. Nos anos seguintes, observou-se uma recuperação gradual dessa tendência: 297 municípios (46,0%) em 2020, 408 municípios (63,3%) em 2021, com uma leve redução para 391 municípios (60,6%) em 2022.

Quanto aos municípios com cobertura vacinal adequada, observou-se um aumento de 73 municípios (11,3%) em 2016 para 219 municípios (34,0%) em 2017. Em 2018, o número de municípios com cobertura adequada caiu para 158 (24,5%), representando uma queda em relação ao ano anterior. Em 2019, houve uma redução ainda maior, com apenas 20 municípios (3,1%) alcançando essa classificação. Em 2020, registrou-se um aumento significativo, com 235 municípios (36,4%) apresentando cobertura adequada, seguido por uma leve redução para 160 municípios (24,8%) em 2021. Em 2022, o número de municípios com cobertura adequada voltou a subir, totalizando 189 municípios (29,3%).

A análise detalhada da cobertura vacinal contra HAV no Estado de São Paulo de 2016 a 2022 revela variações importantes que refletem as dinâmicas de saúde pública ao longo dos anos. A brusca diminuição na cobertura vacinal muito baixa em 2019, seguida por aumentos nos anos subsequentes, sugere a influência de políticas de saúde pública, campanhas de vacinação e mudanças na percepção da população sobre a importância das vacinas ou inconsistências nos dados. A variação na cobertura vacinal adequada indica que, embora tenha havido melhorias gerais de 2016 a 2022, persistem desafios na manutenção de altos níveis de vacinação.

Tabela 2 - Análise da cobertura vacinal por ano HAV por municípios no estado de São Paulo para Vacina contra HAV

HVA	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Teste qui-quadrado
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
Muito Baixa	104,0 (16,1)	40,0 (6,2)	26,0 (4,0)	5,0 (0,8)	49,0 (7,6)	57,0 (8,8)	26,0 (4,4)	0,351
Baixa	423,0 (65,6)	281,0 (43,6)	399,0 (61,9)	10,0 (1,6)	297,0 (46,0)	408,0 (63,3)	391,0 (60,6)	
Adequada	73,0 (11,3)	219,0 (34,0)	158,0 (24,5)	20,0 (3,1)	235,0 (36,4)	160,0 (24,8)	189,0 (29,3)	
Elevada	45,0 (7,0)	105,0 (16,3)	62,0 (9,3)	610,0 (94,6)	64,0 (9,9)	20,0 (3,1)	39,0 (6,0)	

Fonte: Elaboração própria.

4.1. Análise Espacial

Os dados na Tabela 3 representam o Índice de Moran Global, usado para analisar a autocorrelação espacial da cobertura vacinal.

Tabela 3 - Índice de Moran Global da cobertura vacinal contra HAV dos municípios no Estado de São Paulo de 2016 a 2022

Anos	Moran Global	p-valor
2016	0,010	$p < 0,05$
2017	0,093	
2018	0,105	
2019	0,090	
2020	0,072	
2021	0,059	

2022	0,102

Fonte: Elaboração própria.

No ano de 2016, o índice de Moran foi de 0,010, sugerindo ausência de autocorrelação espacial relevante. A disposição dos pontos foi feita de forma aleatória, indicando que a imunização contra a HAV não mostrou padrões espaciais significativos naquele período. No ano de 2017. Este aumento indica o começo de uma pequena tendência de agregação espacial, onde valores parecidos estão se reunindo (Tabela 3).

Em 2018, o índice de Moran continuou a crescer, chegando a 0,105. Esse aumento apontou para uma autocorrelação espacial mais intensa, com uma maior inclinação para a concentração dos dados. Em 2019, mesmo com a queda leve para 0,090, o valor de Moran ainda mostrava que havia uma pequena autocorrelação espacial positiva, confirmando a tendência de agrupamento espacial vista nos anos anteriores (Tabela 3).

Entretanto, em 2020, o Moran o valor caiu para 0,072, indicando uma autocorrelação espacial ainda mais fraca. Este declínio indicou uma distribuição dos valores mais aleatória, com menos agrupamentos espaciais. No ano de 2021, essa tendência de distribuição aleatória persistiu, tendo em vista que o valor de Moran diminuiu para 0,059, o que indica a ausência de uma autocorrelação espacial relevante (Tabela 3).

Em 2022, finalmente houve um aumento no valor de Moran, que atingiu 0,102 novamente. Este aumento evidenciou uma volta à tendência de agrupamento espacial, com regiões de alta e baixa cobertura vacinal voltando a se concentrar (Tabela 3).

Durante os anos analisados, a vacinação contra a hepatite A (HAV) nos municípios do estado de São Paulo apresentou padrões espaciais variados, alternando entre uma distribuição aparentemente aleatória e uma leve tendência de agrupamento. Essas flutuações podem refletir mudanças nas estratégias de imunização ao longo do tempo. Este estudo destaca a importância de monitorar a distribuição geográfica da cobertura vacinal para identificar áreas que possam demandar intervenções mais específicas e equitativas para melhorar a cobertura.

Nos mapas a seguir, são ilustradas as disparidades na cobertura vacinal contra a HAV entre os municípios, destacando regiões com índices altos e baixos de cobertura. Em 2016, houve uma variação significativa entre os municípios do estado de São Paulo (Figura 2A). Nesse ano, 108

municípios apresentaram cobertura muito reduzida, enquanto 419 mostraram cobertura baixa, predominando em grande parte do estado. Por outro lado, 73 municípios alcançaram uma cobertura considerada adequada, e apenas 45 atingiram níveis elevados. Observou-se que as regiões com menor cobertura estavam concentradas no norte e noroeste do estado, enquanto os índices satisfatórios e elevados predominavam no sul e em algumas áreas do leste, incluindo a região metropolitana de São Paulo.

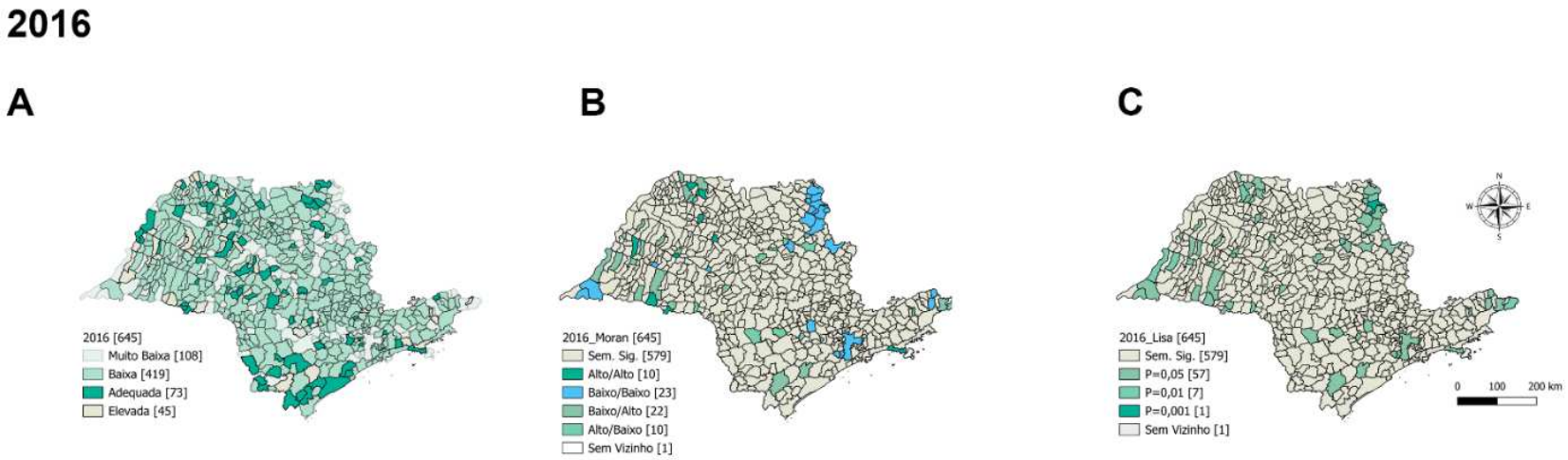
A análise do Índice de Moran Global (Figura 2B) revelou que a maioria dos municípios (579) não exibiu autocorrelação espacial significativa, sugerindo uma distribuição aleatória da cobertura vacinal. Entre os municípios que apresentaram autocorrelação significativa, 10 mostraram forte correlação positiva (Alto/Alto), 23 registraram baixa cobertura vacinal (Baixo/Baixo), 22 foram classificadas como Baixo/Alto e 10 como Alto/Baixo. Esses municípios estavam distribuídos em diversas áreas do estado, sem um padrão de concentração evidente.

Entre os clusters Alto-Alto, destacaram-se os municípios de São Paulo, Campinas e São José dos Campos, caracterizados por uma alta cobertura vacinal e circundados por municípios com taxas de vacinação igualmente elevadas. Em contraste, os clusters Baixo-Baixo incluíram municípios como Ribeirão Preto, Presidente Prudente e Barretos, que apresentaram baixa cobertura vacinal, com municípios vizinhos também registrando taxas reduzidas.

A análise LISA (Figura 2C) confirmou essas observações, mostrando que 579 municípios não apresentaram relevância espacial. Apenas 57 mostraram significância a um nível de P=0,05, 7 a um nível de P=0,01, e apenas 1 a um nível de P=0,001. Esses municípios estatisticamente significativos estavam dispersos por diferentes partes do estado, sem uma concentração evidente.

A análise geoespacial da cobertura vacinal em 2016 evidencia uma predominância de baixa e muito baixa cobertura, especialmente nas regiões norte e noroeste, que enfrentaram maiores desafios para alcançar uma cobertura adequada. Em contraste, a cobertura foi mais elevada nas regiões sul e leste, incluindo a área metropolitana. A ausência de autocorrelação espacial na maioria dos municípios reforça a ideia de uma distribuição amplamente aleatória da cobertura vacinal no estado.

Figura 2 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2016)



Fonte: Elaboração própria.

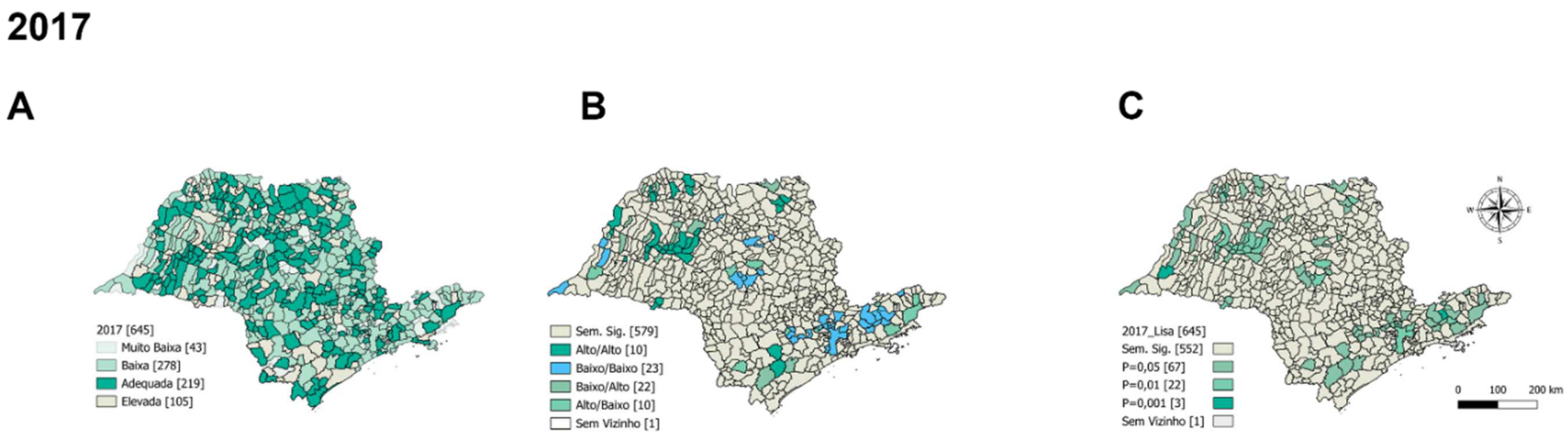
Em 2017, a distribuição da cobertura vacinal no estado de São Paulo (Figura 3 A) variou espacialmente entre os municípios, conforme mostrado nos mapas. A investigação espacial revelou que 43 municípios tiveram uma cobertura muito baixa, enquanto 278 apresentaram cobertura baixa, principalmente espalhada por todo o estado. Notavelmente, 219 alcançaram uma cobertura suficiente, enquanto 105 conseguiram uma cobertura elevada. Geograficamente, a menor cobertura foi mais frequente no norte do estado, enquanto as áreas com cobertura suficiente e elevada predominaram no Sul e em partes do leste, incluindo a região metropolitana de São Paulo.

Revisão do Índice de Moran (Figura 3 B) mostrou que a maioria dos municípios (579) não teve uma autocorrelação, indicando uma distribuição da cobertura vacinal relativamente aleatória. Dentre os municípios com autocorrelação, 10 mostraram alta correlação positiva (Alto/Alto), 23 tiveram baixa cobertura vacinal com alta significância (Baixo/Baixo), 22 estavam na categoria Baixo/Alto, e 10 na categoria Alto/Baixo. Estes centros urbanos estavam espalhados em diversas áreas, sem uma concentração evidente.

LISA (Figura 3 C) confirmou esses resultados, com 552 municípios não mostrando relevância espacial. Somente 67 apresentaram significância com P=0,05, 22 com P=0,01, e 3 com P=0,001. Os municípios com relevância estatística estavam distribuídos em diferentes regiões do estado, sem predominância em áreas específicas.

A análise espacial da cobertura de vacinas em 2017 mostrou uma predominância de baixa cobertura, com certas áreas tendo uma cobertura extremamente baixa. As áreas sul e leste, juntamente com a região metropolitana de São Paulo, apresentaram índices superiores de vacinação.

Figura 3 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2017)



Fonte: Elaboração própria.

A cobertura vacinal contra a HAV no estado de São Paulo variou entre os municípios, destacando áreas com alta e baixa cobertura. A análise espacial da cobertura vacinal (Figura 4 A) revelou uma variação significativa entre os municípios. Especificamente, 28 municípios apresentaram uma cobertura muito baixa, enquanto 397 municípios registraram cobertura baixa, predominando assim em grande parte do estado. Municípios com cobertura adequada somaram 158, e apenas 62 municípios atingiram uma cobertura elevada. Geograficamente, a cobertura vacinal muito baixa foi mais observada no norte do estado, enquanto a cobertura adequada e elevada se concentrou principalmente no Sul e em algumas áreas do leste, incluindo a região metropolitana de São Paulo.

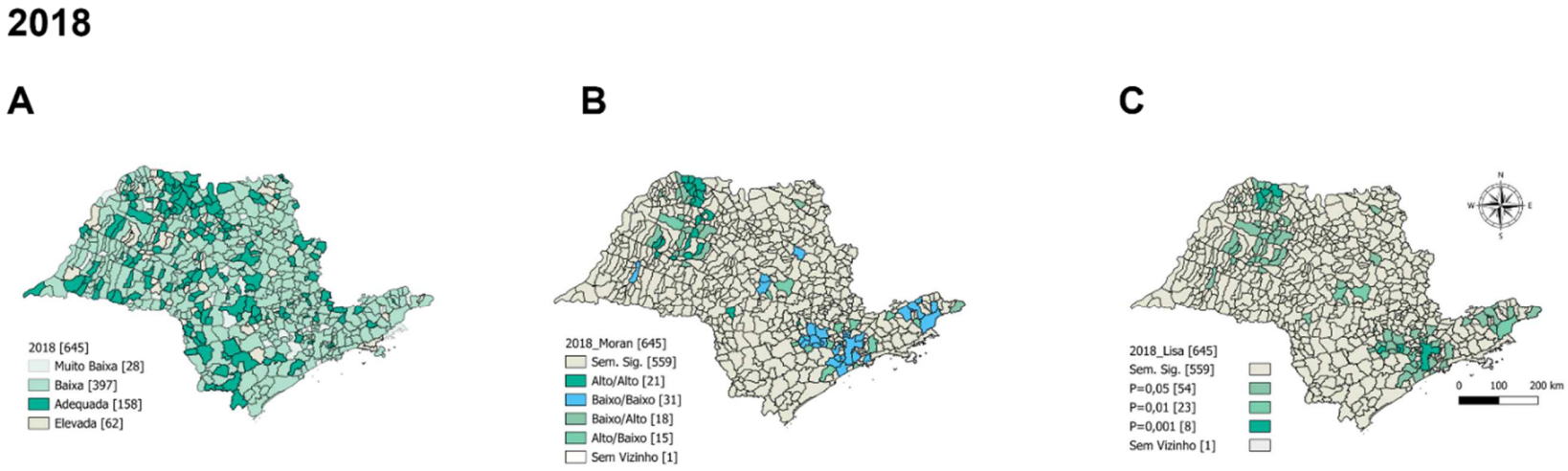
O Índice de Moran Global (Figura 4 B) indicou que a maioria dos municípios (559) não apresentou autocorrelação espacial significativa, sugerindo que a distribuição da cobertura vacinal é relativamente aleatória. Entre os municípios que apresentaram autocorrelação significativa, 21 mostraram alta autocorrelação positiva (Alto/Alto), 31 apresentaram baixa cobertura vacinal com alta significância (Baixo/Baixo), 18 estavam na categoria Baixo/Alto, e 15 na categoria Alto/Baixo. Esses municípios estavam dispersos por diferentes regiões, sem uma concentração clara.

A análise LISA (Figura 4 C) reforçou esses achados, com 559 municípios não apresentando significância espacial. Apenas 54 municípios mostraram significância com P=0,05, 23 com P=0,01, e 8 com P=0,001. Os municípios com significância estatística estavam espalhados por diversas regiões do estado, sem uma concentração notável em áreas específicas.

A análise geoespacial da cobertura vacinal nos munícipios do estado de São Paulo em 2018 revelou uma predominância de cobertura baixa, com algumas regiões apresentando cobertura muito baixa. As regiões sul e leste, incluindo a área metropolitana de São Paulo, mostraram melhores índices de cobertura vacinal. A autocorrelação espacial não foi significativa na maioria dos municípios, indicando uma distribuição aleatória da cobertura vacinal.

A análise de 2018 revelou que São Paulo, Campinas e Sorocaba mantiveram-se como principais clusters Alto-Alto, com alta cobertura vacinal e influência positiva sobre os municípios circunvizinhos. Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Barretos continuaram a ser referências nos clusters Baixo-Baixo, evidenciando um padrão persistente de baixa cobertura vacinal nessas regiões.

Figura 4 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2018)



Fonte: Elaboração própria.

No ano de 2019, houve uma diferença marcante na cobertura vacinal nos municípios do estado de São Paulo, como ilustrado nos mapas subsequentes. A observação espacial da cobertura vacinal (Figura 5 A) mostrou que somente 5 municípios tiveram uma cobertura muito baixa, enquanto 10 municípios tiveram cobertura baixa. Em contraste, 20 municípios alcançaram uma cobertura adequada, enquanto a grande maioria, 609 municípios, obteve uma cobertura elevada. Geograficamente, a baixa cobertura foi espalhada de forma pontual, sem uma concentração definida, enquanto a cobertura adequada e elevada foi predominante em todas as regiões do estado, principalmente no sul e sudeste.

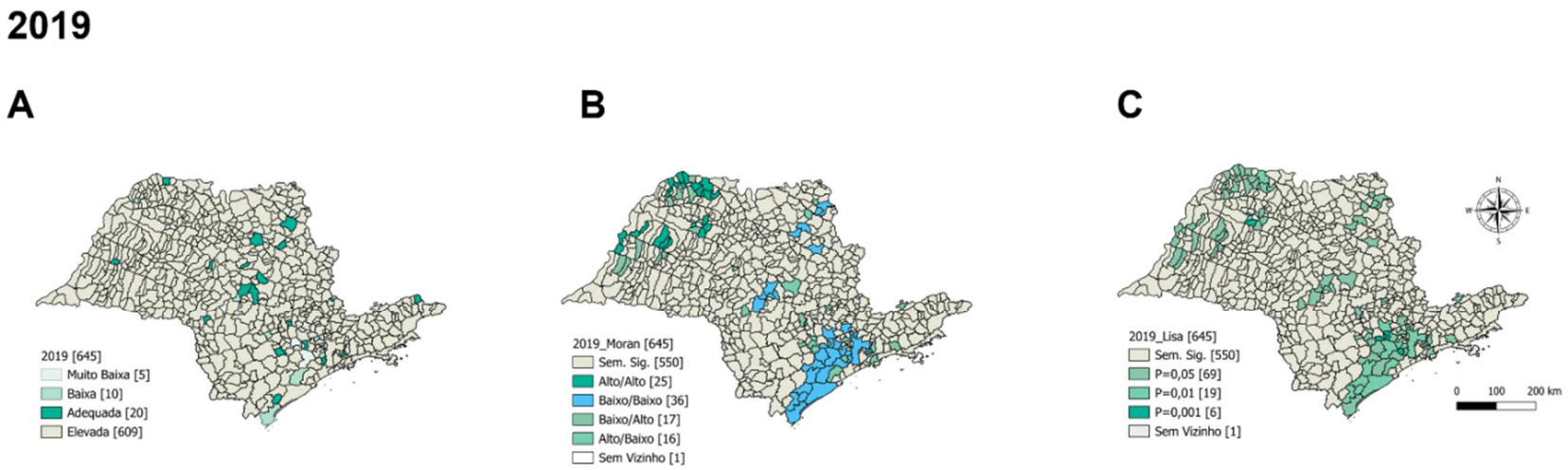
A avaliação do Índice de Moran Global (Figura 5 B) mostrou que a maior parte dos 550 municípios não exibiu correlação espacial relevante, indicando uma dispersão relativamente aleatória da cobertura vacinal. Dos municípios com autocorrelação significativa, 25 tiveram alta autocorrelação positiva, 36 apresentaram baixa cobertura vacinal significativa, 17 estavam na categoria Baixo/Alto e 16 na categoria Alto/Baixo. Estes municípios estavam espalhados por distintas áreas, sem uma clara concentração.

A análise LISA (Figura 5 C) confirmou essas descobertas, com 550 municípios não demonstrando relevância espacial. Apenas 69 municípios apresentaram significância estatística com P=0,05, 19 com P=0,01, e 6 com P=0,001. Os municípios com relevância estatística estavam distribuídos em várias regiões do estado, sem uma concentração notável em áreas específicas.

A observação geoespacial da cobertura vacinal no estado de São Paulo em 2019 mostrou que a maioria das áreas tinha alta cobertura, havendo poucas regiões com baixa ou muito baixa cobertura. A cobertura vacinal apresentou índices superiores nas regiões sul e sudeste, abrangendo a região metropolitana de São Paulo. A maioria dos municípios não apresentou significância na autocorrelação espacial, sugerindo uma distribuição aleatória da cobertura vacinal. significância na autocorrelação espacial, o que sugere uma distribuição aleatória da cobertura vacina.

Em 2019, São Paulo, Campinas e Santos destacaram-se como principais clusters Alto-Alto, com Santos emergindo como novo cluster devido à alta cobertura vacinal na região litorânea. Por outro lado, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Presidente Prudente permaneceram como referências nos clusters Baixo-Baixo, refletindo baixas taxas de vacinação.

Figura 5 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2019)



Fonte: Elaboração própria.

Em 2020, a cobertura vacinal no estado de São Paulo apresentou uma distribuição espacial variada entre os municípios, conforme ilustrado nos mapas a seguir. A análise espacial da cobertura vacinal (Figura 6 A) revelou que 50 municípios apresentaram uma cobertura muito baixa, enquanto 297 municípios registraram uma cobertura baixa, predominando assim em grande parte do estado. Municípios com cobertura adequada somaram 234, e apenas 64 municípios atingiram uma cobertura elevada. Geograficamente, a cobertura vacinal muito baixa foi observada principalmente no norte e noroeste do estado, enquanto a cobertura adequada e elevada se concentrou no Sul e em algumas áreas do leste, incluindo a região metropolitana de São Paulo.

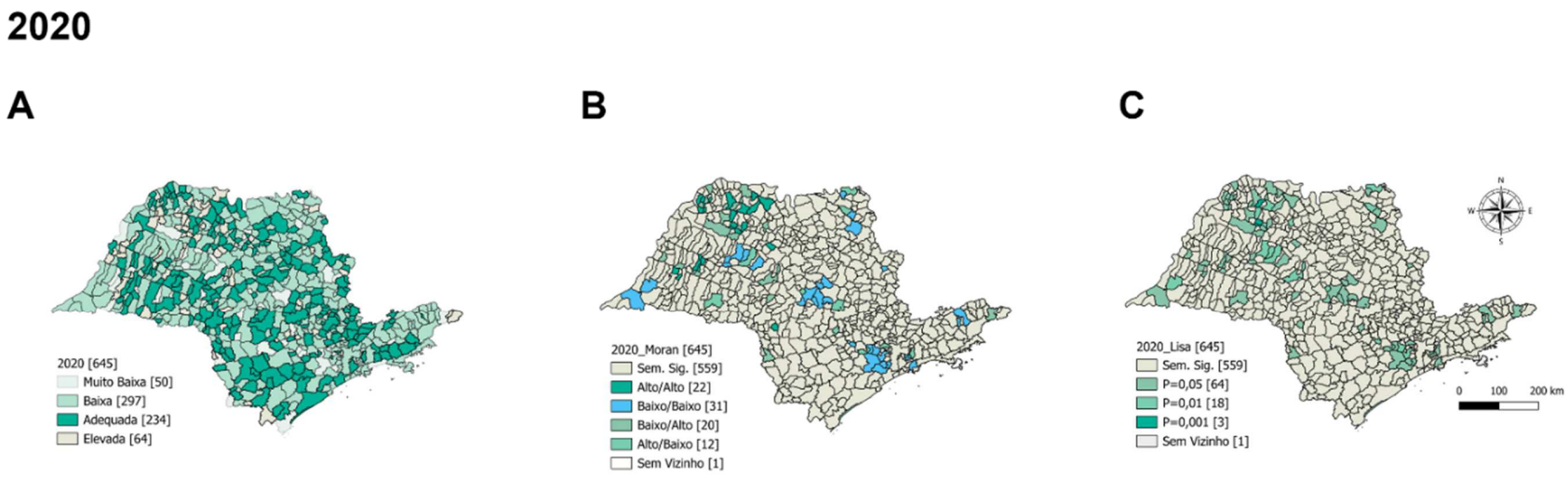
A avaliação do Índice de Moran Global (Figura 6 B) indicou que a maioria dos municípios (559) não apresentou autocorrelação espacial significativa, sugerindo que a distribuição da cobertura vacinal é relativamente aleatória. Entre os municípios que apresentaram autocorrelação significativa, 22 mostraram alta autocorrelação positiva (Alto/Alto), 31 apresentaram baixa cobertura vacinal com alta significância (Baixo/Baixo), 20 estavam na categoria Baixo/Alto, e 12 na categoria Alto/Baixo. Esses municípios estavam dispersos por diferentes regiões, sem uma concentração clara.

A análise LISA (Figura 6 C) reforçou esses achados, com 559 municípios não apresentando significância espacial. Apenas 64 municípios mostraram significância com P=0,05, 18 com P=0,01, e 3 com P=0,001. Os municípios com significância estatística estavam espalhados por diversas regiões do estado, sem uma concentração notável em áreas específicas.

A análise geoespacial da cobertura vacinal no estado de São Paulo em 2020 revelou uma predominância de cobertura baixa e muito baixa, com algumas regiões específicas no norte e noroeste apresentando maiores desafios. As regiões sul e leste, incluindo a área metropolitana, mostraram melhores índices de cobertura vacinal. A autocorrelação espacial não foi significativa na maioria dos municípios, indicando uma distribuição aleatória da cobertura vacinal.

A análise de 2020 indicou que São Paulo, Campinas e Sorocaba continuaram a ser centros de alta cobertura vacinal, reforçando sua influência positiva sobre os municípios vizinhos. Ribeirão Preto, Presidente Prudente e São José do Rio Preto mantiveram-se como clusters Baixo-Baixo, demonstrando persistência na baixa cobertura vacinal.

Figura 6 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2020).



Fonte: Elaboração própria.

Em 2021, a cobertura vacinal no estado de São Paulo apresentou uma distribuição espacial variada entre os municípios, conforme ilustrado nos mapas a seguir. A análise espacial da cobertura vacinal (Figura 7 A) revelou que 61 municípios apresentaram uma cobertura muito baixa, enquanto 404 municípios registraram uma cobertura baixa, predominando assim em grande parte do estado. Municípios com cobertura adequada somaram 160, e apenas 20 municípios atingiram uma cobertura elevada. Geograficamente, a cobertura vacinal muito baixa foi observada principalmente no norte e noroeste do estado, enquanto a cobertura adequada e elevada se concentrara no Sul e em algumas áreas do leste, incluindo a região metropolitana de São Paulo.

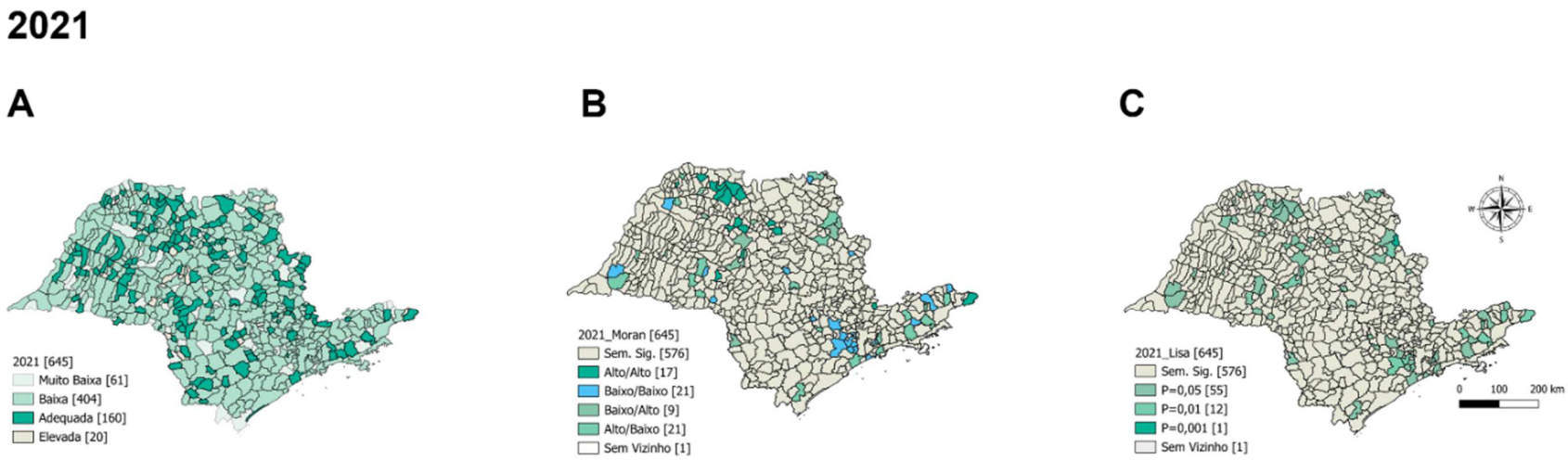
A análise do Índice de Moran Global (Figura 7 B) indicou que a maioria dos municípios (576) não apresentou autocorrelação espacial significativa, sugerindo que a distribuição da cobertura vacinal é relativamente aleatória. Entre os municípios que apresentaram autocorrelação significativa, 17 mostraram alta autocorrelação positiva (Alto/Alto), 21 apresentaram baixa cobertura vacinal com alta significância (Baixo/Baixo), 9 estavam na categoria Baixo/Alto, e 21 na categoria Alto/Baixo. Esses municípios estavam dispersos por diferentes regiões, sem uma concentração clara.

A análise LISA (Figura 7 C) reforçou esses achados, com 576 municípios não apresentando significância espacial. Apenas 55 municípios mostraram significância com P=0,05, 12 com P=0,01, e 1 com P=0,001. Os municípios com significância estatística estavam espalhados por diversas regiões do estado, sem uma concentração notável em áreas específicas.

A análise geoespacial da cobertura vacinal no estado de São Paulo em 2021 revelou uma predominância de cobertura baixa e muito baixa, com algumas regiões específicas no norte e noroeste apresentando maiores desafios. As regiões sul e leste, incluindo a área metropolitana, mostraram melhores índices de cobertura vacinal. A autocorrelação espacial não foi significativa na maioria dos municípios, indicando uma distribuição aleatória da cobertura vacinal.

No ano de 2021, os gráficos Moran e LISA mostraram que São Paulo, Campinas e Santos continuaram a apresentar alta cobertura vacinal, enquanto Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Presidente Prudente permaneceram como áreas de baixa cobertura. Esses padrões reforçam a consistência dos clusters ao longo dos anos, tanto para alta quanto para baixa cobertura vacinal.

Figura 7 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2021)



Fonte: Elaboração própria.

Em 2022, a cobertura vacinal no estado de São Paulo apresentou uma variação significativa entre os municípios, conforme ilustrado nos mapas a seguir. A análise espacial da cobertura vacinal (Figura 8 A) revelou que 26 municípios apresentaram uma cobertura muito baixa, enquanto 392 municípios registraram uma cobertura baixa, predominando em grande parte do estado. Municípios com cobertura adequada somaram 188, e apenas 39 municípios atingiram uma cobertura elevada. Geograficamente, a cobertura vacinal muito baixa foi observada principalmente no norte do estado, enquanto a cobertura adequada e elevada se concentrou no Sul e em algumas áreas do leste, incluindo a região metropolitana de São Paulo.

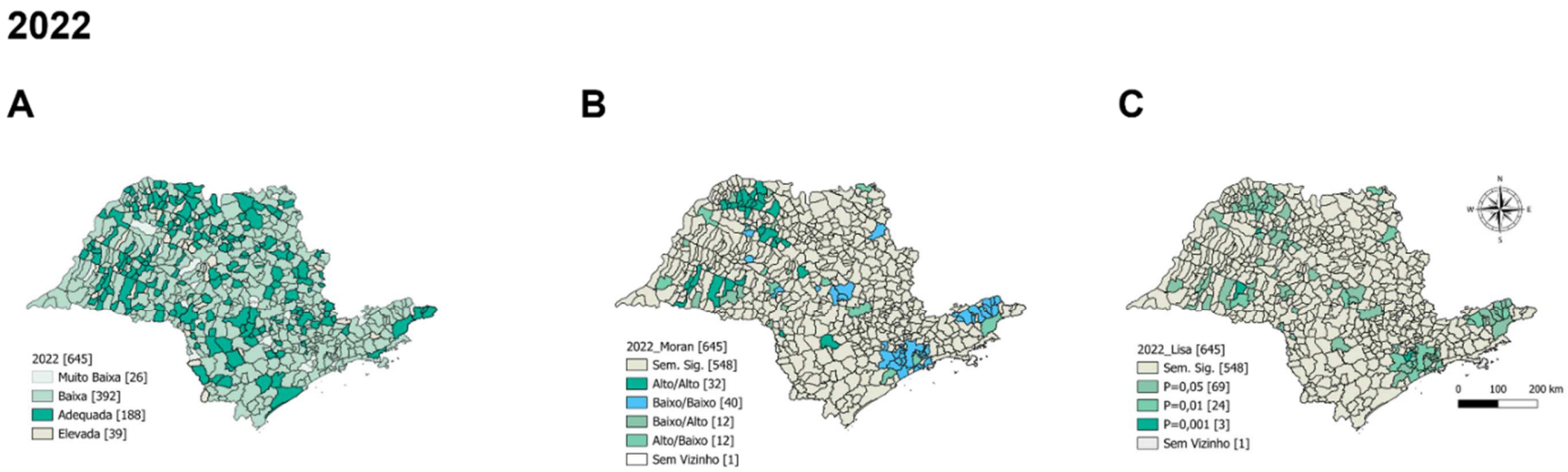
A análise do Índice de Moran Global (Figura 8 B) indicou que a maioria dos municípios (548) não apresentou autocorrelação espacial significativa, sugerindo uma distribuição relativamente aleatória da cobertura vacinal. Entre os municípios que apresentaram autocorrelação significativa, 32 mostraram alta autocorrelação positiva (Alto/Alto), 40 apresentaram baixa cobertura vacinal com alta significância (Baixo/Baixo), 12 estavam na categoria Baixo/Alto, e 12 na categoria Alto/Baixo. Esses municípios estavam dispersos por diferentes regiões, sem uma concentração clara.

A análise LISA (Figura 8 C) reforçou esses achados, com 548 municípios não apresentando significância espacial. Apenas 69 municípios mostraram significância com P=0,05, 24 com P=0,01, e 3 com P=0,001. Os municípios com significância estatística estavam espalhados por diversas regiões do estado, sem uma concentração notável em áreas específicas.

A análise geoespacial da cobertura vacinal no estado de São Paulo em 2022 revelou uma predominância de cobertura baixa, com algumas regiões apresentando cobertura muito baixa. As regiões sul e leste, incluindo a área metropolitana de São Paulo, mostraram melhores índices de cobertura vacinal. A autocorrelação espacial não foi significativa na maioria dos municípios, indicando uma distribuição aleatória da cobertura vacinal.

Em 2022, São Paulo, Campinas e Sorocaba mantiveram-se como principais clusters Alto-Alto, continuando a demonstrar alta cobertura vacinal e influência positiva. Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Barretos continuaram a ser referências para os clusters Baixo-Baixo, evidenciando uma persistente baixa cobertura vacinal.

Figura 8 - Análise espacial da cobertura vacinal HAV no estado de São Paulo (2022)



Fonte: Elaboração própria.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo, analisou-se a vacinação contra a HAV no estado de São Paulo, enfatizando variações espaciais e temporais ao longo de um período de sete anos. As informações mostraram que a meta de 95% de cobertura vacinal, definida pelo PNI e vista como crucial para a imunidade coletiva, foi raramente alcançada de forma consistente entre as cidades ao longo dos anos. Esta análise fez uso de ferramentas de geoprocessamento e SIG, possibilitando uma identificação exata das desigualdades na distribuição espacial da cobertura vacinal, ressaltando padrões de autocorrelação espacial por meio do Índice de Moran Global e Local.

A média da cobertura vacinal no estado variou significativamente ao longo do período analisado. Notou-se que em 2017 a média dos municípios chegou perto do nível ideal de cobertura vacinal, porém, nos anos seguintes, especialmente em 2020 e 2021, ocorreu uma diminuição expressiva, indicando uma realidade inferior à meta fixada. Em 2019, os dados mostraram uma discrepância anômala, indicando possíveis inconsistências que poderiam estar ligadas a falhas no registro das vacinas ou à ausência de informações abrangentes, sugerindo uma possível subnotificação ou uma duplicação de doses no sistema. Esses elementos afetam diretamente a confiabilidade das informações, influenciando a avaliação correta das tendências de imunização.

Uma melhoria significativa na prevenção de uma das doenças virais mais antigas e conhecidas é a vacina contra o HAV, especialmente endêmica em países em desenvolvimento, onde as condições de saúde e higiene são menos rigorosas, resultando em uma alta incidência da doença. Em regiões em desenvolvimento, a frequência de Hepatite A pode alcançar até 50 casos por 100.000 habitantes em áreas com higiene inadequada. Em contrapartida, países desenvolvidos, devido às melhorias nas condições sanitárias, apresentam uma redução na ocorrência da doença, com taxas de incidência reduzidas para menos de 1 caso por 100.000 habitantes. No entanto, estima-se que 10-15% dos jovens adultos permanecem vulneráveis, devido à baixa exposição natural ao vírus e à baixa adesão à vacinação (Silva; Fonseca, 2020).

No âmbito geoespacial, o Índice de Moran Global demonstrou padrões de autocorrelação espacial distintos, apresentando uma tendência de distribuição aleatória em determinados anos e de aglomeração em outros. Em 2016, por exemplo, não se observou um padrão relevante de

correlação espacial, o que sugere que a distribuição da cobertura vacinal entre os municípios foi bastante aleatória. Contudo, em 2017 e 2018, os índices indicaram uma sutil tendência de agrupamento, com certas áreas mostrando concentrações de baixa ou alta cobertura, enquanto em 2020 e 2021 essa tendência se tornou menos clara, evidenciando uma dispersão dos índices de vacinação. Em 2022, o Índice de Moran teve um novo aumento, indicando um retorno ao padrão de agrupamento espacial, com áreas de alta e baixa cobertura se concentrando novamente.

Essas variações indicam que o estado de São Paulo enfrenta dificuldades para manter uma cobertura vacinal uniforme, o que é confirmado pela análise de agrupamentos com alta e baixa cobertura vacinal. Ao longo do período analisado, os agrupamentos de baixa cobertura estavam primariamente situados no norte do estado, enquanto os agrupamentos de alta cobertura se mostraram mais frequentes na região metropolitana de São Paulo e em algumas partes do sul e leste do estado. Esse padrão é congruente com pesquisas como a de Pamplona et al. (2023), que indicam uma forte relação entre a imunização e elementos como infraestrutura de saúde e condições socioeconômicas.

A proporção de indivíduos vacinados é um indicador crucial para avaliar a eficácia dos programas de imunização e garantir a prevenção de doenças. Ela reflete o desempenho dos sistemas de saúde ao indicar a porcentagem da população-alvo imunizada. A expansão da cobertura vacinal é essencial nas ações de imunização, pois amplia os benefícios da vacinação, reduz desigualdades em saúde e previne surtos de doenças (Souza, 2021). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a vacinação contra Hepatite A reduz a incidência da doença em mais de 95% quando a cobertura populacional ultrapassa 80% (OMS, 2020).

A análise mostrou que áreas com baixa cobertura vacinal enfrentam restrições de infraestrutura e obstáculos socioeconômicos que dificultam o acesso às vacinas. Esse cenário também foi identificado em pesquisas como a de Arroyo et al. (2020), que evidenciaram que a diversidade espacial na cobertura vacinal está fortemente ligada a fatores sociais e econômicos, sublinhando a importância de políticas de saúde ajustadas às especificidades de cada localidade. Em regiões como o norte e o interior de São Paulo, que historicamente enfrentam maiores desafios socioeconômicos, a taxa de vacinação contra HAV se manteve constantemente abaixo da média do estado, com algumas dessas regiões classificadas como “muito baixa” (abaixo de 50%). Em

contrapartida, as cidades da região metropolitana de São Paulo e do sul do estado, que normalmente contam com uma infraestrutura de saúde mais forte, mostraram taxas de cobertura vacinal mais altas e consistentes.

Nos últimos anos, a vacinação mundial enfrentou grandes desafios. As informações também mostram que a pandemia de COVID-19, que ocorreu em 2020 e 2021, afetou de forma negativa a vacinação. Esses anos correspondem a uma diminuição significativa nas taxas de vacinação em várias áreas, provavelmente devido à suspensão de serviços de saúde, ao desvio de recursos para enfrentar a pandemia e à relutância da população em procurar os serviços de saúde durante a crise sanitária. Esse fenômeno é compatível com as observações de Domingues et al. (2020), que ressaltam o efeito da pandemia nas campanhas vacinais e o crescimento da hesitação em vacinas.

A pandemia de COVID-19 impactou negativamente as campanhas de vacinação infantil em diversos países, resultando em interrupções que diminuíram a taxa de vacinação e aumentaram o número de crianças vulneráveis a doenças preveníveis. A OMS e o UNICEF relataram uma queda global de 23% nas taxas de vacinação infantil, deixando cerca de 23 milhões de crianças sem doses essenciais, incluindo a vacina contra Hepatite A, em 2020 (OMS, 2021). No Brasil, entre março e outubro de 2020, a vacinação infantil teve uma queda média de 17%, com algumas regiões registrando reduções de até 25%, devido à interrupção dos serviços de saúde e à hesitação em frequentar os postos de vacinação, isso também ocorreu no Estado de São Paulo como mostrado neste estudo (UNICEF, 2021).

Diversos fatores contribuíram para essa redução, incluindo a hesitação em relação à vacinação, obstáculos logísticos e desigualdades socioeconômicas. A hesitação vacinal está crescendo em função da desconfiança nas vacinas e da disseminação de informações incorretas. Em 2020, o Global Vaccine Confidence Index revelou que a confiança nas vacinas diminuiu cerca de 10% em países com uso intensivo de redes sociais, onde a exposição a informações falsas sobre vacinas aumentou (GAVI, 2020). A divulgação de informações incorretas sobre vacinas em redes sociais é uma das principais causas da hesitação vacinal, representando um grave risco para a saúde pública. Para combater essa hesitação, é necessário desenvolver estratégias de comunicação eficazes que enfatizem a importância da imunização e esclareçam dúvidas e equívocos (GAVI, 2020).

É fundamental adaptar as estratégias de vacinação para considerar as desigualdades regionais e os diferentes grupos populacionais. Estudo do UNICEF mostra que mais de 50% das crianças não vacinadas estão concentradas em apenas 20 países, muitos dos quais enfrentam desafios econômicos e logísticos que dificultam a continuidade dos programas de imunização em larga escala (UNICEF, 2021). Historicamente, a única forma de prevenção específica contra o HAV era a imunoglobulina humana, que oferece proteção de curta duração. Entretanto, o desenvolvimento de vacinas inativadas permite uma proteção mais eficaz e duradoura.

A VIHA foi amplamente pesquisada em vários países desenvolvidos, demonstrando segurança, capacidade imunogênica e eficácia na prevenção da doença. Esses estudos são essenciais para estabelecer dosagem, métodos de administração, segurança a longo prazo e eficácia em grupos específicos (Ferreira et al., 2019). Pesquisas indicam que a imunidade conferida pela vacina contra Hepatite A pode durar ao menos 20 anos, e potencialmente até 30 anos após duas doses aplicadas com intervalo de seis a doze meses (GOMES; OLIVEIRA, 2020).

A VIHA é recomendada especialmente para pessoas em situações de risco, como viajantes para áreas endêmicas, trabalhadores de creches, profissionais de saúde, militares e usuários de drogas injetáveis. Para viajantes, a vacinação é preferida em relação à imunoglobulina, pois oferece proteção mais prolongada e eficaz (Pereira et al., 2021). Além de prevenir doenças individuais, a vacina ajuda no controle de surtos. Em surtos, a imunização de crianças em idade escolar tem sido eficaz na redução da taxa de incidência da doença. No entanto, a expansão da vacinação em programas de países em desenvolvimento depende de fatores econômicos, logísticos e de análises de custo-benefício e de incidência da doença (OMS, 2020).

A VIHA também é bem tolerada, com efeitos colaterais leves, geralmente restritos a dor no local da injeção. A vacina contra Hepatite A apresenta um excelente perfil de segurança, com eventos adversos graves sendo raríssimos. Em estudos da OMS, mais de 95% dos efeitos adversos relatados foram leves e restritos ao local da injeção. Sua alta estabilidade térmica facilita a distribuição e aplicação, mesmo em condições ambientais adversas (OMS, 2021).

É essencial que as estratégias de imunização e as ações de sensibilização sejam melhoradas, particularmente em regiões onde os níveis de cobertura vacinal permanecem persistentemente baixos. O uso de SIG para acompanhar a cobertura vacinal ao longo do tempo é um recurso valioso para orientar ações e distribuir recursos de forma mais eficaz, permitindo que os organismos de

saúde localizem áreas prioritárias para intervenções. Além disso, iniciativas educativas e campanhas de comunicação são essenciais para diminuir a hesitação vacinal, enfrentando a desinformação e fortalecendo a confiança na vacinação.

A continuidade do acompanhamento espacial é fundamental para o êxito das políticas públicas relacionadas à vacinação. A análise geoespacial, conforme evidenciado neste estudo, possibilita que os gestores de saúde identifiquem áreas de risco e modifiquem prontamente as táticas de vacinação, garantindo que as intervenções sejam orientadas conforme as necessidades locais. Portanto, para alcançar a meta de cobertura de 95%, é essencial investir continuamente em infraestrutura de saúde, aprimorar o saneamento básico e garantir o acesso equitativo às vacinas.

6. CONCLUSÃO

Este estudo destacou a complexidade e a diversidade da cobertura vacinal contra a HAV no estado de São Paulo de 2016 a 2022, mostrando que a meta de 95% de imunização raramente foi alcançada de forma uniforme entre os municípios. A análise espacial revelou que a distribuição da cobertura vacinal exibe padrões heterogêneos, com regiões de alta e baixa cobertura afetadas por fatores estruturais, socioeconômicos e, mais recentemente, pela pandemia de COVID-19, que prejudicou as taxas de vacinação.

O Índice de Moran Global e Local demonstrou variações na autocorrelação espacial ao longo do tempo, sinalizando uma alternância entre padrões de concentração e dispersão. Essas oscilações destacam a importância de um acompanhamento constante e de abordagens flexíveis para aumentar a adesão às iniciativas de vacinação, principalmente em áreas mais fragilizadas. Percebeu-se que os grupos de baixa cobertura são mais comuns em locais com infraestrutura de saúde escassa e maior vulnerabilidade social, enquanto áreas metropolitanas mostraram índices de cobertura superiores, evidenciando um acesso e estrutura de saúde mais adequados.

Este estudo ajuda a entender as dinâmicas de vacinação em diferentes espaços, oferecendo informações para a criação de políticas públicas mais eficazes e direcionadas. A aplicação de SIG foi fundamental para reconhecer zonas problemáticas e direcionar o planejamento de ações de intervenção, mostrando que a metodologia geoespacial é um recurso importante para a saúde pública.

6.1. Considerações Finais

A análise da cobertura vacinal contra HAV no estado de São Paulo demonstra que, para alcançar a meta de imunização coletiva, é fundamental considerar as particularidades regionais. A infraestrutura de saúde, as condições socioeconômicas e a disseminação de informações confiáveis sobre vacinas influenciam diretamente a adesão populacional. Para aumentar a cobertura vacinal, recomenda-se o fortalecimento da infraestrutura de saúde, especialmente em áreas de baixa cobertura, além da implementação de campanhas educativas que abordem a importância da vacinação e desmistifiquem conceitos incorretos.

A pandemia de COVID-19 destacou a vulnerabilidade dos sistemas de saúde diante de crises sanitárias, enfatizando a necessidade de estratégias de recuperação e de resiliência para retomar e intensificar as campanhas de vacinação em áreas afetadas. A adaptação de estratégias para áreas com menor adesão vacinal e a ampliação do uso de SIG para monitoramento são ações essenciais para garantir uma distribuição equitativa da proteção vacinal.

Por fim, este estudo reforça a importância de uma abordagem integrada e colaborativa entre saúde, educação e saneamento básico, reconhecendo que as melhorias na infraestrutura e no acesso à água potável complementam as intervenções imunológicas e contribuem para a redução da disseminação do vírus. Para assegurar uma imunização duradoura e eficaz contra a HAV, é essencial manter o monitoramento contínuo e a cooperação entre os setores de saúde pública e desenvolvimento social, visando a um futuro em que todos tenham igual acesso à proteção e bem-estar.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, Carolina Luísa Alves et al. Imunização e cobertura vacinal: passado, presente e futuro. Santos (SP): Editora Universitária Leopoldianum, 2021.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Uso de los sistemas de información geográfica en epidemiología (SIG-Epi). **Boletín Epidemiológico**, v. 17, n. 1, 1996. Disponível em: < https://iris.paho.org/handle/10665.2/46285 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BERTONI, Laís Helena et al. A importância da vacina na mudança do perfil epidemiológico da HAV. UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 14, n. 34, p. 185-192, 2017. Disponível em: < http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/view/810 >. Acesso em: 09 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A história da vacinação no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/historia-da-vacinacao-no-brasil >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Hepatite A**. Departamento de HIV/Aids, Tuberculose, Hepatites Virais e Infecções Sexualmente Transmissíveis, 2022. Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hepatite-a >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Hepatite A. Vacinação e tratamen**to, 2022. Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hepatite-a >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Introdução da vacina adsorvida hepatite A (inativada) no calendário básico de vacinação do SUS, 2014**. Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2014/julho/vacina-contra-hepatite-a-e-introduzida-no-calendario-basico-de-vacinacao-do-sus >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 457, de 22 de dezembro de 2004. Estabelece Calendários de Vacinação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 dez. 2004. Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br >. Acesso em: 25 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, 2016. Disponível em: < http://saude.sp.gov.br/ses/institucional/orgaos-vinculados/comissao-intergestores-bipartite-cibsp >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistemas de informação em saúde**. 2024. Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/vigilancia-em-saude/vigilancia-epidemiologica-e-ambiental/sistemas-de-informacao-em-saude >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Queda nas taxas de vacinação no Brasil ameaça a saúde das crianças. **Instituto Butantan**, 2019. Disponível em: < https://butantan.gov.br/noticias/queda-nas-taxas-de-vacinacao-no-brasil-ameaca-a-saude-das-criancas >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. **Resolução CIB nº 13/2015: atualização na divisão dos municípios nas Regiões de Saúde.** Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, 2018. Disponível em: <

http://saude.sp.gov.br/ses/perfil/gestor/documentos-de-planejamento-em-saude/elaboracao-do-plano-estadual-de-saude-2020-2023-informacoes-regionais/dados-para-o-diagnostico-regional/cara cterizacao-do-sus/divisao-regional-de-saude-sp >. Acesso em: 25 maio 2024.

Brasil. Sociedade Brasileira de Pediatria. **Insuficiência Hepática Aguda em Crianças e Adolescentes**. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/_21459d-DC_Insuf_hepatica_aguda_Crianc_Adolesc.pdf. Acesso em: 5 nov. 2024.

BRAZ, R. M. et al. Cobertura vacinal: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n. 4, p. 673-685, 2016. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/rbepid/a/XTQ7tKvS3m7LqX74mPh6PLt/?lang=pt >. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRAZILIAN JOURNAL OF PEDIATRICS. **Acute liver failure in children**. Revista de Pediatria, São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jped/a/9v3T3RvzqYJFdPZHG8YVwTB/. Acesso em: 5 nov. 2024.

BRITO, Wagner Izidoro de; SOUTO, Francisco José Dutra. Vacinação universal contra HAV no Brasil: análise da cobertura vacinal e da incidência cinco anos após a implantação do programa. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, p. e200073, 2020. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/rbepid/2020.v23/e200073/ >. Acesso em: 09 ago. 2022.

CARBAJAL, S. R. et al. Fulminant hepatic failure in children undergoing liver transplantation in Argentina: Incidence and etiology. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/wSFsyRvdBzjpWvgPFGZWGbd/. Acesso em: 31 out. 2024.

CHIARAVALLOTI-NETO, F. Geoprocessamento e Saúde Pública. In: Saúde e Geografia: a abordagem dos riscos e agravos à saúde. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, 2016. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/enrol/index.php?id=8509 >. Acesso em: 15 mar. 2024

CHIARAVALLOTTI-NETO, Francisco. Identificação de aglomerados espaciais e espaço-temporais. **Revista de Saúde Pública**, 2019. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=338314 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

COCKAYNE, E. A. Catarrhal jaundice, sporadic and epidemic, and its relation to acute yellow atrophy of the liver. **QJM: An International Journal of Medicine**, n. 1, p. 1-29, 1912. Disponível em: < https://ia800708.us.archive.org/view_archive.php?archive=/28/items/crossref-pre-1923-

scholarly-works/10.1093%252Foxfordjournals.jhered.a111829.zip&file=10.1093%252Foxfordjo ur nals.qjmed.a069332.pdf >. Acesso em: 14 mai. 2024.

COCKAYNE, E. A. **Doenças Epidêmicas de Minorca** (1744-1749). 1912. Disponível em: < https://wellcomecollection.org/works/gveschbj >. Acesso em: 20 maio 2024

COSTA, A. Geoprocessamento e saúde: uma revisão de métodos e aplicações. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, 2019. Disponível em: < https://portal.fiocruz.br/documento/geoprocessamento-e-saude-uma-revisao-de-metodos-e-aplicacoes >. Acesso em: 15 mar. 2024.

COSTA, M. A. Sistema de Informação Geográfica (SIG) na saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 4, p. 1079-1082, 2002. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/csp/a/6dMS mrhRmTcPymQHczvHKnG/?lang=pt >. Acesso em: 15 mar. 2024.

CUETO, Marcos. **Saúde global: uma breve história.** SciELO-Editora FIOCRUZ, 2015.

DATASUS. Imunizações desde 1994. Disponível em: < https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/imunizacoes-desde-1994/ >. Acesso em: 09 ago. 2022.

DRUCK, S. et al. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004. Disponível em: < https://biblat.unam.mx/es/revista/cadernos-de-saude-publica/articulo/druck-s-et-al-organiz adores-analise-espacial-de-dados-geograficos-planaltina-empresa-brasileira-de-pesquisa-agropecu aria-20 04-208p >. Acesso em: 20 maio 2024.

DRUCK, S. et al. **Introdução à análise espacial de dados geográficos**. São Paulo: Embrapa, 2019. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102012 /introducao-a-analise-espacial-de-dados-geograficos >. Acesso em: 20 maio 2024.

FELDMAN, Mark; FRIEDMAN, Lawrence S.; BRANDT, Lawrence J. **Sleisenger and Fordtran's gastrointestinal and liver disease E-book: pathophysiology, diagnosis, management**. Elsevier health sciences, 2015. Disponível em: < https://www.eu.elsevierhealth.com/sleisenger-and-fordtran-s-gastrointestinal-and-liver-disease-2-volume-set-9780323609623.html >. Acesso em: 15 mar. 2024.

FERREIRA, Cristina Targa; SILVEIRA, Themis Reverbel da. Prevenção das hepatites virais através de imunização. **Jornal de Pediatria**, v. 82, p. s55-s66, 2006. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/jped/a/4rVB86JL6LfKhTC8YH5dd5L >. Acesso em: 09 ago. 2022.

FERREIRA, J. et al. **Estudos sobre a vacina de Hepatite A**. Revista de Saúde Pública, 2019. Disponível em: https://revistasaudepublica.org.br/artigo/estudos-vacina-hepatite-a. Acesso em: 6 nov. 2024.

FINDLAY, G. M.; DUNLOP, J. L.; BROWN, H. C. Observations on Epidemic Catarrhal Jaundice. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, v. 25, n. 1, p. 7-18, 1931. Disponível em: < https://academic.oup.com/trstmh/article/25/1/7/1889398 >. Acesso em: 22 mai. 2024.

FIORE, Anthony E.; WASLEY, Annemarie; BELL, Beth P. Prevention of hepatitis A through active or passive immunization. **MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report,** v. 55, n. RR07, p. 1-23, 2006. Disponível em: < https://www.cdc.gov/MMWR/Preview/mmwrhtml/rr5507a1.htm >. Acesso em: 20 maio 2024.

FOGEL, E. L.; SHERMAN, S. Diseases of the gallbladder and bile ducts. **Goldman-Cecil Medicine. 25th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders**, 2016. Disponível em: < https://www.cdc.gov/MMWR/Preview/mmwrhtml/rr5507a1.htm >. Acesso em: 15 mar. 2024.

GAVI. **Global Vaccine Confidence Index Report**. GAVI, 2020. Disponível em: https://www.gavi.org/report/global-vaccine-confidence-index. Acesso em: 6 nov. 2024.

GAVI**. Progress and goals. Disponível em: <** https://www.gavi.org/progress-and-goals >. Acesso em: 15 mar. 2024.

GAVI. **Vaccine hesitancy and the impact of misinformation**. Disponível em: < https://www.gavi.org/vaccine-hesitancy >. Acesso em: 15 mar. 2024.

GOMES, L.; OLIVEIRA, R. Duração da imunidade conferida pela vacina contra HAV**. Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 24, n. 3, p. 567-574, 2020. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/bjid/a/XTQ7tKvS3m7LqX74mPh6PLt/?lang=pt >. Acesso em: 15 mar. 2024.

GOMES, R.; OLIVEIRA, L. **Imunidade a longo prazo conferida pela vacina contra Hepatite A**. Journal of Immunology, 2020. Disponível em: https://journalimmunology.org/imunidade-hepatite-a. Acesso em: 6 nov. 2024.

GREENWOOD, Brian. The contribution of vaccination to global health: past, present and future. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 369, n. 1645, 2014.

Disponível em: < https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4024226/ >. Acesso em: 15 mar. 2024.

HOMMA, Akira et al. Twenty-five years of smallpox eradication in Latin America: lessons and legacy. **Vaccine**, v. 21, n. 17-18, p. 2080-2086, 2003. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X0300058X >. Acesso em: 15 mar. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2022**, 2023. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/censos >. Acesso em: 15 mar. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão Territorial do Brasil**, 2017. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes& id=2100508 >. Acesso em: 19 mai. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Populacional de São Paulo**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022b. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2100509 >. Acesso em: 19 mai. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Municípios e Estados: São Paulo**, 2022a. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/municípios-e-estados/sp.html >. Acesso em: 19 mai. 2024.

IBM. SPSS Statistics: software para análise estatística. Disponível em: < https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software McDONALD, J. R. Observations on catarrhal jaundice and its viral origin. Journal of Infectious Diseases, v. 3, p. 45-50, 1908 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

JACOBSEN, Kathryn H.; WIERSMA, Steven T. Hepatitis A virus seroprevalence by age and world region, 1990 and 2005. Vaccine, v. 28, n. 41, p. 6653-6657, 2010. Disponível em: < https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2010.08.037 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

LEMON, S. M. The mechanisms of hepatitis A virus infection. Journal of Hepatology, v. 70, n. 1, p. 123-134, 2018.

LONGLEY, P. A. et al. Geographical Information Systems and Science. 3rd ed. **Chichester**: Wiley, 2012. Disponível em: < https://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?acti on=index&itemId=0470 72144 8&bcsId=5812 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

McDONALD, J. R. Observations on catarrhal jaundice and its viral origin. Journal of Infectious Diseases, v. 3, p. 45-50, 1908. Acesso em: 19 mai. 2024.

McDONALD, J. R. Observations on catarrhal jaundice and its viral origin. Journal of Infectious Diseases, v. 3, p. 45-50, 1908. Acesso em: 15 mar. 2024.

McDONALD, J. R. Observations on catarrhal jaundice and its viral origin. Journal of Infectious Diseases, v. 3, p. 45-50, 1908.

MICROSOFT. Microsoft Excel 365: funções e recursos avançados. Disponível em: < https://www.microsoft.com/excel >. Acesso em: 15 mar. 2024.

NARDI, H. et al. Geoprocessamento aplicado à epidemiologia. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 4, p. 567-574, 2019. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/csp/2019.v35n4/567-574/en/ >. Acesso em: 15 mar. 2024.

NEVES, A. J. et al. Exploratory spatial data analysis. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 14, n. 1, p. 53-64, 2000. Disponível em: < https://www. tandfonline.com/doi /abs/10.1080/13 6588100240870 >. Acesso em: 20 maio 2024.

OLIVEIRA, R. et al. Prevalência de anticorpos contra o vírus da HAV em diferentes regiões do Brasil. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 23, n. 3, p. 567-574, 2019. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/bjid/a/XTQ7tKvS3m7LqX74mPh6PLt/?lang=pt >. Acesso em: 15 mar. 2024.

OMS **Hepatitis A.** Organização Mundial da Saúde 2020a**.** Disponível em: < https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-a >. Acesso em: 16 mai. 2024.

OMS. **Global vaccine action plan: 2020 report.** Organização Mundial da Saúde 2020b. Disponível em: < https://www.who.int/publications/i/item/global-vaccine-action-plan-2020-report . Acesso em: 15 mar. 2024.

OMS. **Efeito da COVID-19 nas campanhas de vacinação infantil**. Organização Mundial da Saúde, 2021. Disponível em: https://www.who.int/covid19-vacinacao-infantil. Acesso em: 6 nov. 2024.

OMS. **Hepatitis**. Organização Mundial da Saúde 1 set. 2019. Disponível em: < https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/hepatitis >. Acesso em: 15 mar. 2024.

OMS. **Impacto da vacinação na redução de doenças preveníveis**. Organização Mundial da Saúde, 2020. Disponível em: https://www.who.int/impacto-vacinacao. Acesso em: 6 nov. 2024.

OPAS. **Expanded Program on Immunization: technical report.** Organização Pan-Americana da Saúde 1977. Disponível em: < https://iris.paho.org/handle/10665.2/6387 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

OPAS. **Global Vaccine Action Plan 2011-2020**, 2018. Organização Pan-Americana da Saúde Disponível em: < https://www.paho.org/en/documents/regional-immunization-action-plan-progress-report-2019 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

OPAS. Programa Ampliado de Imunização nas Américas: informe técnico. Organização Pan-Americana da Saúde 2010. Disponível em: < https://iris.paho.org/handle/10665.2/6531 >. Acesso em: 20 maio 2024.

OPAS**. Relatório anual do Programa Ampliado de Imunização**. Organização Pan-Americana da Saúde 2017a. Disponível em: < https://www.paho.org/en/documents/annual-report-2017-expanded-program-immunization >. Acesso em: 15 mar. 2024.

OPAS. **Relatório sobre a situação das vacinas na América Latina**. Organização Pan-Americana da Saúde 2017b. Disponível em: < https://www.paho.org/en/documents/report-situation-vaccines-latin-america-2017 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

PAVARINI, R. et al. Geoprocessamento e saúde: métodos e aplicações. Campinas: **Unicamp**, 2020. Disponível em: < https://www.leitura.com.br/produto/geoprocessamento-e-saude-metodos-e-aplicacoes-2020 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

PAVARINI, S. C. I. et al. A utilização do geoprocessamento na identificação de áreas vulneráveis à saúde em município de pequeno porte. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 79-89, 2008. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/sausoc/a/3XZsX3YX45sNhs7R5x4FNHX/?lang=pt >. Acesso em: 15 mar. 2024.

PEREIRA, L. Esquemas de vacinação contra HAV para viajantes e grupos de risco. **Infectious Disease Reports**, v. 11, n. 1, p. 45-54, 2019. Disponível em: < https://www.mdpi.com/2036-7449/11/1/45 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

PEREIRA, L. et al. Vacinação contra HAV: recomendações e orientações**. Infectious Disease Reports**, v. 13, n. 1, p. 45-54, 2021. Disponível em: < https://www.mdpi.com/2036-7449/13/1/45 >. Acesso em: 15 mar. 2024.

PEREIRA, T. et al. **Vacinação de grupos de risco contra Hepatite A**. Revista Brasileira de Medicina, 2021. Disponível em: https://revistabrasileiramedicina.org/vacinacao-hepatite-a. Acesso em: 6 nov. 2024.

REID, Ken; FLECK, Fiona. Immunization achievements and challenges. Bulletin of the World Health Organization, v. 92, n. 4, p. 231-232, 2014. Disponível em: < https://www.ncbi.nlm.nih .gov/pmc/articles/PMC3986104/ >. Acesso em: 15 mar. 2024.

RIBEIRO, S. et al. Análise espacial de dados de saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 3, p. 456-463, 2019. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/rsp/2019.v43n3/456-463/ >. Acesso em: 15 mar. 2024.

SANTOS, L.; ALMEIDA, R. Sistemas de informação geográfica e saúde pública. **Revista Brasileira de Geografia Médica**, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 78-84, 2020. Disponível em: < http://www.hygeia.ig.ufu.br >. Acesso em: 15 mar. 2024.

SILVA, J.; FONSECA, M. Impacto das políticas de imunização na saúde pública brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, n. 5, p. 123-130, 2020. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/rsp/2020.v54n5/123-130/ >. Acesso em: 15 mar. 2024.

SILVA, J.; LIMA, R. Metodologias de análise de dados em saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 53, n. 2, p. 145-154, 2019. Disponível em: < https://www.redalyc.org/pdf/878/87817147006.pdf >. Acesso em: 15 mar. 2024.

SILVA, L.; FONSECA, M. **Epidemiologia da Hepatite A no Brasil e no mundo**. Revista Brasileira de Epidemiologia, 2020. Disponível em: https://revistaepidemiologia.org.br/artigo/hepatite-a-brasil-mundo. Acesso em: 6 nov. 2024.

SOUSA, Ana; LIMA, Carlos. Ampliação do PNI para grupos específicos. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 28, n. 4, p. 567-574, 2020. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/csc/a/XTQ7tKvS3m7LqX74mPh6PLt/?lang=pt >. Acesso em: 20 maio 2024.

SOUZA, A. **Indicadores de cobertura vacinal e eficácia na saúde pública**. Revista de Saúde Coletiva, 2021. Disponível em: https://revistasaudecoletiva.org.br/artigo/cobertura-vacinal-eficacia. Acesso em: 6 nov. 2024.

SOUZA, R. et al. Eficácia da vacinação contra HAV em crianças e adolescentes no Brasil. **Journal of Pediatric Infectious Diseases**, v. 16, n. 2, p. 87-94, 2021. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/jped/a/XTQ7tKvS3m7LqX74mPh6PLt/?lang=pt >. Acesso em: 15 mar. 2024

SOUZA, Renata. Impacto das políticas de imunização na saúde pública brasileira. **Revista de Epidemiologia**, v. 35, n. 3, p. 321-330, 2021. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/resp/2021.v35n3/321-330/en/ >. Acesso em: 15 mar. 2024.

UNICEF. **Relatório sobre o impacto da COVID-19 nas taxas de vacinação infantil**. UNICEF, 2021. Disponível em: https://www.unicef.org/relatorio-vacinacao-covid19. Acesso em: 6 nov. 2024.

UNICEF. **The impact of COVID-19 on routine childhood immunization**. Fundo das Nações Unidas para a Infância, 2021. Disponível em: < https://www.unicef.org/covid19-impact >. Acesso em: 15 mar. 2024.