UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
MESTRADO ACADÊMICO EM ENFERMAGEM

MATHEUS ADRIANO DIVINO PEREIRA

Análise espacial da cobertura vacinal em menores de um ano, Minas Gerais, Brasil

Divinópolis
2021

MATHEUS ADRIANO DIVINO PEREIRA

Análise espacial da cobertura vacinal em menores de um ano, Minas Gerais, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem - Mestrado Acadêmico - da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Enfermagem

Linha de Pesquisa: Gestão em Serviços de Saúde e Enfermagem

Orientadora: Profa. Dra. Eliete Albano de Azevedo Guimarães

Divinópolis
2021

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Assinatura: _____Data ___/___/___

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P427a

Pereira, Matheus Adriano Divino.
Análise espacial da cobertura vacinal nem menores de um ano em Minas Gerais, Brasil. / Matheus Adriano Divino Pereira ; orientadora Eliete Albano de Azevedo Guimarães. -- Divinópolis, 2021.
91 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Enfermagem) -- Universidade Federal de São João del Rei, 2021.

1. Programas de Imunização. 2. Sistema de Informação em Saúde. 3. Estudos ecológicos. 4. Análise espacial. 5. Enfermagem em saúde pública. I. Albano de Azevedo Guimarães, Eliete, orient. II. Título.

Nome: Matheus Adriano Divino Pereira

Título: Análise espacial da cobertura vacinal em menores de um ano em Minas Gerais, Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Enfermagem para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Orientador: Profa. Dra. Eliete Albano de Azevedo Guimarães

Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Profa Dra Valéria Conceição de Oliveira

Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Profa Dra Maria del Pilar Serrano Gallardo

Instituição: Universidade Autonoma de Madrid

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria, pai Geraldo e avó Tereza, por todos ensinamentos e esforços dedicados à minha educação.

À minha esposa e parceira de vida Julia, que me incentivou desde o ínicio dividiu cada momento comigo.

A todos que acreditaram.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra Eliete Albano de Azevedo Guimarães, pela orientação cuidadosa. Nas páginas deste trabalho, constam muitos de seus apontamentos, sugestões e ensinamentos. Agradeço por toda paciência, diálogo e empatia. Principalmente por encarar com muita coragem e dedicação o desafio desse objeto de pesquisa junto a mim nesses últimos anos. Por mostrar que um professor está muito além da didática da explicação, mas também em conhecer seus orientandos e utilizar seu potencial da melhor maneira.

À professora Dra Valéria Conceição de Oliveira, um ser humano incrível. Sempre disposta a ensinar e compartilhar as melhores soluções para todos os problemas. Seus ensinamentos me acompanharão para sempre em minha carreira profissional e acadêmica.

À toda equipe do Programa de Interunidades da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP/USP), sob orientação do professor Dr Ricardo Alexandre Arcencio, pela parceria engrandecedora para o desenvolvimento desta pesquisa. Em especial ao professor Dr Luiz Luiz Henrique Arroyo, grande mestre, exímio pesquisador e uma ótima pessoa. Serei eternamente grato por todo aprendizado que me proporcionou.

Aos professores do Programa de Pós-graduação Mestrado Acadêmico em Enfermagem da Universidade Federal São João del-Rei, pelos ensinamentos partilhados.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Avaliação e Gestão de Serviços de Saúde (NEPAG) e à Universidade Federal de São João del-Rei, pela honrosa receptividade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo investimento financeiro.

À Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, pela parceria.

Aos amigos que conheci pelo companheirismo de sempre, em especial: Brener, Gabriela Gonçalves, Deborah, Gabriela Cunha. Foi gratificante compartilhar esta etapa com vocês ao meu lado.

À todos os alunos, pesquisadores e profissionais envolvidos, pelo apoio cuidadoso e paciência infinita na realização deste projeto.

"Quando você faz uma descoberta – mesmo se você for a última pessoa na Terra a ver a luz – você jamais vai se esquecer."

Carl Sagan

PEREIRA, MAD. **Análise espacial da cobertura vacinal nem menores de um ano em Minas Gerais, Brasil.** 2021. 81p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2021.

RESUMO

Introdução: O declínio da imunização é heterogêneo entre os municípios brasileiros e pode ser reflexo das desigualdades socioeconômicas e de acesso/desempenho dos serviços de saúde. A queda das coberturas vacinais infantis e suas consequências justificam investigações para melhor compreender os fatores envolvidos condizentes com as características das localidades. **Objetivo**: Analisar a cobertura vacinal em menores de um ano e territórios sob risco no Estado de Minas Gerais, Brasil, em 2018. **Método:** Estudo ecológico que considerou dados oriundos dos 853 municípios do Estado de Minas Gerais, Brasil. Foram consideradas as vacinas Pentavalente, Poliomielite, Meningocócica C, Febre amarela, Rotavírus e Pneumocócica conjugada 10-valente aplicadas em 2018. Recorreu-se à técnica de análise espacial denominada *scan* espacial para localizar aglomerados identificando áreas com maior ou menor propensão em ter sua população vacinada. Para analisar a distribuição espacial da vacinação e a similaridade entre os municípios em relação a sua cobertura foi realizado o Índice de Moran Global Univariado e para identificar os fatores correlacionados foi conduzida a análise de Moran Bivariado. Estas análises foram conduzidas no software Geoda 1.12. Os aglomerados espaciais e seus respectivos indicadores foram estimados pelo software SatScan 9.8. Também foram construídos mapas temáticos contendo os achados do *scan* espacial, com o auxílio do software ArcGIS 10.8. **Resultados:** A cobertura vacinal adequada em menores de um ano foi baixa e se mostrou diversificada entre os municípios das macrorregiões do Estado. Aglomerados com baixa propensão de população vacinada foram identificados em todas as vacinas. De um modo geral, é perceptível uma polarização entre os aglomerados que apresentam menor propensão para vacinação, que se concentram basicamente nas macrorregiões Norte, Nordeste, Leste, Jequitinhonha e Vale do Aço, e os que mostraram maior propensão para população vacinada, presentes nas macrorregiões Triângulo do Norte e Sul. Fatores socioeconômicos e de oferta de serviços estiveram correlacionados às coberturas vacinais. **Conclusão**: Os resultados serão úteis para projetar intervenções quanto à estruturação dos serviços de imunização e implementação de ações de gerenciamento pelas referências técnicas regionais, para aumentar a cobertura vacinal nos aglomerados que possuem menor propensão a vacinação.

Palavras-chave: Programas de Imunização. Vacinas. Cobertura Vacinal. Sistemas de Informação em Saúde. Análise espacial. Enfermagem em saúde pública.

PEREIRA, MAD. **Spatial analysis of vaccination coverage in children under one year of age in Minas Gerais, Brazil.** 2021. 81p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2021.

ABSTRACT

Introduction: The decline in immunization is heterogeneous among Brazilian municipalities and may reflect socioeconomic inequalities and inequalities in access/performance of health services. The high abandonment of vaccines and the drop in childhood vaccination coverage and its consequences justify investigations to better understand the factors involved, consistent with the characteristics of the locations. **Objective**: To analyze immunization coverage in children under one year of age and territories at risk in the State of Minas Gerais, Brazil, in 2018. **Method**: Ecological study that considered data from 853 municipalities in the State of Minas Gerais, Brazil. The Pentavalent, Polio, Meningococcal C, Yellow Fever, Rotavirus and Pneumococcal 10-valent conjugate vaccines applied in 2018 were considered. The spatial analysis technique called spatial scan was used to locate clusters, identifying areas with greater or lesser propensity to have its population vaccinated. To analyze the spatial distribution of vaccination and the similarity between municipalities in relation to its coverage, the Moran Global Univariate Index was performed and, to identify the correlated factors, the Moran Bivariate analysis was conducted. These analyzes were conducted using Geoda 1.12 software. Spatial clusters and their respective indicators were estimated using the SatScan 9.8 software. Thematic maps containing the spatial scan findings were also constructed, with the aid of ArcGIS 10.8 software. **Results**: Adequate vaccination coverage in children under one year of age was low and diversified among the municipalities in the state's macro-regions. Clusters with a low propensity for the vaccinated population were identified in all vaccines. In general, there is a noticeable polarization between the clusters that are less likely to be vaccinated, which are basically concentrated in the North, Northeast, East, Jequitinhonha and Vale do Aço macro-regions, and those that showed the greatest propensity for the vaccinated population, present in the macro-regions North and South Triangle. Socioeconomic and service supply factors were correlated with vaccination coverage. **Conclusion**: The results will be useful to design interventions regarding the structuring of immunization services and implementation of management actions by regional technical references, to increase vaccination coverage in clusters that are less likely to be vaccinated.

Descriptors: Immunization Programs. Health Information Systems. Program Evaluation. Ecological Studies. Spatial Analysis. Public Health Nursing.

PEREIRA, MAD**. Análisis espacial de la cobertura de vacunación en niños menores de un año en Minas Gerais, Brasil.** 2021. 81p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2021.

RESUMEN

Introducción: La disminución de la inmunización es heterogénea entre los municipios brasileños y puede reflejar desigualdades socioeconómicas y desigualdades en el acceso / desempeño de los servicios de salud. El alto abandono de vacunas y la caída de la cobertura de vacunación infantil y sus consecuencias justifican investigaciones para comprender mejor los factores involucrados, acordes con las características de las localidades. **Objetivo**: Analizar la cobertura de inmunización en niños menores de un año y territorios en riesgo en el Estado de Minas Gerais, Brasil, en 2018. **Método**: Estudio ecológico que consideró datos de 853 municipios del Estado de Minas Gerais, Brasil. Se consideraron las vacunas Pentavalente, Polio, Meningococo C, Fiebre Amarilla, Rotavirus y Neumococo conjugado 10-valente aplicadas en 2018. Se utilizó la técnica de análisis espacial denominada exploración espacial para localizar conglomerados, identificando áreas con mayor o menor propensión a vacunar a su población. Para analizar la distribución espacial de la vacunación y la similitud entre municipios en relación a su cobertura, se realizó el Índice Univariado Global de Moran y, para identificar los factores correlacionados, se realizó el análisis Bivariante de Moran. Estos análisis se realizaron utilizando el software Geoda 1.12. Los conglomerados espaciales y sus respectivos indicadores se estimaron utilizando el software SatScan 9.8. También se construyeron mapas temáticos que contienen los hallazgos del escaneo espacial, con la ayuda del software ArcGIS 10.8. **Resultados**: La cobertura de vacunación adecuada en menores de un año fue baja y diversificada entre los municipios de las macrorregiones del estado. En todas las vacunas se identificaron conglomerados con baja propensión a la población vacunada. En general, existe una marcada polarización entre los conglomerados con menor probabilidad de ser vacunados, que se concentran básicamente en las macrorregiones Norte, Noreste, Leste, Jequitinhonha y Vale do Aço, y los que mostraron mayor propensión a los vacunados población presente en las macrorregiones Triángulo Norte y Sul. Se correlacionaron factores socioeconómicos y de oferta de servicios con la cobertura de vacunación. **Conclusión**: Los resultados serán útiles para diseñar intervenciones en la estructuración de los servicios de inmunización y la implementación de acciones de manejo por referencias técnicas regionales, para incrementar la cobertura de vacunación en los clusters con menor probabilidad de ser vacunados.

Descriptores: Programas de Inmunización. Sistemas de Información en Salud. Evaluación de Programas. Estudios Ecológicos. Análisis Espacial. Enfermería en Salud Pública.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão das macrorregiões do estado de Minas Gerais..... 36

Figura 2 - Áreas de aglomerados espaciais para alto e baixo risco espacial da cobertura vacinal, referentes as vacinas Pentavalente, Poliomielite e Meningocócica C em menores de um ano, Minas Gerais, 2018……. 47

Figura 3 - Áreas de aglomerados espaciais para alto e baixo risco espacial da cobertura vacinal, referentes as vacinas Febre amarela, Rotavírus e Pneumocócica Conjugada 10-valente em menores de um ano, Minas Gerais, 2018..... 48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Imunobiológicos ofertados às crianças menores de um ano, por tipo de dose e faixa etária, PNI - Brasil, 2018. 36

Quadro 2 - Descrição das variáveis consideradas para o estudo..... 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores socioeconômicos e de oferta de serviços de saúde associados a cobertura vacinal das vacinas Pentavalente, Poliomielite, Meningocócica C, Febre amarela, Rotavírus e Pneumocócica conjugada 10-valente em menores de um ano, Minas Gerais, 2018..... 49

LISTA DE SIGLAS

APPMS	Agenda de Prioridades de Pesquisa do Ministério da Saúde
BCG	Bacilo de Calmette-Guérin
CRIE	Centro de Referência de Imunobiológicos Especiais
CNPq	Conselho nacional de desenvolvimento científico
CONEP	Conselho nacional de ética em pesquisa
CGPNI	Coordenação Geral do Programa Nacional de Imunizações
CV	Cobertura vicinal
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DT	Doenças transmissíveis
DTP	Difteria, tétano e coqueluche
EAPV	Eventos adversos pós-vacinação
ESF	Estratégia saúde da família
EUA	Estados Unidos da América
FA	Febre amarela
FJP	Fundação João Pinheiro
GVAP	Global Vaccine Action Plan
IBGE	Instituto brasileiro de geografia e estatística
IDHM	Índice de desenvolvimento humano municipal
IMRS	Índice mineiro de responsabilidade social
MG	Minas Gerais
MMR	Sarampo, caxumba e rubéola
MNC	Meningocócica C
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAI	Programa Ampliado de Imunização
PNI	Programa Nacional de Imunizações
PNIIS	Política Nacional de Informática e Informação em Saúde
RED	Reaching Every District
RII	Registros informatizados de imunização
RR	Risco Relativo
SES/MG	Secretaria de estado de saúde de Minas Gerais
SIG	Sistemas de informação geográfica

SII	Sistemas informatizados de imunização
SI-API	Sistema de informação de avaliação do programa de imunização
SI-CRIE	Sistema de informação do Centro de Referência de Imunobiológicos Especiais
SIDEAD	Sistema de Informação de Estoque e Distribuição de Imunobiológicos
SI-EAPV	Sistema de informação de eventos adversos pós-vacinais
SIPNI	Sistemas de informações do programa nacional de imunizações
SIS	Sistemas de informações de saúde
SINASC	Sistema de informações sobre nascidos vivos
SNVS	Sistema nacional de vigilância em saúde
SUS	Sistema único de saúde
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UFSJ	Universidade Federal de São João del-Rei
USP	Universidade de São Paulo
VCV	Vigilância das coberturas vacinais
VORH	Vacina oral de rotavírus humano
VPC10	Vacina pneumocócica 10 valente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17

2 OBJETIVO 22

2.1 OBJETIVO GERAL 23

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 23

3 REFERENCIAL TEÓRICO 24

3.1 COBERTURA VACINAL..... 25

3.2 USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO MONITORAMENTO DAS COBERTURAS VACINAIS..... 28

3.3 OS SIG COMO TENDÊNCIAS PARA ANÁLISE ESPACIAL NA SAÚDE……..... 31

4 MÉTODO 34

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO 35

4.2 LOCAL DO ESTUDO 35

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA 36

4.4 COLETA DE DADOS 37

4.5 ANÁLISE DOS DADOS 38

4.6 ASPECTOS ÉTICOS 40

5 RESULTADOS 41

5.1 ARTIGO – AS DIFERENTES FACES DA COBERTURA VACINAL EM MENORES DE UM ANO EM MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE ESPACIAL 43

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 57

REFERÊNCIAS 59

ANEXOS 74

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A imunização é uma das formas mais econômicas de melhorar a sobrevivência infantil em todo o mundo. Nos últimos anos, houve um progresso significativo no que diz respeito ao contexto da vacinação, particularmente com a adoção de novas vacinas (ORENSTEIN; AHMED, 2017). Isso aumentou a necessidade de atingir um maior empenho no acesso aos suprimentos de imunização, na capacitação e envolvimento dos profissionais de saúde e na atuação dos chamados programas de imunização (WHO, 2017).

O sucesso desses programas é representado basicamente pelas altas coberturas vacinais, que garantem a prevenção de doenças no âmbito individual e coletivo (FERREIRA, WALDMAN, RODRIGUES et al., 2018). A cobertura vacinal (CV) é uma medida-síntese de performance utilizada nos Programas Nacionais de Imunização (PNI) e pode ser monitorada por meio de dados administrativos ou pesquisas periódicas (YU HU, YAPING, 2017). Esse indicador representa a proporção de pessoas vacinadas em relação ao número total de pessoas elegíveis - população-alvo da vacina - e geralmente é utilizado tanto em nível local quanto global (WHO, 2018).

O Global Vaccine Action Plan (GVAP) 2011-2020 orientou a todos os países o cumprimento de metas de CV em todas as vacinas do calendário nacional de imunização até 2020. Porém, no mundo todo, menos de dois terços dos países atingiram a meta GVAP para 2020, a exemplo da terceira dose da tríplice bacteriana, com 66% de cobertura (PECK, GACIC-DOBO, DIALLO, 2018).

No Brasil, desde a década de 90, a vacinação apresenta níveis satisfatórios de CV, garantindo o acesso e maior equidade em saúde. Isso se deve ao sucesso do PNI brasileiro, ao desenvolvimento e produção de agentes imunobiológicos no país e aos eventos pontuais de vacinação (SATO, 2018; BRASIL, 2012). Entretanto, existem evidências recentes da queda de coberturas de algumas vacinas, e, consequentemente, efeitos negativos como o aumento na mortalidade materno-infantil e epidemias de sarampo e febre amarela em todo o território brasileiro (SATO, 2018; LESSLER et al, 2016).

Entre 2006 e 2016, alguns estados do Norte e Nordeste, como Pará, Maranhão e Bahia mostraram uma redução no número de crianças menores de um ano vacinadas para Poliomielite. Outros estados como Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais também apresentaram características similares inclusive para outras vacinas (Tríplice Viral e BCG). Em relação ao aumento de vacinados ao ano, verificou-se essa tendência apenas no oeste do Mato Grosso e na região do Distrito Federal (ARROYO et al, 2020; BRASIL, 2019; BRAZ, 2016).

De maneira geral, a redução das CV pode influir no aumento do número de bolsões de pessoas não vacinadas e consequentemente aumentar o risco de novas epidemias de doenças imunopreveníveis. Nesse contexto, ainda coexiste a tendência de redução na imunidade de rebanho para outras populações não elegíveis para a vacinação (SUCCI, 2018; GUZMAN-HOLST et al, 2020; METCALF et al, 2015).

Fato é que diferentes estudos ao redor do mundo já demonstram que o cenário de redução das CV está relacionado em grande parte à influência familiar, à falta de conhecimento ou às estratégias recomendadas pelos programas de imunização. Esse cenário varia de acordo com os países, locais e contextos socioculturais das populações (HENRIKSON et al, 2017; CHOW et al, 2017; GILKEY et al, 2016; HOUGH-TELFORD et al, 2016).

Por isso, o monitoramento sistemático da CV é uma atividade indispensável para conhecer não apenas o que motiva os atrasos e rejeições à vacina, mas também as realidades onde estão inseridos fatores que vão desde a qualidade da gestão dos programas de vacinação, até possíveis conflitos políticos e econômicos (HORTA; DI FABIO, 2019; WHO, 2016; SILVA, 2020).

Esse monitoramento permite conhecer e identificar territórios que precisam de estratégias especiais de intervenção para aumentar as coberturas (FATIREGUN; OKORO, 2012; QUEIROZ, MONTEIRO, MOCHEL et al., 2013). Em outras palavras, conhecer a distribuição e o cumprimento das metas de CV facilita identificar fatores intervenientes tanto quanto a atuação dos serviços, subsidiando o planejamento e implantação das ações de imunização (SILVEIRA et al., 2020).

Na maioria dos países, os dados de CV provêm de Sistemas de Informação de Imunização (SII) de rotina e de pesquisas periódicas com base na população (WHO, 2018; SCOTT et. al, 2017; MORATO et al., 2020; SILVA et.al, 2020). Esses sistemas contêm informações não apenas sobre vacina em si, mas também a respeito da população, o que facilita o monitoramento individual ou coletivo dos indivíduos que recebem imunização (PAHO, 2018; MUSCOPLAT; RAJAMANI, 2017; SILVA et al, 2020).

A qualidade dos dados de imunização e o uso da informação acessível em tempo real são recursos que oportunizam a vacinação, reduzem as taxas de abandono e possibilitam a análise fidedigna de CV, com vantagens de cálculos mais apurados e de baixo custo (FERREIRA; SATO, 2018; BRAZ et al, 2016; FERREIRA, WALDMAN, RODRIGUES et al., 2018, DERROUGH, OLSSON, GIANFREDI et al., 2017). Além disso, a sistematização e a completude dos dados de imunização favorecem positivamente as pesquisas científicas, o que

potencializa a produção e disseminação de conhecimentos (SATO, 2015; POPOVICH et al, 2018; BRAZ et. al, 2018).

No Brasil, o SII foi implantado em 2010 e recebeu o nome de Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização (SIPNI) (BRASIL, 2014b, 2019). Essa inovação tecnológica permite o acompanhamento do vacinado em qualquer lugar do país, o monitoramento de coberturas com melhor acurácia e a tomada de decisões frente as atividades de vacinação (SATO, 2015; DOLAN, CARNAHAN, SHEARER et al., 2019).

Junto aos SII, os sistemas de informações geográficas (SIG) e a análise espacial são ferramentas que recentemente vem dando grande apoio para a epidemiologia, ajudando no entendimento sobre a dinâmica de transmissão de várias doenças (FREITAS et al, 2017; TATEM, 2017). A própria programação de erradicação da poliomielite, por exemplo, mostrou como o uso de dados através do mapeamento de sistemas de informações geográficas, juntamente com dados de vigilância, podem identificar crianças vulneráveis a doenças imunopreveníveis (CHOPRA et al, 2020).

Impulsionadas pelos avanços na tecnologia da informação e na disponibilidade crescente de uma variedade de conjuntos de dados geoespaciais, essas novas ferramentas metodológicas oferecem diferentes perspectivas sobre as análises epidemiológicas (TATEM, 2017). Uma delas, o georreferenciamento, é utilizado como instrumento analítico, partindo da hipótese de que as informações individualizadas podem vir a formar agregados espaciais (GALEA; KEYES, 2019).

Soma-se a isso a crescente demanda por métricas de saúde como parte do monitoramento das CV, gerando um interesse substancial na produção de estratégias visuais como mapas, em conjunto principalmente à determinantes associados para facilitar e apoiar o planejamento e implementação de ações dentro dos programas de imunizações (UTAZI et al, 2018; TAKAHASHI et al, 2017).

As CV entre os municípios das Unidades da Federação brasileira, podem ser estimadas com boa aceitabilidade e representatividade a partir dos dados do SIPNI (BRASIL, 2014; 2017; TAUIL, 2016; BRAZ et al, 2016). Neste propósito, e sabendo da importância de mensuração através de novos modelos de análise (como o geoprocessamento) justifica-se utilizar os dados referentes aos registros de doses aplicadas, especificamente em menores de um ano, para analisar espacialmente as CV.

Sendo assim, a importância desse trabalho reside no fato de proporcionar uma atualização do conhecimento acerca da distribuição da CV em menores de um ano no estado de Minas Gerais (MG). Além disso, este estudo encontra-se alinhado com a Agenda de Prioridades

de Pesquisa do Ministério da Saúde (APPMS), no eixo temático Programas e Políticas em Saúde e linhas de pesquisas prioritárias de Avaliação da qualidade dos dados do SIPNI, Avaliação nacional da cobertura vacinal em crianças menores de cinco anos e outros atributos de qualidade dos Programas de Imunizações (BRASIL, 2018b).

Tendo em vista a magnitude nacional do tema, é fundamental que os vários municípios do país busquem estratégias que possam monitorar e analisar o desempenho de suas coberturas vacinais.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a cobertura vacinal (CV) em menores de um ano e territórios sob risco no Estado de Minas Gerais, Brasil, em 2018.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Analisar a distribuição espacial da cobertura vacinal em menores de um ano.
b) Identificar aglomerados espaciais para a cobertura vacinal nos territórios de MG.
c) Identificar fatores correlacionados a distribuição espacial da cobertura vacinal no Estado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 COBERTURA VACINAL

Poucas medidas em saúde pública podem ser comparadas ao impacto da vacinação. As vacinas não apenas fornecem proteção individual para as pessoas que são vacinadas, mas também podem fornecer proteção à comunidade, reduzindo a propagação de doenças em uma população (ORENSTEIN; AHMED, 2017). Um exemplo disso são as 2,5 milhões de mortes por ano evitadas no mundo, mostrando que indivíduos adequadamente protegidos tendem a ter um desenvolvimento saudável (WHO, 2020).

Os avanços na imunologia e no desenvolvimento de vacinas demonstram que, à medida que novas vacinas são adicionadas a um cronograma de vacinação já complexo, são necessários sistemas de gerenciamento ainda mais eficientes e organizados para garantir a implementação dos serviços e coberturas adequadas (LOHARIKAR et al, 2016; CDC, 2017; LYDON et al, 2014). Dessa forma, investir nos programas de imunização têm sido sinônimo de uma redução significativa da mortalidade e morbidade por longos períodos de tempo, apresentando ainda um baixo custo (ZHOU et al., 2005; ZHOU et al., 2014).

Planejar, implementar e monitorar estes programas são ações que não podem ser executadas sem uma avaliação constante da imunidade da população e da incidência de doenças. As atividades de vigilância - definidas como uma coleta sistemática e disseminada de dados – se tornam essenciais para que as atividades de imunização e campanhas de eliminação consigam êxito (LOPALCO, 2015; BRAZ et al, 2016). Portanto, o monitoramento rigoroso de indicadores básicos como a CV, é essencial para identificar problemas e implementar medidas assertivas, vislumbrando avanços no desempenho dos programas implementados.

A CV, imprescindível para o sucesso dos programas de imunização, depende do número de indivíduos imunizados (BRAZ, 2016; LESSA; DOREA, 2013; BARROS et al, 2015; LOPALCO, 2015). Esta medida-síntese é estimada pelo método administrativo, tendo como numerador as doses de vacinas aplicadas registradas nos serviços de saúde, e no denominador, as estimativas populacionais (DOMINGUES; TEIXEIRA, 2013).

Para crianças até um ano de idade, é utilizado o número de nascimentos registrados no Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC). Já para as demais idades o denominador toma como referência as estimativas populacionais fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponíveis no sítio eletrônico do Departamento de Informática do SUS (DATASUS) (BRASIL, 2014b).

A CV de uma população também está diretamente relacionada às características do sistema de saúde, da atuação dos programas de imunização e também da população. Portanto, manter o seu monitoramento como rotineiro torna-se essencial e indispensável, concretizando como um indicador de acesso e um instrumento valioso para identificar áreas que precisam de estratégias especiais (MORAES; RIBEIRO, 2008; FATIREGUN; OKORO, 2012; QUEIROZ et al, 2013).

No mundo, investimentos foram disponibilizados para aumentar direta ou indiretamente as CV infantis e de rotina. GVAP 2011-2020 e o Programa Ampliado de Imunização (PAI) são exemplos disso, orientando e incentivando o cumprimento de metas de CV e a adoção de vacinas em países principalmente em desenvolvimento (ZERHOUNI, 2019; PECK, GACIC-DOBO, DIALLO, 2018; WHO, 2013b). Como resultado, ocorreu um rápido aumento de percentuais das vacinas ofertadas, em alguns casos passando de menos de 5% para mais de 80% (COLOMÉ-HIDALGO, 2020; CDC et al, 2013; GREENWOOD, 2014).

Na região da América Latina e Caribe (ALC) houve um avanço em relação ao cumprimento das metas de imunização, principalmente aquelas relacionadas à vacinação infantil. De acordo com os indicadores mais recentes, as taxas de CV regional foram de 89% para a vacina contra difteria, tétano e coqueluche (DTP) e 94% para a primeira dose da vacina contra sarampo, caxumba, rubéola (MMR). Essas taxas de cobertura foram superiores às médias globais de 85% para ambas as vacinas, indicando uma estabilidade dos programas de vacinação na região (PAHO, 2018; FRANCO-GIRALDO, 2016; WHO, 2011).

Apesar disso, as taxas de cobertura na região da ALC ainda não alcançaram a meta regional estabelecida pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), que é de 95% de cobertura em nível nacional, sugerindo grandes discrepâncias entre e dentro dos países da região. Prova disso foram as variações identificadas em 2018, como na DTP, com 60% de cobertura na Venezuela e 97% na Jamaica (PAHO, 2018; FRANCO-GIRALDO, 2016; WHO, 2011).

No Brasil, o acesso às vacinas é gratuito, por meio do PNI, que estabelece parâmetros de CV para as vacinas do Calendário Nacional de Vacinação da Criança, de 90% para as vacinas BCG (bacilo de Calmette-Guérin) e rotavírus humano; 95% para as vacinas hepatite B, poliomielite, pentavalente (vacina adsorvida difteria, tétano, coqueluche, hepatite B e Haemophilus influenzae b), MNC (meningocócica C), VPC10 (pneumocócica 10 valente), tríplice viral (vacina sarampo, caxumba e rubéola); e 100% para a vacina FA (febre amarela) (BRASIL, 2014b; BRASIL, 2019).

O cumprimento desses parâmetros proporcionaram a redução da morbimortalidade entre crianças, a exemplo da erradicação da varíola em 1971, da poliomielite em 1989, do sarampo em 2016 e do tétano neonatal em 2017, com ações de vacinação de rotina e campanhas por todo o país (PUFFER, 1973; SILVEIRA et al, 2020; WALDMAN et al, 2015; BARRETO et al, 2011).

Porém, a partir de 2016 as coberturas infantis têm declinado cerca de 10 a 20 pontos percentuais. Consequentemente essa redução tem influenciado negativamente a população, como aumento na mortalidade materno-infantil e ocorrência de epidemias, a mais recente de sarampo em Roraima e no Amazonas (BRASIL, 2020; BRASIL, 2018d). Destaca-se ainda que a taxa de imunização contra a poliomielite no Brasil, em 2016, foi a mais baixa dos últimos 12 anos (84,4%) (BRASIL, 2018d; LESSLER et al, 2016).

Mesmo que ainda não seja possível afirmar se há uma oscilação temporária da cobertura ou se há uma redução real, esses dados coincidem com uma tendência global relacionada as vacinas de sarampo e DTP, que chegaram a uma CV de 85% (WHO, 2018). Isso influi na possibilidade do número de bolsões de pessoas não imunizadas aumentar e com isso o risco de novos surtos, bem como a redução da imunidade de rebanho (SUCCI, 2018; GUZMAN-HOLST et al, 2020; METCALF et al, 2015).

Já é possível observar evidências de aglomerados subregionais de baixas coberturas no Brasil ou subpopulações em maior risco e vulnerabilidade para o adoecimento decorrente de doenças imunopreveníveis (SILVEIRA et al., 2020; BRAZ, 2016). Isso pode estar atrelado em grande parte à influência familiar, à falta de conhecimento ou às estratégias recomendadas pelos programas de imunização (HENRIKSON et al, 2017; CHOW et al, 2017; GILKEY et al, 2016; HOUGH-TELFORD et al, 2016).

A confiança nas vacinas e nos profissionais de saúde é crucial para manter a demanda e a imunização nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (MCCLURE et al, 2017). Grande parte da população segue o cronograma vacinal instruído pelas instituições de saúde, mas o desafio permanece quando é preciso abordar grupos que recusam ou atrasam a aplicação de doses, por exemplo (MCCLURE et al, 2017; KUMAR et al, 2016).

O conhecimento dos diversos fatores que estão relacionados ao atraso e as rejeições a vacina se torna imprescindível nesse cenário. Em alguns países, os atrasos na conclusão do calendário de vacinação podem ser devidos à má gestão do programa, desinformação ou a disseminação de informações errôneas. Esses fatores comprometem a cobertura vacinal eficaz, constituindo uma grave ameaça à saúde pública (HORTA; DI FABIO, 2019; WHO, 2016; SILVA et. al, 2020).

No Brasil, alguns fatores que podem influenciar no atraso ou na recusa vacinal podem ser identificados: enfraquecimento do Sistema Único de Saúde (SUS), aspectos sociais e culturais que incluem experiência pessoal, fatores socioeconômicos, nível de educação, falta de conscientização sobre doenças e suas vacinas, crenças religiosas, dentre outros (GUZMAN-HOLST et al, 2020; SATO, 2018).

Isso acarreta em uma discussão importante, trazendo à tona as particularidades de cada região dentro de um país. Ou seja, diferentes circunstâncias socioeconômicas, geográficas, políticas e culturais, podem levar a diferentes fatores que afetam a cobertura da vacinação (GUZMAN-HOLST et al, 2020).

3.2 USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NO MONITORAMENTO DAS COBERTURAS VACINAIS

Os SIS constituem estratégias de inovação tecnológica gerencial que instrumentalizam a organização das informações em saúde, potencializando a gestão destes dados nos diferentes *settings* do cuidado em saúde. São reconhecidos como um componente essencial para fomentar, desenvolver e implementar a tomada de decisão, potencializando as ações estratégicas em saúde (CAVALCANTE et. al, 2015; PINHEIRO et. al, 2015; HOLMES et al, 2016; SANTOS et. al, 2017; SILVA et. al, 2020). Dessa forma, o papel da tecnologia na saúde pública passa a ser bastante significativo (POPOVICH et al, 2018).

O desenvolvimento de uma tecnologia de informação depende da complexidade do tipo de serviço, que possui técnicas diferenciadas e insumos específicos conforme suas atividades (BITTAR et al, 2018). Um exemplo disso é a vacinação, que conta com os SII, imprescindíveis para garantir atitudes efetivas frente às atividades de imunização. Neles os indivíduos que receberam as vacinas são cadastrados em um sistema computadorizado dentro de uma região específica, objetivando fomentar resultados para facilitar o acompanhamento individualizado ou coletivo (CDC, 2012; MUSCOPLAT; RAJAMANI, 2017; PAHO, 2018).

Estudos nacionais e internacionais sobre SII apontam que a tecnologia oportuniza o monitoramento da CV, o fornecimento de dados sobre eventos adversos pós-vacinação (EAPV), o controle e validade dos imunobiológicos (YAMOAH et al, 2019; D'ANCONA, 2018; DOLAN, 2019) e melhora a tomada de decisões frente as atividades de vacinação (SATO, 2015; BRAZ et al, 2016; SILVA et al, 2020).

Os SII são confidenciais com base populacional e estão entre as ferramentas mais importantes para fortalecer, avaliar e monitorar o desempenho dos programas de imunização em todos os níveis de governo, provendo dados atualizados (CDC, 2013; ANCONA, 2018;

MUSCOPLAT; RAJAMANI, 2017; DANOVARO-HOLLIDAY, 2014). A sua utilização estimula a equidade de acesso aos imunobiológicos, a identificação de bolsões de baixa cobertura (SATO, 2015), o aumento da CV, e consequentemente, a redução de doenças imunopreveníveis por meio de sua capacidade de determinar o status vacinal do indivíduo e oferecer suporte a decisões clínicas (TASKE FORCE, 2018; MILLER; HAYNEY, 2015).

Na década de 70 surgem nos EUA, Inglaterra e Canadá os primeiros SII, desenvolvidos por organizações prestadoras de serviços, com o propósito de integrar os programas de imunização existentes. Na ALC, os países México e Uruguai foram os primeiros a começar a usar SII nacionais para monitorar as coberturas e os dados individualizados (LUHM; WALDMAN, 2009; DANOVARO-HOLLIDAY et al, 2014; LUHM et al, 2010).

Já o Brasil, desde a década de 1990, conta com sistemas informatizados de imunização, sendo o SII do Serviço Especial de Saúde de Araraquara da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, desenvolvido pelo Centro de Tecnologia da Informação de São Carlos, o mais antigo (LUHM; WALDMAN, 2009).

No decorrer dos anos, o PNI implantou inicialmente o Sistema de Informação de Avaliação do Programa de Imunização (SI-API) que permitia computar somente informações sobre doses aplicadas, CV e taxa de abandono (BRASIL, 1998). Além desse, outros foram criados, como o Sistema de Informação de Eventos Adversos Pós Vacinais (SI-EAPV); o Sistema de Informação do Centro de Referência de Imunobiológicos Especiais (SI-CRIE) e o Sistema de Informação de Estoque e Distribuição de Imunobiológicos (SI-EDI) (BRASIL, 2018a; NOBREGA, TEIXEIRA, LANZIERI, 2010). Esses sistemas foram implementados por 12 anos até serem considerados insuficientes para atender as demandas do PNI (SATTO, 2015).

Em virtude da importância dos SII para a gestão dos serviços de imunização, a Coordenação Geral do Programa Nacional de Imunizações (CGPNI), em parceria com o DATASUS, criou em 2010 o SIPNI, que agrupou em uma base de dados única os subsistemas do PNI, configurando-se em um único sistema informatizado de imunização do Brasil (BRASIL, 2018a; 2018b; NOBREGA, TEIXEIRA, LANZIERI, 2010).

O SIPNI está integrado à Estratégia e-SUS AB. Nela, os profissionais de saúde da Atenção Primária registram as informações de imunização exclusivamente nos softwares disponibilizado Ministério da Saúde (Prontuário Eletrônico do Cidadão - PEC ou Coleta de Dados Simplificada - CDS) ou nos sistemas próprios ou de terceiros devidamente integrados ao Sistema de Informação em Saúde para a Atenção Básica (SISAB). Já os dados referentes à movimentação de imunobiológicos nas salas de vacinas, aos eventos adversos pós-vacinação e ao monitoramento rápido de coberturas vacinais são registrados via SIPNI (BRASIL, 2021).

Dentre as aplicabilidades do SIPNI destacam-se: registro do vacinado por faixa etária e por doses de vacinas aplicadas na rotina e nas campanhas; controle de estoque e a distribuição dos imunobiológicos; controle das perdas físicas e técnicas de vacinas; notificação das reações que estão ocorrendo pós-vacinação (EAPV); identificação dos indivíduos que receberam atendimento no Centro de Referência de Imunobiológicos Especiais (CRIE) (BRASIL, 2014; 2018b). O Sistema possibilita ainda, a identificação de bolsões de baixa cobertura, o que propicia o acesso equânime da população aos imunobiológicos e o desenvolvimento de pesquisas científicas, o que contribui para a disseminação do conhecimento (SATO, 2015; LUHM; WALDMAN, 2009).

A demanda por registros informatizados de imunização (RII) vem aumentando frente a a necessidade de monitoramento de indicadores, como as CV heterogêneas no país. Estes são concebidos como ações estratégicas que influenciam diretamente na tomada de decisões e potencializam a ação dos gestores (TAUIL, 2017).

Os dados produzidos, se utilizados, subsidiam o gerenciamento em sala de vacinação quanto à supervisão, monitoramento e avaliação de práticas de imunização (SILVA et al., 2020); ao incremento de CV por meio do agendamento de vacinas, busca de faltosos (LUHM; WALDMAN, 2009; CDC, 2012; BRAZ et al, 2016); a vigilância de eventos adversos pós-vacinação (EAPV) e apuração de imunobiológicos utilizados nos serviços e nos CRIE (CUTTS et al, 2016; SILVA et. al, 2016; LUHM, WALDMAN, 2009; FERREIRA et al.,2018). Portanto, estudos sobre o uso RII são imprescindíveis para garantir atitudes efetivas frente às atividades de gestão e operacionalização do SII para assim aprimorar as condutas em salas de vacinação e apoiar as ações de vigilância em saúde (FERREIRA, 2018; BRAZ et. al, 2018; SILVA et al., 2021).

Apesar da introdução de tecnologias inovadoras para implementar a organização dos serviços, a comunicação e a qualidade do cuidado prestado, fatores como a falta de conhecimento e falta de recursos e infraestrutura (SILVA et al., 2020), bem como problemas nos componentes tecnológicos dos *softwares* (MORATO et. al, 2020), podem também influenciar a aceitação e o uso dessas tecnologias pelos profissionais de enfermagem atuantes em sala de vacinação (DE OLIVEIRA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020).

Contudo, mesmo considerando as dificuldades organizacionais e a pouca experiência da equipe de enfermagem com recursos tecnológicos, estudos realizados por Oliveira et al (2020) revela que os fatores condicionantes da aceitação e do uso do SIPNI são favoráveis. Essa evidência sugere maior adesão à tecnologia por parte dos profissionais e isso pode favorecer o

aprimoramento da qualidade da informação que realmente possibilite registros de vacinação completos e corretos e com acesso eletrônico em tempo real.

Por outro lado, o uso dos registros de imunizações é utilizado para fins de pesquisas o que também contribui para o aprimoramento da qualidade da informação dos SII (POPOVICH et al, 2018; FERREIRA et al., 2018; BRAZ et. al, 2018). Pressupõe-se que muitos dos problemas de completude e consistência dos dados podem ser minimizados a partir dos resultados de estudos que utilizam bases secundárias, como os SII.

3.3 OS SIG COMO TENDÊNCIAS PARA ANÁLISE ESPACIAL NA SAÚDE

Na Saúde Pública, o conceito de espaço já é usado há mais de 2.000 anos e tem sido reformulado, moldando-se de acordo com a concepção de saúde-doença vigente em cada época. Seguindo essa tendência é possível perceber que com o passar do tempo, o espaço deixou de ser considerado apenas uma delimitação geográfica, contemplando também as relações e as dinâmicas sociais, econômicas e políticas que o modificaram no decorrer da história (NETO et al., 2013; BOLFE et al., 2008; CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

A evolução da concepção de espaço, em epidemiologia, passou a ser orientada a partir de seu entendimento como o lugar onde os agentes infecciosos circulam, possibilitando avanços teóricos em diferentes áreas de estudo, principalmente nas áreas geográficas. Nessa perspectiva, os tipos clássicos de investigação - diagnósticos de saúde – começaram a dar ênfase maior às doenças da população em oposição às doenças do indivíduo (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005; REBOLLEDO et al., 2018).

No que se diz respeito a vigilância das doenças transmissíveis, o espaço, enquanto categoria de análise, foi incorporado às suas práticas por permitir identificar áreas de aglomeração de eventos de saúde. Isso significa que áreas de maior risco de ocorrência de doenças - informação que representa importante subsídio para o planejamento das ações de prevenção e controle - poderiam relacionar condicionantes geográficos e socioeconômicos à doença de interesse (REBOLLEDO et al., 2018; FERREIRA, 2011).

Em outras palavras, a utilização de técnicas de que utilizam o espaço na saúde é base para se compreender o perfil epidemiológico das doenças. Consequentemente, as pesquisas com o objetivo de conhecer quantitativamente os fenômenos que se manifestam no território, utilizam os conceitos-chave de geoprocessamento e análise espacial associada a métodos estatísticos. (MAGALHÃES, 2012; FERREIRA, 2011; CAMARA et al., 2001).

Trazendo esse contexto à tona, o geoprocessamento e a análise espacial, transformaram-se em instrumentos valiosos para o auxílio na construção de mapas e no planejamento,

monitoramento e avaliação das ações em saúde. As atividades que envolvem esse cenário podem ser executadas por sistemas específicos, que são mais comumente chamados de SIG (ARAÚJO; FERREIRA; ABREU, 2008).

Os SIG podem ser caracterizados como sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la (CAMARA et al., 1996)

Esses sistemas podem ser facilmente relacionados à saúde pública, com o intuito de processar dados que foram georreferenciados de forma rápida, através de processamento e integração. Esse é um dos motivos para que os SIG sejam considerados pela OPAS como uma das mais efetivas tecnologias existentes, com o poder de facilitar os processos de informação e tomada de decisão (RESENDES et al., 2007; DE PINA et al., 2000). Também não é à toa o crescente interesse dos gestores de saúde no uso do geoprocessamento e de outros softwares para análise de territórios (NARDI et al., 2013; XAVIER-DA-SILVA et al., 2001).

Nos dias de hoje, os custos de adoção de um SIG podem ser relativamente baixos em relação as vantagens comparativas que pode proporcionar. Para isso, se encontram disponíveis programas de qualidade considerável a preços baixos, sobretudo para instituições públicas, e inclusive gratuitos, como é o caso dos programas brasileiros de domínio público de geoprocessamento SPRING® e TerraView®, desenvolvidos e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e os programas gratuitos com enfoque na saúde pública EpiInfo/EpiMap®, HealthMapperb, SIGEpi® e Geoda®. Outros programas que podem contribuir para o uso do geoprocessamento saúde são ArcGIS®, QGIS®, GvSIGE, OpenJUMP®, SIGEpi® e tabwindo, para os quais universidades e organizações públicas e privadas oferecem treinamento constante (NASCIMENTO et al., 2007; MARTÍNEZ-PIEDRA et al., 2004).

Para a realização das análises junto a esses softwares, é necessário que seja feita a localização geográfica dos eventos estudados, levando a associação das informações dos mapas à base de dados alfanumérica. O SIG não cria os dados, mas os relaciona através de um sistema de referências que descreve relações espaciais. Assim, é possível averiguar a ocorrência de correlações espaciais entre as unidades de análise, identificando variáveis que expliquem diversos fenômenos como sendo possíveis fatores de risco (ARAÚJO; FERREIRA; ABREU, 2008).

Nesse sentido, entram como uma das ferramentas mais importantes para a análise de dispersão espacial do risco de um evento, os mapas temáticos. Estes mapas são instrumentos

valiosos em estudos epidemiológicos, principalmente como uma ferramenta descritiva que facilita o entendimento do objeto de estudo. (NARDI et al., 2013; ASSUNÇÃO et al., 1998).

Logo, a partir da análise da distribuição espacial entre causa e efeito de um determinado objeto em determinado espaço geográfico, é possível que sejam feitos estudos sobre as diferentes influências que atuam nas regiões e nas áreas de abrangência, permitindo, a partir disso, acesso rápido às informações necessárias para o monitoramento e avaliação nesse cenário (NARDI et al., 2013).

Vale destacar outra aplicação do geoprocessamento na saúde pública: os aglomerados (*clusters*). Eles podem ser compreendidos como um conjunto de pessoas ou de atividades que se concentram em espaços físicos relativamente pequenos, possibilitando uma melhor compreensão e análise das circunstâncias que envolvem os problemas focalizados (NARDI et al., 2013).

O uso desse tipo de análise na saúde é de suma importância no Brasil, uma vez que a grande desigualdade não é apenas evidenciada em grandes regiões, estados e municípios, mas também no interior dessas áreas, principalmente em espaços urbanos (BRASIL, 2007). Com esse cenário, o Ministério da Saúde do Brasil vem propondo nos últimos anos a construção de uma estratégia de *e-Saúde* para a qualificação dos processos de atenção da população (SASAKI et al., 2015).

Claro exemplo disto é a formalização da Política Nacional de Informática e Informação em Saúde (PNIIS), idealizada originalmente em 2003, redefinida e instituída formalmente na Portaria N° 589/GM de 20 de maio de 2015, a qual estabelece que a informação em saúde deve ser elemento estruturante para a universalidade, a integralidade e a equidade social na atenção à saúde. Sendo que, a interoperabilidade, entendida como a capacidade dos sistemas de informação em saúde de trabalharem juntos, independente dos limites organizacionais, é um dos requisitos básicos para o desenvolvimento efetivo da estratégia de *e-Saúde* (SASAKI et al., 2015; BRASIL, 2015).

4 MÉTODO

4 MÉTODO

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Estudo ecológico (ROTHMAN; GREENLAND; LASH, 2008) realizado no estado de MG, para determinar a CV e sua distribuição espacial nos 853 municípios.

Os estudos ecológicos abordam, com maior frequência, áreas geográficas ou blocos de população bem delimitadas, analisando comparativamente suas variáveis globais, quase sempre por meio da correlação entre indicadores de condições de vida e indicadores de situação de saúde (ROTHMAN; GREENLAND; LASH, 2008).

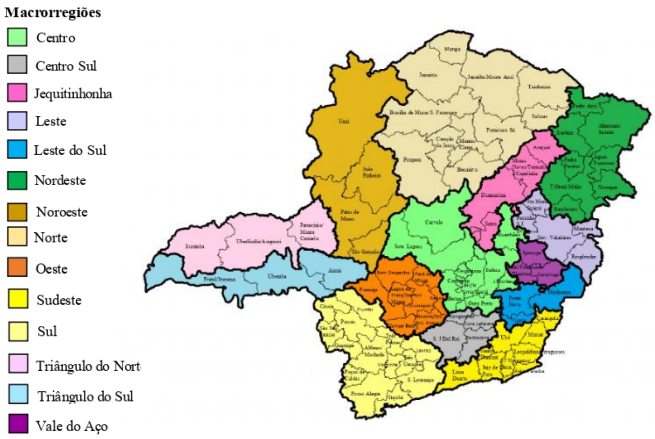
4.2 LOCAL DO ESTUDO

O Estado de MG possui uma área de 586.528,293 Km², uma população estimada de 20.033.665 milhões de habitantes, com densidade de 30,40 hab/Km² e um grau de urbanização de 85,29% (IBGE, 2010). Seu território é dividido em 14 macrorregiões (Figura 1), são elas: Sul, Centro Sul, Centro, Jequitinhonha, Oeste, Leste, Vale do aço, Sudeste, Norte, Noroeste, Leste do Sul, Nordeste, Triângulo do Sul, Triângulo do Norte (MINAS GERAIS, 2019).

Essas Macrorregiões são divididas em 89 microrregiões de saúde que abrangem o universo de 853 municípios, distribuídos em 28 Superintendências/Gerências Regionais de Saúde – SRS/GRS: Belo Horizonte, Itabira, Sete Lagoas, Barbacena, São João Del Rei, Diamantina, Coronel Fabriciano, Governador Valadares, Manhumirim, Ponte Nova, Pedra Azul, Teófilo Otoni, Patos de Minas, Unaí, Januária, Montes Claros, Pirapora, Divinópolis, Juiz de fora, Leopoldina, Ubá, Alfenas, Passos, Pouso Alegre, Varginha, Ituiutaba, Uberlândia, Uberaba (MINAS GERAIS, 2019).

A região mais densamente povoada é a Macrorregião Centro, onde se localiza a região metropolitana de Belo Horizonte, capital mineira e município de maior porte populacional, com 31,7% da população total do estado. Entre as macrorregiões, a de menor taxa de ocupação populacional é a de Jequitinhonha (1,5%), que possui também o menor número de municípios (2,7%). Neste aspecto, o maior número de municípios concentra-se nas macrorregiões Sul (18,1%), Centro (12,0%), Sudeste (11,0%), Norte (10,0%) e Leste (9,8%). É expressivo o número de municípios com população menor de 10.000 habitantes, que totalizam 509 (59,7%). Somente 27 (3,2%) contam com mais de 100.000 residentes, que equivalem a 44% da população do Estado (MINAS GERAIS, 2019).

Figura 1 – Divisão das macrorregiões do estado de Minas Gerais



Fonte: SES/MG, 2019

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Foi considerada a população vacinada de crianças menores de um ano, residentes nos 853 municípios mineiros, que apresentem registros de vacinação dos imunobiológicos no SIPNI do Brasil. Foram consideradas para este estudo, seis vacinas com esquema sequencial correspondente a duas ou três doses e uma vacina com dose única, conforme apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Imunobiológicos ofertados às crianças menores de um ano, por tipo de dose e faixa etária, PNI-Brasil, 2018.

Imunobiológico	**Tipo de dose indicada**	**Faixa etária**
Pneumocócica conjugada 10-valente (VPC10)	2ª dose (D2)	6 meses
Pentavalente (DTP/Hib/HB)	3ª dose (D3)	6 meses
Poliomielite	3ª dose (D3)	6 meses
Vacina oral de rotavírus humano (VORH)	2ª dose (D2)	4 meses
Meningocócica C (MNC)	2ª dose (D2)	5 meses
Febre amarela (FA)	Dose única (DU)	9 meses

Fonte: Instrução Normativa referente ao calendário nacional de vacinação. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, 2020.

*Não foram incluídas as vacinas BCG (Bacillus Calmette-Guérin) e Hepatite B, uma vez que o Ministério da Saúde orienta sua administração o mais precocemente possível, de preferência na maternidade, logo após o nascimento (BRASIL, 2020c).

4.4 COLETA DE DADOS

Nesta pesquisa foram utilizados dados secundários, sendo o número de doses de vacinas aplicadas obtidos do SIPNI, para o período de janeiro a dezembro de 2018 e número de nascidos vivos obtidos do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos – SINASC, para o ano de 2017, utilizados para estimativas de crianças menores de um ano. Além destes, foram utilizados, como possíveis fatores correlacionados a CV, variáveis socioeconômicas e de estrutura/oferta de serviços de saúde provenientes da base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Quadro 2).

Quadro 2. Descrição das variáveis consideradas para o estudo.

VARIÁVEIS	
Variável resposta	**Descrição**
Cobertura vacinal	A CV apresenta no numerador, o total de doses que completam o esquema de cada vacina, e no denominador, o número de nascidos vivos no município (registrados no SINASC), multiplicado por 100. O PNI estabeleceu meta de: 90% para a vacina VORH; 95% para pentavalente, poliomielite, PNM, MNC e 100% para FA. (BRASIL, 2013b).
Variáveis socioeconômicas	**Descrição**
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH – M)	O IDHM é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano. (BRASIL, 2013a).
Taxa de urbanização	Quantitativo da população urbana divido pelo da população total e multiplique por 100. Assim você encontra a taxa de urbanização, que corresponde ao percentual de população urbana de cada estado em relação à população total. (IBGE, 2017).
Renda per capita	A renda per capita de cada indivíduo é definida como a razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos (IBGE, 2017).
Percentual da população com ensino fundamental completo	Razão entre as pessoas de 25 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo e o total de pessoas de 25 anos ou mais de idade em todos os níveis de instrução. (IBGE, 2017).

Número de famílias com renda per capita até 1/2 salário mínimo	O indicador refere-se ao total de famílias que foram cadastradas no Cadastro Único (CadÚnico), cuja renda per capita é igual ou inferior a 1/2 salário mínimo (FJP, 2017).
Produto Interno Bruto per capita	Corresponde ao valor do Produto Interno Bruto (PIB) total do município no ano dividido pela sua população total, em reais correntes (FJP, 2017).
Variáveis de oferta de serviços de saúde	**Descrição**
Índice de absorção de tecnologias digitais pela gestão municipal	O indicador fornece uma visão resumida sobre a posição de cada município frente à utilização de tecnologias digitais em suas atividades de gestão. O índice é calculado utilizando-se uma fórmula simples que parametriza a pontuação total obtida pelo município em relação ao valor máximo obtido com respostas positivas em todos os quesitos (sete, no caso) (FJP, 2017).
Percentual do gasto em saúde em relação à receita de impostos e transferências (EC 29)	Razão entre as despesas realizadas pelo município com a área da saúde e a sua receita de impostos e de transferências constitucionais, multiplicada por 100. (FJP, 2017).
Porcentagem de cobertura de Estratégia Saúde da Família (ESF)	Razão entre a capacidade de atendimento e a população total do município. A capacidade de atendimento corresponde ao produto do número médio de equipes no ano (soma dos números de equipes de saúde da família em cada mês do ano, dividido por 12) e da estimativa de atendimento médio por equipe, de acordo com a SES/MG (FJP, 2017).

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

Foi utilizada a técnica de análise espacial denominada estatística de varredura, desenvolvida por Kulldorff e Nagarwalla (1995), com o objetivo de localizar e avaliar os aglomerados (*clusters*) de vacinados no espaço. Para tanto, foi estabelecido como unidades de análise os 853 municípios de Minas Gerais.

Nesta técnica é estabelecida uma varredura gradual por meio de uma janela de análise de tamanho variável em toda a extensão territorial do cenário em estudo. No presente estudo a janela foi estabelecida como circular e seu raio tendo limite superior específico e selecionado em 50% da população alvo de vacinados em MG. Assim, possui como característica intrínseca uma alta flexibilidade, tanto na sua localização como no seu tamanho, desenvolvendo um número infinito de círculos geográficos distintos, ao qual cada um deste é elegível para ser um aglomerado (KULLDORFF; NAGARWALLA, 1995).

A estatística de varredura usa diferentes modelos de probabilidade, sendo que para o número de vacinados nos municípios mineiros foi estabelecido o modelo discreto de Poisson.

Para cada janela analisada, testa-se a hipótese nula (H0) frente à hipótese alternativa (H1) para a existência de um risco elevado do evento analisado (CV), em comparação com a janela exterior, ou seja, o restante do território analisado (LUCENA, 2012).

A análise foi processada pelo software SaTScan 9.6, delimitando como parâmetro a não sobreposição geográfica dos aglomerados (COULSTON, 2003). O teste de significância dos aglomerados identificados baseou-se na comparação entre as estatísticas de teste de razão de verossimilhança e uma distribuição nula, obtida de acordo com a simulação de Monte Carlo. O número maior de replicações realizadas na simulação de Monte Carlo afeta o poder do respectivo teste, sendo que para analisar a vacinação no estado foi estabelecido 999 replicações (KULLDORFF E NAGARWALLA, 1995).

Para os aglomerados significativos foi considerado o risco relativo (RR) como forma de comparação das informações em áreas dessemelhantes. O RR é uma medida epidemiológica com valor não negativo e que representa o quão comum é o evento no determinado aglomerado espacial. Considerando o número de vacinados no estado de MG, os valores de RR maiores que "um" (RR>1) representam um aumento na probabilidade em ser vacinado em determinado local, enquanto que o valor menor que "um" (RR<1) se opõe a esta definição, ou seja, uma redução na chance de ser vacinado em uma região (LAWSON, 2008). Esse cálculo é realizado pela seguinte fórmula matemática:

$$RR = \frac{cE[c]}{(C-c)(E[C]-E[c])} = \frac{cE[c]}{(C-c)/(C-E[c])}$$

Sendo "c" é o número de casos observados dentro do cluster, "C" o número total de casos no conjunto de dados, "E[c]"o número de casos esperados dentro da janela sob a hipótese nula (SÃO PAULO, 2013).

Para analisar a distribuição espacial da vacinação e a similaridade entre os municípios em relação a sua cobertura foi realizada a estatística de Moran ou Índice de Moran, considerado o indicador global de autocorrelação espacial mais comumente utilizado em análises espaciais. Esse Índice mede a autocorrelação espacial com base na localização de um local perante os seus valores próximos, denominado como "*spatial lag*", que representa a média da contagem do evento entre os vizinhos deste mesmo local. Dado os atributos associados, este indica se existe a tendência de aglomeração, dispersão ou se os dados analisados espacialmente possuem uma distribuição aleatória no território analisado (ANSELIN, 1993).

A autocorrelação espacial varia de -1 a 1 e pode ser interpretada como: valores próximos a zero indicam uma maior tendência de aleatoriedade espacial, enquanto que resultados

positivos indicam uma autocorrelação espacial positiva e valores negativos são interpretados como autocorrelação negativa (ANSELIN, 1993). A significância estatística do Índice de Moran foi calculada por permutação aleatória para obtenção da pseudo distribuição ao qual o parâmetro de significância pode ser computado. Assim, como no caso da estatística de varredura, foi estabelecida 999 permutações aleatórias para o cálculo do valor p do Índice de Moran (AZEVEDO et al, 2020).

Para cumprir o terceiro objetivo (identificar os fatores correlacionados com a distribuição espacial da vacinação no estado de MG) foi conduzida a análise denominada como Moran Bivariado. Este indicador é uma medida global de autocorrelação para mensurar a dependência espacial de uma variável perante outra em suas proximidades. Enquanto o Índice de Moran analisa o grau de associação linear do número de vacinados no espaço, o Moran Bivariado fornece um indicador de associação linear entre a contagem de vacinados e uma segunda variável diferente em regiões vizinhas (ANSELIN, 2020).

O Moran Bivariado pode ser interpretado como um coeficiente de regressão em uma regressão bivariada, sendo gerado valor de p de forma similar ao detalhado anteriormente para o Índice de Moran (ANSELIN, 2020). As variáveis selecionadas para a análise de correlação espacial foram aquelas apresentadas no Quadro 2.

Tanto para a análise de autocorrelação espacial global (Índice de Moran), como para o Moran Bivariado (Correlação espacial) foi considerada uma matriz de vizinhança do tipo "*Queen*", ao qual municípios que dividem fronteira são considerados como vizinhos. Estas análises foram conduzidas no software Geoda 1.12.

Para elaborar os mapas coropléticos com os resultados das respectivas análises de varredura foi utilizado a base cartográfica do estado de MG e de seus respectivos municípios obtido gratuitamente no site do IBGE e elaborado por meio do software ArcGIS 10.8.

4.6 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa integra um projeto maior, intitulado: “Avaliação do impacto do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização: um estudo em estado brasileiro”, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) sob o parecer nº 3.612.038 e CAAE 20670819.9.0000.5545, em 01 de outubro de 2019 (ANEXO I). Os aspectos éticos da confiabilidade e privacidade nessa pesquisa foram assegurados de acordo com a Resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Ética em

Pesquisa (CONEP), que trata sobre pesquisa envolvendo seres humanos. A pesquisa foi autorizada também pela Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (ANEXO II).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os resultados e a discussão foram apresentados em forma de artigo científico. Artigo que será submetido na Revista de Saúde Pública.

Determinantes sociais de saúde na cobertura vacinal: uma análise espacial em Minas Gerais

Social determinants of health in vaccination coverage: analysis of spatial in Minas Gerais

Matheus Adriano Divino Prereira[I]; Eliete Albano de Azevedo Guimarães[I]

[I]Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). Programa de Pós Graduação em Enfermagem. Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

Objetivo: analisar o comportamento espacial da cobertura vacinal em menores de um ano e seus fatores determinantes de saúde no Estado de Minas Gerais. **Método**: Estudo ecológico que considerou dados oriundos dos 853 municípios mineiros. Foram consideradas as vacinas Pentavalente, Poliomielite, Meningocócica C, Febre amarela, Rotavírus e Pneumocócica conjugada 10-valente aplicadas em 2018. Foi utilizada a estatística de varredura para localizar e avaliar os aglomerados de vacinados no espaço. Para analisar a distribuição espacial da vacinação e a similaridade entre os municípios em relação a sua cobertura foi realizado o Índice de Moran Global Univariado. Para correlacionar os fatores socioeconômicos e de oferta de serviços de saúde foi conduzida a análise de Moran Bivariado. Os aglomerados espaciais e seus respectivos indicadores foram estimados pelo software SatScan 9.8. Também foram construídos mapas temáticos contendo os achados do *scan* espacial, com o auxílio do software ArcGIS 10.8. **Resultados**: A análise espacial da cobertura vacinal apontou um comportamento heterogêneo das vacinas entre as macrorregiões do estado de Minas Gerais. Nos 853 municípios foram identificados aglomerados significativos em todas as seis vacinas analisadas e encontrados *clusters* com maior ou menor propensão de vacinados em suas respectivas áreas. Verificou-se a dependência espacial da cobertura vacinal em relação a fatores socioeconômicos e de oferta de serviço demonstrando uma associação positiva e significativa. **Conclusão**: Os resultados são úteis para projetar intervenções quanto à estruturação dos serviços de imunização e implementação de ações de gerenciamento nas regionais de saúde, para aumentar a cobertura vacinal nos aglomerados com menor propensão a vacinação e consequentemente, de maior risco para doenças imunopreveníveis.

Palavras-chave: Cobertura Vacinal. Análise espacial; Determinantes sociais da saúde

Introdução

A cobertura vacinal é uma medida-síntese de performance utilizada nos Programas Nacionais de Imunização (PNI) e pode ser monitorada por meio de dados administrativos ou pesquisas periódicas de cobertura vacinal.[1]

No Brasil, desde a década de 90, a vacinação apresenta níveis de coberturas satisfatórios, garantindo o acesso e maior equidade em saúde.[2] Entretanto, já existem evidências da queda em algumas vacinas, e, consequentemente, efeitos negativos como o aumento na mortalidade materno-infantil e epidemias de sarampo e febre amarela em todo o País.[3]

Por isso, o monitoramento sistemático das coberturas é uma atividade indispensável para conhecer não apenas o que motiva os atrasos e rejeições à vacina, mas também as realidades onde estão inseridos fatores que vão desde a qualidade da gestão dos programas de vacinação, até possíveis conflitos políticos e econômicos.[4]

As quedas nas coberturas vacinais estão frequentemente relacionadas ao status socioeconômico da população e às características relacionadas ao sistema de saúde de cada localidade.[3,4]Conhecer a distribuição e o cumprimento das coberturas facilita identificar fatores intervenientes tanto quanto a atuação dos serviços, subsidiando o planejamento e implantação das ações de imunização.[5]

Soma-se a isso a crescente demanda por métricas de saúde como parte do monitoramento das CV, gerando um interesse substancial na produção de estratégias visuais como mapas, em conjunto principalmente à determinantes associados para facilitar e apoiar o planejamento e implementação de ações dentro dos programas de imunizações.[6,7]

O geoprocessamento e a análise espacial, transformaram-se em instrumentos valiosos para o auxílio na construção de mapas e no planejamento, monitoramento e avaliação das ações em saúde.[8]

Assim, o objetivo do estudo foi analisar o comportamento espacial da cobertura vacinal em menores de um ano e seus fatores determinantes de saúde no Estado de Minas Gerais.

Método

Estudo ecológico realizado no estado de Minas Gerais, para determinar a cobertura vacinal e sua distribuição espacial nos 853 municípios.

O estado é dividido em 14 macrorregiões e 89 microrregiões de saúde que abrangem o universo de 853 municípios. A região mais densamente povoada é a Macrorregião Centro, onde se localiza a capital mineira e município de maior porte populacional, com 31,7% da população total do estado[9].

A população de referência consiste nas crianças vacinadas menores de um ano, residentes nos 853 municípios mineiros, que tinham registros de vacinação dos seguintes imunobiológicos: Pentavalente (DTP/Hib/HB) (D3), Poliomielite (D3), Meningocócica C (MNC) (D2), Febre amarela (FA) (DU), Rotavírus (VORH) (D2) e Pneumocócica conjugada

10-valente (VPC10) (D2). Todas as vacinas são ofertadas pela rede pública através do PNI-Brasil, sendo monitoradas pelo SIPNI.

Portanto, no estudo foram considerados dados secundários (doses de vacinas aplicadas) obtidos do SIPNI, para o período de janeiro a dezembro de 2018 e do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos – SINASC, para o ano de 2017, utilizados para estimativas de crianças menores de um ano, ou seja, a população alvo das vacinas citadas anteriormente. Além destes, foram utilizados dados socioeconômicos, demográficos, de estrutura e oferta de serviços de saúde, dos 853 municípios de MG, provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Fundação João Pinheiro.

A variável resposta foi a cobertura vacinal, que apresenta no numerador, o total de doses que completam o esquema de cada vacina, e no denominador, o número de nascidos vivos no município (registrados no SINASC), multiplicado por 100. O PNI do Brasil estabeleceu meta de 90% para a vacina VORH; 95% para Pentavalente, Poliomielite, VPC10, MNC e 100% para FA.[10]

As variáveis explicativas analisadas foram agrupadas segundo variáveis socioeconômicas (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M; taxa de urbanização; renda per capita; percentual da população com ensino fundamental completo; número de famílias com renda per capita até 1/2 salário mínimo e produto interno bruto (PIB) per capita) e variáveis de oferta de serviços de saúde (Índice de absorção de tecnologias digitais pela gestão municipal; Percentual do gasto em saúde em relação à receita de impostos e transferências e Porcentagem de cobertura de Estratégia Saúde da Família (ESF).

Foi utilizada a técnica de análise espacial denominada estatística de varredura, desenvolvida por Kulldorff e Nagarwalla (1995)[11], com o objetivo de localizar e avaliar os aglomerados (do inglês *clusters*) de vacinados no espaço. Para tanto, foi estabelecido como unidades de análise os 853 municípios de Minas Gerais.

No presente estudo a janela foi estabelecida como circular e seu raio tendo limite superior específico e selecionado em 50% da população alvo de vacinados em MG. Assim, possui como característica intrínseca uma alta flexibilidade, tanto na sua localização como no seu tamanho, desenvolvendo um número infinito de círculos geográficos distintos, ao qual cada um deste é elegível para ser um aglomerado.[11]

A estatística de varredura usa diferentes modelos de probabilidade, sendo que para o número de vacinados nos municípios mineiros foi estabelecido o modelo discreto de Poisson. A análise foi processada pelo software SaTScan 9.6, delimitando como parâmetro a não sobreposição geográfica dos aglomerados.[12] O teste de significância dos aglomerados

identificados baseou-se na comparação entre as estatísticas de teste de razão de verossimilhança e uma distribuição nula, obtida de acordo com a simulação de Monte Carlo. O número maior de replicações realizadas na simulação de Monte Carlo afeta o poder do respectivo teste, sendo que para analisar a vacinação no estado foi estabelecido 999 replicações.[11]

Para os aglomerados significativos foi considerado o risco relativo (RR) como forma de comparação das informações em áreas dessemelhantes. Considerando o número de vacinados no estado de Minas Gerais, os valores de RR maiores que "um" (RR>1) representam um aumento na probabilidade em ser vacinado em determinado local, enquanto que o valor menor que "um" (RR<1) se opõe a esta definição, ou seja, uma redução na chance de ser vacinado em uma região.

Para efeitos de classificação neste estudo, ao obter um RR>1, podemos considerar que o aglomerado em questão está mais propenso a ter sua população vacinada. Diferente disso, quando o RR<1 o aglomerado está menos propenso a ter sua população vacinada de forma adequada.

Para analisar a autocorrelação espacial entre os municípios em relação a sua cobertura foi realizada a estatística de Moran ou Índice de Moran Global (I) Univariado, considerado o indicador global de autocorrelação espacial mais comumente utilizado em análises espaciais. Dado os atributos associados, este indica se existe a tendência de aglomeração, dispersão ou se os dados analisados espacialmente possuem uma distribuição aleatória no território analisado.[11]

A autocorrelação espacial varia de -1 a 1 e pode ser interpretada como: valores próximos a zero indicam uma maior tendência de aleatoriedade espacial, resultados positivos indicam uma autocorrelação espacial positiva (agrupamento) e valores negativos são interpretados como autocorrelação negativa (dispersão espacial).[13]

A autocorrelação espacial positiva, no contexto deste estudo, pode ser representada pela similaridade entre as unidades de análise (polígonos), ou seja, os municípios que possuem uma alta/baixa cobertura vacinal tendem a ser vizinhos de municípios com características similares de coberturas. Em contrapartida, a autocorrelação espacial negativa indica que existe uma dissimilaridade entre os valores de cobertura no espaço. Assim, municípios vizinhos apresentam características inversas de coberturas vacinais, não tendendo a formação de aglomerados da variável em questão.

A significância estatística do Índice de Moran foi calculada através da permutação aleatória para obtenção da pseudo distribuição ao qual o parâmetro de significância pode ser computado. Assim, como no caso da estatística de varredura, foi estabelecida 999 permutações aleatórias para o cálculo do valor p do Índice de Moran.[13]

Para identificar os determinantes espaciais relacionados com a distribuição espacial da vacinação no estado de MG foi conduzida a análise denominada como Moran Bivariado. Esta análise é uma medida global de autocorrelação para medir a dependência espacial de uma variável perante outra em suas proximidades.[13]

O Moran Bivariado pode ser interpretado como um coeficiente de regressão pertencente a uma regressão bivariada, sendo gerado valor de p de forma similar ao detalhado anteriormente.[13]Tanto para a análise de autocorrelação espacial global (Índice de Moran), como para o Moran Bivariado (Correlação espacial) foi considerada uma matriz de vizinhança dos municípios do tipo "*Queen*", ao qual unidades de análise que dividem fronteira são consideradas como vizinhos. Estas análises foram conduzidas no software Geoda 1.12.

Para elaborar os mapas coropléticos com os resultados das respectivas análises de varredura foi utilizado a base cartográfica do estado de MG e de seus respectivos municípios obtido gratuitamente no site do IBGE e elaborado por meio do software ArcGIS 10.8.

Esta pesquisa, na qual seguiram-se as orientações do Conselho Nacional de Saúde, teve seu início após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), sob o parecer nº 3.612.038.

Resultados

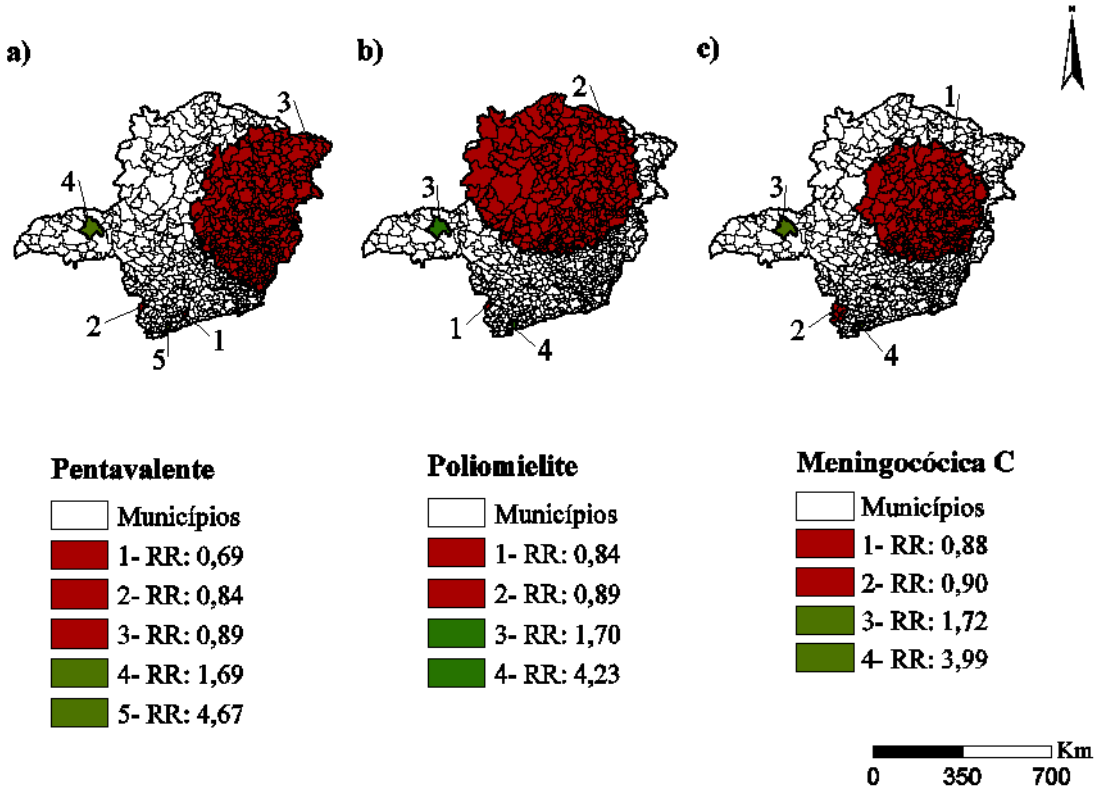
As coberturas vacinais da Pentavalente, Poliomielite, MNC, VORH, FA, VORH e VPC10 foram analisadas pelas macrorregiões de saúde (n=14) que compõem o estado de MG

Na análise de varredura espacial, ao qual considerou os 853 municípios de MG, foram identificados aglomerados significativos em todas as seis vacinas analisadas (Pentavalente; Poliomielite; VPC10; VORH; MNC e FA). Em todas as seis vacinas foram encontrados *clusters* com maior ou menor propensão de vacinados em suas respectivas áreas.

Na Figura 1, é apresentada a análise de varredura espacial referente às vacinas Pentavalente, Poliomielite e Meningocócica C. A vacina Pentavalente apresentou cinco aglomerados, dos quais três apresentaram-se menos propensos à vacinação, e dois mais propensos. Ambas as vacinas Poliomielite e MNC obtiveram quatro aglomerados, em que dois foram menos propensos à vacinação e outros dois mais propensos a terem sua população vacinada. Todas as três vacinas apresentaram um padrão com aglomerados menos propensos a vacinação (maior raio) presentes na região Centro-Norte (Pentavalente: *Cluster* 3; Poliomielite: *Cluster* 2; MNC: *Cluster* 1) e com menor raio na região Sul (Pentavalente: *Clusters 1 e 2*; Poliomielite: *Cluster* 1; MNC: *Cluster* 2). Por outro lado, foram observados aglomerados de áreas mais propensas a vacinação na região do Triângulo Norte (Pentavalente: *Cluster* 4;

Poliomielite: *Cluster* 3; MNC: *Cluster* 3) e Sul (Pentavalente: *Cluster* 5; MNC: *Cluster* 4; Poliomielite: *Cluster* 4).

Figura 1 - Áreas de aglomerados espaciais da cobertura vacinal, referentes as vacinas Pentavalente, Poliomielite e Meningocócica C em menores de um ano, Minas Gerais, 2018.

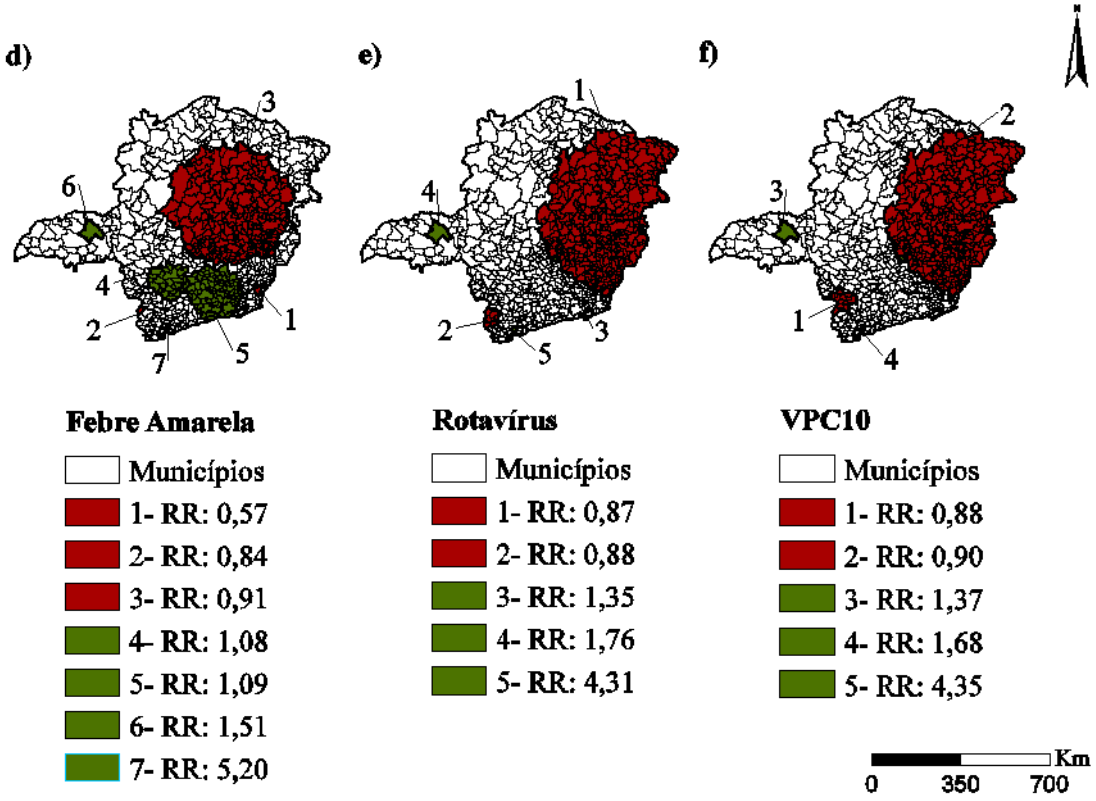


Fonte: Pereira, MAD (2021)

Na Figura 2 são apresentadas as coberturas das vacinas FA, VORH e VPC10. De todas as vacinas apresentadas neste estudo, a FA foi a que apresentou o maior número de aglomerados (sete), sendo três em que suas populações tem menos propensão de estarem vacinadas e quatro com maior propensão de vacinação. De qualquer modo, a dispersão de seus aglomerados também se assemelha as demais vacinas, com aglomerados de grande raio concentrados nas regiões Nordeste, Leste, Jequitinhonha e Vale do Aço (FA: *Cluster* 3; VORH: *Cluster* 1; VPC10: *Cluster* 1). Os aglomerados com menor propensão para vacinação se mantem na região predominantemente Sul (FA: *Clusters 1 e* 2; VORH: *Cluster* 2; VPC10: *Cluster* 2).

Os aglomerados de maior propensão para vacinação, assim como na figura 1, se alocaram novamente na região do Triângulo do Norte (FA: *Cluster* 6; VORH: *Cluster* 4; VPC10: *Cluster* 4) e Sul (FA: *Clusters 4*, 5 e 7; VORH: *Cluster* 5; VPC10: *Cluster* 5).

Figura 2 - Áreas de aglomerados espaciais da cobertura vacinal, referentes as vacinas Febre amarela, Rotavírus e Pneumocócica Conjugada 10-valente em menores de um ano, Minas Gerais, 2018.



Fonte: Pereira, MAD (2021)

Ao analisar a dependência espacial do risco relativo para cobertura vacinal, quando aplicado o índice de Moran Global Univariado, obteve-se o valor de; I = 0,167 (p<0,01) para Pentavalente, I = 0,171 (p<0,01) para a vacina Poliomielite, I = 0,167 (p<0,01) para a vacina MNC, I = 0,173 (p<0,01) para a vacina FA, I = 0,166 para VORH e I = 0,177 (p<0,01) para VCPC10. Esse achado demonstra que o número de vacinados possui correlação com a localidade do município. Essa correlação, mesmo não se mostrando robusta, haja vista seu próprio valor, aponta para resultados semelhantes para todas as vacinas.

Em seguida, através do Índice I de Moran Global Bivariado, verificou-se a dependência espacial da cobertura vacinal em relação a fatores socioeconômicos e de oferta de serviço dos municípios mineiros demonstrando uma associação positiva e significativa (Tabela 1). Nela destacam-se as variáveis percentual da população com ensino fundamental completo e número de famílias com renda per capita até 1/2 salário mínimo, que obtiveram uma dependência espacial mais forte em relação as outras variáveis.

Tabela 1 – Fatores socioeconômicos e de oferta de serviços de saúde associados a cobertura vacinal das vacinas Pentavalente, Poliomielite, Meningocócica C, Febre amarela, Rotavírus e Pneumocócica conjugada 10-valente em menores de um ano, Minas Gerais, 2018.

Variáveis	Índice de Moran Global Bivariado					
	Pentavalente I (p-valor)	Poliomielite I (p-valor)	MNC* I (p-valor)	FA* I (p-valor)	VORH* I (p-valor)	VPC10* I (p-valor)
Socioeconômicas						
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M	0,085(0,001)	0,086(0,001)	0,085(0,001)	0,085(0,001)	0,085(0,001)	0,086(0,001)
Percentual da população com ensino fundamental completo	0,114(0,001)	0,115(0,001)	0,114(0,001)	0,115(0,001)	0,114(0,001)	0,116(0,001)
Número de famílias com renda per capita até 1/2 salário mínimo	0,195(0,001)	0,197(0,001)	0,195(0,001)	0,199(0,001)	0,193(0,001)	0,201(0,001)
Taxa de urbanização	0,086(0,001)	0,086(0,001)	0,085(0,001)	0,086(0,001)	0,086(0,001)	0,087(0,001)
Oferta de serviços						
Porcentagem de cobertura de Estratégia Saúde da Família (ESF)	0,067(0,003)	0,067(0,003)	0,067(0,003)	0,067(0,003)	0,067(0,003)	0,067(0,003)
Percentual do gasto em saúde em relação à receita de impostos e transferências	0,075(0,001)	0,075(0,001)	0,074(0,001)	0,075(0,001)	0,075(0,001)	0,076(0,001)
Índice de absorção de tecnologias digitais pela gestão municipal	0,057(0,001)	0,057(0,001)	0,057(0,001)	0,056(0,001)	0,057(0,001)	0,057(0,001)

* MNC: Meningocócica C; FA: Febre amarela; VORH: Rotavírus; VPC10: Pneumocócica conjugada 10-valente.

Discussão

A análise espacial da cobertura vacinal apontou um comportamento heterogêneo das vacinas entre as macrorregiões do estado de Minas Gerais. Somado a isso, fatores socioeconômicos e de oferta de serviços dos municípios mineiros estiveram correlacionados as coberturas.

Os registros de imunização no Brasil também apontam para a heterogeneidade de coberturas entre os municípios brasileiros[14,15] e essa condição pode ser reflexo das desigualdades socioeconômicas e de acesso dos serviços de saúde.[16]

Mesmo que ainda não seja possível afirmar com exatidão se há uma oscilação temporária da CV ou se há uma redução real em MG, os resultados deste estudo coincidem com uma tendência global, como visto na vacina DTP, atingindo coberturas de 85%, em algumas regiões da América Latina e Caribe.[17] O contexto em que se encontra América Latina e Caribe sugere que as baixas CV se devem as grandes discrepâncias entre e dentro das regiões. Prova disso foram as variações identificadas na cobertura vacinal da DPT na Venezuela e Jamaica, com coberturas de 60% e 97% respectivamente.[17,18]

Variações regionais nas coberturas também são observadas no Brasil e em MG. Tanto o país quanto o estado compreendem grandes dimensões territoriais, com destaque equivalente para a desigualdade socioeconômica entre as distintas regiões. Mais especificamente no cenário da saúde, essa desigualdade afeta diretamente as condições de acesso e atendimento, principalmente para populações mais carentes ou vulneráveis.[19]

Neste estudo, de um modo geral, é perceptível uma polarização entre os aglomerados que apresentam menor propensão para vacinação, que se concentram basicamente nas macrorregiões Norte, Nordeste, Leste, Jequitinhonha e Vale do Aço, e os que mostraram maior propensão para população vacinada, presentes nas macrorregiões Triângulo do Norte e Sul. Essa distribuição regional reforça o encontrado em estudo[20] que mostrou disparidade socioeconômica entre as macrorregiões de saúde do estado. Dessa forma, MG pode ser considerada uma representação da estrutura regional brasileira, com uma região mais pobre e menos desenvolvida ao norte/nordeste e uma região mais rica e desenvolvida ao sul.[19]

Destaca-se que o estado de MG possui o maior número de municípios do Brasil [9], e com isso, uma maior rede de vacinação a ser monitorada, o que demanda maior empenho no alcance de coberturas vacinais homogêneas e desejáveis nas diversas regiões mineiras.

A vacina FA exemplifica esse contexto com *clusters* heterogêneos, sendo três deles com menor propensão para população vacinada. No país, observa-se queda de coberturas para as vacinas constantes do calendário nacional, a partir de 2016, apresentando resultados abaixo dos esperados. Entre o período de 2016 e 2018, apenas a vacina BCG atingiu a meta preconizada.[3] Em MG, entre 2003 e 2012, um quarto dos municípios também não atingiram o parâmetro considerado adequado pelo PNI para a vacina tetravalente, que compunha o calendário da época.[21]

A diminuição da cobertura vacinal, ao redor do mundo, vem se relacionando frequentemente ao status socioeconômico da população e as características relacionadas à qualidade do sistema de saúde local.[22] Nesse estudo, alguns fatores socioeconômicos e de oferta de serviços de saúde foram correlacionados às coberturas vacinais em menores de um ano. O

IDH-M e o número de famílias com renda per capita até 1/2 salário mínimo mostraram uma associação positiva com a cobertura vacinal.

Como mostrado em um estudo transversal sobre a poliomielite[23], comparando-se com a categoria com rendas mais altas, o risco de vacinação incompleta aumenta de forma consistente e significativa entre as categorias mais baixas. Assim, quanto menor o status socioeconômico, menor a cobertura vacinal. Isso pode ser explicado pela "hipótese de equidade inversa", a qual sugere que uma nova intervenção de saúde pública favorece inicialmente os mais ricos e só depois atinge a população mais pobre.[24]

Outra explicação está relacionada à maior probabilidade de as classes econômicas mais privilegiadas utilizarem mais os serviços de saúde, o que favorece o encaminhamento das crianças para imunização. Como as mães de classes menos favorecidas geralmente possuem menos acesso aos serviços de saúde, é provável que a busca espontânea à vacinação seja baixa, por falta de infraestrutura, maior distância e dificuldade para acesso aos serviços públicos.[25,26] Nesse sentido, uma pesquisa realizada nos Estados Unidos da América mostrou conclusões semelhantes em que tanto o baixo nível de educação e baixo nível socioeconômico foram ambos associados à vacinação abaixo do preconizado.[23]

Já em termos de urbanização, os resultados deste estudo mostraram que as coberturas em áreas urbanas tende a ser maior do em zonas rurais. Esse achado vai de encontro a outro descrito na literatura[27] que apresenta uma prevalência de não vacinados de 9,0% nas áreas rurais e 5,2% nas áreas urbanas para Poliomielite e DTP.

Para além das variáveis socioeconômicas, foram apresentadas correlações com variáveis de oferta de serviços e saúde. Nesse caso, esses aspectos podem comprometer o funcionamento do sistema de saúde como um todo, implicando a exclusão de usuários ao serviço de imunização.[16]

Um primeiro aspecto a ser discutido está relacionado às coberturas de Estratégia de Saúde da Família (ESF), que quando altas, têm-se associado a melhorias nas condições de saúde da população, como uma maior cobertura vacinal e a queda da mortalidade infantil.[28] O presente estudo demonstrou a correlação positiva entre coberturas de ESF e vacinais.

Outro aspecto, no que diz respeito ao percentual do gasto em saúde em relação à receita de impostos, foi demonstrada a mesma associação positiva que as outras variáveis. Vale destacar aqui, os poucos estudos que discutem essa temática[29] considerando principalmente a sua variabilidade aos gastos em saúde com relação a cada região.

Já no que tange o índice de absorção de tecnologias digitais pela gestão municipal com a cobertura vacinal, pesquisas têm demonstrado que apesar da introdução de inovações

tecnológicas (SIPNI) para implementar a organização dos serviços de imunização, fatores como a falta de conhecimento, recursos e infraestrutura, bem como problemas nos componentes tecnológicos dos *softwares* têm influenciado a aceitação e o uso dessas tecnologias.[30]

Ainda assim, mesmo considerando as dificuldades organizacionais (como a falta de internet de qualidade) e a pouca experiência da equipe de enfermagem com recursos tecnológicos, estudo realizado em MG,[30] revela que os fatores condicionantes da aceitação e do uso de inovações tecnológicas são favoráveis. Essa evidência sugere maior adesão à tecnologia por parte dos profissionais e isso pode favorecer o aprimoramento da qualidade da informação que realmente possibilite registros de vacinação completos e corretos e com acesso eletrônico em tempo real.[30]

Embora esse estudo tenha buscado fornecer uma visão geral dos correlatos da cobertura vacinal, é provável que exista variabilidade regional dentro dos municípios e também entre outros conjuntos de aglomerados. Destaca-se o caráter ecológico do estudo, ao qual resultados aqui apresentados consideram como unidade de análise os aglomerados populacionais, impossibilitando sua interpretação para o nível individual.

Pode-se ressaltar ainda, como limitação do estudo, a qualidade dos dados e uso das informações produzidas no SIPNI, que pode interferir nos cálculos reais de cobertura vacinal. Uma preocupante redução na completude de registros de imunização e na cobertura vacinal tem sido observada no Brasil, trazendo o recrudescimento de algumas doenças até então superadas.[14]

Este estudo confere uma importante originalidade, ao abordar um problema emergente de grande impacto social, relacionado às condições socioeconômicas e de oferta de serviços, e por considerar como cenário, o estado de MG, segundo mais populoso do país e o quarto em extensão territorial.

Assim, este estudo subsidia medidas prioritárias para evitar o ressurgimento em nível epidêmico de doenças já controladas, particularmente, diante de um cenário de pandemia causado pelo SARS-CoV-2, que agrava ainda mais a situação vacinal da população.

Os resultados são úteis para projetar intervenções quanto à estruturação dos serviços de imunização e implementação de ações de gerenciamento nas regionais de saúde, para aumentar a cobertura vacinal nos aglomerados com menor propensão a vacinação e consequentemente, de maior risco para doenças imunopreveníveis. No campo da pesquisa, é preciso avançar no conhecimento das ações de vigilância da situação vacinal.

Financiamento: O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PNPD/CAPES) código 001.

Referências

1. Hu Y, Yaping C. Evaluating childhood vaccination coverage of nip vaccines: Coverage survey versus Zhejiang provincial immunization information system. International journal of environmental research and public health 2017; 14:758. https://doi.org/10.3390/ijerph14070758
2. Sato APS. Qual a importância da hesitação vacinal na queda das coberturas vacinais no Brasil? Rev Saude Publica. 2018;52:96. https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052001199
3. Figueiredo A, DPhil IGJ, DPhil DMDS, DPhil SA, Larson H, Jones NS. Forecasted trends in vaccination coverage and correlations with socioeconomic factors: a global time-series analysis over 30 years. The Lancet Global Health 2016; 4:e726-e735. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(16)30167-X
4. Guzman-Holst A, DeAntonio R, Prado-Cohrs D, Juliao P. Barriers to vaccination in Latin America: A systematic literature review. Vaccine 2020; 38:470-481. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.10.088
5. Araújo JD. Polarização epidemiológica no Brasil. Epidemiol Serv Saude 2012;21(4)533-8. https://doi.org/10.5123/S1679-49742012000400002
6. Utazi CE, Thorley J, Alegana VA, Ferrari MJ, Takahashi S, Metcalf CJ, et al. High resolution age-structured mapping of childhood vaccination coverage in low and middle income countries. Vaccine. 2018;36(12):1583–91. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2018.02.020
7. Takahashi S, Metcalf CJE, Ferrari MJ, Tatem AJ, Lessler J. The geography of measles vaccination in the African Great Lakes region. Nat. Commun England 2017; 8:15585. https://doi.org/10.1038/ncomms15585
8. Tatem AJ. WorldPop, open data for spatial demography. Scientific data 2017; 4:1-4. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.4
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos demográficos, 2010. http: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm (acessado em 19/abr/202019).
10. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coberturas vacinais no Brasil: período: 2010 – 2014. Ministério da Saúde. https://

antigo.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/17/ AACOBERTURAS-VACINAIS-NO-BRASIL---2010-2014. Pdf. (acessado em 18/ Dez/2019).

11. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. Stat Med 1995; 14:799-810.
12. Coulston JW, Ritters KH. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. Environmental Management 2003; 31:764–773. https://doi.org/10.1007/s00267-002-0023-9
13. Anselin, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. Routledge; 2019. 1:111-126.
14. Arroyo LH, Ramos ACV, Yamamura M, Weiller TH, Crispim J de A, Cartagena-Ramos D, 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 2020; 36(4): e00015619. https://doi.org/10.1590/0102-311x00015619
15. Silva FS, Barbosa YC, Batalha MA, Ribeiro MRC, Simões VMF, Branco MRFC, et al. Incompletude vacinal infantil de vacinas novas e antigas e fatores associados: coorte de nascimento BRISA, São Luís, Nordeste, Brasil. Cad Saude Publica 2018; 34:e00041717. https://doi.org/10.1590/0102-311X00041717
16. Ferreira VLR, Waldman EA, Rodrigues LC, Martineli E, Costa AA, Inenami M, et al. Avaliação de coberturas vacinais de crianças em uma cidade de médio porte (Brasil) utilizando registro informatizado de imunização. Cad Saúde Pública 2018;34(9):e00184317. https://doi.org/10.1590/0102-311X00184317
17. Wolrd Health Organisation et al. World Health Organization vaccination coverage cluster surveys: reference manual. World Health Organization; 2018.
18. Pan American Health Organization. Electronic Immunization Registry: Practical Considerations for Planning, Development, Implementation and Evaluation. 2018.
19. Perrett KP, Nolan TM. Immunization during pregnancy: impact on the infant. Paediatr Drugs 2017;19:313-24. https://doi.org/10.1007/s40272-017-0231-7
20. Domingues EP, Magalhães AS, Faria WR. Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em Minas Gerais. PPE. 2009;39(1):121-58.
21. Glatman-Freedman A, Nichols K. The effect of social determinants on immunization programs. Hum Vaccin Immunother 2012; 8:293–301. https://doi.org/10.4161/hv.19003

22. Silveira MF, Buffarini R, Bertoldi AD, Santos IS, Barros AJD, Matijasevich A, et al. The emergence of vaccine hesitancy among upper-class Brazilians: results from four birth cohorts, 1982-2015. Vaccine. 2020;38(3):482-8. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.10.070
23. Khan MT, Zaheer S, Shafique K. Maternal education, empowerment, economic status and child polio vaccination uptake in Pakistan: a population based cross sectional study. BMJ Open 2017; 7:e013853. http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013853
24. Victora CG, Vaughan JP, Barros FC, Silva AC, Tomasi E. Explaining trends in inequities: evidence from Brazilian child health studies. Lancet 2000; 356:1093-8.
25. Etana B, Deressa W. Factors associated with complete immunization coverage in children aged 12–23 months in Ambo Woreda, CentralEthiopia. BMC Public Health 2012; 12:566. https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-566
26. Luhm, KR; Waldman, EA. Sistemas informatizados de registro de imunização: uma revisão com enfoque na saúde infantil. Epidemiol Serv Saude 2009; 18:65-78.
27. Cata-Preta BO, Santos TM, Mengistu T, Hogan DR, Barros AJD, Victora CG. Zero-dose children and the immunisation cascade: Understanding immunisation pathways in low and middle-income countries, Vaccine 2021; 21:263-2. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.02.072
28. Mendoza-Sassi RA, Cesar JA, Teixeira TP, Ravache C, Araújo GD, Silva TC. Diferenças no processo de atenção ao pré-natal entre unidades da Estratégia Saúde da Família e unidades tradicionais em um município da Região Sul do Brasil. Cad Saúde Pública 2011; 27:787-96. https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011000400018
29. Larson HJ, Jarrett C, Eckersberger E, Smith DM, Paterson P. Understanding vaccine hesitancy around vaccines and vaccination from a global perspective: a systematic review of published literature, 2007-2012. Vaccine 2014;32(19):2150-9. https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2014.01.081
30. Oliveira VC, Guimarães EAA, Amaral GG, Silva TIM, Fabriz LA, Pinto IC. Aceptación y uso del Sistema de Información del Programa Nacional de Inmunización. Revista Latino-Americana de Enfermagem 2020; 28: e3307. https://doi.org/10.1590/1518-8345.3360.3307

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERÇÕES FINAIS

A cobertura vacinal adequada em menores de um ano foi baixa e se mostrou diversificada entre os municípios das macrorregiões do Estado de MG, em 2018. Fatores socioeconômicos e de oferta de serviços estiveram correlacionados às CV.

Este estudo confere uma importante originalidade, ao abordar um problema emergente de grande impacto social, relacionado às condições socioeconômicas e de oferta de serviços, bem como à prática da enfermagem no Brasil e por considerar como cenário, o estado de MG, segundo mais populoso do país e o quarto em extensão territorial.

Os resultados serão úteis para projetar intervenções quanto à estruturação dos serviços de imunização e implementação de ações de gerenciamento pelas referências técnicas regionais, para aumentar a cobertura vacinal nos aglomerados de maior risco espacial e consequentemente, de maior transmissão de doenças imunopreveníveis. No campo da pesquisa, é preciso avançar no conhecimento sobre a prática dos profissionais atuantes em sala de vacinação nas ações de vigilância da situação vacinal infantil.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Ana Coelho de et al. Avaliação de desempenho da regionalização da vigilância em saúde em seis Regiões de Saúde brasileiras. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, p. e00065218, 2019.

ANSELIN, L. Autocorrelação espacial global - Gráfico de dispersão de Moran de taxa bivariada, diferencial e taxa EB. 2020 Geoda. https://geodacenter.github.io/workbook/5b_global_adv/lab5b.html

ANSELIN, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial. Spatial Analytical Perspectives on GIS, 1993.

ARAUJO, Jose Duarte de. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 21, n. 4, p. 533-538, 2012.

ARROYO, Luiz Henrique 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, Rio de Janeiro , v. 36, n. 4, e00015619, 2020 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2020000405003&lng=en&nrm=iso>. access on 14 Dec. 2020. Epub Apr 06, 2020. http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00015619.

ASSAD, Suellen Gomes Barbosa et al. Educação permanente em saúde e atividades de vacinação: revisão integrativa. **Rev. enferm. UFPE on line**, v. 11, n. supl. 1, p. 410-421, 2017. [accessed on 2019 Nov 02];11:410-21. Available from: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/ view/11922

AZEVEDO, Thiago S.; LORENZ, Camila; CHIARAVALLOTI-NETO, Francisco. Spatiotemporal evolution of dengue outbreaks in Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene,** v. 114, n. 8, p. 593-602, 2020.

BARATA, Rita Barradas et al. Socioeconomic inequalities and vaccination coverage: results of an immunisation coverage survey in 27 Brazilian capitals, 2007–2008. **J Epidemiol Community Health**, v. 66, n. 10, p. 934-941, 2012.

BARRETO, Mauricio L. et al. Successes and failures in the control of infectious diseases in Brazil: social and environmental context, policies, interventions, and research needs. **The lancet**, v. 377, n. 9780, p. 1877-1889, 2011.

BARROS, Marla Geórgia Monteiro et al. Perda de oportunidade de vacinação: aspectos relacionados à atuação da atenção primária em Recife, Pernambuco, 2012. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 24, p. 701-710, 2015.

BITTAR, Olímpio J. Nogueira et al. Sistemas de informação em saúde e sua complexidade. Revista de Administração em Saúde, v. 18, n. 70, 2018.

BRASIL. Datasus - Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações - SI-PNI. Disponível em: http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/epidemiologicos/si-pni. Acesso em: abr. de 2018a.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censos demográficos. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>. Acesso em: 09 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agenda de Prioridades de Pesquisa Do Ministério Da Saúde-APPMS. 2018b. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/agenda_prioridades_pesquisa_ms.pdf . Acesso em: Acesso em: abr. de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Caderneta de saúde da criança - menino. Brasília: Ministério da Saúde; 2018c. 92p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Calendário Nacional de Vacinação. http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/calendario-vacinacao (acessado em 30/Abr/2021). Disponível em: http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/calendario-vacinacao

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Articulação Interfederativa, Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. Caderno de diretrizes, objetivos, metas e indicadores: 2013-2015. Brasília, DF, 2013c. (Série Articulação Interfederativa, 1).

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Informações de saúde (TABNET). Brasília (DF): 2020 [citado 20 nov 2020]. Disponível em: http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php/. Acesso em: abr. de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Informe técnico: 19ª Campanha Nacional de Vacinação Contra a Influenza. Brasília: Ministério da Saúde; 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Informe técnico: 21ª Campanha Nacional de Vacinação Contra a Influenza. Brasília: Ministério da Saúde; 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Informe técnico da introdução da vacina pentavalente. Vacina adsorvida difteria, tétano, pertussis, hepatite B (recombinante) e Haemophilusinfluenzae tipo b (conjugada). Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Introdução à Estatística Espacial para Saúde Pública. Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde. Brasília: Fiocruz, v. 3, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 1708, de 16 de março de 2013. Regulamenta o Programa de Qualificação das Ações de Vigilância em Saúde (PQAVS), com a definição de suas diretrizes, financiamento, metodologia de adesão e critérios de avaliação dos Estados, Distrito Federal e Municípios. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 2013b ago 19; Seção 1:44.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa nacional de imunização:** 40 anos. Brasília, DF, 2013a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sarampo: situação epidemiológica. Inf Epidemiol. 2018 [citado 10 dez 2020];(20). Disponível em: http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/sarampo-situacao-epidemiologica

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Informatiza APS. [citado 29 abr 2021]. Disponível em: https://aps.saude.gov.br/ape/informatizaaps

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância a Saúde. Departamento de Informática do SUS. Coordenação Geral do Programa Nacional de Imunizações. Manual do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações - SIIPNI. Brasília, DF: MS, 2014a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de normas e procedimentos para vacinação. 2014c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **PNI Programa Nacional de Imunizações: Coberturas vacinais no Brasil**. Período: 2010 - 2014. Ministério da Saúde. 2014b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação do PNI. Disponível em: http://pni.datasus.gov.br. Acesso em: abr. de 2018d

BRAZ, Rui Moreira et al. Classificação de risco de transmissão de doenças imunopreveníveis a partir de indicadores de coberturas vacinais nos municípios brasileiros. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 25, p. 745-754, 2016.

SILVA, Aline Almeida da et al. Evaluation of the National Immunization Program Surveillance System-Vaccination Record Module, Brazil, 2017. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 30, p. e2019596, 2021.

CATA-PRETA , Bianca de Oliveira et al. Zero-dose children and the immunisation cascade: Understanding immunisation pathways in low and middle-income countries. **Vaccine**, 2021.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL PREVENTION (CDC). About Immunization Information Systems. Atlanta: CDC; 2012. Acesso em: 06 Jun 2019. Disponível em: http://www.cdc.gov/vaccines/programs/iis/about.html

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC) et al. Global routine vaccination coverage, 2011. **MMWR. Morbidity and mortality weekly report**, v. 61, n. 43, p. 883, 2012.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Pinkbook: Immunization Strategies for Healthcare Practices and Providers. https://www.cdc.gov/vaccines/pubs/pinkbook/strat.html. Accessed Jan 20, 2020.

CHOPRA, Mickey et al. Addressing the persistent inequities in immunization coverage. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 98, n. 2, p. 146, 2020.

COULSTON, John W.; RIITTERS, Kurt H. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. **Environmental management**, v. 31, n. 6, p. 764-773, 2003.

CUTTS, Felicity T. et al. Monitoring vaccination coverage: defining the role of surveys. **Vaccine**, v. 34, n. 35, p. 4103-4109, 2016.

D'ANCONA, F. et al. Immunisation Registries at regional level in Italy and the roadmap for a future. **Italian National Registry**. Ann Ig, v. 30, n. 2, p. 77-85, 2018.

DANOVARO-HOLLIDAY, M. et al. Electronic immunization registries in Latin America: progress and lessons learned. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 35, p. 453-457, 2014.

DATASUS. **SI-PNI - Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações:** Apresentação. Disponível em: http://pni.datasus.gov.br/apresentacao.asp. Acesso em: 16 fev. 2016

DE ARAÚJO VERAS, Ana Amélia Corrêa et al. Vaccine uptake and associated factors in an irregular urban settlement in northeastern Brazil: a cross-sectional study. **BMC public health**, v. 20, n. 1, p. 1-8, 2020.

DE FIGUEIREDO, Alexandre et al. Forecasted trends in vaccination coverage and correlations with socioeconomic factors: a global time-series analysis over 30 years. The Lancet Global Health, v. 4, n. 10, p. e726-e735, 2016. DOI: 10.1016/S2214-109X(16)30167-X PMID: 27569362

DE OLIVEIRA, Valéria Conceição et al. Factors related to the adoption of the Brazilian National Immunization Program Information System**. BMC Health Services Research**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2020.

DERROUGH, Tarik et al. Immunisation Information Systems–useful tools for monitoring vaccination programmes in EU/EEA countries, 2016. **Eurosurveillance**, v. 22, n. 17, 2017.

DOLAN, Samantha B. et al. Redefining vaccination coverage and timeliness measures using electronic immunization registry data in low-and middle-income countries. **Vaccine**, v. 37, n. 13, p. 1859-1867, 2019.

DOMINGUES, Carla Magda Allan S.; TEIXEIRA, Antonia Maria da Silva; CARVALHO, Sandra Maria Deotti. National immunization program: vaccination, compliance and pharmacovigilance. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, São Paulo, v. 54, supl. 18, p. 22-27, Oct. 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-

46652012000700009&lng=en&nrm=iso>.access on 24 June 2019. http://dx.doi.org/10.1590/S0036-46652012000700009.

DOMINGUES, Carla Magda Allan S.; TEIXEIRA, Antônia Maria da Silva. Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período 1982-2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 1, p. 9-27, 2013.

DOMINGUES, Edson Paulo; MAGALHÃES, Aline Souza; FARIA, Weslem Rodrigues. Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em Minas Gerais. 2009.

ETANA, Belachew; DERESSA, Wakgari. Factors associated with complete immunization coverage in children aged 12–23 months in Ambo Woreda, Central Ethiopia. **BMC public health**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2012.

FATIREGUN, Akinola Ayoola; OKORO, Anselm O. Maternal determinants of complete child immunization among children aged 12–23 months in a southern district of Nigeria. **Vaccine**, v. 30, n. 4, p. 730-736, 2012.

FERREIRA, Ariana Vitalina et al. Acesso à sala de vacinas da Estratégia Saúde da Família: aspectos organizacionais. **Rev. enferm. UFPE on line**, p. 3869-3877, 2017.

FERREIRA, V. L. R.; WALDMAN, E. A.; RODRIGUES, L. C.; MARTINELI, E.; COSTA, A. A.; INENAMI, M. et al. Avaliação de coberturas vacinais de crianças em uma cidade de médio porte (Brasil) utilizando registro informatizado de imunização. **Cad Saúde Pública** v. 34, n. 9, p.00184317, 2018. http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00184317

FORTES, Fátima Beatriz Carneiro Teixeira P.; MARQUES, Fillipe Rafael Silva. Estado de saúde e acesso à atenção primária à saúde nos municípios de Minas Gerais–2003 e 2012. **Cadernos da Escola do Legislativo**-e-ISSN: 2595-4539, v. 17, n. 28, p. 159-204, 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. Índice Mineiro de Responsabilidade Social. Versão 2009. Belo Horizonte: FJP, 2009.

FREITAS, Lúcia Rolim Santana de; DUARTE, Elisabeth Carmen; GARCIA, Leila Posenato. Análise da situação epidemiológica da hanseníase em uma área endêmica no Brasil: distribuição

espacial dos períodos 2001-2003 e 2010-2012. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, p. 702-713, 2017.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). Índice Mineiro de Responsabilidade Social do ano de 2017. Belo Horizonte: FJP, 2017. Disponível em: http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas Acesso em: outubro de 2020.

GALEA, Sandro; KEYES, Katherine M. Epidemiology at the heart of population health science. **American journal of epidemiology**, v. 188, n. 5, p. 883-885, 2019.

GLATMAN-FREEDMAN, Aharona; NICHOLS, Katherine. The effect of social determinants on immunization programs. Human vaccines & immunotherapeutics, v. 8, n. 3, p. 293-301, 2012.

GOSTIN, Lawrence O.; LAZZARINI, Zita. Childhood immunization registries: a national review of public health information systems and the protection of privacy. **JAMA**, v. 274, n. 22, p. 1793-1799, 1995.

GREENWOOD, Brian. The contribution of vaccination to global health: past, present and future. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 369, n. 1645, p. 20130433, 2014.

GUZMAN-HOLST, Adriana et al. Barriers to vaccination in Latin America: A systematic literature review. **Vaccine**, v. 38, n. 3, p. 470-481, 2020.

HOLMES, Ericka Silva et al. Health information systems in the decision-making process in primary care. **International Archives of Medicine**, v. 9, 2016. Available from: http://imed.pub/ojs/index.php/iam/article/view/1380/1116

HORTA, María; DI FABIO, José Luis. Vaccine rejection and vaccination management: the grey areas. Pan American journal of public health, v. 43, p. e54-e54, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [Internet].2017. Disponível em: https://ibge.gov.br/

JOHANSEN, K.; LOPALCO, PIETRO LUIGI; GIESECKE, J. Immunisation registers–important for vaccinated individuals, vaccinators and public health. **Eurosurveillance**, v. 17, n. 16, p. 20151, 2012.

KHAN, Muhammad Tahir; ZAHEER, Sidra; SHAFIQUE, Kashif. Maternal education, empowerment, economic status and child polio vaccination uptake in Pakistan: a population based cross sectional study. BMJ open, v. 7, n. 3, p. e013853, 2017.

KULLDORFF, Martin; NAGARWALLA, Neville. Spatial disease clusters: detection and inference. Statistics in medicine, v. 14, n. 8, p. 799-810, 1995.

LARSON, Heidi J. et al. Understanding vaccine hesitancy around vaccines and vaccination from a global perspective: a systematic review of published literature, 2007–2012. **Vaccine**, v. 32, n. 19, p. 2150-2159, 2014.

LESSA, Sérgio de Castro; DOREA, José Garrofe. Bioética e vacinação infantil em massa. **Rev. Bioét.**, Brasília , v. 21, n. 2, p. 226-236, Aug. 2013 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422013000200005&lng=en&nrm=iso>. access on 23 Jan. 2020. http://dx.doi.org/10.1590/S1983-80422013000200005.

LESSLER, Justin et al. Impact on epidemic measles of vaccination campaigns triggered by disease outbreaks or serosurveys: a modeling study. **PLoS medicine**, v. 13, n. 10, 2016.

LOHARIKAR, Anagha et al. Status of new vaccine introduction—worldwide, September 2016. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 65, n. 41, p. 1136-1140, 2016. doi: 10.15585/mmwr.mm6541a3.

LOPALCO, Pietro Luigi. The role of surveillance in assuring mutual protection for vaccine-preventable diseases. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 22, p. S85-S88, 2016.

LUCENA, Kerle Dayana Tavares de et al. Análise espacial da violência doméstica contra a mulher entre os anos de 2002 e 2005 em João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, p. 1111-1121, 2012.

LUHM, Karin Regina; CARDOSO, Maria Regina Alves; WALDMAN, Eliseu Alves. Cobertura vacinal em menores de dois anos a partir de registro informatizado de imunização em Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, p. 90-98, 2010.

LUHM, K. R.; WALDMAN, E. A. Sistemas informatizados de registro de imunização: uma revisão com enfoque na saúde infantil. **Epidemiol Serv Saude**., v. 18, n. 1, p. 65-78, 2009.

LUMAN, Elizabeth T. et al. Timeliness of childhood vaccinations in the United States: days undervaccinated and number of vaccines delayed. Jama, v. 293, n. 10, p. 1204-1211, 2005.

LYDON, Patrick et al. Health system cost of delivering routine vaccination in low-and lower-middle income countries: what is needed over the next decade?. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 92, p. 382-384, 2014. doi: 10.2471/blt.13.130146.

MACIEL, Joana Angélica Paiva et al. Análise do estado de cobertura vacinal de crianças menores de três anos no município de Fortaleza em 2017. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 14, n. 41, p. 1824-1824, 2019.

MACINKO, James; MENDONÇA, Claunara Schilling. Estratégia Saúde da Família, um forte modelo de Atenção Primária à Saúde que traz resultados. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 18-37, 2018.

MAGALHÃES, Sandra Célia Muniz et al. SITUAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA TRANSMISSÃO DA COVID-19 NO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 80-87, 2020.

MASSUDA, Adriano et al. The Brazilian health system at crossroads: progress, crisis and resilience. **BMJ global health**, v. 3, n. 4, 2018.

MENDOZA-SASSI, Raul A. et al. Diferenças no processo de atenção ao pré-natal entre unidades da Estratégia Saúde da Família e unidades tradicionais em um município da Região Sul do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, p. 787-796, 2011.

METCALF, C. Jessica E. et al. Seven challenges in modeling vaccine preventable diseases. **Epidemics**, v. 10, p. 11-15, 2015.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. **Deliberação CIB-SUS/MG Nº 3.013, de 23 de outubro de 2019. Aprova o Ajuste/2019 do Plano Diretor de Regionalização PDR/SUS-MG e dá outras providências**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, 2019. Disponível em: http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Del%203013%20-%20SUBGR_SDCAR_DREA%20-%20Ajuste%20PDR%20vers%C3%A3o%20CIB%20-%20alterada%2015.10.pdf. Acesso em: 11 nov. 2019.

MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira et al. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: Embrapa, 2004.

MORAES, José Cassio de; RIBEIRO, Manoel Carlos Sampaio de Almeida. Desigualdades sociais e cobertura vacinal: uso de inquéritos domiciliares. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 11, p. 113-124, 2008.

MORATO, Ygor Colen et al. Análisis del sistema de información de inmunizaciones de Brasil desde la perspectiva de las heurísticas de usabilidad. **Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud**, v. 31, n. 2, 2020.

MOSSER, Jonathan F. et al. Mapping diphtheria-pertussis-tetanus vaccine coverage in Africa, 2000–2016: a spatial and temporal modelling study**. The Lancet**, v. 393, n. 10183, p. 1843-1855, 2019.

NÓBREGA, Aglaêr Alves; DA SILVA TEIXEIRA, Antonia Maria; LANZIERI, Tatiana Miranda. Avaliação do sistema de informação do Programa de Imunizações (SI-API). 2010.

PERRETT, Kirsten P.; NOLAN, Terry M. Immunization during pregnancy: impact on the infant. **Pediatric Drugs**, v. 19, n. 4, p. 313-324, 2017.

OLIVEIRA, Valéria Conceição de et al. Aceptación y uso del Sistema de Información del Programa Nacional de Inmunización. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 28, 2020.

OLIVEIRA, Cátia Martins de; CRUZ, Marly Marques. Sistema de Vigilância em Saúde no Brasil: avanços e desafios. **Saúde em Debate**, v. 39, p. 255-267, 2015.

OLIVEIRA, Manuel Falcão Saturnino de; MARTINEZ, Edson Zangiacomi; ROCHA, Juan Stuardo Yazlle. Fatores associados à cobertura vacinal em menores de cinco anos em Angola. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, p. 906-915, 2014.

ORENSTEIN, Walter A.; AHMED, Rafi. Simply put: vaccination saves lives. 2017. **Proc Natl Acad Sci USA**. (2017) 114:4031–3. doi: 10.1073/pnas.1704507114

PAIM, Jairnilson et al. The Brazilian health system: history, advances, and challenges. **The Lancet**, v. 377, n. 9779, p. 1778-1797, 2011.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Electronic Immunization Registry: Practical Considerations for Planning, Development, Implementation and Evaluation. 2018.

PATEL, Minal K. et al. The changing global epidemiology of measles, 2013–2018. The Journal of Infectious Diseases, 2020.

PEBODY, R. Vaccine registers–experiences from Europe and elsewhere. **Eurosurveillance**, v. 17, n. 17, p. 20159, 2012.

PECK, M.; GACIC-DOBO, M.; DIALLO, M. S.; NEDELEC, Y.; SODHA, S. S.; WALLACE, A. S. Global Routine Vaccination Coverage, 2018. **MMWR.** v. 68, n. 42, 2019.

POPOVICH, Michael L. et al. The Power of Consumer Activism and the Value of Public Health Immunization Registries in a Pandemic: Preparedness for Emerging Diseases and Today's Outbreaks. **Online Journal of Public Health Informatics**, v. 10, n. 2, 2018.

PUFFER, Ruth Rice. **Características de la mortalidad de la niñezinforme de la investigación latinoaméricana de mortalidad en la niñez**. 1973.

QUEIROZ, Lorena Lauren Chaves et al. Cobertura vacinal do esquema básico para o primeiro ano de vida nas capitais do Nordeste brasileiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, p. 294-302, 2013.

RAINEY, Jeanette J. et al. Reasons related to non-vaccination and under-vaccination of children in low and middle income countries: findings from a systematic review of the published literature, 1999–2009. **Vaccine**, v. 29, n. 46, p. 8215-8221, 2011.

RASELLA, Davide et al. Child morbidity and mortality associated with alternative policy responses to the economic crisis in Brazil: A nationwide microsimulation study. **PLoS medicine**, v. 15, n. 5, p. e1002570, 2018.

ROTHMAN, Kenneth J.; GREENLAND, Sander; LASH, Timothy L. (Ed.). **Modern epidemiology**. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

SATO, Ana Paula Sayuri. Programa Nacional de Imunização: Sistema Informatizado como opção a novos desafios**. Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 39, 2015.

SATO, Ana Paula Sayuri. Qual a importância da hesitação vacinal na queda das coberturas vacinais no Brasil?. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 96, 2018.

SCOTT, Colleen et al. Country immunization information system assessments—Kenya, 2015 and Ghana, 2016. **MMWR. Morbidity and mortality weekly report**, v. 66, n. 44, p. 1226, 2017.

SILVA, Brener Santos et al. National Immunization Program Information System: implementation context assessment**. BMC health services research**, v. 20, p. 1-10, 2020.

SILVA, Francelena de Sousa et al. Incompletude vacinal infantil de vacinas novas e antigas e fatores associados: coorte de nascimento BRISA, São Luís, Maranhão, Nordeste do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, p. e00041717, 2018.

SILVA, Suelem Santos et al. Análise dos eventos adversos após aplicação de vacinas em Minas Gerais, 2011: um estudo transversal. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 45-54, 2016.

SILVEIRA, Mariangela F. et al. The emergence of vaccine hesitancy among upper-class Brazilians: Results from four birth cohorts, 1982–2015. **Vaccine**, v. 38, n. 3, p. 482-488, 2020.

SUCCI, R. Recusa vacinal: Que é preciso saber. Jornal de Pediatria, v. 94, n. 6, p. 574-581, 2018.

TAUIL, Márcia de Cantuária; SATO, Ana Paula Sayuri; WALDMAN, Eliseu Alves. Factors associated with incomplete or delayed vaccination across countries: a systematic review. Vaccine, v. 34, n. 24, p. 2635-2643, 2016.

TAKAHASHI, Saki et al. The geography of measles vaccination in the African Great Lakes region. **Nature communications**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2017.

TATEM, Andrew J. WorldPop, open data for spatial demography. **Scientific data**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2017.

TEIXEIRA, Antonia Maria da Silva; ROCHA, Cristina Maria Vieira da. Vigilância das coberturas de vacinação: uma metodologia para detecção e intervenção em situações de risco. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 19, n. 3, p. 217-226, set. 2010 . Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-

49742010000300004&lng=pt&nrm=iso>.acessos em 24 jun. 2019. http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742010000300004.

UTAZI, C. Edson et al. High resolution age-structured mapping of childhood vaccination coverage in low and middle income countries. **Vaccine**, v. 36, n. 12, p. 1583-1591, 2018.

WALDMAN, Eliseu Alves; SATO, Ana Paula Sayuri; FORTALEZA, C. M. C. B. Doenças infecciosas no Brasil: das endemias rurais às modernas pandemias. Monteiro CA, Levy RB, organizadores. Velhos e novos males da saúde no Brasil: de Geisel a Dilma. São Paulo (SP): Hucitec, v. 1, p. 234-311, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) et al. Progress and challenges with achieving universal immunization coverage: 2016 estimates of immunization coverage WHO. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) et al. **World Health Organization vaccination coverage cluster surveys: reference manual**. World Health Organization, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Vaccine Action Plan 2011–2020; WHO Press: Geneva, Switzerland, 2013a. [accessed on 2019 Nov 18]. Available from: https://www.who.int/immunization/global_vaccine_action_ plan/DoV_GVAP_2012_2020/es/

WORLD HEALTH ORGANISATION. Global Routine Vaccination Coverage 2012. WKLY Epidemiol. REC. 88, 482–485. 2013b.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Immunization coverage [Online]; 2020 [cited 2020 Dec 10]. Available from: http:// www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ immunization-coverage

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Measles Surveillance. 2016. Available at http://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/burden/vpd/surveillance_type/active/measles_monthlydata/en/

VANDELAER, Jos; BILOUS, Julian; NSHIMIRIMANA, Deo. Reaching Every District (RED) approach: a way to improve immunization performance. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 86, p. A-B, 2008.

XAVIER-DA-SILVA, J.; PERSSON, V. G.; LORINI, M. L.; IERVOLINO, P. ; RIBEIRO, M. F. ; ABDO, O. E. ; COSTA, A. J. S. T. ; BERGAMO, R. B. A. . Índices de Geodiversidade:

aplicações de SGI em estudos de Biodiversidade. In: Irene Garay; Braulio Dias. (Org.). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, v. 1, p. 01-430, 2001.

XEUATVONGSA, Anonh et al. Determination of factors affecting the vaccination status of children aged 12–35 months in Lao People's Democratic Republic. Heliyon, v. 3, n. 3, p. e00265, 2017.

YAMOAH, Peter; BANGALEE, Varsha; OOSTHUIZEN, Frasia. Knowledge and perceptions of adverse events following immunization among healthcare professionals in Africa: A case study from Ghana. **Vaccines**, v. 7, n. 1, p. 28, 2019.

YU HU.; YAPING, C. Evaluating Childhood Vaccination Coverage of NIP Vaccines: Coverage Survey versus Zhejiang Provincial Immunization Information System. **Int J Environ Res Public Health**. v. 14, n. 7, p. 758, 2017. doi: 10.3390/ijerph14070758

ZERHOUNI, Elias. GAVI, the vaccine alliance. Cell, v. 179, n. 1, p. 13-17, 2019.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFSJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI - CAMPUS CENTRO OESTE DONA LINDU / - UFSJ -

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do impacto do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização: um estudo em estado brasileiro.

Pesquisador: Eliete Albano de Azevedo Guimarães

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 20670819.9.0000.5545

Instituição Proponente: Fundação Universidade Federal de São João Del Rei - C. C. Oeste Dona

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.612.038

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa avaliativa que tem por objetivo delimitar os fatores que facilitam ou comprometem a implantação do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização (SIPNI) no Estado de Minas Gerais segundo as dimensões de estrutura (recursos empregados e sua organização), processo (serviços ou bens produzidos) e resultados esperados (efeitos).

Serão realizados dois subprojetos: a) Estudo transversal para avaliar a implantação do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização em municípios de MG e sua distribuição espacial segundo as regiões de saúde do Estado. b) Estudo ecológico para determinar os efeitos do SIPNI (situação vacinal e risco de transmissão de doenças imunopreveníveis) e sua distribuição espacial segundo as regiões de saúde do Estado.

O estudo será realizado em Minas Gerais – MG, visto que a descentralização do SIPNI no Estado ocorreu em 2014 (cinco anos de implantação) e ainda não se sabe os efeitos dessa intervenção; e a Coordenação do PNI estadual interessa saber como implementar a intervenção no curso das suas atividades e das condições estruturais, para aprimorar o seu desempenho (efeitos esperados). Esse estado tem 13 regiões de saúde, que abrangem o universo de 853 municípios, distribuídos em 28 Superintendências/Gerências Regionais de Saúde – SRS/GRS.

No estudo transversal serão incluídas as salas de vacinação das unidades de atenção básica dos municípios que possuem o SIPNI implantado e em funcionamento e que tenha o profissional

Endereço: SEBASTIAO GONCALVES COELHO
Bairro: CHANADOUR **CEP:** 35.501-296
UF: MG **Município:** DIVINOPOLIS
Telefone: (37)3690-4491 **Fax:** (37)3690-4491 **E-mail:** cepco@ufsj.edu.br

enfermeiro responsável pela operacionalização do SIPNI municipal. Serão excluídos os municípios com salas de vacinação sem SIPNI implantado e/ou implantado sem condições de operacionalização no momento da pesquisa; os municípios com sistema de informação municipal próprio; e a capital do Estado, Belo Horizonte, com população estimada em 2,4 milhões de habitantes, de estrutura complexa e constituída por nove regiões administrativas em saúde, não será incluída nesta pesquisa. As unidades básicas de saúde, cujos profissionais enfermeiros responsáveis pela operacionalização do SIPNI municipal, que no momento da coleta de dados estiverem de férias, licença ou afastados de suas atividades também serão excluídas.

Com relação ao estudo ecológico, para inclusão será considerada a base de dados do SIPNI para o período entre janeiro a dezembro de 2018. A base de dados do SIPNI será disponibilizada pelo SES/Coordenação do PNI/MG e contará com dados referentes à população vacinada de crianças menores de um ano, residentes nos 853 municípios mineiros, que tenham registros de vacinação dos imunobiológicos ofertados pelo PNI-Brasil. Serão excluídos campos ignorados e ou em branco e valores extremos (outliers) da base de dados do SIPNI.

Para a coleta de dados do estudo transversal será encaminhado um e-mail com o link no software LimeSurvey com acesso ao o questionário on-line. Para ter acesso ao questionário, será necessária a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a aceitação em participar do estudo, assinalando o campo específico autorizando a pesquisa. A coleta contará com o apoio da Coordenação do PNI/SES/MG e das referências técnicas regionais (n=28). Os pesquisadores participarão de reuniões com as referências técnicas do SIPNI para monitoramento da coleta e da pesquisa.

Para o estudo ecológico será considerada a população vacinada de crianças menores de um ano, residentes nos 853 municípios mineiros, que tenham registros de vacinação dos imunobiológicos ofertados pelo PNI-Brasil, no SIPNI, para o período de janeiro a dezembro de 2018. Serão analisadas as doses aplicadas dos imunobiológicos disponíveis na base de dados do SIPNI: BCG, Rotavirus, Meningo C, Hepatite B, Pneumocócica, Pentavalente, Poliomielite, Tríplice viral, Febre amarela, Hepatite A; e analisadas as variáveis de efeito, geográficas, sociodemográficas; estrutura e oferta de serviços de saúde. Para o cálculo dos indicadores será utilizada a população de crianças menores de um ano prevista no SINASC, para o ano de 2016 (ano fechado pelo DATASUS).

Todos os dados serão analisados estatisticamente e os resultados desta pesquisa poderão contribuir para a produção de conhecimentos que subsidiem o desenvolvimento técnico e científico quanto à organização e gestão do SIPNI em salas de vacinação, bem como, monitorar o

impacto da implantação do SIPNI no estado de MG.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o impacto da implantação do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização (SIPNI) no estado de Minas Gerais.

Objetivos Secundários:

I. Caracterizar os municípios quanto ao número de salas de vacinação, tipo de sistema de informação de imunização, perfil de profissionais atuantes em salas de vacinação.
II. Classificar o grau de implantação do SIPNI municipal de acordo com as regiões de saúde do Estado.
III. Identificar os fatores facilitadores e dificultadores que influenciam o grau de implantação do SIPNI segundo as dimensões de estrutura e processo.
IV. Analisar os efeitos esperados com a implantação do SIPNI, a partir dos indicadores cobertura vacinal, proporção de homogeneidade de coberturas vacinais e proporção de abandono.
V. Analisar o risco de transmissão de doenças imunopreveníveis e os possíveis fatores determinantes.
VI. Identificar aglomerados espaciais e espaço-temporais que se relacionam com o risco de transmissão de doenças imunopreveníveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisadora informa que os riscos estão relacionados principalmente a possíveis constrangimentos frente às questões e quebra do sigilo dos dados. Para preveni-los ou minimizá-los será garantido o treinamento de todos os pesquisadores para coleta de dados e somente eles terão acesso aos dados; os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa; e a garantia de que o participante não será identificado em momento algum da pesquisa. Contudo, o participante terá a liberdade de não responder a (s) questão (ões) que não queira ou não se sinta à vontade. Se efeitos indesejáveis ocorrerem, apesar de todos os cuidados possíveis, e que podem acontecer sem que a culpa seja do participante ou dos pesquisadores, o participante terá o direito de manifestar-se, interromper a coleta ou mesmo optar por não mais participar do estudo sem quaisquer prejuízos à sua pessoa. Caso o participante apresente alguma evidência e/ou ocorrência

relacionada à pesquisa, a situação será tratada com sigilo e se preciso for intervenções serão tomadas imediatamente.

Os benefícios deste estudo são: subsidiar estratégias que contribuam para o sucesso dessa tecnologia no cenário nacional; contribuir para o fortalecimento da gestão e gerenciamento dos serviços de imunização no SUS com impacto nas coberturas vacinais, nas taxas de abandono na vacinação de rotina, na vigilância de doenças imunopreviníveis e consequentemente, na redução do risco de transmissão dessas doenças. Desse modo, os resultados desta pesquisa poderão beneficiar aos serviços locais, municipais e regionais de saúde e à população, para uma assistência qualificada e humanizada em sala de vacinação; e para a produção do conhecimento nessa área.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresentado tem relevância científica e social e cumpre com as exigências estabelecidas para análise ética.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As seguintes documentações foram apresentadas satisfatoriamente:

-Checklist;

-Folha de Rosto devidamente datada e assinada pela instituição proponente;

-Projeto informações básicas;

-Projeto Detalhado / Brochura Investigador Projeto completo;

- Orçamento;
- Cronograma;
- TCLE;
- Termo de Responsabilidade do pesquisador diante da cessão da base de dados da SES/MG).
- Cartas de autorização e infraestrutura da coparticipante (SES/MG).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Comitê compreende a relevância do trabalho bem como seu impacto científico e social e o aprova.

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP orienta que, conforme consta na Resolução CONEP n. 466/2012 em seu Capítulo III.2 item "m" que o pesquisador deve: "comunicar às autoridades competentes, bem como aos órgãos legitimados pelo Controle Social, os resultados e/ou achados da pesquisa, sempre que estes puderem contribuir para a melhoria das condições de vida da coletividade, preservando, porém, a imagem e assegurando que os participantes da pesquisa não sejam estigmatizados;"

Endereço: SEBASTIAO GONCALVES COELHO
Bairro: CHANADOUR **CEP:** 35.501-296
UF: MG **Município:** DIVINOPOLIS
Telefone: (37)3690-4491 **Fax:** (37)3690-4491 **E-mail:** cepco@ufsj.edu.br

O Relatório Parcial deve ser submetido ao Sistema CEP/CONEP a cada seis meses do desenvolvimento da pesquisa e ao término da pesquisa, deverá ser encaminhado o Relatório Final.

Maiores informações: http://www.ufsj.edu.br/cepes_cco/relatorio_parcial_e_final.php

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	1.pdf	12/09/2019 16:45:11	Elaine Marques de Menezes Ribeir o	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1413353.pdf	12/09/2019 12:03:37		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	12/09/2019 11:55:50	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_SETOR.pdf	12/09/2019 11:55:06	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	12/09/2019 11:53:46	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO_PESQUISADOR.pdf	12/09/2019 11:51:51	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_INFRAESTRUTURA.pdf	12/09/2019 11:50:01	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_INSTITUICAO.pdf	12/09/2019 11:48:32	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_ATIVIDADES.docx	12/09/2019 11:41:30	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_detalhado.doc	12/09/2019 11:38:55	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_ROSTO.pdf	12/09/2019 11:10:43	Eliete Albano de Azevedo Guimarães	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

DIVINOPOLIS, 01 de Outubro de 2019

Assinado por:
Cristina Sanches
(Coordenador(a))

Endereço: SEBASTIAO GONCALVES COELHO
Bairro: CHANADOUR **CEP:** 35.501-296
UF: MG **Município:** DIVINOPOLIS
Telefone: (37)3690-4491 **Fax:** (37)3690-4491 **E-mail:** cepco@ufsj.edu.br

ANEXO II – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA EM MINAS GERAIS

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS
SUBSECRETARIA DE VIGILÂNCIA E PROTEÇÃO À SAÚDE
SUPERINTENDÊNCIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, AMBIENTAL E SAÚDE DO TRABALHADOR
DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos conhecer o projeto de pesquisa *Avaliação do impacto do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização: um estudo em estado brasileiro,* sob a coordenação da pesquisadora Eliete Albano de Azevedo Guimarães, CPF 476.424.676-72.

Reconhecemos a importância do projeto com o objetivo do projeto é avaliar o impacto do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização (SIPNI) no estado de Minas Gerais. E, destacamos que a Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES/MG) propiciará suporte de infraestrutura necessária para que a pesquisadora se dedique ao plano de trabalho proposto no projeto.

A SES/MG deverá constar como colaboradora da pesquisa.

Solicitamos que, ao término da pesquisa, a data da apresentação do trabalho seja informada à SES-MG Coordenação do Programa Nacional de Imunização, assim como referência do mesmo, em caso de publicação.

Esta autorização foi subsidiada por uma apreciação institucional da coordenação responsável pelas temáticas da pesquisa e está condicionada ao cumprimento pelos (a/o) pesquisadores (a/o) dos requisitos da resolução 466/2012 e suas complementares.

A utilização dos dados pessoais dos participantes da pesquisa se dará exclusivamente para os fins científicos propostos, mantendo sigilo e garantindo a utilização das informações sem prejuízo das pessoas, grupos e ou comunidades.

O início do estudo dependerá da sua aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos Da Universidade Federal de São del Rei (CEPES/CCO- UFSJ).

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS
SUBSECRETARIA DE VIGILÂNCIA E PROTEÇÃO À SAÚDE
SUPERINTENDÊNCIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, AMBIENTAL E SAÚDE DO TRABALHADOR
DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA

Esse termo de Anuência terá validade de 36 (trinta e seis) meses, a partir de sua assinatura.

Belo Horizonte, 29 de Julho de 2019

Janaina Fonseca Almeida
Diretora de Vigilância Epidemiológica
DVE/SVEAST/SVPS/SES-MG
MASP: 1205794-9

Janaína Fonseca Almeida

Diretora de Vigilância Epidemiológica – DVE

Superintendência de Vigilância Epidemiológica, Ambiental e Saúde do Trabalhador –SVEAST

Subsecretaria de Vigilância e Proteção à Saúde – SUB.VPS

Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais