

PADRÕES ESPACIAIS DE COBERTURA DE VACINAÇÃO CONTRA COVID-19 EM IDOSOS E SUA RELAÇÃO COM O ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO PIAUÍ: UM ESTUDO ECOLÓGICO

SPATIAL PATTERNS OF VACCINATION COVERAGE AGAINST COVID-19 IN ELDERLY PEOPLE AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE SOCIAL VULNERABILITY INDEX IN PIAUÍ: AN ECOLOGICAL STUDY

Lucas Dario Ferreira Santos^{1,2}; Kamilla Vitoria Cirino Moreira^{1,2}; Viviane de Oliveira Santos^{1,2}; Carla Solange de Melo Escorcio Dourado^{1,2}

¹ Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina, Piauí, Brasil.

² Programa de Extensão para a Implementação da Política Nacional de Vigilância em Saúde do SUS e a Participação da Comunidade (PNVS) - 2 edição.

Resumo

Objetivo: Analisar a distribuição espacial da cobertura vacinal contra a covid-19 em idosos no estado do Piauí e sua relação com o Índice de Vulnerabilidade Social, identificando padrões e aglomerados espaciais que possam refletir desigualdades no acesso à vacinação. **Método:** Trata-se de um estudo ecológico com abordagem quantitativa. A população foi constituída por todos os registros de vacinação dos indivíduos residentes no estado do Piauí com idade ≥ 60 anos, compreendendo o período de janeiro de 2021 a dezembro de 2024. Os dados sobre vacinação contra a covid-19 foram obtidos no OpenDataSUS. O Índice de Vulnerabilidade Social foi obtido do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. A análise estatística foi realizada pelo *software* RStudio 2024.12.0+467, enquanto a espacial foi pelo GeoDa 1.22.0.4. **Resultados:** Os resultados mostraram padrões espaciais significativos, com aglomerados que evidenciaram desigualdades na distribuição dos serviços de saúde no estado do Piauí. Em determinadas regiões, observou-se uma associação entre alta cobertura vacinal e baixa vulnerabilidade social. No entanto,

o Moran's I global de -0,02 indicou baixa autocorrelação espacial no estado como um todo, refletindo a variabilidade local dessas relações. Assim, a baixa autocorrelação espacial global sugere que essas associações variam conforme o contexto regional. **Conclusão:** O estudo revelou a existência de padrões espaciais na distribuição da cobertura vacinal contra a covid-19 em idosos no estado do Piauí, evidenciando desigualdades no acesso aos serviços de saúde. Esses achados reforçam a necessidade de aprimoramento dos sistemas de registro e da formulação de políticas públicas que garantam uma distribuição mais equitativa da vacinação.

Palavras-chave: Análise espacial; Vacinas contra Covid-19; Vulnerabilidade social.

Abstract

Objective: To analyze the spatial distribution of COVID-19 vaccination coverage among elderly individuals in the state of Piauí and its relationship with the Social Vulnerability Index, identifying spatial patterns and clusters that may reflect inequalities in access to vaccination. **Method:** This is an ecological study with a quantitative approach. The population consisted of all vaccination records of individuals residing in the state of Piauí aged ≥ 60 years, covering the period from January 2021 to December 2024. Data on COVID-19 vaccination were obtained from OpenDataSUS. The Social Vulnerability Index was obtained from the Institute of Applied Economic Research. Statistical analysis was performed using RStudio 2024.12.0+467 software, while spatial analysis was performed using GeoDa 1.22.0.4. **Results:** The results showed significant spatial patterns, with clusters that highlighted inequalities in the distribution of health services in the state of Piauí. In certain regions, an association between high vaccination coverage and low social vulnerability was observed. However, the global Moran's I of -0.02 indicated low spatial autocorrelation in the state as a whole, reflecting the local variability of these relationships. Thus, the low global spatial autocorrelation suggests that these associations vary according to the regional context. **Conclusion:** The study revealed the existence of spatial patterns in the distribution of vaccination coverage against COVID-19 among the elderly in the state of Piauí, highlighting inequalities in access to health services. These findings reinforce the need to improve registration systems and formulate public policies that ensure a more equitable distribution of vaccination.

Keywords: Spatial analysis; Covid-19 vaccines; Social vulnerability.

Recebido em: 10-02-2025

Publicado em: 07-04-2026

Autor correspondente

Carla Solange de Melo Escórcio Dourado

Campus Ministro Petrônio Portella, SG 11. Teresina (PI), 64049-550.

E-mail: csmdourado@gmail.com

1. Introdução

Em dezembro de 2019, uma pneumonia de origem desconhecida surgiu em Wuhan, na China, onde vários dos primeiros pacientes tiveram ligação com o mercado de frutos do mar da cidade¹. A análise molecular e o isolamento do vírus em indivíduos infetados confirmaram a presença de um novo coronavírus, levando a Organização Mundial da Saúde (OMS) a nomear a doença como covid-19².

A covid-19 rapidamente se espalhou pelo mundo, provocando um aumento exponencial no número de infecções, elevadas taxas de mortalidade, um impacto econômico global significativo e uma grande mobilização de recursos médicos. Posteriormente, a OMS declarou a doença como uma pandemia, configurando uma emergência de saúde pública de importância internacional³.

Assim, idosos e pessoas com doenças pré-existentes apresentam maior suscetibilidade à infecção e um risco aumentado de desenvolver complicações graves, como a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) e a liberação exacerbada de citocinas. Diante da rápida propagação do SARS-CoV-2 e da ausência de tratamentos antivirais eficazes, o desenvolvimento urgente de uma vacina tornou-se uma prioridade global⁴.

A cobertura vacinal é um dos principais indicadores de saúde pública, pois reflete tanto o acesso da população às vacinas quanto a adesão às políticas de imunização⁵. No Brasil, fatores como a distribuição desigual dos serviços de saúde e as disparidades socioeconômicas entre as regiões podem influenciar diretamente as taxas de cobertura vacinal⁶. Nesse contexto, é essencial compreender o impacto de fatores sociais, como o Índice de Vulnerabilidade

Social (IVS), nesse cenário. O IVS, que leva em consideração aspectos como renda, educação, moradia e acesso a serviços básicos, é um indicador fundamental para avaliar a desigualdade social e suas consequências para a saúde pública⁷.

O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial da cobertura vacinal contra a covid-19 em idosos no estado do Piauí e sua relação com o IVS, identificando padrões e aglomerados espaciais que possam refletir desigualdades no acesso à vacinação.

2. Metodologia

Este é um estudo ecológico com abordagem quantitativa. A população analisada compreendeu indivíduos residentes no estado do Piauí com 60 anos ou mais, considerados elegíveis para a vacinação contra a Covid-19. A escolha desse grupo deveu-se à sua maior vulnerabilidade às formas graves da doença, ressaltando a relevância de avaliar a cobertura vacinal e os fatores associados nesse segmento populacional.

As informações sobre a vacinação foram obtidas no OpenDataSUS, que disponibiliza dados nacionais de vacinação por município, desde o início da campanha, em janeiro de 2021, até 10 de dezembro de 2024. O número de idosos por faixa etária e município foi extraído do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), com base nos dados do censo demográfico de 2022. O IVS foi obtido por meio do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), foi uma medida do grau de vulnerabilidade e exclusão social, calculado pela média aritmética de três subíndices: IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho. Os escores do IVS variam de 0 (situação

ideal) a 1 (situação mais desfavorável)⁷.

A pesquisa incluiu registros de vacinação de residentes no Piauí com 60 anos ou mais, com a exclusão de duplicidades e de registros com intervalos menores que os recomendados entre as doses: 26 dias entre a primeira e a segunda dose, 54 dias entre a segunda e a terceira, e 88 dias entre a terceira e a quarta. A cobertura vacinal foi calculada dividindo o número de pessoas vacinadas pelo total de pessoas elegíveis, multiplicado por 100. Para considerar o esquema vacinal completo contra a Covid-19, foram consideradas duas doses para as vacinas convencionais e uma dose para a vacina bivalente, conforme a Nota Informativa nº 19/2023-DPNI/SVSA/MS⁸. O processamento dos dados foi feito no RStudio, versão 2024.12.0+467.

A análise estatística incluiu o teste de normalidade Jarque-Bera para verificar a distribuição normal dos resíduos do modelo de Regressão Linear Simples, e o teste de Koenker-Bassett para avaliar a heterocedasticidade, ou seja, a variância constante dos resíduos, mesmo na presença de outliers. Além disso, foram gerados gráficos de validação do modelo, como Resíduos vs Ajustados, Normal Q-Q, Escala-Localização e Resíduos vs Alavancagem, para garantir a identificação de padrões não lineares, normalidade dos resíduos, homocedasticidade e observações influentes.

A análise espacial foi realizada utilizando aglomerados calculados pelo Moran's I Local com taxa EB e o Índice Local de Associação Espacial (LISA), com base no diagrama de dispersão que posiciona os municípios em quatro quadrantes: Q1 (alto/alto), Q2 (baixo/baixo), Q3 (alto/baixo) e Q4 (baixo/alto), conforme a metodologia de Getis e Ord (1992). Para a

construção dos mapas de IVS e cobertura vacinal, o número de categorias foi definido pela regra de Sturges e os intervalos determinados pela quebra natural de Jenks. A análise espacial foi realizada no programa GeoDa versão 1.22.0.4.

Este estudo foi conduzido em conformidade com os parâmetros éticos estabelecidos na Resolução nº 738, de 1º de fevereiro de 2024. Por se tratar de pesquisa com dados secundários, públicos e sem identificação dos participantes, não foi necessária a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa. Contudo, todos os princípios éticos foram observados, garantindo a confidencialidade, a privacidade e a integridade dos dados analisados.

3. Resultados

Foram analisados 224 municípios, abrangendo um total de 486.421 residentes idosos no estado do Piauí. No período compreendido entre o início da campanha de vacinação e o dia 10 de dezembro de 2024, foram aplicadas 10.808.994 doses de vacina no estado.

Após a seleção dos registros de vacinas aplicadas em residentes do estado, o total de doses administradas foi de 9.971.934. Quando esses dados foram segmentados para a população idosa, o número de vacinas aplicadas foi reduzido para 2.223.326. Após a exclusão dos registros duplicados, o número final de registros únicos de idosos vacinados residentes no estado do Piauí foi de 498.760, resultando em uma cobertura vacinal de 102,5%.

O IVS foi identificado como uma variável significativa na previsão da cobertura vacinal no modelo de regressão linear ($p = 0,00221$), apresentando uma relação

inversa com a variável dependente (TABELA 1). Apesar do baixo valor de R-quadrado ($R^2 = 0,04139$), o modelo indicou ausência de multicolinearidade preocupante, conforme avaliado pelo Número de Condição, que obteve um valor de 13,38 (valores superiores a 30 são considerados críticos) (TABELA 1).

A homocedasticidade foi verificada por meio do teste de Koenker-Bassett ($p = 0,639$), que não forneceu evidências de heterocedasticidade, já que os p-valores permaneceram acima do nível de significância de 0,05.

TABELA 1 - Resultado do teste de regressão linear ($R^2 = 0,04139$)

| Variável | Coefficiente | P-value |
|------------|--------------|---------|
| Intercepto | 114,768 | 0,00000 |
| IVS | -35,379 | 0,00221 |

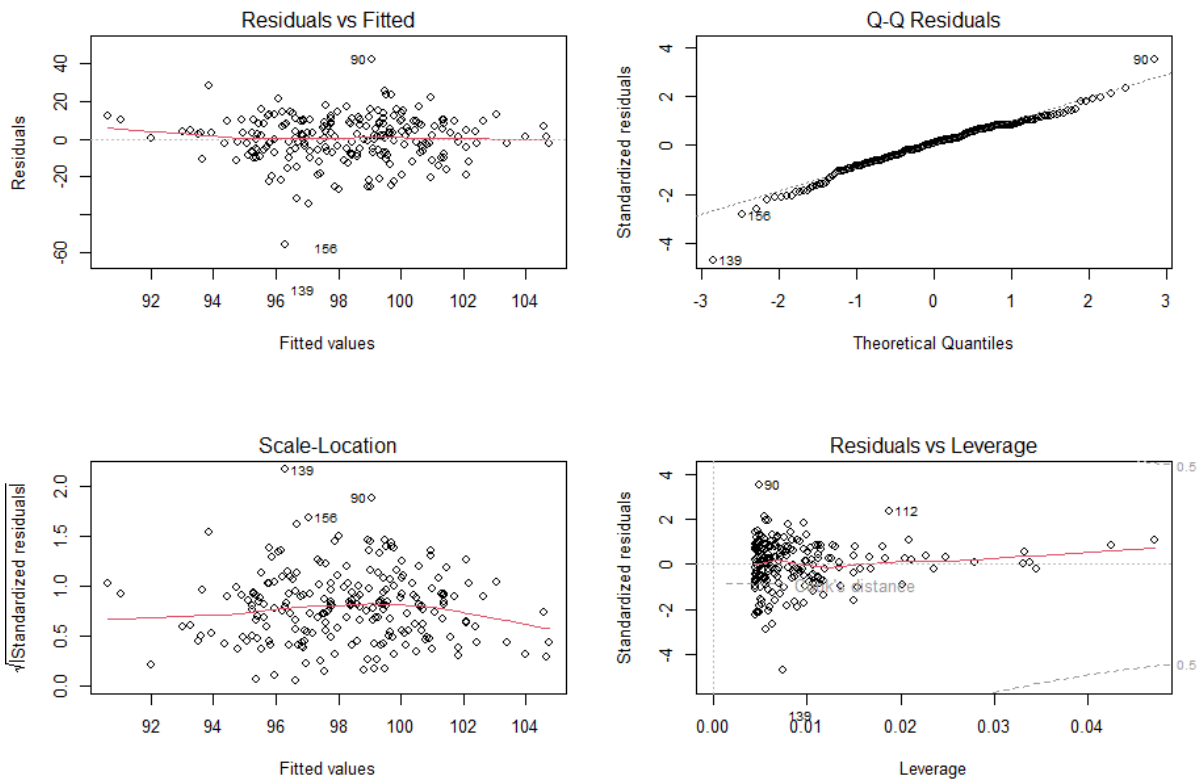
Fonte: Os autores

Foram realizados testes de diagnóstico para avaliar a adequação do modelo e a conformidade com os pressupostos necessários. O gráfico de Resíduos *versus* Valores Ajustados indicou uma distribuição aproximadamente homogênea, sugerindo a ausência de padrões não lineares significativos, embora com pequenas variações (FIGURA 1).

O gráfico Q-Q demonstrou que os resíduos apresentaram uma distribuição aproximadamente normal, apesar de algumas discrepâncias pontuais. O

gráfico de dispersão dos resíduos em relação às variáveis preditoras evidenciou homocedasticidade, embora com leve variação na dispersão. Por fim, o gráfico de Resíduos *versus* Leverage não revelou pontos influentes significativos fora das linhas de Cook's, indicando que nenhuma observação teve impacto excessivo nos resultados do modelo (FIGURA 1). Embora nenhum dos diagnósticos tenha demonstrado um alinhamento perfeito com os pressupostos, os resultados foram considerados satisfatórios dentro do contexto da análise.

FIGURA 1 - Diagnóstico da Regressão Linear

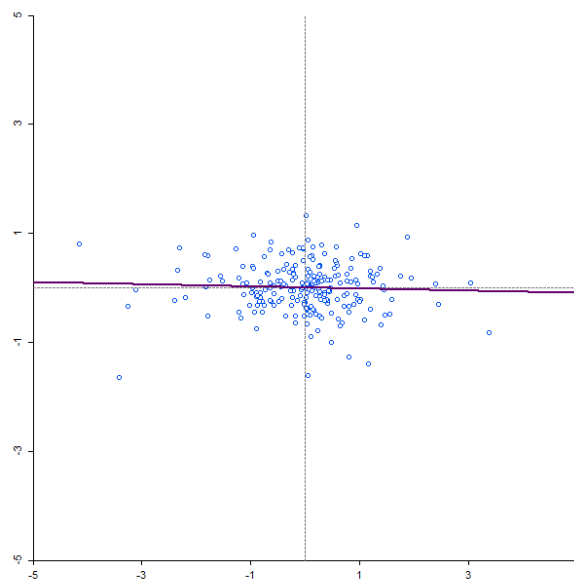


Fonte: Os autores

Os resultados da análise de Moran Global indicaram relação espacial fraca entre a cobertura vacinal (variável independente) e o IVS (variável dependente), com valor de Moran Global de -0,02, sugerindo

correlação espacial significativamente baixa (FIGURA 2). No entanto, a análise local de Moran revelou padrões distintos de autocorrelação espacial entre os municípios.

FIGURA 2 - Diagrama de dispersão de Moran

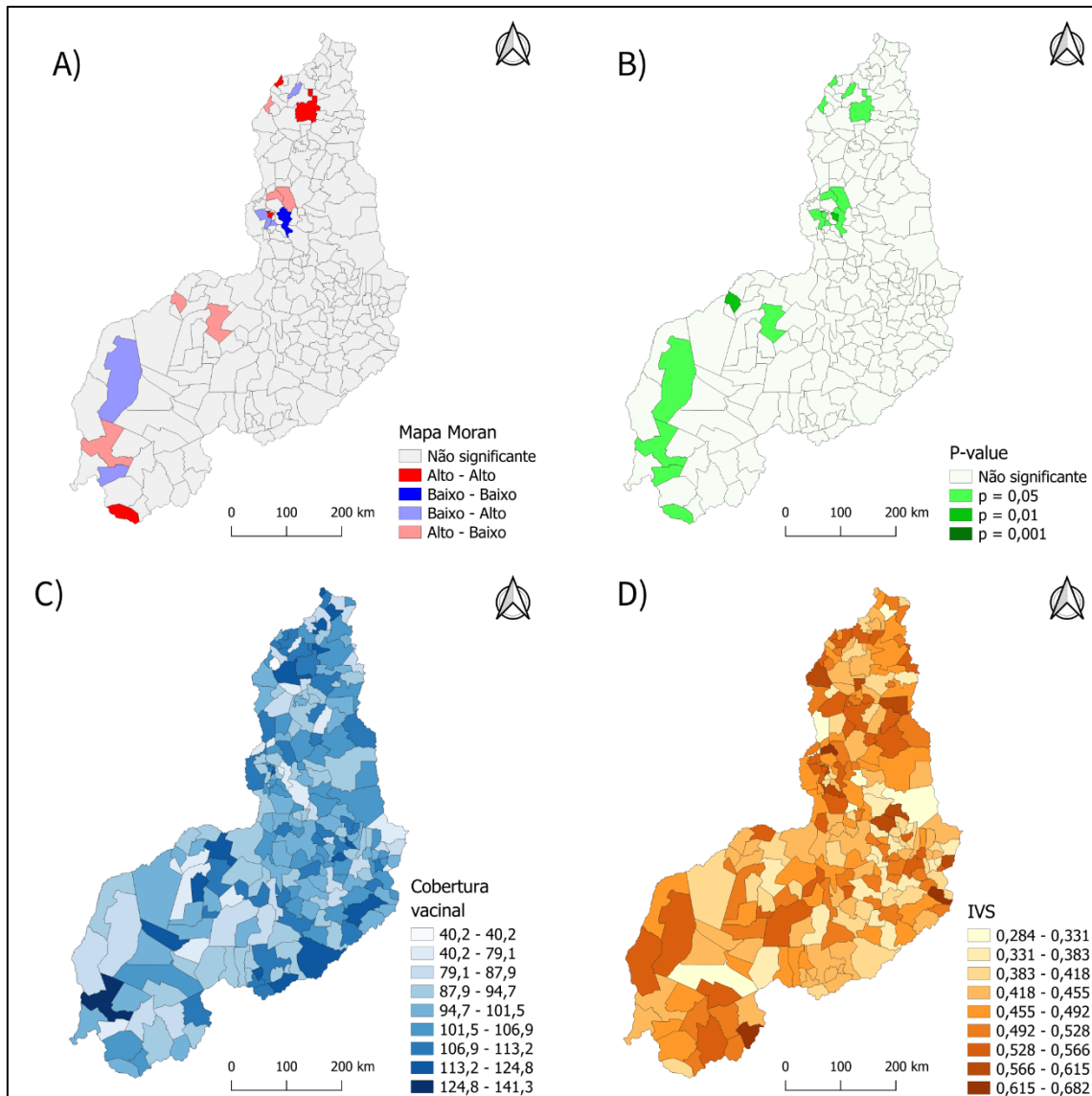


Fonte: Os autores

A análise local de Moran revelou padrões diversos nos municípios (**FIGURA 3**). Vários deles apresentaram autocorrelação do tipo "Alto - Baixo", como Anísio de Abreu, Belém do Piauí, Campo Maior, Geminiano, Lagoa do Barro do Piauí e Porto, com p-valores significativos (todos abaixo de 0,05), indicando que áreas com alta cobertura vacinal estão associadas a áreas com baixo IVS.

Outros municípios, como Água Branca, Avelino Lopes, Monte Alegre do Piauí e

São Gonçalo do Gurguéia, exibiram o padrão "Baixo - Alto", sugerindo uma relação inversa. Municípios como Barreiras do Piauí e Parnaguá apresentaram o padrão "Baixo - Baixo", enquanto Agricolândia, Barro Duro, Corrente e Luís Correia seguiram o padrão "Alto - Alto". De maneira geral, a maioria dos municípios analisados demonstrou relações espaciais significativas entre as variáveis, com p-valores variando de 0,008 a 0,049 (**FIGURA 3**).



A) Mapa de Moran, mostrando a distribuição espacial da autocorrelação espacial; B) Mapa de significância, indicando a relevância estatística das relações observadas; C) Mapa de cobertura vacinal, representando a distribuição da cobertura vacinal nos municípios; D) Mapa do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), ilustrando a distribuição da vulnerabilidade social.

Fonte: Os autores

4. Discussão

A vacinação contra a Covid-19 foi fundamental para reduzir a transmissão do vírus, prevenir casos graves e óbitos, e aliviar a sobrecarga nos sistemas de saúde. Além disso, a vacinação em massa levou a uma queda acentuada na taxa de

reprodução básica (R_0) do SARS-CoV-2, contribuindo para o controle da pandemia e a retomada gradual das atividades normais. Dessa forma, vacinar amplamente a população, especialmente grupos vulneráveis como os idosos, contribui para a proteção indireta de outros membros da comunidade,

reduzindo a probabilidade de transmissão em círculos familiares e sociais mais amplos, diminuindo o impacto de surtos⁹.

Este estudo, realizado no estado do Piauí, encontrou uma cobertura vacinal de 102,5%, embora acima de 100%, está em consonância com a projeção apresentada no último Boletim Epidemiológico Especial: Doença pelo Coronavírus – covid-19, emitido pelo ministério da Saúde. De acordo com esse boletim, a cobertura para o esquema primário da população de 40 anos ou mais no estado do Piauí foi de 97,22%¹⁰. Nesse mesmo boletim, valores acima de 100% são previstos, como o caso do Distrito Federal, que possuía cobertura de 104,3% para o mês de abril. Essa discrepância, com valores superiores a 100%, embora pareça indicar uma cobertura além da totalidade da população, pode ser explicada por inconsistências nas estimativas populacionais utilizadas como base para esses cálculos. Tais inconsistências são comuns devido à defasagem nas estimativas demográficas entre os censos que, muitas vezes, mantêm as mesmas projeções populacionais enquanto a população real cresce, o que pode levar a uma superestimação do percentual de vacinados¹⁰.

A estratégia global de vacinação contra a covid-19 da OMS estabelece como meta alcançar 100% de cobertura para idosos (≥ 60 anos), profissionais de saúde e outros grupos prioritários, garantindo tanto a aplicação das séries primárias quanto das doses de reforço. Além disso, visa atingir 70% da população total, independentemente da faixa etária, para referência internacional e em relação às metas específicas do país. No Brasil, o ministério da saúde recomenda uma cobertura vacinal de 90% da população para o esquema primário completo (dose

1 e dose 2 ou dose única) e doses de reforço, sem distinção de faixa etária¹¹.

A análise de Moran, com um índice global de -0,02, indicou baixa autocorrelação espacial global, sugerindo que a relação entre os dois indicadores não é tão forte ou consistente em todo o estado, o que pode apontar para variabilidade local na dinâmica entre vacinação e vulnerabilidade social, revelando, de forma geral, que a autocorrelação espacial entre a cobertura vacinal e o IVS nos municípios do Piauí foi altamente variável. Esses resultados sugerem que, em algumas áreas, pode haver uma relação inversa entre a vulnerabilidade social e o acesso à vacinação. Estudos anteriores corroboram a relevância do IVS em modelos de regressão para explicar a distribuição da cobertura vacinal no Brasil^{12,13}. De acordo com esses autores, áreas com maiores IVSs tendem a apresentar menores taxas de vacinação, embora a magnitude dessa relação possa variar de acordo com as características locais de cada município. Todavia, uma relação inversa foi observada por Souza *et al.* (2021)¹⁴, que identificaram que em municípios de estados como Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia, as áreas de baixa vulnerabilidade social estavam associadas à maior qualidade da atenção básica à saúde, refletindo diretamente na maior adesão à vacinação¹⁵.

Nos Estados Unidos, estudos recentes têm evidenciado a relação entre a pobreza e o impacto da covid-19, a maior vulnerabilidade social foi associada a uma taxa de letalidade mais elevada, influenciada, principalmente, pelo status socioeconômico da população, alta densidade demográfica, condições habitacionais precárias e acesso limitado ao transporte¹⁶. Além disso, a pandemia pode agravar a pobreza extrema

globalmente. Segundo projeções de Vos et al., uma redução de 1% no crescimento da economia mundial pode resultar em um aumento de 1,6% a 3% na taxa de pobreza extrema¹⁷. No Brasil, um estudo apontou que a pandemia pode elevar a taxa de pobreza de 17% para 23%, enquanto a desigualdade pode crescer de 0,55 para 0,59¹⁷.

No estado do Piauí, apenas 4,1% da variação na cobertura vacinal contra a covid-19 para idosos (≥ 60 anos) pode ser atribuída à variação do IVS. Esse dado sugere que os esforços direcionados à vacinação desse grupo etário com a série primária foram eficazes. Manter e ampliar esses avanços em uma população de risco elevado é um aspecto essencial da equidade em saúde, impactando a adesão às vacinas contra a covid-19 e outras imunizações em idosos. A literatura sugere que as diferenças na cobertura vacinal observadas entre populações de minorias raciais e étnicas em áreas de alto IVS devem ser analisadas com cautela. Isso porque essa variação não necessariamente indica uma disparidade em saúde ou uma injustiça para com populações não minoritárias ou de baixo IVS¹⁸. Uma diferença em saúde configura-se como disparidade quando piores resultados de saúde afetam de forma desigual grupos social, econômica ou ambientalmente desfavorecidos¹⁹.

Os achados deste estudo indicam que municípios com maior vulnerabilidade social apresentaram diferenças mais acentuadas na cobertura vacinal. Essas diferenças contrastam com estudos anteriores, pois os resultados desta análise revelaram estimativas mais elevadas de cobertura geral, especialmente em municípios com alto IVS. Embora esta investigação não tenha sido projetada para avaliar o impacto de intervenções nacionais, estaduais ou

locais, os achados, provavelmente, refletem o progresso das ações do Programa Nacional de Imunizações (PNI) voltadas para a covid-19.

As implicações desses resultados são evidentes. As políticas públicas de vacinação devem levar em conta as particularidades sociais e geográficas dos municípios, reconhecendo que a cobertura vacinal não pode ser abordada de maneira uniforme em todo o estado ou país. A autocorrelação espacial identificada sugere que a distribuição desigual da cobertura vacinal e a variação do IVS demandam uma análise mais aprofundada e estratégias de intervenção adaptadas às realidades locais. Essas estratégias devem ser direcionadas à redução das desigualdades no acesso aos serviços de saúde e ao aprimoramento da eficácia das campanhas de imunização, especialmente em regiões mais vulneráveis. Isso pode incluir o fortalecimento da infraestrutura da atenção primária, bem como a implementação de políticas públicas mais eficazes para combater a exclusão social e aumentar a confiança das populações mais vulneráveis nas campanhas de vacinação.

Entre as limitações do estudo apontamos a dependência de dados secundários, que podem conter inconsistências ou lacunas nos registros vacinais, como erros de preenchimento ou ausência de informações relevantes. Além disso, as análises foram conduzidas com dados agregados por municípios, o que pode mascarar variações intra urbanas significativas e dificultar a identificação de desigualdades em nível local. A ausência de dados individuais detalhados sobre condições de saúde, acesso a serviços e características socioeconômicas também limita a profundidade da análise, especialmente na interpretação da

relação entre vulnerabilidade social e cobertura vacinal. Além disso a cobertura vacinal superior a 100% aponta para inconsistências nos registros, possivelmente associadas a deslocamentos populacionais ou falhas nos sistemas de monitoramento. Esses achados reforçam a necessidade de aprimoramento dos sistemas de registro e da formulação de políticas públicas que garantam uma distribuição mais equitativa da vacinação.

Entretanto, ressalta-se que este estudo pode contribuir para uma melhor compreensão da relação entre saúde pública e determinantes sociais em nível regional, evidenciando a necessidade de intervenções mais específicas e contextualizadas para promover maior equidade na cobertura vacinal e melhoria das condições sociais.

5. Conclusão

No estado do Piauí, os esforços de vacinação contra a covid-19 reduziram as lacunas na cobertura para adultos com 65 anos ou mais. Em resumo, este estudo revelou padrões espaciais significativos entre a cobertura vacinal e o Índice de Vulnerabilidade Social nos municípios do Piauí, sugerindo que a vulnerabilidade social pode influenciar o acesso à vacinação. Além disso, a análise apontou aglomerados espaciais, evidenciando desigualdades na distribuição dos serviços de saúde.

6. Declaração de conflito de interesses

Os autores do artigo declaram que não houve nenhum conflito de interesse que pudesse influenciar o desenvolvimento do trabalho.

7. Referências

1. MESKINI M, REZGHI RAMI M, MAROOFI P, GHOSH S, SIADAT SD, SHEIKHPOUR M. An Overview on the Epidemiology and Immunology of COVID-19. **Journal of Infection and Public Health**, v. 14, n. 10, p. 1284–1298, 2021.
2. GHOSH S, BORNMAN C, ZAFER M. M. Antimicrobial Resistance Threats in the emerging COVID-19 pandemic: Where do we stand? **Journal of Infection and Public Health**, v. 14, n. 5, p. 555–560, 2021.
3. UMAKANTHAN S, SAHU P, RANADE AV, BUKELO MM, RAO JS, ABRAHAO-MACHADO LF et al. Origin, transmission, diagnosis and management of coronavirus disease 2019 (COVID-19). **Postgraduate Medical Journal**, v. 96, n. 1142, p. 753, 2020.
4. PANDEY SC, PANDE V, SATI D, Upreti S, Samant M. Vaccination strategies to combat novel corona virus SARS-CoV-2. **Life Sciences**, v. 256, p. 117956, 2020.
5. HUANG C, YANG L, PAN J, XU X, PENG R. Correlation between vaccine coverage and the COVID-19 pandemic throughout the world: Based on real-world data. **Journal of Medical Virology**, v. 94, n. 5, p. 2181, 2022.
6. MAH JC, PENWARDEN JL, POTT H, THEOU O, ANDREW MK. Social vulnerability indices: a scoping review. **BMC Public Health**, v. 23, n. 1, p. 1253, 2023.
7. IPEA. **Atlas da Vulnerabilidade Social**. Disponível em: <<https://ivs.ipea.gov.br/#/>>. Acesso em: 12 jan. 2025.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. **Departamento de Estratégias e Políticas de Saúde Comunitária**. Coordenação de

Apoio à Imunização e Monitoramento das Coberturas Vacinais na Atenção Primária. Nota Técnica nº 18/2023-CIMVAC/CGESCO/DESCO/SAPS/MS.

9. VITIELLO A, FERRARA F, TROIANO V, LA PORTA R. COVID-19 vaccines and decreased transmission of SARS-CoV-2. **Inflammopharmacology**, v. 29, p. 1357–1360, 2021.

10. BRASIL. Boletim epidemiológico especial: doença pelo novo coronavírus – COVID-19. **Vigilância da COVID-19 no Brasil**. v. 162, 2024.

11. Estratégia global de vacinação contra a COVID-19 em um mundo em mudança: atualização de julho de 2022. **Glob COVID-19 Vaccin Strateg a Chang World** Atualização de julho de 2022.

12. SANTOS VS, SIQUEIRA TS, ATIENZAR AIC, VIEIRA SCF, LOPES ASA. Spatial clusters, social determinants of health and risk of COVID-19 mortality in Brazilian children and adolescents: A nationwide population-based ecological study. **The Lancet Regional Health - Americas**, v. 13, p. 100311, 2022.

13. SANTOS VS, SIQUEIRA TS, SILVA JRS, GURGEL RQ. Spatial clustering of low rates of COVID-19 vaccination among children and adolescents and their relationship with social determinants of health in Brazil: a nationwide population-based ecological study. **Public Health**, v. 214, p. 38–41, 2023.

14. SOUZA KOC, FRACOLLI LA, RIBEIRO CJN, MENEZES AF, SILVA GM, SANTOS AD. Quality of basic health care and social vulnerability: a spatial analysis. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 55, p. e20200407, 2021.

15. NAYAK A, ISLAM SJ, MEHTA A, KO YA, PATEL SA, GOYAL A et al. Impact of Social Vulnerability on COVID-19 Incidence and

Outcomes in the United States. **medRxiv**, v. 2, 2020.

16. LABORDE D, MARTIN W, VOS R. Quanto a pobreza global aumentará por causa da COVID-19? Washington: **International Food Policy Research Institute**, v. 52, n. 3, p.375-390, 2021.

17. MENEZES-FILHO NA, KOMATSU BK. **Simulações de Impactos da COVID-19 e da Renda Básica Emergencial sobre o Desemprego, Renda, Pobreza e Desigualdade**. Documento de política, 2020.

18. BRAVEMAN P. O que são disparidades de saúde e equidade em saúde? Precisamos ser claros. **Public Health Rep** 2014, v. 129, n. 2, p. 5–8, 2014.

19. BRAVEMAN PA, KUMANYIKA S, FIELDING J, LAVEIST T, BORRELL LN, MANDERSCHIED R, et al. Disparidades de saúde e equidade em saúde: a questão é justiça. **Am J Public Health**, v.101, n. 1, p. S149–55, 2011.