



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS  
MESTRADO ACADÊMICO EM SAÚDE COLETIVA**

**LENY MARTINS COSTA GOMES**

**ANÁLISE ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA POLIOMIELITE POR  
MUNICÍPIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS NOS ANOS DE 2016 A 2021**

**SANTOS, SP  
2023**

**LENY MARTINS COSTA GOMES**

**ANÁLISE ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA POLIOMIELITE POR  
MUNICÍPIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS NOS ANOS DE 2016 A 2021**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos como requisito parcial para obtenção do Título em Mestre em Saúde Coletiva.

Área de Concentração: Saúde, ambiente e mudanças sociais.

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dra. Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona.

**SANTOS, SP  
2023**

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

G633a Gomes, Leny Martins Costa  
Análise espacial da cobertura vacinal da poliomielite  
por município no estado de Minas Gerais nos anos de  
2016 a 2021 / Leny Martins Costa Gomes ; orientadora  
Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona. -- 2023.  
61 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de  
Santos, Programa de Pós-Graduação stricto sensu em  
Saúde Coletiva, 2023

Inclui bibliografia

1. Imunização. 2. Índice de Moran. 3. Poliomielite.  
I. Pamplona, Ysabely de Aguiar Pontes. II. Título.

CDU: Ed. 1997 -- 614(043.3)

**LENY MARTINS COSTA GOMES**

**ANÁLISE ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA POLIOMIELITE POR  
MUNICÍPIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS NOS ANOS DE 2016 A 2021**

**Aprovado em: 30/11/2023**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> D<sup>a</sup>. Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona  
Orientadora- Membro Nato- UNISANTOS

---

Prof.<sup>a</sup> D<sup>a</sup>. Lourdes Conceição Martins  
Membro Titular- UNISANTOS

---

Prof<sup>o</sup> D<sup>o</sup>. Ricardo Alves de Oliveira  
Membro Titular- UEPB

**Santos  
2023**

## **DEDICATORIA**

À minha família,

Não há palavras suficientes para expressar a profunda gratidão que sinto por cada um de vocês que fazem parte do meu mundo. Sou verdadeiramente abençoada por ter todos vocês ao meu lado. Cada página desta dissertação é uma narrativa dos nossos momentos preciosos juntos, das risadas que ecoam em nossas memórias aos abraços que traduzem nosso amor incondicional.

Quero expressar meu sincero agradecimento a todos vocês por serem os alicerces essenciais da minha jornada, os colaboradores fundamentais nas minhas alegrias e o porto seguro nos desafios que a vida nos apresenta. Ao concluir mais um ciclo, reflito sobre a jornada até aqui. A Leny de duas décadas atrás dificilmente reconheceria a pessoa que sou hoje. Naquela época, faltavam perspectivas claras e grandes sonhos, mas, mesmo assim, persisti. E reconheço que não teria alcançado isso sem a contribuição única de cada um de vocês, seja por meio de apoio, incentivo ou celebração.

Compreendo que, ao longo do caminho, falhei em diversas ocasiões, sendo ausente, distante e, em alguns momentos, egoísta. Não pretendo dizer que não enfrentamos desafios ou que tudo transcorreu de maneira perfeita, mas o que alcancei, ou melhor, o que alcançamos, é resultado do esforço conjunto como família. A vitória de cada um é, indiscutivelmente, a vitória de todos.

Amo muito vocês!

## **HOMENAGEM ESPECIAL**

A minha orientadora Prof. Dra. Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona, É com imensa gratidão e respeito que dedico estas palavras a você, que não apenas guiou, mas iluminou minha jornada acadêmica de maneira extraordinária. Sua dedicação incansável, sabedoria e paciência moldaram não apenas o meu trabalho de pesquisa, mas também meu desenvolvimento como estudante e profissional. Seu compromisso com a excelência e seu constante incentivo foram fundamentais para superar desafios e alcançar metas que, inicialmente, pareciam inatingíveis. Cada orientação sua foi mais do que um direcionamento acadêmico; foi um mergulho profundo no mundo do conhecimento, repleto de descobertas e aprendizados valiosos. Sua habilidade em transmitir sua paixão pela área de estudo foi inspiradora e fez toda a diferença no meu percurso. Além disso, sua disponibilidade para ouvir minhas dúvidas, anseios e ideias contribuiu significativamente para a construção de uma relação de confiança e parceria, elementos essenciais para o sucesso desta jornada.

Ao concluir esta etapa do meu percurso acadêmico, quero expressar minha sincera admiração e agradecimento por sua orientação excepcional. Seu legado como educadora e mentora será carregado com muito carinho em minha trajetória profissional.

## AGRADECIMENTOS

Querido Willian, Igor e Clara,

Hoje, dedico estas palavras com um coração transbordando gratidão por cada um de vocês. Vocês são a base sólida e o motivo maior das minhas alegrias.

Willian, meu amor, sua presença na minha vida é uma constante fonte de força e apoio. Sua paciência, compreensão e amor incondicional me sustentam nos momentos mais desafiadores. Agradeço por ser o meu companheiro, por compartilhar risos, superar obstáculos e construir um lar cheio de amor e cumplicidade.

Igor e Clara, meus amores, são a luz dos meus dias. Cada riso, cada abraço, é a expressão mais pura do amor que nutrimos uns pelos outros. Suas jornadas individuais e a maneira como crescem e aprendem me enchem de orgulho e admiração.

Juntos, formamos um time forte e unido. Cada um de vocês é um pilar fundamental na construção da nossa família. Agradeço por cada momento compartilhado, por cada desafio superado em conjunto e por cada conquista celebrada em família.

Não há palavras suficientes para expressar o quanto sou grata por ter vocês ao meu lado. Cada um de vocês é uma bênção, e minha vida é imensamente mais rica por causa do amor que compartilhamos. Obrigada pelo apoio de vocês.

Com todo meu amor e gratidão.

À minha querida amiga Andressa,

Gostaria de expressar minha profunda gratidão por sua incrível influência e apoio ao me incentivar a embarcar na jornada do mestrado antes de explorar outros caminhos. Sua orientação e encorajamento foram catalisadores essenciais que moldaram significativamente o rumo da minha trajetória acadêmica. Sua crença em meu potencial e a força que você viu em mim quando eu mesmo hesitava são tesouros inestimáveis que carregarei para sempre. Seu gesto generoso de compartilhar sua visão e experiência abriu portas que eu não teria ousado abrir sozinha.

Ao escolher me apoiar e me guiar na direção do mestrado, você não apenas fortaleceu minha confiança, mas também enriqueceu meu caminho com oportunidades valiosas e aprendizados profundos. Sua amizade é uma bênção que transcende as fronteiras do acadêmico, e sou eternamente grata por ter uma amiga tão inspiradora ao meu lado.

Esta é mais uma de muitas conquistas compartilhadas e celebrações conjuntas.

Minha sincera gratidão.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1. HISTÓRICO DA IMUNIZAÇÃO NO BRASIL .....	16
<b>1.1.1. Vacinação contra a Poliomielite: Vacina Inativada (VIP) e Vacina Atenuada (VOP) .....</b>	<b>19</b>
1.2. CENÁRIO DA COBERTURA VACINAL DA POLIOMIELITE NO BRASIL E NO MUNDO .....	21
1.3. ESTRATÉGIAS DE IMUNIZAÇÃO NO BRASIL .....	28
1.4. PANORAMA GERAL DA IMUNIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS .....	30
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>32</b>
2.1. GERAL .....	32
2.2. ESPECÍFICOS .....	32
<b>3. MÉTODO .....</b>	<b>33</b>
3.1. DESENHO DO ESTUDO .....	33
3.2. COLETA DE DADOS .....	34
3.3. COBERTURA VACINAL DE CADA IMUNOBIOLOGICO .....	34
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	35
3.5. ANÁLISE DE AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL .....	35
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>5. DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>



# ANÁLISE ESPACIAL DA COBERTURA VACINAL DA POLIOMIELITE POR MUNICÍPIO NO ESTADO DE MINAS GERAIS NOS ANOS DE 2016 A 2021

## RESUMO

**Introdução:** Estudos recentes mostram baixos títulos de anticorpos contra a Poliomielite em adultos jovens, junto com a baixa adesão à vacinação, reacendendo preocupações com a reintrodução do poliovírus. No Brasil, a cobertura vacinal tem caído tanto para a Poliomielite quanto para outras vacinas, com diferenças entre os municípios, destacando a importância de considerar as singularidades locais nos planos de imunização.

**Objetivos:** O objetivo geral deste estudo é analisar a taxa de cobertura vacinal da Poliomielite por município no estado de Minas Gerais nos anos de 2016 a 2021. Além disso, os objetivos específicos são descrever as coberturas vacinais nesse mesmo período, no estado de Minas Gerais; identificar a distribuição espacial da cobertura vacinal da Poliomielite no período de 2016 a 2021, no estado de Minas Gerais; e analisar a autocorrelação espacial da Poliomielite por municípios, no estado de Minas Gerais.

**Métodos:** Este estudo tem um delineamento ecológico misto e utiliza dados secundários do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) para calcular as taxas de cobertura vacinal em diferentes municípios de Minas Gerais entre 2016 e 2021. A análise inclui a utilização de técnicas de geoprocessamento e autocorrelação espacial para identificar padrões e agrupamentos de cobertura vacinal em cada área geográfica, fornecendo uma contribuição para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e controle de doenças por meio da vacinação.

**Resultados:** Os resultados da análise da cobertura vacinal da Poliomielite nos municípios do Estado de Minas Gerais mostraram uma tendência preocupante de declínio na adesão à vacinação ao longo dos anos. Houve uma diminuição progressiva nas categorias de cobertura vacinal adequada e elevada, ao passo que houve aumento de municípios com cobertura vacinal baixa e muito baixa. As médias da cobertura vacinal apresentaram variações ao longo dos anos, com uma tendência geral de redução nas médias ao longo do tempo. Em 2021, a média de cobertura vacinal foi de apenas 85,41%, indicando um declínio substancial na adesão à vacinação contra a Poliomielite. A análise espacial revelou a existência de padrões espaciais específicos na distribuição das taxas de cobertura vacinal entre os municípios. Foram identificados clusters de municípios com altas taxas de cobertura vacinal (Alto-Alto) e clusters com baixas taxas de cobertura (Baixo-Baixo), indicando concentrações de áreas com desempenhos vacinais similares. A presença de autocorrelação espacial significativa em alguns anos indica que as taxas de cobertura vacinal de um município influenciam as taxas de seus vizinhos. Essa autocorrelação sugere a presença de padrões de distribuição espacial das taxas de cobertura vacinal.

**Conclusão:** Este estudo destaca a necessidade de uma abordagem ampla e baseada em evidências para melhorar a cobertura vacinal contra a Poliomielite em Minas Gerais, enfatizando a importância da análise espacial e temporal dos dados e a influência dos fatores socioeconômicos e culturais.

**Palavras-Chaves:** Imunização, Índice de Moran, Poliomielite.

## SPATIAL ANALYSIS OF POLIOMYELITIS VACCINE COVERAGE BY MUNICIPALITY IN THE STATE OF MINAS GERAIS FROM 2016 TO 2021

### ABSTRACT

**Introduction:** Recent studies have shown low antibody titers against Poliomyelitis in young adults, along with low vaccination adherence, raising concerns about the reintroduction of the poliovirus. In Brazil, vaccine coverage has been declining for both Poliomyelitis and other vaccines, with variations between municipalities, emphasizing the importance of considering local specificities in immunization plans.

**Objectives:** The overall objective of this study is to analyze Poliomyelitis vaccine coverage rates by municipality in the state of Minas Gerais from 2016 to 2021. Additionally, the specific objectives are to describe vaccine coverage during the period from 2016 to 2021 in the state of Minas Gerais, identify the spatial distribution of Poliomyelitis vaccine coverage from 2016 to 2021 in the state of Minas Gerais, and analyze spatial autocorrelation of Poliomyelitis by municipalities in the state of Minas Gerais.

**Methods:** This study has a mixed ecological design and uses secondary data from Department of Informatics of the Brazilian Unified Health System (DATASUS) to calculate vaccine coverage rates in different municipalities in Minas Gerais between 2016 and 2021. The analysis includes the use of geoprocessing techniques and spatial autocorrelation to identify patterns and clusters of vaccine coverage in each geographical area, providing insights for the development of disease prevention and vaccination control strategies.

**Results:** The results of the analysis of Poliomyelitis vaccine coverage in the municipalities of the state of Minas Gerais showed a concerning trend of declining vaccination adherence over the years. There was a progressive decrease in the categories of adequate and high vaccine coverage, while there was an increase in municipalities with low and very low vaccine coverage. The average vaccine coverage rates varied over the years, with a general trend of decreasing averages over time. In 2021, the average vaccine coverage was only 85.41%, indicating a substantial decline in Poliomyelitis vaccination adherence. Spatial analysis revealed specific spatial patterns in the distribution of vaccine coverage rates among municipalities. Clusters of municipalities with high vaccine coverage rates (High-High) and clusters with low coverage rates (Low-Low) were identified, indicating concentrations of areas with similar vaccination performance. The presence of significant spatial autocorrelation in some years suggests that the vaccine coverage rates of one municipality influence the rates of its neighbors. This autocorrelation suggests the presence of spatial distribution patterns of vaccine coverage rates.

**Conclusion:** This study highlights the need for a comprehensive, evidence-based approach to improve Poliomyelitis vaccine coverage in Minas Gerais, emphasizing the importance of spatial and temporal data analysis and the influence of socio-economic and cultural factors.

**Keywords:** Immunization, Moran's Index, Poliomyelitis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

- FIGURA 1: Distribuição espacial da cobertura vacinal da Poliomielite, de 2016-2021, por município, no estado de Minas Gerais, Brasil..... 42
- FIGURA 2: Moran Map - áreas com autocorrelação da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016-2021 nos municípios do Estado de Minas Gerais, Brasil..... 45
- FIGURA 3: Lisa Map - áreas com autocorrelação da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016-2021 nos municípios do Estado de Minas Gerais, Brasil..... 47

### TABELAS

- TABELA 1: Análise descritiva da frequência e proporção da cobertura da vacinal da Poliomielite nos anos 2016 a 2021, por número de municípios, no estado de Minas Gerais, Brasil..... 39
- TABELA 2: Análise descritiva da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016 a 2021, por município, no estado de Minas Gerais, Brasil..... 40
- TABELA 3: Índice de Moran Global por ano com base na cobertura vacinal da Poliomielite de 2016 a 2021, por município, no estado de Minas Gerais. .... 44

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACS	Agentes Comunitários de Saúde
CNV	Calendário Nacional de Vacinação
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CV	Taxa de Cobertura Vacinal
BCG	Bacilo de Calmette e Guérin
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
GRS/SRS	Gerências/Superintendências Regionais de Saúde
SAGE	Grupo Consultivo Estratégico de Especialistas
IGM	Índice Global de Moran
LISA	Índice Local de Associação Espacial
NV	Nascidos Vivos
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PBF	Programa Bolsa Família
PEI	Programa Estadual de Imunização
GPEI	Programa Global de Erradicação da Pólio
PNI	Programa Nacional de Imunizações
UBS	Unidades Básicas de Saúde
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINASC	Sistema Brasileiro de Informações de Nascidos Vivos
SI-PNI	Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações
SUS	Sistema Único de Saúde
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VIP	Vacina Inativada Contra o Poliovírus
mVOP	Vacina Monovalente Oral Contra o Poliovírus
VOP	Vacina Oral de Vírus Atenuado
tVOP	Vacina Trivalente Oral Contra o Poliovírus
UNISANTOS	Universidade Católica de Santos

## 1. INTRODUÇÃO

Ao mesmo tempo em que estudos recentes mostram baixos títulos de anticorpos contra a Poliomielite, principalmente em adultos jovens, há uma baixa adesão à vacinação (VERONESI et al, 2019; SIGNORELLI et al, 2017; LUPI et al, 2019). Esse cenário da imunização da Poliomielite reacende uma preocupação com a reintrodução (KEMP et al, 2021; CUNHA et al, 2022) do poliovírus mesmo entre os países onde a doença tem sido descartada como uma ameaça a muito tempo, à exemplo de países europeus como a Itália, Portugal e Holanda (VERONESI et al, 2019).

Apesar de a vacina ser reconhecida como uma das medidas mais efetivas para a prevenção, controle e eliminação de doenças, essa tendência de queda na cobertura vacinal não só no Brasil mas em todo o mundo é resultado inclusive da perda de confiança da população nessas medidas preventivas (VERONESI et al, 2019; ARROYO et al, 2020; BARCELOS et al, 2021; BUFFARINI et al, 2020; FUJITA et al, 2022). Por outro lado, no Brasil que tem um dos mais completos programas de imunização, tem se observado uma tendência de queda na cobertura vacinal tanto da Poliomielite quanto da tríplice viral e da BCG entre 2006 e 2016, embora com diferenciais entre os municípios brasileiros, apontando para uma necessidade de uma atenção particular à determinadas localidades para evitar o ressurgimento da doença no país (BARCELOS et al, 2021; BUFFARINI et al, 2020; SOUZA et al, 2022).

No estado de Minas Gerais, por sua vez, essa tendência de queda na cobertura vacinal de Poliomielite tem se estendido para o período de 2015 a 2020, com destaque para determinadas áreas do estado (PACHECO et al, 2019). Isso realça a relevância em considerar as singularidades dos municípios e unidades administrativas específicas nos planos e estratégias de imunização, de modo que pode existir uma demanda não atendida pelo sistema de imunização sob a forma de bolsões de indivíduos em determinadas localidades (PACHECO et al, 2019; ARAUJO et al, 2022; MÜLLER-NORDHORN et al, 2021).

Diante dessas questões, o objetivo geral deste trabalho será analisar a taxa de cobertura vacinal da Poliomielite por município no estado de Minas Gerais nos anos de 2016 a 2021. De forma complementar, têm-se como objetivos específicos: a) descrever as coberturas vacinais no período de 2016 a 2021, no estado de Minas Gerais; b) identificar a distribuição espacial da cobertura vacinal da Poliomielite no período de 2016 a 2021, no estado de Minas Gerais; e c) analisar a autocorrelação espacial da Poliomielite por municípios, no estado de Minas Gerais.

Nesse sentido, esse estudo analisará a dinâmica espacial da taxa de cobertura vacinal

(CV) de Poliomielite por município no estado de Minas Gerais por meio de mapas temáticos para cada ano do estudo, além da correlação espacial calculadas através dos índices de Moran local e global. A CV corresponde ao número de imunizações da Poliomielite dividido pelo total de nascidos vivos, que diz respeito à população vacinável. Os dados utilizados serão extraídos do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI) e do Sistema Brasileiro de Informações de Nascidos Vivos (SINASC) do Sistema Único de Saúde (SUS).

Esse estudo pretende dar uma contribuição relevante à medida que os estudos recentes têm mostrado que existem diferenciais relevantes entre os municípios e gerências regionais de saúde, tanto no Brasil (KEMP et al, 2021; CUNHA et al, 2022; ARAUJO et al, 2022; SOUZA et al, 2022), quanto em outros países (HU; CHEN, 2017; STOECKEL et al, 2021; FALLEIROS-ARLANT et al, 2020). Além disso, a análise espacial torna possível a identificação de gargalos no sistema de imunização, o que pode consistir em uma etapa necessária para a promoção de melhorias de intervenções em saúde, de modo que viabiliza a identificação de áreas e grupos populacionais de maior vulnerabilidade aos riscos da doença ou de mortalidade em função da falta da vacina (CUNHA et al, 2022; CHIARAVALLLOTI-NETO, 2017).

### 1.1. HISTÓRICO DA IMUNIZAÇÃO NO BRASIL

A imunização tem uma história longa e significativa desde a descoberta feita pelo médico britânico Edward Jenner em 1796. Naquela época, Jenner observou que os ordenhadores de vacas que estavam expostos ao vírus da varíola bovina não contraíam a doença ou apresentavam uma forma leve dela (RIEDEL, 2005). Com base nessa observação, Jenner decidiu inocular material retirado de uma pústula na mão de uma ordenhadora em um menino de 13 anos. Meses depois, ele expôs a criança ao vírus da varíola humana, e ela não desenvolveu nenhum sinal da doença, o que indicava que ela estava imunizada (SCHATZMAYR, 2001). Essa descoberta marcante foi um marco na história da imunização e abriu caminho para o desenvolvimento de vacinas que têm salvado inúmeras vidas desde então (CUNHA, 2020).

De acordo com Riedel (2005), em 1798, Edward Jenner introduziu o termo “vacinação” para descrever o procedimento que ele desenvolveu. Ele escolheu esse nome, derivado das palavras latinas “vacca” (vaca) e “vaccínia” (varíola), em referência à sua descoberta de que a exposição à varíola bovina poderia conferir proteção contra a varíola humana. A pesquisa de Jenner representou um marco científico fundamental na história da medicina ao demonstrar os benefícios da vacinação no controle de doenças infecciosas (CUNHA et al, 2022).

Avançando para o século XIX, entre 1803 e 1814, ocorreu a notável Expedição de

Balmis e Salvany, considerada a primeira campanha humanitária de vacinação em escala global. Essa expedição foi responsável por disseminar a vacina contra a varíola em diferentes partes do mundo, demonstrando a importância das campanhas de saúde pública no combate às epidemias (FRANCO-PAREDES; LAMMOGLIA; SANTOS-PRECIADO, 2005). Essa iniciativa histórica proporcionou avanços significativos na imunização em larga escala.

A vacina contra a varíola desempenhou um papel crucial na erradicação dessa doença em todo o mundo, representando um dos maiores triunfos da medicina preventiva. Em 1979, a Organização Mundial da Saúde (OMS) certificou oficialmente a erradicação global da varíola por meio da vacinação em massa (FENNER et al., 1988).

No ano de 1881, Louis Pasteur realizou uma importante demonstração da eficácia da vacina contra o Antraz, na presença de mais de 200 pessoas. O sucesso desse teste levou à produção em larga escala da vacina por sua equipe, o que pode ser considerado um dos primeiros exemplos de uma empresa de biotecnologia. Os recursos financeiros gerados pela fabricação da vacina foram direcionados para a criação do renomado Instituto Pasteur em 1885. Posteriormente, Pasteur desempenhou um papel fundamental ao desenvolver a primeira vacina antirrábica. Isso ocorreu quando ele inoculou uma substância retirada da medula espinhal de coelhos raivosos em uma criança que havia sido mordida por um cão raivoso em 14 ocasiões. Surpreendentemente, a criança sobreviveu sem desenvolver a doença, marcando um marco significativo na história da vacinação (PLOTKIN; PLOTKIN, 2018; SMITH, 2012).

Em 1888, foi descoberto que o bacilo diftérico produzia uma toxina potente e, em 1923, essa toxina foi convertida em toxóide. Seguindo o mesmo procedimento em 1926, o toxóide tetânico foi desenvolvido, resultando na criação das vacinas contra difteria e tétano. Além disso, no final do século XIX, surgiram novas vacinas desenvolvidas por pesquisadores como Pfeiffer e Kolle, da Alemanha, e Wright, da Inglaterra, contra a febre tifóide, a peste e a cólera (PLOTKIN; PLOTKIN, 2008).

No Brasil, a imunização tem o seu marco histórico a partir de 1904 com as primeiras campanhas de vacinação. Atualmente esta é uma atividade relacionada à Atenção Primária à Saúde, que consiste em cuidados preventivos para promover e proteger a saúde, oferecidos como serviço de entrada no SUS. Além disso, a imunização desempenha um papel importante na consecução do terceiro Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esses objetivos foram estabelecidos em 2015 pelos Estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU), em colaboração com a sociedade civil, setor privado e outros parceiros, e são baseados nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) estabelecidos em 2000, que consistiam em oito metas para combater a pobreza até 2015, além dos resultados da conferência Rio+20.

Os ODS são universais e adotados por todos os países do mundo, compostos por 17 objetivos e 169 metas que abrangem de forma equitativa as três dimensões do desenvolvimento sustentável: social, ambiental e econômica. A saúde é abordada no terceiro objetivo, que busca assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (ONU, 2012; 2016; SANTOS, 2016; CUNHA, 2020).

A vacinação, antes de tudo, é um direito fundamental de todos os seres humanos e é amplamente reconhecida como uma das estratégias mais eficazes no campo da saúde pública. Ela desempenha um papel crucial ao salvar inúmeras vidas e reduzir significativamente a incidência de várias doenças, permitindo que as crianças cresçam saudáveis e alcancem todo o seu potencial. Além disso, a imunização é uma parte fundamental de um conjunto de intervenções que visam prevenir e controlar doenças, sendo considerada uma medida essencial para o futuro de qualquer país no mundo. Portanto, é de extrema importância garantir a disponibilidade de vacinas em todas as regiões do planeta, com o objetivo de promover a saúde global e o bem-estar de toda a humanidade (WHO, 2013).

A história da vacinação, de acordo com Plotkin e Plotkin (2018), é relativamente curta em comparação com o longo período em que os seres humanos sofreram com doenças. No entanto, é no século XX que a vacinação em massa se difundiu amplamente. Acredita-se que, além do fornecimento de água potável, nenhuma outra intervenção tenha tido um impacto tão significativo na redução da mortalidade e no crescimento populacional. As vacinas atuam estimulando uma resposta imunológica que pode controlar a replicação de patógenos ou neutralizar seus produtos nocivos. A vacinologia é o campo que estuda as vacinas, desempenhando um papel de extrema importância devido aos benefícios que as vacinas proporcionam na prevenção e controle de doenças (ANCONA; DIOCLÉCIO, 2017).

Além disso, a imunidade adquirida por meio da vacinação é conhecida como imunidade ativa, que pode ser obtida de forma artificial através da estimulação da resposta imunológica e produção de anticorpos específicos. Essa imunidade também pode ser adquirida naturalmente quando uma pessoa é exposta à doença, estimulando a formação de células de memória e fornecendo proteção contra infecções futuras (BRASIL, 2014).

A imunização ativa envolve a administração de microrganismos, partes deles ou produtos modificados, com o objetivo de desencadear uma resposta imunológica e, conseqüentemente, fornecer proteção contra doenças imunopreveníveis. A resposta imunológica depende de vários fatores, como o tipo e a dose do antígeno administrado, a presença de adjuvantes na vacina e as características individuais do receptor, como idade, presença de anticorpos pré-existentes, estado nutricional e condições de saúde (KIMBERLIN



et al., 2018).

A imunidade passiva é outra forma de imunidade, sendo transitória e adquirida por meio da transferência de anticorpos maternos para o bebê durante a gravidez (via transplacentária), através do colostro e do leite materno, ou por meio da administração de soro heterólogo/homólogo ou imunoglobulina humana. Essa imunidade é de curta duração, durando semanas ou meses (GRAZIELE; CASSIANO; FERREIRA, 2010; BRASIL, 2014).

Nos últimos anos diversos estudos têm reforçado os desafios enfrentados pelas campanhas de imunização, com baixa na adesão, atrasos, diferenciais regionais nas taxas de cobertura vacinal e propagação de *fake news* que colocam em xeque a credibilidade das vacinas frente a população (FERREIRA et al, 2018; LAGO, 2018; SATO et al, 2018; ARROYO et al, 2020; SOUZA et al, 2022). Como uma das estratégias para reduzir esses gargalos, o Grupo Consultivo Estratégico de Especialistas (SAGE) da OMS recomenda a administração de múltiplas vacinas em uma mesma ocasião, a fim de evitar a perda de oportunidade de vacinação, especialmente quando o retorno do indivíduo é incerto (WHO, 2015).

### **1.1.1. Vacinação contra a Poliomielite: Vacina Inativada (VIP) e Vacina Atenuada (VOP)**

A vacina inativada contra a Poliomielite (VIP) foi desenvolvida por Jonas Salk em 1954, enquanto a vacina oral de vírus atenuado (VOP) foi introduzida por Albert Sabin em 1960. Essas vacinas, que também são conhecidas como SALK no caso da VIP ou SABIN quando refere-se à VOP, desempenharam um papel crucial na interrupção da transmissão do poliovírus selvagem (BRASIL, 2004). Albert Sabin foi responsável por desenvolver uma forma atenuada dos três sorotipos do poliovírus, responsáveis pela poliomielite. A vacina foi licenciada como Vacina monovalente oral contra o poliovírus (mVOP) em 1961 e como Vacina trivalente oral contra o poliovírus (tVOP) em 1963 (SABIN, 1985).

A pesquisa e desenvolvimento da vacina inativada contra o poliovírus (VIP) começaram em abril de 1954, e em abril de 1955 os resultados favoráveis foram divulgados. A vacina VIP foi rapidamente licenciada em vários países e continuou a ser aprimorada ao longo do tempo, resultando na versão atual, que é uma combinação precisa dos três poliovírus (1, 2, 3) em forma de antígeno inativado (LAMBERT; MARKEL, 2000). A VIP pode ser administrada em conjunto com outras vacinas, como a DTwP/DTaP, Hib ou Hepatite B, sem interferir na resposta imunológica (VIDOR, 2018).

A vacina oral de vírus atenuado (VOP) contém uma forma atenuada dos três sorotipos do poliovírus (1, 2, 3), e uma única dose desta vacina confere imunidade para os três sorotipos em cerca de 50% dos receptores. Após as três doses do esquema básico, mais de 95% dos

receptores desenvolvem imunidade para os três sorotipos. A VIP é administrada por via intramuscular no músculo vasto lateral da coxa em crianças menores de dois anos, e está disponível na forma líquida em frascos multidose ou seringas preenchidas com dose única. Por outro lado, a VOP é administrada por via oral, na forma líquida, com duas gotas (CUNHA, 2021; CUNHA et al, 2022).

Cunha (2021) reforça que, no passado, houve controvérsias sobre qual vacina deveria ser incluída no esquema de vacinação contra a poliomielite, mas atualmente é reconhecido que ambas são necessárias para alcançar e manter a erradicação do poliovírus selvagem. No Brasil, o Ministério da Saúde adotou um esquema sequencial com duas doses da VIP aos dois e quatro meses, seguidas pela VOP aos seis meses e um reforço aos 15 meses. Em 2016, o esquema básico do calendário vacinal foi modificado para incluir três doses da VIP aos dois, quatro e seis meses, uma dose da VOP aos 15 meses e um reforço aos quatro anos (CUNHA, 2021).

Esse esquema visa reduzir o risco de paralisia associada à vacina de vírus vivo e manter altos níveis de imunidade intestinal proporcionados pela VOP. Após a administração da VIP, ocorre uma soroconversão para os três sorotipos em aproximadamente 95% ou mais dos receptores nas duas primeiras doses, e na terceira dose esse número chega a 99% a 100%, com imunidade provavelmente vitalícia. A VOP, após três ou mais doses, promove uma resposta de anticorpos séricos ideal e uma resposta variada da imunidade intestinal (KIMBERLIN et al., 2018).

A VOP é usada no Brasil desde 1962, mas as altas taxas de cobertura só foram alcançadas a partir de 1980, com a implementação dos Dias Nacionais de Vacinação, quando toda a população com menos de cinco anos de idade é vacinada. A VOP, por induzir uma forte imunidade intestinal, interrompe a circulação do poliovírus selvagem e das variantes neurovirulentas derivadas da vacina, enquanto a VIP não impede a circulação do poliovírus selvagem via intestinal (CUNHA, 2021; PLAMPONA et al, 2023).

Entre os três sorotipos, o tipo 02 foi declarado erradicado em todo o mundo, sendo o último caso natural registrado na Índia em 1999, e o tipo 03 não teve casos notificados desde 2012, o que sugere que também pode estar erradicado. Assim, apenas o poliovírus tipo 01 é responsável por todos os casos de poliomielite associados ao poliovírus selvagem. Em 2016, a vacina VOP trivalente foi modificada para uma vacina bivalente, removendo o poliovírus tipo 02 (KIMBERLIN et al, 2018).

A vacina VOP é contraindicada em gestantes, em pessoas que tenham tido uma reação anterior à vacinação contra a poliomielite (pólio) e em indivíduos com alergia aos componentes da vacina. Também é contraindicada em pessoas com imunodeficiência humoral e celular,

neoplasias e que estejam em terapia imunossupressora. Já a VIP não deve ser administrada em indivíduos com histórico de reação anafilática a doses anteriores ou a algum dos componentes da vacina. Eventos adversos relacionados à VIP são raros, porém a VOP pode causar manifestações sistêmicas, como a poliomielite associada à vacina (VAPP), meningite asséptica e encefalite, além de poder resultar na ocorrência de poliovírus derivados da vacina (VDPV) (CUNHA, 2021; BRASIL, 2014).

A poliomielite teve alta incidência no Brasil até 1980, mas com as campanhas de vacinação em massa e a adesão ao calendário de vacinação, o último caso foi registrado em 1989. Após três anos sem circulação do poliovírus selvagem nas Américas, a OPAS e a OMS declararam a região livre da poliomielite em 1994 (BRASIL, 2019a).

No período de 2008 a 2012, a vacinação contra a poliomielite obteve uma taxa de cobertura de 100% para a terceira dose registrada. No entanto, houve uma queda em 2012, atingindo 96% de cobertura (BRASIL, 2013). Em relação à uniformidade da cobertura vacinal, observou-se que aproximadamente 60% a 64% de todos os municípios brasileiros alcançaram esse índice (BRASIL, 2019b).

## 1.2. CENÁRIO DA COBERTURA VACINAL DA POLIOMIELITE NO BRASIL E NO MUNDO

Enquanto a Poliomielite continua endêmica em países como Afeganistão e Paquistão, em outros países africanos como Burkina Faso, Camarões, Guiné-Bissau, dentre outros, há a manifestação de surtos da doença (MÜLLER-NORDHORN et al, 2021). Nos países como Costa do Marfim, Gana, Mali e até a China, por sua vez, tem se manifestado um maior risco de retorno da doença em função dos baixos níveis de imunização da população e controle (BARBIERI; COUTO; AITH, 2017; BUUS et al, 2021). Essa preocupação, contudo, não tem sido exclusiva desses países, tendo em vista que se observa uma tendência de queda na cobertura vacinal conjugada a baixos níveis de anticorpos em jovens e adultos nos países mais desenvolvidos como os países europeus e também nos Estados Unidos, além de variações regionais na cobertura vacinal e da influência das migrações e viagens internacionais (VERONESI et al., 2019; LUPI et al, 2019; MÜLLER-NORDHORN et al, 2021; BARBIERI; COUTO; AITH, 2017; BUUS et al, 2021).

No Brasil, a utilização massiva e simultânea da VOP teve impacto significativo sobre a transmissão do poliovírus selvagem no final da década de 1970 no Brasil (Verani & Laender, 2020). Entretanto, Fujita et al (2022) mostram que houve uma redução consistente da cobertura

vacinal desde 2013. Isso pode ser devido à diminuição das campanhas de vacinação e ao desconhecimento da necessidade de vacinação (FUJITA et al, 2022).

Essa redução na cobertura vacinal, de acordo com Gadelha et al (2020), está relacionada também à concentração da produção em poucas empresas, o que recai sobre a cobertura vacinal no Brasil (GADELHA et al, 2020). Outro fator importante é a percepção das pessoas sobre a vacina, uma vez que Massarani et al (2021) mostraram que a vacina foi associada a questões positivas pela maior parte dos entrevistados, porém ainda existem dúvidas que precisam ser sanadas para que a vacina seja amplamente entendida como uma medida de saúde importante no país (MASSARANI et al, 2021). Isso também foi constatado para os países da União Européia, em que foi possível observar a existência de taxas regionais de imunização mais baixas em regiões onde a hesitação da vacina é mais pronunciada (STOECKEL et al, 2021).

Arroyo et al (2020), por sua vez, observaram quedas entre 2006-2016 na cobertura vacinal em torno de 0,9%, 1,3% e 2,7% ao ano para BCG, Poliomielite e tríplice viral, respectivamente, no Brasil (ARROYO et al, 2020). Isso, em alguns casos, pode ser decorrente da demora na aceitação ou recusa e a hesitação pode variar conforme o município e tipo de vacina (LAGO, 2018; SATO et al, 2018). Outros autores, como Ferreira et al (2018) e Tauil et al (2017), ambos estudos foram conduzidos na cidade de Araraquara-SP, encontraram coberturas vacinais maiores do que as encontradas na literatura nacional e internacional, contudo há atrasos em relação à idade recomendada que se acentuam em doses a partir dos seis meses (FERREIRA et al, 2018). Apesar do atraso vacinal, as taxas de cobertura vacinal nesta cidade foram acima de 90% para a maioria das vacinas (TAUIL et al, 2017). Essa é uma informação relevante para o planejamento e a atuação dos profissionais de saúde, de modo que as desigualdades sociais podem refletir também na cobertura vacinal, que pode ser inclusive afetada por circunstâncias individuais, tais como a educação, percepção, renda familiar e estilos de vida.

Barbieri, Couto & Aith (2017), nesse sentido, observaram que para os não vacinados a vacinação é um ato de coerção social e ilegitimidade em relação aos seus estilos de vida, Brasil (BARBIERI; COUTO; AITH, 2017). Buffarini, Barros & Silveira (2020), de forma complementar, mostram que a incompletude do esquema vacinal relacionada a alta renda familiar, alta parturição e baixo número de consultas de pré-natal, dentre outros fatores, em um estudo realizado no município de Pelotas-MG, Brasil (BUFFARINI; BARROS; SILVEIRA, 2020). Essa cobertura também pode ser diferenciável por subgrupos populacionais com estilos de vida diferentes, conforme mostrado por Sato et al (2020), em que para os idosos que vivem sem companheiro(a) a razão de chance de ter tomado a vacina foi menor e dentre aqueles que

praticam atividade física e que realizaram consulta médica nos últimos 12 meses a razão de chance de ser vacinado foi maior (SATO et al, 2020).

No estudo realizado por Silva et al (2018), em São Luís-MA, a incompletude foi maior (51,1%) para o esquema vacinal para novas vacinas, incluindo a Poliomielite, BCG, hepatite B, febre amarela, tríplice viral, dentre outras. A prevalência da incompletude dessa categoria de vacinas foi associada ao pertencimento da mãe às classes D/E e às crianças com 25 a 35 meses de idade, enquanto a baixa escolaridade materna e indisponibilidade de determinados serviços de saúde foram associados à incompletude do esquema vacinal de antigas vacinas (SILVA et al, 2018). Em um estudo semelhante para os municípios de Ribeirão Preto-SP e São Luís-MA, Silva et al (2020) analisaram a associação entre a incompletude do esquema vacinal (BCG, tetravalente, tríplice viral, hepatite B, poliomielite, rotavírus e febre amarela) e o recebimento do Programa Bolsa Família (PBF). Os autores mostraram que não há associação entre o recebimento do PBF e o esquema vacinal, o que indica que o programa não tenha um devido acompanhamento das suas condicionalidades (SILVA et al, 2020).

Esses são apenas alguns dos resultados apresentados no Quadro 1, que resume os principais achados de 30 estudos selecionados sobre cobertura vacinal no período de 2017-2022. Essas pesquisas oferecem um esclarecimento importante sobre os determinantes e os desafios relacionados à cobertura vacinal em diferentes contextos. Com base nesses resultados, é possível direcionar políticas e estratégias para melhorar a adesão e a completude dos esquemas vacinais, visando alcançar uma cobertura vacinal mais abrangente e efetiva em todo o país.

**QUADRO 1. Principais resultados dos estudos selecionados sobre cobertura vacinal no período de 2017-2022.**

Artigo	Região	Variáveis de interesse	Principais resultados
Araujo, Franco & D'Agostini (2022)	São Paulo, Brasil	Taxa de cobertura vacinal	Cobertura vacinal abaixo da almejada desde 2016. Em 2021 atingiu 71,3% enquanto que o objetivo era 95%
Arroyo et al (2020)	Brasil	Nº de imunizações (BCG, poliomielite e tríplice viral)	Quedas entre 2006-2016 de 0,9%, 1,3% e 2,7% ao ano para BCG, Poliomielite e tríplice viral, respectivamente
Barbieri, Couto & Aith (2017)	São Paulo, Brasil	Escolha dos pais entre vacinar ou não os filhos	Para o não vacinados a vacinação é um ato de coerção social e ilegitimidade em relação aos seus estilos de vida
Barcelos et al (2021)	Brasil	Cobertura vacinal entre beneficiários do PBF	A cobertura vacinal aumenta conforme o nº de acompanhamentos, embora há baixa cobertura vacinal nos primeiros dois anos de vida
Buffarini, Barros & Silveira (2020)	Pelotas, MG (Brasil)	Cobertura vacinal no primeiro ano de vida	Incompletude relacionada a alta renda familiar, alta parturição e baixo número de consultas de pré-natal, dentre outros fatores
Buus et al (2021)	Guiné-Bissau	Cobertura vacinal (0-35 meses)	Menor cobertura entre filhos de mães jovens e sem educação formal
Dourado et al (2022)	Goiás (Brasil)	Cobertura vacinal da Poliomielite	Queda na cobertura vacinal entre 2012 e 2022 em todas as Macrorregiões de Saúde do estado
Falleiros-Arlant et al (2020)	América Latina	Cobertura vacinal da Poliomielite	Heterogeneidade na cobertura vacinal entre os países da região, variando entre 81% a 95%. Isso resulta em grandes populações em risco de um novo surto de Poliomielite
Ferreira et al (2018)	Araraquara, SP (Brasil)	Cobertura vacinal (12-24 meses)	Coberturas maiores do que as encontradas na literatura nacional e internacional, contudo há atrasos em relação à idade recomendada que se acentuam em doses a partir dos seis meses
Fonseca & Buenafuente (2021)	Roraima (Brasil)	Cobertura vacinal em menores de 1 ano (BCG, rotavírus, poliomielite, etc)	A vacina da Poliomielite alcançou a cobertura esperada somente em 2015 (106,6%)
Fujita et al (2022)	Brasil	Cobertura vacinal da Poliomielite	Redução consistente da cobertura vacinal desde 2013. Isso pode ser devido à diminuição das campanhas de vacinação e desconhecimento da necessidade de vacinação
Gadelha et al (2020)	Brasil	Dependência estrutural dos países fabricantes globais de vacinas	Concentração da produção em poucas empresas, o que pode recair sobre a cobertura vacinal

Continua...

<b>Artigo</b>	<b>Região</b>	<b>Variáveis de interesse</b>	<b>Principais resultados</b>
Hu & Chen (2017)	Zhejiang (China)	Cobertura vacinal infantil	As proporções de crianças com carteira de vacinação e registradas no sistema provincial foram de 94,0% e 87,4%, respectivamente, o que sinaliza a necessidade de pesquisas periódicas para obter dados precisos sobre a cobertura vacinal
Jong, Sikora & MacDonald (2021)	Alberta (Canadá)	Cobertura vacinal infantil	A cobertura vacinal infantil é negativamente impactada pelo esquecimento dos pais
Khan, Zaheer & Shafique (2017)	Paquistão	Cobertura vacinal da Poliomielite	Apenas 56,4% das crianças receberam vacinação completa contra a poliomielite. Dentre os fatores que explicam isso estão a baixa escolaridade da mãe e o status socioeconômico
Koivogui et al (2018)	Guiana Francesa	Taxa de cobertura vacinal (CV) em pessoas de 9 meses a 18 anos	CV: 81,2% para febre amarela, 63,4% para difteria, 61,7% para tétano e 61,6% para poliomielite
Layug et al (2021)	250 países (Google Trends, online)	Taxa de cobertura vacinal, casos de Poliomielite e comportamento de buscas na internet	O índice de volume de pesquisa do Google Trends se correlaciona com o número de casos de poliomielite/taxas de imunização
Marchal et al (2021)	França	Taxas de cobertura vacinal contra a difteria, tétano, poliomielite e coqueluche	CV aumentou para todas as vacinas, porém são insuficientes para todas as consultas de vacinação e diminuíram significativamente com o aumento da idade
Massarani et al (2021)	Brasil	Vacinas e <i>Fake News</i>	A vacina foi associada pela maior parte dos entrevistados a questões positivas, porém ainda existem dúvidas que precisam ser sanadas para que a vacina seja amplamente entendida como uma medida de saúde importante
Sato (2018)	Brasil	Cobertura vacinal (CV)	Queda na CV, decorrente da demora na aceitação ou recusa. A hesitação varia conforme o município e tipo de vacina
Sato et al (2020)	São Paulo, Brasil	Cobertura vacinal (CV) contra influenza (60+ anos)	CV foi de 79,7%. Enquanto os idosos que vivem sem companheiro(a) a razão de chance de ter tomado a vacina foi menor, entre aqueles que praticam atividade física e que realizaram consulta médica nos últimos 12 meses a razão de chance de ser vacinado foi maior
Satoh et al (2019)	Japão	Cobertura vacinal da poliomielite (CV) e taxas de soropositividade para poliovírus	CV: 45-46,8% (<1 ano, 2011-12). As taxas de soropositividade para poliovírus diminuíram em relação aos pesquisados em 2009. Com a introdução da VPI, a CV: 95,5-100% (<1 ano, 2013-15) e as taxas de soropositividade aumentaram

Continua...

<b>Artigo</b>	<b>Região</b>	<b>Variáveis de interesse</b>	<b>Principais resultados</b>
Schneider et al (2020)	Suíça	Cobertura vacinal contra o tétano, sarampo, caxumba, rubéola, Poliomielite, etc	As taxas de cobertura vacinal foram continuamente crescentes para todas as vacinações até a coorte de nascimentos de 2015.
Signorelli et al (2018)	Itália	Cobertura vacinal infantil	A taxa de cobertura contra a Poliomielite aumentou 1,2%, atingindo uma cobertura de 94,5%. A CV contra Sarampo, por outro lado, atingiu 91,7%, crescendo em torno de 4,4% em relação ao ano de 2016
Silva et al (2018)	São Luís, MA (Brasil)	Incompletude vacinal	A incompletude foi maior (51,1%) para o esquema vacinal para novas vacinas, incluindo a Poliomielite, BCG, hepatite B, febre amarela, tríplice viral, dentre outras.
Silva et al (2020)	Ribeirão Preto, SP; e São Luís, MA (Brasil)	Esquema vacinal (BCG, tetravalente, tríplice viral, hepatite B, poliomielite, rotavírus e febre amarela)	Não teve associação entre o recebimento do PBF e o esquema vacinal, o que indica que o programa não tenha um devido acompanhamento das suas condicionalidades
Souza et al (2022)	Minas Gerais (Brasil)	Cobertura vacinal (<1 ano)	A taxa de cobertura vacinal foi decrescente em 8 das 28 Gerências/Superintendências Regionais de Saúde (GRS/SRS) de MG, com destaque para a vacina Pentavalente, que apresentou tendência decrescente de cobertura vacinal em 60,71% das GRS/SRS
Stoeckel et al (2021)	União Européia	Taxa de cobertura vacinal (CV)	As taxas regionais de imunização de vacinas são mais baixas em regiões onde a hesitação da vacina é mais pronunciada
Tauil et al (2017)	Araraquara, SP (Brasil)	Taxa de cobertura vacinal (CV)	As taxas de cobertura vacinal foram acima de 90% para a maioria das vacinas, contudo, observou-se atraso vacinal
Verani & Laender (2020)	Brasil	Erradicação da Poliomielite	A utilização massiva e simultânea da VOP teve impacto significativo sobre a transmissão do poliovírus selvagem no final da década de 1970 no Brasil

Fonte: Elaborado pela autora com base nas buscas da Scielo, Jane, PubMed, Bireme e Web of Science.



Outros estudos específicos para determinados estados brasileiros mostraram que existem heterogeneidades entre os municípios na cobertura vacinal que não são desprezíveis. Dourado et al (2022), por exemplo, mostraram uma queda na cobertura vacinal entre 2012 e 2022 em todas as Macrorregiões de Saúde do estado de Goiás (DOURADO et al, 2022). Souza et al (2022) observaram que a taxa de cobertura vacinal foi decrescente em 8 das 28 Gerências/Superintendências Regionais de Saúde (GRS/SRS) de MG, com destaque para a vacina Pentavalente, que apresentou tendência decrescente de cobertura vacinal em 60,71% das GRS/SRS, Minas Gerais, Brasil (SOUZA et al, 2022).

Por outro lado, isso tem sido uma preocupação bastante recorrente não só no Brasil, mas no mundo de um modo geral, como é possível observar em estudos como Falleiros-Arlant et al (2020), que observaram uma heterogeneidade na cobertura vacinal entre os países da União Européia, variando entre 81% a 95%. Isso resulta em grandes populações em risco de um novo surto de Poliomielite (FALLEIROS-ARLANT et al, 2020).

Signorelli et al (2018) ressaltam que a CV contra a Poliomielite na Itália aumentou 1,2%, atingindo uma cobertura de 94,5%. A CV contra Sarampo, por outro lado, atingiu 91,7%, crescendo em torno de 4,4% em relação ao ano de 2016 (SIGNORELLI et al, 2018). Schneider et al (2020), de forma complementar, mostraram taxas de cobertura vacinal continuamente crescentes para todas as vacinas até a coorte de nascimentos de 2015 na Suíça. Contudo, apenas 70% das crianças estavam com o status atualizado de vacinação básica completa, 60% estavam em dia com as vacinas suplementares recomendadas aos 37 meses de idade e 4% receberam nenhuma das vacinas recomendadas. Além disso, houve diferenças regionais substanciais (SCHNEIDER et al, 2020).

Hu e Chen (2017), nesse sentido, salientam que as proporções de crianças com carteira de vacinação e registradas no sistema provincial foram de 94,0% e 87,4%, respectivamente, o que sinaliza a necessidade de pesquisas periódicas para obter dados precisos sobre a cobertura vacinal em Zhejiang, na China (HU; CHEN, 2017). No estado do Alberta no Canadá, essa cobertura vacinal infantil é negativamente impactada pelo esquecimento dos pais (JONG et al, 2021), enquanto que no Guiné-Bissau, Buus et al (2021) observam que a menor cobertura está entre filhos de mães jovens e sem educação formal (BUUS et al, 2021). No Paquistão, essa associação da baixa cobertura vacinal com a escolaridade da mãe também é confirmada, em que apenas 56,4% das crianças receberam vacinação completa contra a poliomielite. Dentre os fatores que explicam isso estão a baixa escolaridade da mãe e o status socioeconômico (KHAN; ZAHEER; SHAFIQUE, 2017).

Observou-se, também, que as taxas de cobertura aumentaram para todas as vacinas na França, porém são insuficientes para todas as consultas de vacinação e diminuíram significativamente com o aumento da idade (MARCHAL et al, 2021). Nesse sentido, além dessa baixa cobertura vacinal (KOÏVOGUI et al, 2018), os estudos também ressaltam uma preocupação com as taxas de soropositividade, atraso na vacinação e diferenciais de cobertura regionais (LAYUG et al, 2021; SATO et al, 2020). Isso realça a necessidade de estudos mais detalhados, tanto no Brasil quanto para o resto do mundo, para entender a cobertura espacial de vacinação contra a Poliomielite, de modo a contribuir para o planejamento de programas de atuação em saúde, ao identificar populações em situações de maior vulnerabilidade e suscetibilidade a contrair a doença.

No estado de Roraima, Fonseca e Buenafuente (2021), chamam a atenção para o fato de que a vacina da Poliomielite alcançou a cobertura esperada somente em 2015 (106,6%), Roraima, Brasil (FONSECA; BUENAFUENTE, 2021). Além disso, mais recentemente, Araújo, Franco e D'Agostini (2022) mostram que em São Paulo o programa de vacinação contra a Poliomielite pode ter sido prejudicado pela pandemia de COVID-19, de modo que algumas localidades não foram atingidas pelo esquema vacinal nos períodos em que a pandemia dificultou o acesso a essas áreas. Contudo, o estudo mostra também que as metas da cobertura vacinal não têm sido atingidas desde o ano de 2016 no estado de São Paulo, apresentando em 2021 uma taxa de cobertura vacinal de 71,3%, o que está ainda muito abaixo do nível almejado de 95%. O estudo ainda aponta para uma heterogeneidade entre os municípios do estado, ressaltando a necessidade de uma estratégia de imunização que leve em consideração esses aspectos (ARAUJO; FRANCO; D'AGOSTINI, 2022).

### 1.3. ESTRATÉGIAS DE IMUNIZAÇÃO NO BRASIL

A imunização é uma das medidas mais eficazes para prevenir doenças infecciosas e reduzir a mortalidade infantil. No Brasil, o Programa Nacional de Imunizações (PNI) foi criado em 1973 com o objetivo de garantir a vacinação gratuita e universal para toda a população. Desde então, o PNI tem sido responsável por grandes avanços na prevenção de doenças infecciosas no país (DEMICHELI et al, 2018; GURJÃO; LIMA, 2021).

Segundo Temporão (2003), o PNI foi criado em um contexto de grande desigualdade social e econômica no Brasil. Na época, muitas crianças não tinham acesso à vacinação, o que levava a surtos de doenças infecciosas e altas taxas de mortalidade infantil. O PNI foi criado para garantir que todas as crianças tivessem acesso às vacinas necessárias para prevenir doenças como sarampo, poliomielite e difteria.

Desde então, o PNI tem sido responsável por grandes avanços na prevenção de doenças infecciosas no Brasil. Segundo Gurjão e Lima (2021), a cobertura vacinal tem melhorado significativamente nas últimas décadas. No entanto, ainda há desafios significativos na manutenção da cobertura vacinal adequada para prevenir surtos de doenças infecciosas.

Um dos principais desafios enfrentados pelo PNI é a desinformação sobre as vacinas. Segundo Demicheli et al (2018), muitas pessoas ainda têm dúvidas sobre a segurança e eficácia das vacinas. A disseminação de informações falsas sobre as vacinas pode levar à desconfiança em relação às mesmas e reduzir ainda mais a adesão à vacinação.

Além disso, a pandemia da COVID-19 tem afetado significativamente os programas de imunização no Brasil. Segundo Lopes Júnior et al (2021), a cobertura vacinal tem sido afetada pela interrupção dos serviços de saúde e pelas medidas de distanciamento social. Isso pode ter dificultado o acesso à vacinação e reduzido a adesão à vacinação.

No entanto, o PNI tem se adaptado aos desafios impostos pela pandemia da COVID-19. Segundo o Ministério da Saúde, foram criadas estratégias para garantir a continuidade da vacinação durante a pandemia, como a ampliação do horário de funcionamento das unidades de saúde e a realização de campanhas de vacinação em locais abertos e com grande circulação de pessoas (HUANG et al, 2020; SOUZA et al, 2022).

Outro desafio enfrentado pelo PNI é a falta de recursos financeiros. Segundo Aguiar Pontes Pamplona et al (2023), o financiamento insuficiente pode levar à falta de vacinas e à interrupção dos programas de imunização. É importante que o governo invista adequadamente no PNI para garantir que todas as pessoas tenham acesso às vacinas necessárias.

Apesar dos desafios, o PNI tem sido um sucesso na prevenção de doenças infecciosas no Brasil. Segundo dados do Ministério da Saúde, a cobertura vacinal tem melhorado significativamente nos últimos anos. Em 2020, por exemplo, mais de 90% das crianças menores de um ano foram vacinadas contra doenças como sarampo, poliomielite e difteria.

Além disso, o PNI tem sido responsável por grandes avanços na prevenção de doenças infecciosas no país. Segundo Temporão (2003), a introdução da vacina contra a hepatite B no calendário nacional de vacinação em 1998 foi um marco na prevenção dessa doença no Brasil. Desde então, houve uma redução significativa nos casos de hepatite B no país.

Nesse sentido, o PNI tem sido fundamental na prevenção de doenças infecciosas no Brasil. Apesar dos desafios enfrentados, o PNI tem se adaptado às mudanças e garantido a continuidade da vacinação durante a pandemia da COVID-19 (ZHU et al, 2020). É importante que o governo invista adequadamente no PNI para garantir que todas as pessoas tenham acesso às vacinas necessárias e que a cobertura vacinal continue melhorando nos próximos anos.

#### 1.4. PANORAMA GERAL DA IMUNIZAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

A imunização é uma das principais formas de prevenção de doenças e epidemias, e o estado de Minas Gerais tem se esforçado para garantir a cobertura vacinal adequada à sua população. De acordo com um estudo analítico-ecológico realizado entre 2015 e 2020, a cobertura vacinal em crianças menores de um ano no estado apresentou uma tendência de redução, o que pode favorecer a formação de bolsões de indivíduos suscetíveis a diversas doenças (SOUZA et al, 2022).

Entre as vacinas analisadas no estudo, destacam-se a Pentavalente, que protege contra hepatite B, coqueluche, difteria, tétano e infecções pelo *Haemophilus influenzae* tipo b; e a vacina contra febre amarela (SOUZA et al, 2022). A cobertura vacinal dessas vacinas apresentou queda significativa em algumas regiões do estado (MINAS GERAIS, 2020).

No entanto, é importante ressaltar que Minas Gerais tem se destacado na campanha de vacinação contra a COVID-19. Segundo dados do Ministério da Saúde, o estado já aplicou mais de 10 milhões de doses da vacina até agosto de 2021. Além disso, o governo estadual tem investido em estratégias para ampliar a cobertura vacinal em outras doenças (BRASIL, 2015).

Uma dessas estratégias é o Programa Estadual de Imunização (PEI), que tem como objetivo garantir o acesso universal às vacinas recomendadas pelo Ministério da Saúde. O PEI conta com uma rede estadual e municipal de Unidades Básicas de Saúde (UBS) responsáveis pela aplicação das doses. Outra iniciativa importante é a realização de campanhas de vacinação em massa, como a campanha contra a gripe. Em 2021, o estado de Minas Gerais superou a meta de vacinação contra a influenza, alcançando uma cobertura vacinal de 95,5% do público-alvo (SOUZA et al, 2022).

Souza et al (2022) ressaltam que apesar dos esforços do governo estadual, ainda há desafios a serem enfrentados na área da imunização em Minas Gerais. Um desses desafios é o acesso às vacinas em regiões mais remotas e carentes, onde muitas vezes faltam infraestrutura e recursos para garantir a distribuição adequada das doses (ARROYO et al, 2020; CÉSARE et al, 2020).

Cunha et al (2022) destacam que o Brasil tem feito progressos significativos na erradicação da Poliomielite nas últimas décadas. No entanto, ainda há desafios significativos na manutenção da cobertura vacinal adequada para prevenir surtos da doença. O estudo sobre a cobertura vacinal da Poliomielite em Minas Gerais, portanto, é relevante para entender melhor os fatores que afetam a adesão à vacinação na região. Isso pode ajudar as autoridades de saúde pública a desenvolver estratégias mais eficazes para aumentar a cobertura vacinal e prevenir surtos da doença. Nesse aspecto, esta dissertação inclui uma análise da cobertura vacinal em

diferentes áreas geográficas de Minas Gerais, bem como uma avaliação das barreiras que impedem a adesão à vacinação.

Nesse sentido, uma vez que as taxas de cobertura vacinal nos últimos anos vem diminuindo consideravelmente e que existem heterogeneidades regionais (ARROYO et al, 2020), estudos como este são cada vez mais relevantes no sentido de identificar possíveis lacunas nas estratégias de imunização. Com isso, as ferramentas geoestatísticas como a análise espacial podem auxiliar na compreensão das variações geográficas da cobertura vacinal, permitindo um planejamento e organização adequados das ações de saúde pelos gestores e os profissionais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

- Analisar a taxa de cobertura vacinal da Poliomielite por município no estado de Minas Gerais nos anos de 2016 a 2021.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Descrever a cobertura vacinal no período de 2016 a 2021, no estado de Minas Gerais;
- Identificar a distribuição espacial da cobertura vacinal da Poliomielite no período de 2016 a 2021, no estado de Minas Gerais;
- Analisar a autocorrelação espacial da Poliomielite por municípios, no estado de Minas Gerais.

### 3. MÉTODO

#### 3.1. DESENHO DO ESTUDO

Esta dissertação diz respeito à um estudo com delineamento ecológico do tipo misto. Este tipo de desenho de estudo é usado quando os indivíduos são agrupados por local e tempo, e a unidade de análise são grupos em vez de indivíduos (MORGENSTERN, 1995). A utilização desse tipo de delineamento permite uma análise mais ampla dos fatores que influenciam a cobertura vacinal em diferentes áreas geográficas, possibilitando a identificação de padrões espaciais que podem ser úteis para o planejamento e implementação de políticas públicas voltadas para a melhoria da cobertura vacinal em determinadas regiões (CUNHA et al, 2022).

Nesse tipo de pesquisa, é possível quantificar as variáveis por meio de medidas combinadas, como taxas, indicadores, médias ou outras análises estatísticas. Também são levadas em conta medidas ambientais, que consideram as condições geográficas, geológicas e climáticas, e medidas globais, que refletem as características sociais do grupo em estudo (ROUQUAYROL; SILVA, 2018; FERRACIOLLI; MAGALHÃES; FERNANDES, 2020). Segundo Pamplona et al. (2023), essas variáveis são amplamente utilizadas em estudos epidemiológicos que buscam compreender a distribuição de doenças e agravos à saúde em determinada população, podendo ser importantes também na realização de pesquisas sobre cobertura vacinal e no entendimento de como esses fatores explicam determinados padrões.

Uma vez que a manifestação e disseminação de doenças endêmicas e epidêmicas podem variar de acordo com a localização geográfica, influenciadas pela interação entre o nível de imunidade e a suscetibilidade da população, além da circulação do vírus em determinadas áreas (ENGLEITNER; MOREIRA, 2008; MOURA et al., 2018), estudos como este são cada vez mais relevantes. Portanto, é de suma importância realizar estudos com desenho ecológico, que abrangem análises a nível populacional e geográfico, para compreender os padrões e fatores relacionados ao comportamento dessas doenças, permitindo identificar tendências e padrões epidemiológicos e contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de prevenção, controle e intervenção mais eficazes em diferentes regiões.

O estudo está inserido em um projeto mais amplo, intitulado “Análise Espacial da Cobertura Vacinal de Crianças e sua Relação com as Características Socioeconômicas e de Saúde no Brasil”.

### 3.2. COLETA DE DADOS

A pesquisa utiliza dados de fontes públicas secundárias disponíveis no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), acessados por meio do aplicativo TABNET, abrangendo o período de 2016 a 2021. Desse modo, não será necessário obter aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (COEP), uma vez que se tratam de dados secundários.

Para calcular as taxas de cobertura vacinal serão realizados por tipo de vacina, utilizando como numerador o total de doses aplicadas, extraídas do Sistema de Informação Informatizado do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI). Esses dados serão tabulados e disponibilizados no site do DATASUS (<http://pni.datasus.gov.br>) com acesso público. O denominador das taxas será composto pelos dados de nascidos vivos obtidos do Sistema Nacional de Informação de Nascidos Vivos (SINASC), fornecidos pelo Ministério da Saúde, referentes aos 854 municípios do estado de Minas Gerais.

### 3.3. COBERTURA VACINAL DE CADA IMUNOBIOLOGICO

Serão avaliadas a cobertura vacinal (CV) da vacina Poliomielite do Calendário Nacional de Vacinação (CNV) para as crianças menores de um ano de vida, analisando os dados de 2016 a 2021. A definição se a CV está adequada ou não seguiu as metas preconizadas pelo PNI, sendo 95% para Poliomielite (BRASIL, 2019a).

Conforme são utilizadas em estudos semelhantes, tanto para o Brasil quanto para outras partes do mundo (SIGNORELLI et al, 2017; LUPI et al, 2019; VERONESI et al, 2019), as CVs foram calculadas por antígeno, tendo como numerador a última dose aplicada, e no denominador, o número de nascidos vivos (NV). Em seguida o resultado obtido da operação anterior é multiplicada por 100, considerando cada área e tempo. Neste caso, foram calculadas as CVs dos 854 municípios do estado de Minas Gerais com os dados extraídos por município, devido aos cálculos serem realizados para cada município do estado.

Para obter uma visão real da CV nos municípios, o cálculo será realizado por tipo de antígeno e agrupado para incluir as vacinas aplicadas tanto na rede pública quanto na rede privada, conforme descrito a seguir. O cálculo foi realizado da seguinte maneira:

$$\begin{array}{c}
 \text{Cobertura Vacinal da Poliomielite} \\
 = \frac{3^{\text{a}} \text{ dose hexavalente} + 3^{\text{a}} \text{ dose DTPa/Hib/VOP} + 3^{\text{a}} \text{ dose VIP} + 3^{\text{a}} \text{ dose VOP} + 3^{\text{a}} \text{ dose VIP/VOP}}{\text{Nascidos Vivos}} \times 100
 \end{array}$$



O cálculo da cobertura vacinal foi dividido em quatro categorias com base em metas estabelecidas. A primeira categoria é classificada como “muito baixa” quando a cobertura vacinal é inferior a 50%. A segunda categoria é denominada “baixa” quando a cobertura vacinal é igual ou superior a 50% e inferior a 95%. A terceira categoria é considerada “adequada” quando a cobertura vacinal é igual ou superior a 95% e inferior a 120%. Por fim, a quarta categoria é denominada “elevada” quando a cobertura vacinal é igual ou superior a 120%.

Essa divisão em categorias permite avaliar o desempenho da cobertura vacinal em relação às metas estabelecidas, proporcionando uma visão clara sobre a situação da imunização. É importante ressaltar que atingir altos índices de cobertura vacinal é fundamental para a prevenção e controle de doenças, garantindo a proteção da população contra agentes infecciosos. A categoria elevada pode estar associada a diferentes fatores, como registros duplicados de doses aplicadas, subestimação da população ou ausência de registro do indivíduo por local de residência (BRAZ et al., 2016).

### 3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, realizou-se o cálculo da cobertura vacinal por município no período de 2016 a 2021 e, em seguida, uma análise descritiva dessa variável dependente foi conduzida. Foram calculadas medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão, valor máximo e mínimo). Devido à distribuição não normal dos dados, utilizou-se o teste não paramétrico U de Mann-Whitney. O grau de associação da cobertura vacinal da Poliomielite entre os anos foi avaliado por meio do Teste Qui-Quadrado (McCULLAGH; NELDER, 1989).

Para a análise da dinâmica espacial, calculou-se a cobertura vacinal por município no período de 2016 a 2021, e com base nas categorias estabelecidas, construíram-se mapas temáticos. Esses mapas foram elaborados utilizando geoprocessamento com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), técnicas de análise espacial e cartografia temática. A base cartográfica dos municípios foi obtida do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), com projeção geográfica e Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000. O software QGIS (versão 3.10) foi utilizado, com os arquivos inseridos no formato shapefile dos municípios de Minas Gerais.

### 3.5. ANÁLISE DE AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL

A análise de autocorrelação espacial desempenha um papel crucial na análise espacial, permitindo identificar padrões de distribuição geográfica de doenças e agravos à saúde em uma determinada população (CUNHA et al., 2022). Além disso, a dependência espacial pode ser

utilizada para identificar áreas com cobertura vacinal mais alta ou mais baixa em crianças, direcionando políticas públicas específicas para essas regiões (PAMPLONA et al., 2023). Através da análise espacial, foram gerados diversos mapas para avaliar o padrão espacial da cobertura vacinal em crianças menores de um ano em Minas Gerais, nos anos de 2016 a 2021. Os dados utilizados nessa análise são de natureza espacial, relacionados a áreas delimitadas por polígonos fechados (LONGLLEY et al, 2012).

Um instrumento amplamente empregado para avaliar a autocorrelação entre áreas é o Índice Global de Moran. Esse índice proporciona uma medida geral da associação espacial existente em um conjunto de dados, variando de -1 a +1, em que valores positivos e negativos indicam autocorrelação positiva e negativa, respectivamente. O índice global é útil para caracterizar a região estudada como um todo. No entanto, é necessário produzir indicadores locais para examinar os padrões espaciais em uma escala mais detalhada, a fim de identificar áreas de dependência espacial que não são visualizadas pelo índice global, conhecidas como “bolsões” de dependência espacial (DRUCK et al, 2004; PACHECO et al, 2019; SOUZA et al, 2022).

De acordo com Cunha et al. (2022), a análise de autocorrelação espacial é uma ferramenta importante para identificar padrões de distribuição geográfica de doenças e agravos à saúde em determinada população. Já Pamplona et al. (2023) destacam que a dependência espacial pode ser utilizada para identificar áreas com maior ou menor cobertura vacinal em crianças, permitindo o direcionamento de políticas públicas específicas para essas regiões. Uma série de mapas foram gerados para avaliar o padrão espacial da cobertura vacinal em menores de um ano no estado de Minas Gerais nos anos 2016 a 2021. O tipo de dados utilizado na análise espacial trata-se da análise de dados de áreas, em que a localização está relacionada a áreas delimitadas por polígonos fechados.

O Índice Global de Moran (IGM) foi empregado para realizar uma avaliação abrangente do estado global e para demonstrar as correlações espaciais entre os municípios. Além disso, calculou-se o Índice Local de Associação Espacial (LISA), também conhecido como Índice de Moran Local, a fim de identificar os agrupamentos. Para essa identificação, foram criados o Mapa LISA, o gráfico de dispersão de Moran e o Mapa de Moran (DONALISIO et al, 2023).

O LISA se diferencia do IGM, pois permite a identificação de indicadores locais para cada área geográfica, possibilitando a detecção de agrupamentos de áreas com valores de atributos similares, também conhecidos como clusters. O LISA é uma decomposição do Índice Global de Moran, em que, após estabelecida a significância estatística, é gerado um mapa chamado Mapa LISA. Esse mapa destaca as regiões com correlação espacial local significativa

(NEVES et al, 2000). No Mapa LISA, foram considerados os municípios que apresentam uma estrutura de autocorrelação espacial significativa positiva ou negativa, com um nível de significância abaixo de 5% (LOUREIRO, 2020).

O gráfico de dispersão de Moran é uma representação gráfica que permite visualizar a relação espacial entre o valor de um atributo de cada elemento e a média dos valores de seus vizinhos (NEVES et al, 2000; CUNHA, 2020). Esse gráfico é dividido em quadrantes, nos quais os quadrantes um e dois indicam uma autocorrelação espacial positiva, enquanto os quadrantes três e quatro não apresentam dependência espacial significativa (DRUCK et al, 2004; MELO; DE FREITAS, 2010).

No estudo, a análise do gráfico de dispersão de Moran revelou padrões distintos nos quadrantes. O quadrante um, conhecido como “alto-alto”, indica municípios com alta cobertura vacinal que exercem influência positiva sobre seus vizinhos, ou seja, municípios com alta cobertura vacinal e a média global dos seus vizinhos também alta. O quadrante dois, chamado de “baixo-baixo”, indica municípios com baixa cobertura vacinal que têm influência negativa sobre seus vizinhos, ou seja, municípios com baixa cobertura vacinal e a média global dos seus vizinhos também baixa. Por sua vez, o quadrante três, denominado “alto-baixo”, sugere a presença de municípios com alta cobertura vacinal circundados por municípios com baixa cobertura que possuem uma média global baixa. Já o quadrante quatro, chamado de “baixo-alto”, contém municípios com baixa cobertura vacinal que estão cercados por municípios com alta cobertura vacinal e a média global dos vizinhos baixa. Nesse tipo de gráfico, também é possível identificar valores atípicos (*outliers*) que se destacam em relação aos demais municípios. O Moran Map é obtido a partir dos resultados do indicador local e do gráfico de dispersão de Moran, e permite a localização dos municípios significativos dentro dos quadrantes do gráfico (NEVES et al, 2000).

A análise foi conduzida utilizando o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 24.0, e Geoda 1.14.0. Um nível de significância de 5% foi adotado para os testes estatísticos realizados.

Essa metodologia é consolidada na literatura, uma vez que outros autores como Cunha et al (2022) e Pamplona et al (2023) publicaram trabalhos sobre o tema utilizando esses métodos para analisar a cobertura vacinal no Brasil. Além disso, esta é considerada uma ferramenta inovadora em estudos sobre cobertura vacinal, de modo que é possível observar diferenças, características e processos envolvidos em cada uma das unidades territoriais (MELO; DE FREITAS, 2010; LOUREIRO, 2021).

O estudo realizado por Cunha et al (2022) utilizou um método de análise espacial

baseado em um Sistema de Informações Geográficas (GIS) e técnicas de autocorrelação espacial para avaliar a dinâmica espacial da taxa de cobertura vacinal em crianças com menos de um ano de idade em diferentes municípios da região nordeste do Brasil nos anos de 2016 e 2017.

Os resultados encontrados indicaram que a cobertura vacinal na região nordeste do Brasil apresentou uma variação significativa entre os diferentes municípios, com algumas áreas apresentando taxas mais elevadas e outras taxas mais baixas. Além disso, foi possível identificar padrões espaciais na distribuição das taxas de cobertura vacinal, o que sugere a existência de fatores geográficos e socioeconômicos que influenciam a adesão à vacinação em diferentes áreas (CUNHA et al, 2022).

Esses resultados são importantes para o planejamento e implementação de políticas públicas voltadas para a melhoria da cobertura vacinal na região nordeste do Brasil, permitindo que as autoridades identifiquem as áreas com maiores necessidades e direcionem recursos para essas regiões. Além disso, o uso de técnicas avançadas de análise espacial pode ser útil para outros estudos epidemiológicos que buscam entender melhor os padrões geográficos das doenças infecciosas e seus determinantes socioeconômicos.

Pamplona et al (2023) analisaram a dinâmica espacial da taxa de cobertura vacinal em cada município da região nordeste do Brasil nos anos de 2016 e 2017. A utilização desse tipo de delineamento permite uma análise mais ampla dos fatores que influenciam a cobertura vacinal em diferentes áreas geográficas, possibilitando a identificação de padrões espaciais que podem ser úteis para o planejamento e implementação de políticas públicas voltadas para a melhoria da cobertura vacinal em determinadas regiões.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados apresentados referem-se aos municípios do estado de Minas Gerais e são apresentados em tabelas e mapas que mostram as coberturas vacinais ao longo dos anos. Ao observar a Tabela 1 temporalmente, é possível notar um declínio constante na adesão ao imunizante, que foi se agravando de forma dinâmica até 2021.

A Tabela 1 apresenta uma análise descritiva da frequência e proporção da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016 a 2021, por número de municípios, no estado de Minas Gerais, Brasil. Os valores estão expressos em números absolutos (N) e em porcentagens (%). Os dados mostram que em 2016, 2017, 2020 e 2021, alguns municípios apresentaram cobertura vacinal zero, o que é um dos fatores que influenciam diretamente nas médias apresentadas.

**TABELA 1: Análise descritiva da frequência e proporção da cobertura da vacinal da Poliomielite nos anos 2016 a 2021, por número de municípios, no estado de Minas Gerais, Brasil.**

Polio	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
<b>Muito Baixo</b>	30 (3,52)	10 (1,18)	5 (0,59)	7 (0,83)	31 (3,64)	71 (8,33)
<b>Baixo</b>	280 (32,83)	310 (36,34)	325 (38,10)	324 (37,98)	336 (39,39)	515 (60,37)
<b>Adequada</b>	351 (41,14)	379 (44,43)	361 (42,32)	357 (41,85)	356(41,73)	223 (26,14)
<b>Elevada</b>	192 (22,51)	154 (18,05)	162 (18,99)	165 (19,34)	130 (15,24)	44 (5,16)

Fonte: Estimativas com base nos dados do SI-PNI, SINASC e DATASUS.

Os resultados apresentados são de extrema relevância para a área da saúde coletiva, pois fornecem informações sobre as coberturas vacinais nos municípios do estado de Minas Gerais ao longo de seis anos. Essas informações são cruciais para compreender a efetividade das campanhas de imunização e identificar possíveis lacunas na proteção contra doenças evitáveis por vacinação.

Ao analisar a Tabela 1, que descreve a frequência e proporção da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016 a 2021, é possível observar uma tendência preocupante de declínio na adesão à vacina. Esse declínio é evidenciado pela diminuição progressiva dos valores nas categorias de cobertura vacinal adequada e elevada ao longo do tempo. Em contrapartida, é observado um aumento no número absoluto e na proporção de municípios no estado de Minas Gerais nas categorias de cobertura vacinal baixo e muito baixo ao longo desses anos. Essa mudança é particularmente alarmante, uma vez que indica uma redução na proteção coletiva contra a Poliomielite, colocando em risco a saúde da população.

Esses resultados reforçam a necessidade de ações imediatas para reverter esse quadro e aumentar a adesão à vacinação. É fundamental investir em estratégias de conscientização e educação em saúde, visando esclarecer a importância das vacinas e dissipar possíveis mitos e informações falsas que possam prejudicar a confiança da população nas imunizações.

Além disso, é necessário fortalecer a estrutura e os recursos dos serviços de saúde, garantindo a disponibilidade e acessibilidade das vacinas em todos os municípios. A análise espacial desses dados pode auxiliar na identificação de áreas geográficas com baixa cobertura vacinal, permitindo direcionar recursos e intervenções específicas para essas regiões.

Cabe ressaltar que a ocorrência de municípios que tiveram cobertura vacinal zero nos anos de 2016, 2017, 2020 e 2021, é um dos fatores que influencia diretamente nas médias apresentadas. Esses resultados apresentados na Tabela 1 destacam, ainda, a preocupante tendência de declínio na adesão à vacinação contra a Poliomielite nos municípios de Minas Gerais. Esse dado é preocupante, pois indica uma falha significativa no sistema de imunização, podendo resultar em surtos e reemergência da doença nessas localidades. Essa situação exige a implementação de medidas urgentes para reverter o cenário e assegurar a proteção da população, evitando a propagação de doenças imunopreveníveis e seus impactos negativos na saúde pública.

A Tabela 2 apresenta uma análise descritiva da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016 a 2021, por município, no estado de Minas Gerais, Brasil. Além das médias das coberturas vacinais, são fornecidos os valores mínimo e máximo observados em cada ano. Nesse aspecto, os resultados da última coluna mostram que desde 2016 havia municípios com taxa de cobertura vacinal igual a zero e que esse resultado tem uma melhora até 2019. A partir de 2020, contudo, essa tendência de melhora nas taxas de cobertura vacinal é interrompida.

**TABELA 2: Análise descritiva da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016 a 2021, por município, no estado de Minas Gerais, Brasil.**

Polio	Média ± dp	Mínimo - Máximo
2016	104,61 ± 34,07	0,00 - 475,00
2017	105,49 ± 40,02	0,87 - 640,00
2018	103,60 ± 22,83	10,25 - 260,71
2019	104,16 ± 25,64	16,07 - 250,00
2020	99,25 ± 29,62	0,00 - 500,00
2021	85,41 ± 26,05	0,00 - 330,00

Fonte: Estimativas com base nos dados do SI-PNI, SINASC e DATASUS.

Os dados revelam que a média da cobertura vacinal da Poliomielite apresentou variações ao longo dos anos analisados. Em 2016, a média foi de  $104,61 \pm 34,07$ , indicando que, em média, 104,61% da população-alvo foi imunizada, com um desvio padrão de 34,07. O valor mínimo registrado nesse ano foi de 0,00, indicando a presença de municípios com cobertura vacinal zero, enquanto o valor máximo alcançou 475,00, refletindo uma alta adesão em alguns municípios.

Analogamente, em 2017, a média da cobertura vacinal foi de  $105,49 \pm 40,02$ , com um valor mínimo de 0,87 e um valor máximo de 640,00. Esses dados indicam uma variação significativa na adesão à vacinação entre os municípios, com alguns alcançando altas coberturas e outros apresentando níveis preocupantemente baixos.

Nos anos seguintes, 2018, 2019, 2020 e 2021, as médias da cobertura vacinal foram de  $103,60 \pm 22,83$ ,  $104,16 \pm 25,64$ ,  $99,25 \pm 29,62$  e  $85,41 \pm 26,05$ , respectivamente. É importante ressaltar que houve uma tendência geral de redução nas médias de cobertura vacinal ao longo desses anos. Essa queda é especialmente evidente em 2021, com uma média de apenas 85,41, o que indica um declínio substancial na adesão à vacinação contra a Poliomielite.

Esses dados são preocupantes e requerem atenção imediata das autoridades de saúde e gestores públicos. A queda na cobertura vacinal pode comprometer a proteção coletiva contra a Poliomielite, aumentando o risco de surtos e reemergência da doença. É crucial identificar as causas dessa diminuição na adesão, seja por questões de conscientização, acesso às vacinas ou outros fatores, a fim de implementar estratégias efetivas para reverter essa tendência preocupante. Esses dados são fundamentais para embasar decisões e ações no âmbito da saúde pública, visando garantir a proteção e bem-estar da população.

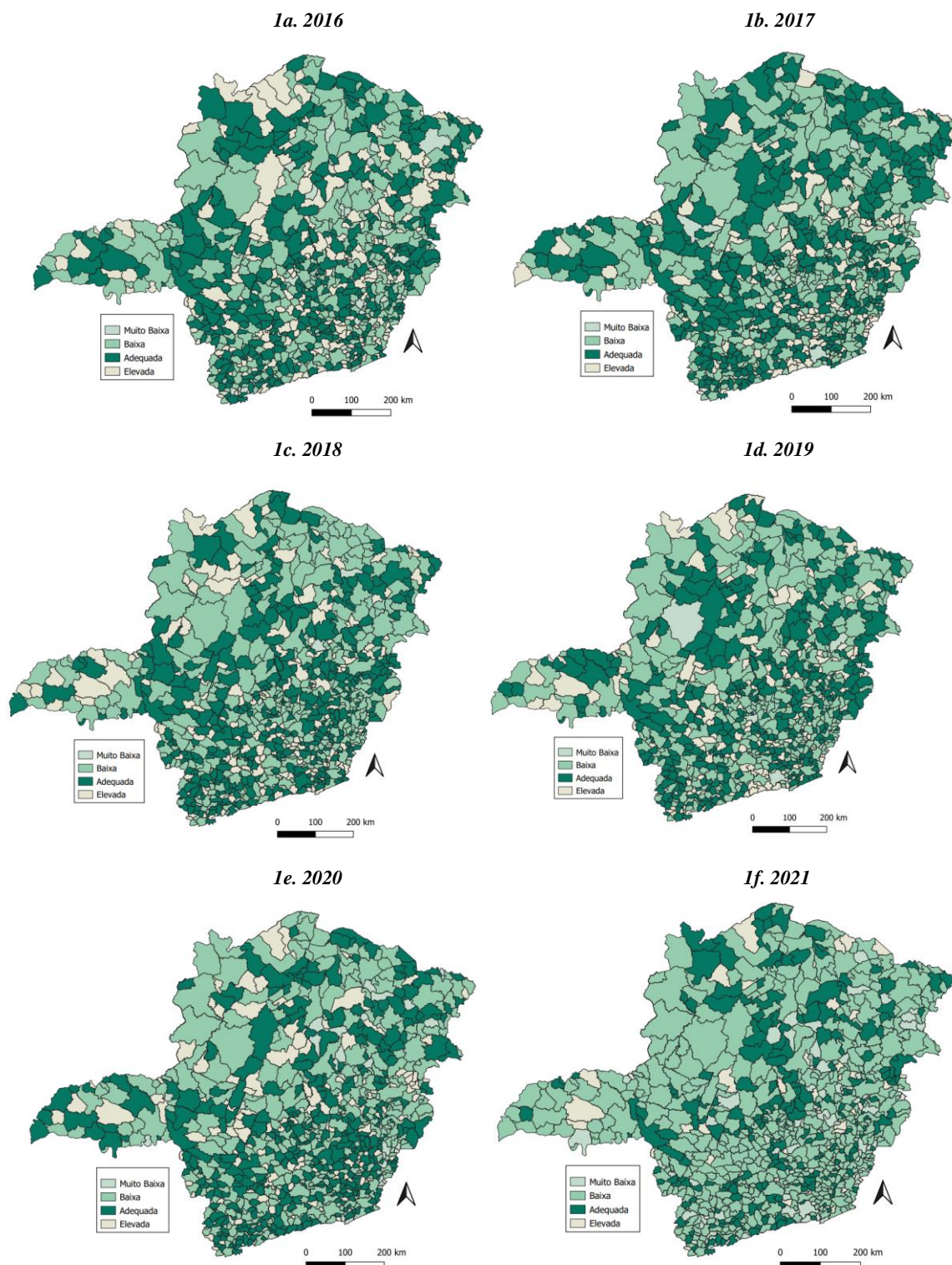
Os valores máximo e mínimo observados na cobertura vacinal da Poliomielite em cada ano indicam uma ampla disparidade entre os municípios de Minas Gerais. Essa variação substancial evidencia a existência de diferenças significativas na adesão à vacinação, apontando para a necessidade de uma análise espacial mais minuciosa.

A análise espacial permitirá identificar regiões geográficas específicas com baixas coberturas vacinais, possibilitando a identificação de gargalos nas estratégias de imunização. Com essa abordagem, será possível direcionar recursos e intervenções adequadas para as áreas que mais necessitam, visando melhorar a cobertura vacinal e garantir a proteção da população contra a Poliomielite.

Para análise da cobertura vacinal foram avaliados os padrões de distribuição espacial referente aos anos de 2016 a 2021, inferindo assim, que existe uma variabilidade do padrão da cobertura de imunização dentre todos os anos e, que, apesar de apresentar bons padrões vacinais

para grande parte dos polígonos, há uma persistência de áreas com cobertura baixa ou muito baixa = 50% ou <50%, sendo acentuado no ano de 2021 (Figura 1).

**FIGURA 1: Distribuição espacial da cobertura vacinal da Poliomielite, de 2016-2021, por município, no estado de Minas Gerais, Brasil.**



Fonte: Estimativas com base nos dados do SI-PNI, SINASC e DATASUS.



A análise dos mapas apresentados na Figura 1 revela uma redução progressiva no número de municípios pintados em verde, indicando cobertura vacinal adequada ao longo dos anos analisados. Esses padrões visuais corroboram com os dados da Tabela 1, que mostram uma diminuição na proporção de municípios com cobertura vacinal adequada ao longo do tempo.

Além disso, o georreferenciamento das informações evidencia a existência de padrões de distribuição espacial das taxas de cobertura vacinal da Poliomielite. Isso significa que as taxas de cobertura não estão distribuídas aleatoriamente pelo estado, mas apresentam certos agrupamentos ou concentrações em determinadas áreas.

Existem possíveis justificativas para esses padrões espaciais observados. Primeiramente, fatores socioeconômicos podem influenciar a cobertura vacinal, como o acesso à informação, recursos financeiros e infraestrutura de saúde. Áreas com menor desenvolvimento socioeconômico pode apresentar desafios adicionais na promoção e acesso à vacinação, resultando em coberturas vacinais mais baixas. Além disso, características demográficas e geográficas podem desempenhar um papel importante. Municípios mais populosos ou com maior densidade populacional podem enfrentar desafios logísticos na implementação de campanhas de vacinação, o que pode afetar a cobertura vacinal.

Outro fator a ser considerado é a conscientização e aceitação da vacinação pela população. Diferenças culturais, crenças e percepções sobre vacinas podem influenciar a adesão e impactar as taxas de cobertura vacinal em determinadas áreas. É fundamental, portanto, realizar uma análise espacial mais aprofundada, utilizando técnicas de análise geoespacial e considerando outros dados relevantes, como características demográficas, socioeconômicas e de infraestrutura, para compreender melhor os padrões observados. Essa análise mais detalhada permitirá identificar possíveis intervenções específicas e direcionar os esforços de promoção da vacinação nas áreas com cobertura baixa ou muito baixa, visando melhorar a proteção da população contra a Poliomielite.

A Tabela 3 apresenta os resultados referentes ao Índice de Moran Global pela matriz de ponderação rainha de primeira ordem, método empregado na identificação da dependência espacial relacionada as taxas de cobertura vacinal considerando a interação entre todas as unidades de análise do estado de Minas Gerais. Observou-se que nos anos 2016, 2018 e 2021 não apresentaram uma autocorrelação espacial ( $p > 0,05$ ), sendo que nos anos 2017, 2019 e 2020 apresenta uma autocorrelação espacial ( $p \leq 0,05$ ).

**TABELA 3: Índice de Moran Global por ano com base na cobertura vacinal da Poliomielite de 2016 a 2021, por município, no estado de Minas Gerais.**

<b>Polio</b>	<b>Moran Global</b>	<b>p valor</b>
2016	0,018	0,199
2017	0,092	0,002
2018	0,028	0,077
2019	0,035	0,050
2020	0,041	0,024
2021	-0,004	0,444

Fonte: Estimativas com base nos dados do SI-PNI, SINASC e DATASUS.

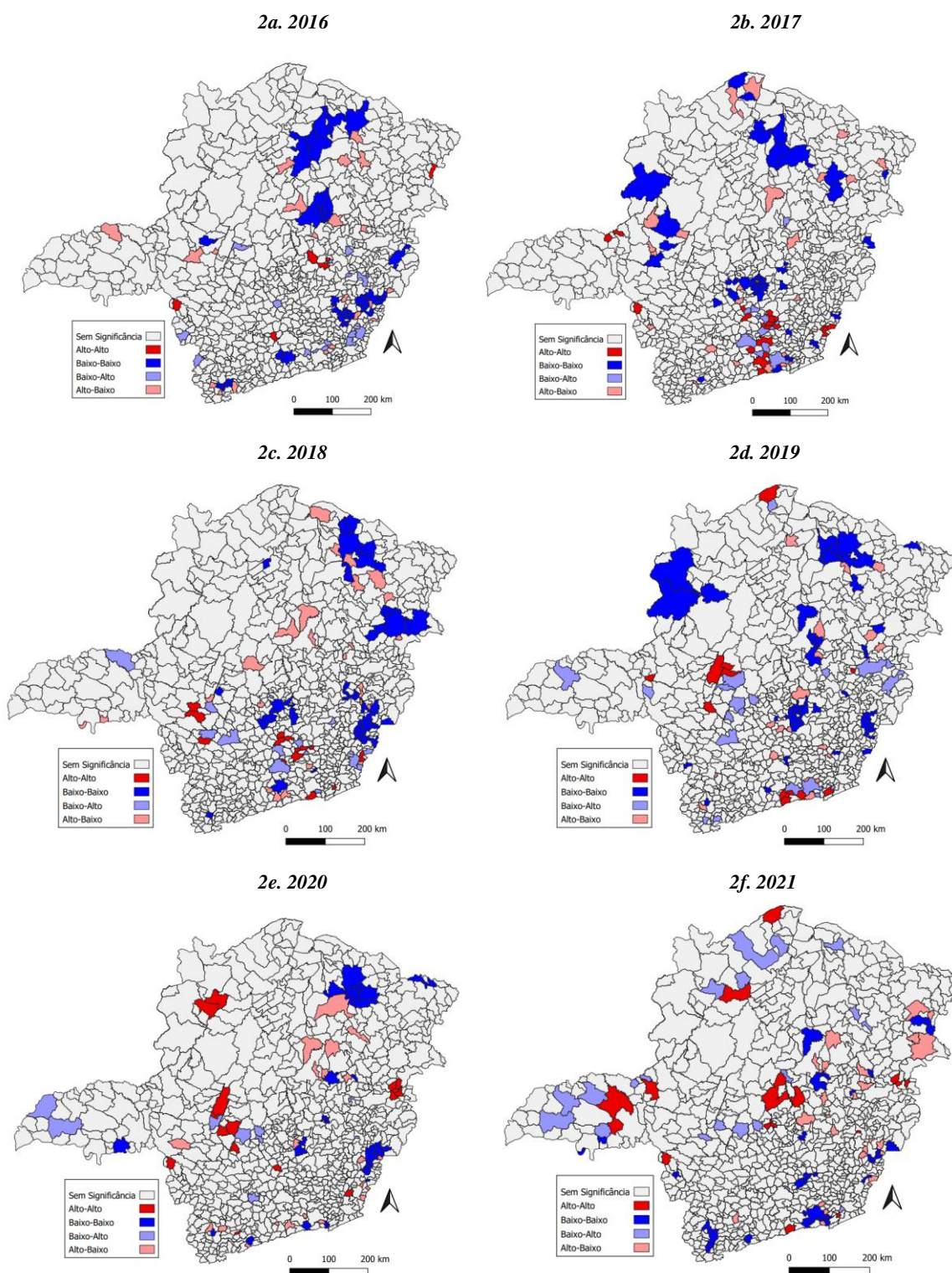
A análise do Índice de Moran Global permite verificar se há autocorrelação espacial nas taxas de cobertura vacinal ao longo dos anos. No caso dessa tabela, os valores de p indicam a significância estatística da autocorrelação espacial. Valores de p maiores que 0,05 indicam ausência de autocorrelação, enquanto valores menores ou iguais a 0,05 indicam presença de autocorrelação espacial.

Os resultados mostram que nos anos de 2016, 2018 e 2021 não foi encontrada autocorrelação espacial significativa ( $p > 0,05$ ). Isso indica que as taxas de cobertura vacinal nesses anos não apresentaram uma distribuição espacialmente dependente. Em outras palavras, não houve uma tendência consistente de agrupamento ou disseminação de altas ou baixas coberturas vacinais em áreas próximas. Esses resultados ressaltam a importância de considerar a dimensão espacial na análise da cobertura vacinal da Poliomielite em Minas Gerais. A identificação de autocorrelação espacial indica a presença de padrões de distribuição das taxas de cobertura, o que pode auxiliar na compreensão de fatores contextuais e geográficos que influenciam a adesão à vacinação.

Essas informações são valiosas para o planejamento de intervenções mais direcionadas, concentrando esforços em áreas com baixas coberturas vacinais ou em regiões onde ocorrem agrupamentos de coberturas vacinais insuficientes. A análise espacial contribui para uma abordagem mais eficaz na promoção da vacinação, permitindo a implementação de estratégias adaptadas às necessidades específicas de cada região, contribuindo assim para o aumento da cobertura vacinal e para a proteção da população contra a Poliomielite.

No Moran Map, representado pela Figura 2, é evidente que ao longo dos seis anos analisados (2016-2021), há um baixo número de municípios classificados como Alto-Alto (vermelho). Isso indica que poucos municípios apresentaram uma alta taxa de cobertura vacinal e também possuem municípios vizinhos com uma cobertura vacinal média considerada alta.

**FIGURA 2: Moran Map - áreas com autocorrelação da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016-2021 nos municípios do Estado de Minas Gerais, Brasil.**



Fonte: Estimativas com base nos dados do SI-PNI, SINASC e DATASUS.

Em 2016, apenas 6 municípios se encontravam no cluster Alto-Alto. Ao longo dos anos, há uma tendência de aumento no número desses municípios, porém ainda limitado a um número

restrito de municípios do estado. No máximo, ocorre o envolvimento de 20 municípios no ano de 2017, enquanto nos demais anos varia entre 14 e 16 municípios.

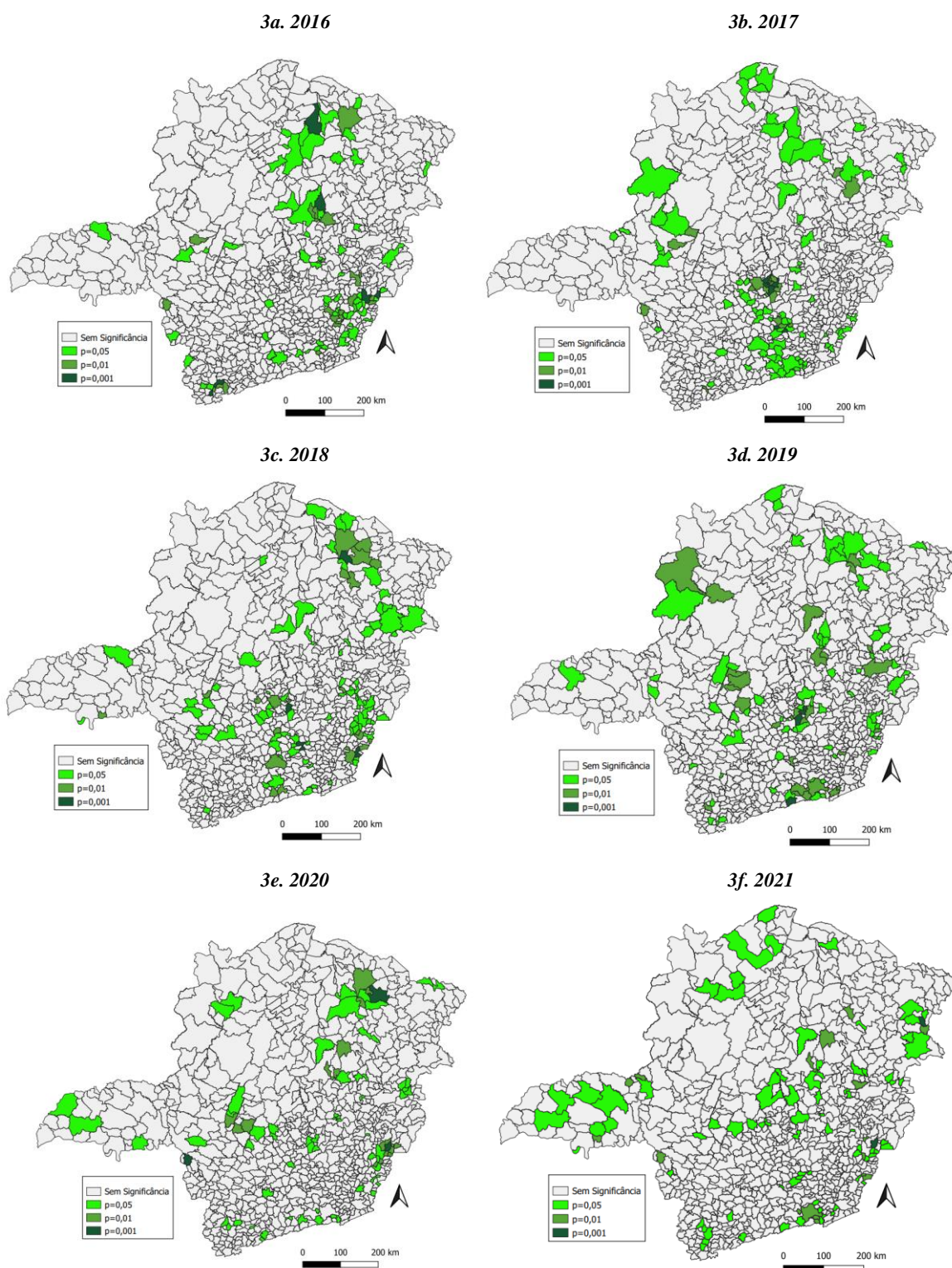
Paralelamente, é possível observar a presença de clusters de municípios com baixa cobertura vacinal, os quais estão localizados próximos a outros municípios com uma taxa média de cobertura vacinal baixa, denominado Baixo-Baixo (azul). Esses clusters indicam a existência de áreas geograficamente concentradas com taxas de cobertura vacinal insuficientes. Esse padrão sugere que a seletividade na cobertura da informação entre os municípios não é homogênea e se modifica ao longo do tempo.

Essa diferenciação na cobertura vacinal entre os municípios pode ser resultado de diversos fatores. Por exemplo, pode estar relacionada a disparidades socioeconômicas, diferenças de infraestrutura de saúde, acesso desigual às vacinas, conscientização da população sobre a importância da imunização e até mesmo características demográficas. Esses fatores podem influenciar a seletividade na cobertura vacinal, resultando em padrões espaciais observados, como o cluster Baixo-Baixo no Norte do estado.

Compreender esses padrões espaciais e a evolução ao longo do tempo é crucial para direcionar estratégias de intervenção e alocar recursos adequadamente. A análise espacial dessas informações contribui para identificar áreas geográficas prioritárias para ações de melhoria da cobertura vacinal, visando diminuir as disparidades e garantir uma proteção mais efetiva contra a Poliomielite em todo o estado de Minas Gerais.

A Figura 3, por sua vez, apresenta o Lisa Map, uma representação visual da análise de autocorrelação local (Local Indicators of Spatial Association). Essa análise permite identificar padrões específicos de autocorrelação espacial em nível local, ou seja, revela como as taxas de cobertura vacinal em cada município se relacionam com as taxas de seus vizinhos. No Lisa Map, podemos observar diferentes tipos de clusters que indicam a presença de padrões espaciais específicos. Os municípios pintados de verde escuro representam os clusters com maiores níveis de significância, ou seja, com  $p$ -valor  $< 0,001$ . O verde mais claro corresponde ao nível de significância a 5% ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) e a cor verde intermediária indica um nível de significância a 1%, ou seja, com um  $p$ -valor  $< 0,01$ .

**FIGURA 3: Lisa Map - áreas com autocorrelação da cobertura vacinal da Poliomielite nos anos de 2016-2021 nos municípios do Estado de Minas Gerais, Brasil.**



Fonte: Estimativas com base nos dados do SI-PNI, SINASC e DATASUS.

No Lisa Map, é importante ressaltar que a maior parte dos clusters identificados em todos os anos possui um nível de significância estatística de 5%. Isso significa que os padrões

espaciais observados nesses clusters não ocorrem por mero acaso, mas sim refletem uma dependência espacial significativa entre as taxas de cobertura vacinal dos municípios vizinhos.

Essa significância estatística reforça a importância de considerar a dimensão espacial na análise da cobertura vacinal da Poliomielite em Minas Gerais. Os clusters identificados indicam que as taxas de cobertura vacinal não estão distribuídas de forma aleatória no estado, mas sim exibem um padrão espacial característico.

Essa análise é importante para identificar áreas onde ocorre uma alta taxa de cobertura vacinal e estão cercadas por outros municípios com altas coberturas vacinais, ou seja, clusters Alto-Alto. Esses clusters indicam uma concentração de municípios com bom desempenho vacinal, formando ilhas de proteção contra a Poliomielite. Por outro lado, os municípios nos clusters de Baixo-Baixo indicam os municípios onde há uma baixa taxa de cobertura vacinal e estão cercadas por outros municípios com baixas coberturas vacinais. Esses clusters destacam áreas geograficamente próximas com desafios semelhantes em relação à imunização, exigindo atenção especial para melhorar a cobertura vacinal nessas regiões.

A análise espacial da cobertura vacinal da Poliomielite evidencia a existência de padrões de autocorrelação espacial variados ao longo dos anos. A localização e o tamanho dos clusters de Alto-Alto e Baixo-Baixo se modificam, indicando uma dinâmica na seletividade da cobertura vacinal entre os municípios ao longo do tempo. Essa variação nos clusters sugere a influência de fatores contextuais e temporais na adesão às estratégias de imunização, reforçando a necessidade de abordagens adaptadas a cada contexto local.

Compreender os padrões identificados nessa análise é fundamental para direcionar políticas públicas e intervenções eficazes. Essa análise espacial contribui para identificar áreas de maior vulnerabilidade em relação à cobertura vacinal da Poliomielite, bem como regiões onde as estratégias de imunização têm sido bem-sucedidas. Dessa forma, é possível direcionar esforços, recursos e políticas para fortalecer a vacinação em áreas com desafios específicos, visando alcançar uma cobertura vacinal mais homogênea e abrangente em todo o estado de Minas Gerais. Por exemplo, a presença desses clusters significativos ressalta a necessidade de adotar abordagens diferenciadas e adaptadas para intervenções nas áreas com baixa cobertura vacinal, bem como reconhecer e fortalecer as estratégias que têm sido eficazes nos clusters de alto desempenho vacinal.

## 5. DISCUSSÕES

Os resultados apresentados nesta dissertação revelam uma tendência preocupante de declínio na adesão à vacinação contra a Poliomielite nos municípios do estado de Minas Gerais ao longo dos anos de 2016 a 2021. A análise da cobertura vacinal revelou uma diminuição progressiva nas categorias de cobertura vacinal adequada e elevada, acompanhada por um aumento no número absoluto de municípios classificados como baixo e muito baixo em termos de cobertura vacinal. Essa mudança é particularmente alarmante, pois indica uma redução na proteção coletiva contra a Poliomielite, colocando em risco a saúde da população.

A mesma tendência já tinha sido observada por Pacheco et al. (2019) em relação à cobertura vacinal da tríplice viral no Brasil, que visa prevenir o sarampo, a caxumba e a rubéola. Evidências anteriores, provenientes de pesquisas em Minas Gerais, também indicaram uma queda na taxa de vacinação de crianças com menos de 1 ano de idade, em oito das 28 Regiões de Saúde (SOUZA et al., 2022). Rocha e Neves (2022) reforçam essa tendência de queda na cobertura vacinal da Poliomielite, apontando que a taxa de vacinação era de 96,55% em 2012 e caiu para 69,92% em 2021.

Outros estudos (TAUIL et al., 2017; FERREIRA et al., 2018), no entanto, indicam que as taxas de vacinação contra a Poliomielite no Brasil eram mais altas em comparação com dados internacionais de outras regiões. Apesar disso, observou-se um aumento significativo nos atrasos na vacinação, especialmente entre crianças com seis meses de idade ou mais. Descobertas de Braz et al. (2016) mostraram uma melhoria na cobertura vacinal contra a Poliomielite nos municípios brasileiros durante o período de 2007 a 2012. No entanto, desigualdades substanciais na cobertura persistiram entre diferentes regiões do país, como destacado por Maciel et al. (2023). Conforme assinalado por Maciel et al. (2023), o território brasileiro exibe uma notável heterogeneidade em relação à cobertura vacinal contra a Poliomielite. Como resultado, áreas com baixa cobertura vacinal, conforme apontado por Müller-Nordhorn et al. (2021), podem estar sujeitas a surtos dessas doenças.

A análise dos resultados da cobertura vacinal da Poliomielite em Minas Gerais, ao longo do período de 2016 a 2021, aponta para a complexidade da situação e a necessidade de abordagens multifacetadas para enfrentar os desafios associados à imunização. É essencial considerar diversos fatores que podem influenciar a adesão à vacinação e entender como esses fatores variam em diferentes contextos geográficos e temporais. Conforme observado por Pamplona et al. (2023), a abrangência da imunização no Brasil tem sido influenciada por diversos elementos, tais como a limitação no acesso aos serviços de saúde, a escassez de

informações sobre as vacinas e a desconfiança em relação a esses imunizantes.

Um fator relevante a ser analisado é como os fatores socioeconômicos impactam a cobertura vacinal (conforme observado por ARROYO et al., 2020; CÉSARE et al., 2020; BALDO et al., 2023). Dentro dos desafios enfrentados pelo PNI, Pamplona et al. (2023) destacam a insuficiência de recursos financeiros. A falta de financiamento adequado pode levar à escassez de vacinas e à interrupção dos programas de imunização. Portanto, é de vital importância que o governo realize investimentos adequados no PNI, assegurando que todas as pessoas tenham acesso às vacinas essenciais.

Nesse aspecto, Pereira et al (2023) realizaram uma análise espacial da cobertura vacinal em Minas Gerais e revelaram a presença de agrupamentos geográficos com risco de baixa cobertura vacinal em relação a todas as vacinas avaliadas. Notavelmente, fatores socioeconômicos desempenharam um papel significativo nesse cenário, com o número de famílias cuja renda per capita é de até meio salário mínimo emergindo como um fator crítico. Além disso, o Índice de Responsabilidade Social de Minas Gerais e a proporção da população classificada como pobre ou extremamente pobre também foram identificados como determinantes no alcance das metas de cobertura. Esses achados enfatizam a necessidade de abordagens direcionadas para melhorar a cobertura vacinal, com foco especial nas áreas com piores indicadores socioeconômicos, a fim de garantir a proteção eficaz da saúde infantil.

A disponibilidade de recursos financeiros, o acesso à informação e a infraestrutura de saúde podem desempenhar um papel significativo na capacidade das comunidades em aderir às campanhas de imunização. Áreas com menor desenvolvimento socioeconômico podem enfrentar desafios adicionais na promoção e acesso à vacinação, resultando em coberturas vacinais mais baixas (ARROYO et al, 2020). As razões subjacentes a esse fenômeno podem estar relacionadas à falta de instrução materna e à condição socioeconômica (KHAN; ZAHEER; SHAFIQUE, 2017; BUUS et al, 2021). Portanto, estratégias que abordem as disparidades socioeconômicas são fundamentais.

Além disso, características demográficas e geográficas desempenham um papel importante na distribuição da cobertura vacinal. Marchal et al (2021), por exemplo, mostraram que as taxas de cobertura vacinal aumentaram para todas as vacinas na França, contudo, não atingem níveis adequados para todas as faixas etárias e declinaram de forma notável à medida que a idade avançava, o que reforça a importância de aspectos demográficos. Além disso, municípios mais populosos ou com maior densidade populacional podem enfrentar desafios logísticos na implementação de campanhas de vacinação, o que pode afetar a cobertura vacinal. A análise geoespacial dos dados pode ajudar a compreender como a densidade populacional



influencia a distribuição das taxas de cobertura vacinal.

De acordo com Demicheli et al. (2018), persistem incertezas sobre a segurança e a eficácia das vacinas, e a disseminação de informações incorretas sobre elas tem o potencial de suscitar desconfiança e, conseqüentemente, diminuir ainda mais a adesão à vacinação. Portanto, estratégias de comunicação e educação em saúde devem ser adaptadas para atender às necessidades e preocupações específicas de cada comunidade.

Gomes (2023) identificou diversos fatores que aumentam a probabilidade de hesitação de um indivíduo em buscar imunizações em unidades de saúde, incluindo condições socioeconômicas desfavoráveis, estratégias de busca ativa e comunicação em saúde inconsistentes, dificuldades no acesso aos serviços de saúde, desafios no sistema de informação e financiamento inadequado. A pandemia de COVID-19 também surgiu como um possível fator que contribuiu para a baixa adesão, agravada pela disseminação de notícias falsas e associações com movimentos antivacina. Para abordar esse desafio, algumas estratégias recomendadas incluem a expansão de campanhas de vacinação e promoção da participação nos dias nacionais de imunização, o fortalecimento das ações de educação em saúde e busca ativa vinculadas às habilidades dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS), o reforço do financiamento do Sistema Único de Saúde (SUS), garantindo assistência equitativa, e a promoção da visibilidade da vigilância no monitoramento de doenças.

Baldo et al (2023) destacam que no contexto da pandemia de COVID-19, que teve seu início no Brasil em fevereiro de 2020, juntamente com a insegurança e incerteza que surgiram devido a essa nova realidade social, política e de saúde, é plausível que a população tenha experimentado sentimentos de medo ou dúvida em relação à busca por serviços de vacinação infantil. Além disso, nesse período, houve uma disseminação generalizada de informações falsas, conhecidas como *fake news*, que desempenham um papel significativo na redução das taxas de cobertura vacinal. A divulgação dessas informações, geralmente tendenciosas e negativas, pode suscitar hesitação em relação à vacinação, disseminar desinformação e influenciar negativamente as taxas de cobertura vacinal, resultando, como mencionado anteriormente, no ressurgimento de doenças que haviam sido erradicadas.

Estratégias de conscientização e educação em saúde são fundamentais para esclarecer a importância das vacinas e combater informações falsas e mitos que possam prejudicar a confiança da população nas imunizações (MASSARANI et al, 2021). Além disso, é crucial fortalecer a estrutura e os recursos dos serviços de saúde para garantir a disponibilidade e acessibilidade das vacinas em todos os municípios (CÉSARE et al, 2020).

A análise espacial dos dados revelou padrões de distribuição espacial das taxas de

cobertura vacinal, indicando que as taxas não estão distribuídas aleatoriamente, mas apresentam certos agrupamentos ou concentrações em determinadas áreas. Arroyo et al (2020) destacaram que nos últimos anos, tem havido uma marcada redução nas taxas de cobertura vacinal, e também são evidentes variações significativas entre diferentes regiões. Portanto, é fundamental realizar uma análise espacial mais detalhada, considerando outros dados relevantes, para compreender melhor os padrões observados e identificar áreas prioritárias para intervenções.

A análise do Índice de Moran Global revelou que a autocorrelação espacial variou ao longo dos anos, indicando a existência de padrões espaciais específicos em diferentes momentos. Essa análise é importante para identificar áreas geográficas prioritárias para ações de melhoria da cobertura vacinal e direcionar recursos adequadamente. Os resultados do Lisa Map, que analisam a autocorrelação local, identificaram clusters de Alto-Alto e Baixo-Baixo, ou seja, municípios com altas e baixas taxas de cobertura vacinal cercados por outros com padrões semelhantes. Esses clusters destacam a necessidade de abordagens adaptadas a cada contexto local, reconhecendo áreas de maior vulnerabilidade em relação à cobertura vacinal e regiões onde as estratégias de imunização têm sido bem-sucedidas.

A análise do Índice de Moran Global e os resultados do Lisa Map ressaltam a importância de considerar a dimensão espacial na análise da cobertura vacinal. Os clusters identificados indicam áreas geograficamente concentradas com padrões semelhantes de cobertura vacinal, o que sugere que intervenções específicas são necessárias em determinadas regiões. Isso pode incluir campanhas de conscientização direcionadas, melhorias na infraestrutura de saúde e estratégias para superar barreiras logísticas.

Como observado por Cunha et al. (2023), a análise espacial da cobertura vacinal da Poliomielite, tal como é empregada neste estudo revela-se uma ferramenta fundamental para compreender a dinâmica da cobertura vacinal e suas disparidades em nível espacial. Através da análise da dinâmica espacial e do uso de técnicas de estatísticas espaciais, torna-se possível uma identificação precisa de áreas vulneráveis, frequentemente denominadas “bolsões de não vacinação”. Essa abordagem fornece informações valiosas para profissionais de saúde pública, permitindo-lhes direcionar recursos e estratégias de intervenção para as regiões que mais necessitam, visando atingir metas mais eficazes no âmbito do Programa Nacional de Imunização. Além disso, a capacidade de analisar a homogeneidade da cobertura vacinal em uma escala espacial contribui para a formulação de políticas mais direcionadas, promovendo a proteção da saúde da população de forma equitativa.

Para garantir o sucesso das intervenções, é fundamental envolver as comunidades locais, ouvir suas preocupações e necessidades e construir parcerias sólidas entre as autoridades de

saúde, profissionais da área e líderes comunitários. A confiança da população nas vacinas é um componente essencial para alcançar altas taxas de cobertura vacinal.

Cunha et al. (2023) em recente estudo sobre análise espacial da cobertura vacinal em menores de 1 ano por mesorregiões da Paraíba, relata que, a trajetória da poliomielite é alarmante, pois menos de 50% das comunidades paraibanas foram adequadamente vacinadas com esta vacina durante os dois anos estudados. Na mesorregião da Mata Paraibana, 63,3% dos municípios estavam na categoria de baixo CV em 2016 e 73,3% em 2017. Estas são percentagens claramente elevadas. Observa-se também que os percentuais aumentaram durante os anos pesquisados nos municípios com CV adequados, com exceção da região Meso do Sertão Paraibano, onde os percentuais diminuíram.

Além disso, a análise temporal dos dados indica que a tendência de declínio na cobertura vacinal se intensificou em 2021, tornando a situação ainda mais crítica. É possível que a cobertura vacinal tenha sido prejudicada de forma adversa devido à pandemia da COVID-19, como observado por Bramer et al. (2020). Lopes Júnior et al. (2021) argumentam que a cobertura vacinal tem enfrentado desafios devido à interrupção dos serviços de saúde e às medidas de distanciamento social. Esses fatores podem ter criado obstáculos para o acesso às vacinas e resultado em uma menor adesão à vacinação. Isso exige uma ação imediata por parte das autoridades de saúde e gestores públicos. Estratégias de emergência, como campanhas de vacinação intensivas e comunicação de risco eficaz, podem ser necessárias para reverter essa tendência preocupante.

Thompson et al. (2023) evidenciam a presença de desafios consideráveis na previsão das necessidades de vacinas contra a Poliomielite. Estes desafios incluem desvios na execução dos planos que anteriormente serviram como base para tais previsões, falta de alinhamento de estratégias e objetivos entre os parceiros do Programa Global de Erradicação da Pólio (GPEI)

e outras partes essenciais, questões de financiamento e incerteza em relação aos prazos de desenvolvimento e licenciamento das novas vacinas contra a poliomielite, bem como suas características de desempenho em campo. As divergências ao longo do tempo entre oferta e demanda têm impactos negativos, gerando tanto excesso quanto escassez de suprimentos, acarretando custos adicionais e, o que é mais preocupante, casos potencialmente evitáveis de poliomielite. Com base em nossas descobertas e na literatura recente (THOMPSON et al, 2023) é preciso melhorar a coordenação, planejamento e financiamento para assegurar um suprimento adequado de vacinas e, assim, evitar consequências adversas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados nesta dissertação destacam a importância de uma abordagem abrangente, adaptada à realidade local e baseada em evidências para melhorar a cobertura vacinal contra a Poliomielite em Minas Gerais. A aplicação de uma análise espacial e temporal dos dados se destaca como uma ferramenta crucial, capaz de orientar políticas públicas e intervenções eficazes, visando assegurar uma proteção homogênea e abrangente da população contra essa doença.

Além disso, é importante expandir a análise geoespacial para avaliar como outros fatores, como características demográficas, socioeconômicas e ambientais, influenciam as disparidades na cobertura vacinal. Também é importante desenvolver modelos preditivos que possam prever a evolução das taxas de cobertura vacinal com base em diferentes cenários e comparar os resultados da cobertura vacinal em Minas Gerais com outras regiões do Brasil e com outros países para identificar lições aprendidas e melhores práticas em relação à imunização, permitindo um planejamento mais eficaz das estratégias de imunização. Isso permitirá uma compreensão mais abrangente dos determinantes da adesão à vacinação e a identificação de áreas geográficas específicas que requerem intervenções direcionadas.

Outra perspectiva importante é estabelecer uma colaboração estreita entre as autoridades de saúde, pesquisadores, profissionais de saúde e comunidades locais para desenvolver e implementar estratégias efetivas de vacinação. O envolvimento da população é essencial para restaurar a confiança nas vacinas e garantir a proteção da população contra a Poliomielite e outras doenças imunopreveníveis. Essas perspectivas de investigação futuras podem contribuir para uma compreensão mais abrangente dos desafios e das soluções relacionadas à cobertura vacinal da Poliomielite em Minas Gerais e, potencialmente, em outras áreas com situações semelhantes. A pesquisa contínua e ações coordenadas são essenciais para proteger a saúde pública e garantir a imunização eficaz da população.

Os desafios para a Saúde Coletiva em relação à cobertura vacinal contra a Poliomielite em Minas Gerais são complexos e multifacetados. É crucial adotar uma abordagem abrangente que leve em consideração fatores socioeconômicos, demográficos, geográficos e culturais. Somente com ações coordenadas, estratégias de conscientização, melhoria na infraestrutura de saúde e intervenções direcionadas será possível reverter essa tendência de declínio na adesão à vacinação e garantir a proteção da população contra a Poliomielite.

## REFERÊNCIAS

- ANCONA, F. L.; DIOCLÉCIO, C. J. **Tratado de Pediatria**. 4. ed. Barueri/SP: Manole, 2017.
- ANDRADE, M. V. et al. Análise da concordância entre as informações reportadas pelas mães e dos cartões de vacina das crianças no Brasil (2013 e 2015). **Cad. saúde colet.**, 29(spe), p. 40–50, 2021.
- ARAUJO, N. V. D. L. D.; FRANCO, A. L. D. M. X.; D'AGOSTINI, T. L. **Atualização do cenário mundial da Poliomielite e o risco de reintrodução do póliovírus no estado de São Paulo** - Nota Informativa Conjunta nº 01/2022 - DDTHA/DVIMUNI/CVE/CCD/SES-SP. p. 11, 2022.
- ARROYO, L. H. et al. Áreas com queda da cobertura vacinal para BCG, poliomielite e tríplice viral no Brasil (2006-2016): mapas da heterogeneidade regional. **Cad. Saúde Pública**, 36(4), p. e00015619–e00015619, 2020.
- BALDO, B. G. F. et al. Cobertura vacinal em crianças no primeiro ano de vida em Goiás, Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 8, e13598, 2023.
- BARBIERI, C. L. A.; COUTO, M. T.; AITH, F. M. A. A (não) vacinação infantil entre a cultura e a lei: os significados atribuídos por casais de camadas médias de São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, 33(2), 2017.
- BARCELOS, R. S. et al.. Vaccination coverage in children up to 2 years old, receiving financial support from the Family Income Transfer Program, Brazil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, 30(3), 2021.
- BRAMER, C. A. et al. Decline in Child Vaccination Coverage During the COVID-19 Pandemic - Michigan Care Improvement Registry. **Am J Transplant**, 20(7):1930–1, 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Projeto a história da poliomielite e de sua erradicação no Brasil: seminários**. Rio de Janeiro: Casa de Oswaldo Cruz, 2004. Disponível em: <[http://www.bvspolio.coc.fiocruz.br/local/File/historia\\_poliomielite.pdf](http://www.bvspolio.coc.fiocruz.br/local/File/historia_poliomielite.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. **Saúde Brasil 2012: uma análise da situação de saúde e dos 40 anos do Programa Nacional de Imunizações**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de normas e procedimentos para vacinação**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. **Programa Nacional de Imunização (PNI)**. Coberturas vacinais no Brasil Período: 2010 - 2014. Brasília: MS; 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. **Avaliação dos indicadores de desempenho da vacinação do Programa Nacional de Imunizações e os desafios para elevar as coberturas vacinais no Brasil. Saúde Brasil 2019: uma análise da situação de saúde com enfoque nas doenças imunopreveníveis e na imunização**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019a. cap. 17, p. 369–403.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde**. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2019b. cap. 2, p. 69–192. Disponível em:

<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_vigilancia\\_saude\\_volume\\_unico\\_3ed.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_volume_unico_3ed.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BRAZ, R. M. et al. Classificação de risco de transmissão de doenças imunopreveníveis a partir de indicadores de coberturas vacinais nos municípios brasileiros. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 4, p. 745–54, dez. 2016.

BUFFARINI, R.; BARROS, F. C.; SILVEIRA, M. F. Vaccine coverage within the first year of life and associated factors with incomplete immunization in a Brazilian birth cohort. **Arch Public Health**, 4, 78(1), 2020.

BUUS, M. et al. Coverage and factors associated with receiving campaign polio vaccines in an urban population in Guinea-Bissau. **Vaccine**, 11, 39(46), p. 6720–6, 2021.

CÉSARE, N. et al. Longitudinal profiling of the vaccination coverage in Brazil reveals a recent change in the patterns hallmarked by differential reduction across regions. **Int J Infect Dis**, 98:275–80, 2020.

CHIARAVALLLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. **Arq. Ciênc. Saúde**, 2, 23(4), p. 01, 2017.

CUNHA, N. S. P. **Análise espacial da cobertura vacinal de crianças menores de 01 ano por município na Paraíba nos anos 2016 e 2017**. 118f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos. Santos, SP: UNISANTOS, 2020.

CUNHA, N. S. P. et al. Spatial analysis of vaccine coverage on the first year of life in the northeast of Brazil. **BMC Public Health**, 12, 22(1), 2022.

CUNHA, N. S. P. et al. Spatial analysis of vaccine coverage in children under the age of 1 year by mesoregions in Paraíba a northeastern Brazilian state. **Plos ONE**, v. 18, n. 7, e0288651, 2023.

DEMICHELI, V. et al. Vaccines for preventing influenza in healthy adults. **Cochrane Database Syst Rev**, 2(2):CD001269, 2018.

DONALISIO, M. R. et al. Vacinação contra poliomielite no Brasil de 2011 a 2021: sucessos, reveses e desafios futuros. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 28, p. 337, 2023.

DOS SANTOS JÚNIOR, C. J.; COSTA, P. J. M. S. Cross-cultural adaptation and validation for Brazilian Portuguese of the Parent Attitudes about the Childhood Vaccine (PACV) questionnaire. **Ciênc. saúde coletiva**, 27(5), p. 2057–70, 2022.

DOURADO, P. et al. **Pólio: baixa cobertura vacinal e o risco iminente de novas infecções - Subsecretaria de Saúde**. Gerência de Informações Estratégicas em Saúde, CONECTA-SUS. Nota Técnica, s.l.: s.n., 2022.

DRUCK, S. et al. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

ENGLEITNER, F.; MOREIRA, A. C. Incidência de Rubéola, Caxumba e Sarampo no município de Ijuí/RS entre os anos 1995 e 2007. **Rev Contexto Saúde**, v. 8, n. 14/15, p. 37–44, 2008.

FALLEIROS-ARLANT, L. H. et al. Current status of poliomyelitis in Latin America. **Rev Chilena Infectol**, 12, 37(6), p. 701–9, 2020.

FENNER, F. et al. **Smallpox and its eradication**. Geneva: WHO, 1988.

FERRACIOLLI, G. B.; MAGALHÃES, B. S.; FERNANDES, W. L. A suscetibilidade do Sarampo na região Norte do Brasil, no ano de 2014 a 2018. **Rev Extensão**, v. 4, n. 1, p. 64–74, 2020.

- FERREIRA, V. L. R. et al. Avaliação de coberturas vacinais de crianças em uma cidade de médio porte (Brasil) utilizando registro informatizado de imunização. **Cad. Saúde Pública**, 34(9), 2018.
- FONSECA, K. R.; BUENAFUENTE, S. M. F. Análise das coberturas vacinais de crianças menores de um ano em Roraima, 2013-2017. **Epidemiol. Serv. Saúde**, 30(2), 2021.
- FRANCO-PAREDES, C.; LAMMOGLIA, L.; SANTOS-PRECIADO, J. I. The Spanish Royal Philanthropic Expedition to Bring Smallpox Vaccination to the New World and Asia in the 19th Century. **Clin Infect Dis**, v. 41, n. 9, p. 1285–9, 2005.
- FUJITA, D. M. et al. The continuous decrease in Poliomyelitis vaccine coverage in Brazil. **Travel Med Infect Dis**, 7, Volume 48, p. 102352, 2022.
- GADELHA, C. A. G. et al. Access to vaccines in Brazil and the global dynamics of the Health Economic-Industrial Complex. **Cad. Saúde Pública**, 36, 2020.
- GALLES, N. C. et al. Measuring routine childhood vaccination coverage in 204 countries and territories, 1980–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2020, Release 1. **Lancet**, 398 p. 503–21, 2021.
- GOMES, M. B. S. **Aspectos que interferem na adesão a vacinação contra poliomielite no Brasil: uma revisão integrativa da literatura**. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, PE: UFPE, 2023.
- GRAZIELE, L.; CASSIANO, M.; FERREIRA, V. **Imunização no Brasil: história e conceitos sob a ótica da enfermagem**. Fortaleza: 2010. 15p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/NetoPontes/imunizacao-no-brasil-historia-e-conceitos-sob-a-tica-da-enfermagem>>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- GURJÃO, M. C.; LIMA, K. Trajetória do ressurgimento do sarampo na região nordeste do Brasil: uma revisão de literatura [In English: Trajectory of measles resurgence in the northeastern region of Brazil: a literature review]. **Braz J Health Rev**, 4:1069–85, 2021.
- HUANG, C. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **Lancet**, 395(10223):497–506, 2020.
- HU, Y.; CHEN, Y. Evaluating Childhood Vaccination Coverage of NIP Vaccines: Coverage Survey versus Zhejiang Provincial Immunization Information System. **Int J Environ Res Public Health**, 7, 14(7), p. 758, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha digital**. 2021.
- JONG, K.; SIKORA, C.; MacDONALD, S. Childhood immunization appointment reminders and recalls: strengths, weaknesses and opportunities to increase vaccine coverage. **Public Health**, 5, v. 194, p. 170–5, 2021.
- KEMP, B.; ARANDA, C. M. S. D. S.; BARRERA, L. S. G. S. Situação e desafios da vacinação global e nas Américas. In: BARBIERI, C. L. A.; MARTINS, L. C.; PAMPLONA, Y. A. P. (Org.). **Imunização e cobertura vacinal: passado, presente e futuro**. Santos-SP: Editora Universitária Leopoldianum, p. 15–35, 2021.
- KEW, O. M. et al. Vaccine-derived polioviruses and the endgame strategy for global polio eradication. **Annu Rev Microbiol**, v. 59, p. 587–635, 2005.
- KHAN, M. T.; ZAHEER, S.; SHAFIQUE, K. Maternal education, empowerment, economic status and child polio vaccination uptake in Pakistan: a population based cross sectional study. **BMJ Open**, 3, 7(3), p. e013853, 2017.

KIMBERLIN, D. W. et al. **Red Book: 2018-2020 report of the Committee on Infectious Diseases**. 31. ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics, 2018.

KOÏVOGUI, A. et al. Vaccination coverage among children and adolescents below 18 years of age in French Guiana: inventory and determinant factors. **Public Health**, 5, v. 158, p. 15–24, 2018.

LAGO, E. G. Hesitação/recusa vacinal: um assunto em pauta – Editorial (Vaccine hesitancy/refusal: a current issue – Editorial). **Sci Med**, v. 28, n. 4, p. 1-3, 2018.

LAMBERT, S. M.; MARKEL, H. Making History: Thomas Francis, Jr., MD, and the Salk poliomyelitis vaccine field trial. **Arch Pediatr Adolesc Med**, v. 154, n. 5, p. 512–7, 2000.

LAYUG, E. J. V. et al. The association of online search interest with polio cases and vaccine coverage: an infodemiological and ecological study. **Eur J Pediatr**, 8, 180(8), p. 2435–41, 2021.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2012.

LOPES JÚNIOR, L. C. et al. Analysis of vaccine coverage during the COVID-19 pandemic in Vitória, Brazil / Análise da cobertura vacinal durante a pandemia de COVID-19 em Vitória, Brasil. **J Hum Growth Dev**, 31:387–97, 2021.

LOUREIRO, N. C. **Análise espacial: ferramenta inovadora para avaliação da cobertura vacinal em crianças de 1 a 2 anos na Paraíba em 2016 e 2017**. 69f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Católica de Santos. Santos, SP: UNISANTOS, 2021.

LUPI, S. et al. Assessment of seroprevalence against poliovirus among Italian adolescents and adults. **Hum Vaccin Immunother**, 15(3), p. 677–82, 2019.

MA, I. et al. Immune persistence of an inactivated poliovirus vaccine derived from the Sabin strain: a 10-year follow-up of a phase 3 study. **eClinicalMedicine**, v. 64, 102151, 2023.

MACIEL, N. S. et al. Distribuição temporal e espacial da cobertura vacinal contra poliomielite no Brasil entre 1997 e 2021. **Rev Bras Epidemiol.**, v. 26, e230037, 2023.

MARCHAL, C. et al. Vaccination coverage rates for Diphtheria, Tetanus, Poliomyelitis and Pertussis booster vaccination in France between 2013 and 2017: Learnings from an analysis of National Health System Real-World Data. **Vaccine**, 1, 39(3), p. 505–11, 2021.

MASSARANI, L. et al. Narratives about vaccination in the age of fake news: A content analysis on social networks. **Saúde Soc.**, 30(2), 2021.

McCULLAGH, P.; NELDER, J. **Generalized Linear Models**. New York: Chapman and Hall/CRC, 1989.

MELO, E. C.; DE FREITAS, T. A. M. Distribuição e autocorrelação espacial de indicadores da saúde da mulher e da criança, no Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, v. 18, n. 6, p. 1177–86, 2010.

MINAS GERAIS – **Secretaria do Estado de Minas Gerais. Superintendências Regionais de Saúde (SRS) e Gerências Regionais de Saúde (GRS)**. Belo Horizonte: Secretaria do Estado de Minas Gerais; 2020.

MORGENSTERN, H. Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods. **Annu. Rev. Public Health**, v. 16, p. 61–91, 1995.

MOURA, A. D. A. et al. Monitoramento rápido de vacinação na prevenção do sarampo no estado do Ceará, em 2015. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 27, p. e2016380, 2018.



MÜLLER-NORDHORN, J. et al. State-level trends in sudden unexpected infant death and immunization in the United States: an ecological study. **BMC Pediatr**, 12, 21(1), 2021.

NEVES, P. M. et al. **Análise exploratória espacial de dados sócio-econômicos de São Paulo**. Campinas: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Relatório Rio+20: o modelo brasileiro**. Brasília: FUNAG, 2012.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e Acompanhamento no nível subnacional**. 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Roteiro-para-a-Localizacao-dosODS.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2023.

PAMPLONA, Y. A. P. et al. Spatial analysis of measles vaccination coverage in the State of São Paulo. **BMC Public Health**, v. 21, p. 23–9, 2023.

PACHECO, F. C. et al. Trends and spatial distribution of MMR vaccine coverage in Brazil during 2007–2017. **Vaccine**, 5, 37(20), p. 2651–5, 2019.

PEREIRA, M. A. D. et al. Cobertura vacinal em menores de um ano e fatores socioeconômicos associados: mapas da heterogeneidade espacial. **Rev Bras Enferm.**, v. 76, n. 4, e20220734, 2023.

PLOTKIN, S. L.; PLOTKIN, S. A. A short history of vaccination. In: PLOTKIN, S. A. et al. **Vaccines**. 5. ed. Philadelphia: Saunders & Elsevier, 2018.

ROCHA, B. M.; NEVES, T. A. C. Implicações da queda na cobertura vacinal infantil no Brasil: análise dos últimos 10 anos. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 11, 73202–14, 2022.

RODRIGUES, S. B. et al. Using the Brazilian Immunization Information System: What is real?. **Revista Cuidarte**, 1, 13(1), 2022.

RIEDEL, S. Edward Jenner and the history of smallpox and vaccination. **Proc (Bayl Univ Med Cent)**, v. 18, n. 1, p. 21–5, 2005.

ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G. C. **Rouquayrol: epidemiologia & saúde**. 8. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2018.

SABIN, A. B. Oral poliovirus vaccine: history of its development and use and current challenge to eliminate poliomyelitis from the world. **J Infect Dis**, v. 151, n. 3, p. 420–36, 1985.

SANTOS, E. P. **O programa de imunização em uma área isolada de difícil acesso: um olhar sobre o Parque Indígena do Xingu**. 175f. Dissertação (Mestrado em Atenção Primária em Saúde) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2016.

SATO, A. P. S. What is the importance of vaccine hesitancy in the drop of vaccination coverage in Brazil? **Rev. Saúde Pública**, 11, 52(96), p. 1–9, 2018.

SATO, A. P. S. et al. Cobertura vacinal e fatores associados à vacinação contra influenza em pessoas idosas do Município de São Paulo, Brasil: Estudo SABE 2015. **Cad. Saúde Pública**, 36(suppl 2), 2020.

SATOH, H. et al. Polio vaccination coverage and seroprevalence of poliovirus antibodies after the introduction of inactivated poliovirus vaccines for routine immunization in Japan. **Vaccine**, 3, 37(14), p. 1964–71, 2019.

SMITH, K. A. Louis pasteur, the father of immunology? **Front Immunol**, v. 3, p. 68, 2012.

SCHATZMAYR, H. G. A varíola, uma antiga inimiga. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 6, p.

1525–30, 2001.

SCHNEIDER, R. et al. Coverage rates and timeliness of nationally recommended vaccinations in Swiss preschool children: A descriptive analysis using claims data. **Vaccine**, 2, 38(6), p. 1551–8, 2020.

SIGNORELLI, C. et al. Infant immunization coverage in Italy (2000-2016). **Ann Ist Super Sanita**, 53(3), p. 231–7, 2017.

SIGNORELLI, C. et al. Childhood vaccine coverage in Italy after the new law on mandatory immunization. **Ann Ig**, 30(4), p. 1–10, 2018.

SILVA, F. S. et al. Incompletude vacinal infantil de vacinas novas e antigas e fatores associados: coorte de nascimento BRISA, São Luís, Maranhão, Nordeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, 34(3), 2018.

SILVA, F. S. et al. Bolsa Família program and incomplete childhood vaccination in two Brazilian cohorts. **Rev. Saúde Pública**, 11, v. 54, p. 98, 2020.

SOUZA, J. F. A. et al. Vaccination coverage in children under one year of age in Minas Gerais state, Brazil. **Ciênc. saúde coletiva**, 27(9), p. 3659–67, 2022.

STOECKEL, F. et al. Association of vaccine hesitancy and immunization coverage rates in the European Union. **Vaccine**, 6, 39(29), p. 3935–9, 2021.

TAUIL, M. C. et al. Coberturas vacinais por doses recebidas e oportunas com base em um registro informatizado de imunização, Araraquara-SP, Brasil, 2012-2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**, 11, 26(4), p. 835–46, 2017.

TEMPORÃO, J. G. Brazil's national immunization program: origins and development. [História, ciências, saúde—Manguinhos]. **Hist Ciênc Saúde Manguinhos**. 2003;10:601–17.

THOMPSON, K. M. et al. Oral polio vaccine stockpile modeling: insights from recent experience. **Expert Rev Vaccines**, v. 22, n. 1, p. 813–25, 2023.

VERANI, J. F. S.; LAENDER, F. A erradicação da poliomielite em quatro tempos. **Cad. Saúde Pública**, 36(suppl 2), 2020.

VERONESI, L. et al. Immunity status against poliomyelitis in young migrants: a seroprevalence study. **Acta Biomed.**, 13 Sep, 90(Suppl 9), p. 28–34, 2019.

VIDOR, E. Poliovirus Vaccine-Inactivated. In: PLOTKIN, S. et al. **Plotkin's Vaccines**. 7. ed. [S.l.]: Elsevier, 2018.

WHO – World Health Organization. **Global vaccine action plan 2011-2020**. WHO, 2013. Disponível em: <[https://www.who.int/immunization/global\\_vaccine\\_action\\_plan/GVAP\\_doc\\_2011\\_2020/en/](https://www.who.int/immunization/global_vaccine_action_plan/GVAP_doc_2011_2020/en/)>. Acesso em: 02 jun. 2023.

WHO – World Health Organization. Meeting of the immunization Strategic Advisory Group of Experts, April 2015 - conclusions and recommendations. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 90, p. 261–78, 2015.

ZHU, N. et al. China Novel Coronavirus Investigating and Research Team. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. **N Engl J Med**, 382(8):727–33, 2020.