

Artigo submetido a 30 de março 2025; versão final aceite a 29 de setembro de 2025
Paper submitted on March 30, 2025; final version accepted on September 29, 2025
DOI: <https://doi.org/10.59072/rper.vi73.770>

Efeitos da Qualidade da Educação sobre a Cobertura Vacinal Infantil no Estado de Minas Gerais, Brasil

Effects of Education Quality on Childhood Vaccination Coverage in the State of Minas Gerais, Brazil

Pedro Lucas Marciel Dias Monteiro

pedro.marciel@ufv.br

Mestrando em Economia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Adrian Luís Pereira da Silva Rocha

adrian.rocha@ufv.br

Mestrando em Economia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Evandro Camargos Teixeira

evandro.teixeira@ufv.br

Professor Associado III do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Resumo

A vacinação é um pilar fundamental das condições de saúde pública dos países, prevenindo doenças e reduzindo custos econômicos. No Brasil, a cobertura vacinal infantil tem apresentado queda desde 2016. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo analisar os efeitos da qualidade da educação sobre a cobertura vacinal infantil no estado de Minas Gerais no período 2013-2019. Especificamente, analisa-se os efeitos da média ponderada dos índices de proficiência em Matemática e Língua Portuguesa na 3^a série do ensino médio sobre um índice construído por Análise de Componentes Principais, que inclui a cobertura vacinal relativa a três imunizações essenciais para crianças menores de um ano: poliomielite, tríplice viral e pentavalente. A análise econometrística, baseada em dados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), utilizou um modelo com dados em painel dinâmico e os resultados indicaram que a elevação na qualidade da educação está associada com aumento da cobertura vacinal infantil. Isso significa que indivíduos com acesso à educação de maior qualidade tendem a discernir informações contraditórias sobre a vacinação, o que eleva a vacinação das crianças. Ademais, a transmissão intergeracional de capital humano potencializa esse efeito, já que pais mais bem instruídos, geralmente, adotam práticas preventivas com mais consistência, criando um ciclo positivo de adesão à imunização.

Palavras-Chave: Qualidade da Educação. Cobertura Vacinal. Vacinação Infantil. Painel Dinâmico. Minas Gerais.

Códigos JEL: C23, I21, I18

Abstract

Vaccination is a fundamental pillar of public health conditions in countries, preventing diseases and reducing economic costs. In Brazil, childhood vaccination coverage has been declining since 2016. Considering this scenario, this study aims to analyze the effects of education quality on

childhood vaccination coverage in the state of Minas Gerais between 2013 and 2019. Specifically, it examines the effects of the weighted average of proficiency indices in Mathematics and Portuguese Language in the 3rd year of high school on an index constructed through Principal Component Analysis, which includes vaccination coverage for three essential immunizations for children under one year of age: polio, MMR (measles, mumps, and rubella), and pentavalent vaccines. The econometric analysis, based on data from the Minas Gerais Social Responsibility Index (IMRS), employed a dynamic panel data model, and the results indicated that improvements in education quality are associated with increased childhood vaccination coverage. This suggests that individuals with access to higher-quality education are better able to discern conflicting information about vaccination, thereby increasing childhood immunization rates. Furthermore, the intergenerational transmission of human capital enhances this effect, as better-educated parents are generally more consistent in adopting preventive practices, creating a positive cycle of immunization adherence.

Keywords: Education Quality. Vaccination Coverage. Childhood Vaccination. Dynamic Panel. Minas Gerais.

JEL Codes: C23, I21, I18

1 INTRODUÇÃO

A vacinação é primordial para a melhoria das condições de saúde pública, ao prevenir surtos e reduzir a carga global de doenças evitáveis. Como apontam Leal *et al.* (2023), a imunização traz benefícios tanto para o indivíduo quanto para a comunidade, pois o planejamento vacinal visa o controle eficaz de doenças e amplia a cobertura populacional, limitando a propagação de infecções. Além disso, os benefícios vão além da prevenção de doenças específicas, pois as vacinas reduzem a morbidade, incapacidades, mortalidade e até desigualdades em termos de condições de saúde ao redor do mundo (André *et al.*, 2008). Não por acaso, estimativas indicam que a imunização evitará aproximadamente 50 milhões de mortes entre 2021 e 2030 (CDC, 2025).

Além dos impactos positivos na saúde, a vacinação gera também benefícios econômicos significativos. A redução da morbidade e mortalidade decorrente de programas de vacinação eficazes resulta em diminuição nos custos de saúde no longo prazo (André *et al.*, 2008). Essa proteção, tanto direta quanto indireta, propicia queda na incidência de doenças, o que, por sua vez, diminui os custos de tratamento e cuidados associados (Rodrigues & Plotkin, 2020). Ademais, ao prevenir doenças evitáveis, a vacinação não apenas incrementa as condições de saúde da população, mas também resulta em ganhos de produtividade, já que indivíduos saudáveis têm maior capacidade de participar efetivamente da força de trabalho, reduzindo o absenteísmo e aumentando a eficiência (Rodrigues & Plotkin, 2020).

A importância da vacinação se torna ainda mais evidente em países com menos recursos, onde os impactos da prevenção de doenças podem transformar significativamente a saúde pública e a economia. Nesse sentido, para países com níveis de renda baixa e média, estima-se que entre 2001 e 2020, as vacinações geraram uma economia de US\$ 350 bilhões em custos de saúde relacionados a doenças. Além disso, a redução nas mortes e incapacidades resultará em ganhos de produtividade estimados em US\$ 330 bilhões e US\$ 9 bilhões, respectivamente. No total, o valor econômico e social abrangente das vacinações é estimado em aproximadamente US\$ 820 bilhões (Ozawa *et al.*, 2017).

Apesar dos benefícios evidentes das vacinas, Leal *et al.* (2023) apontam uma queda global na adesão vacinal, agravada pela crise da COVID-19, o que representa um sério risco aos avanços no controle de doenças, especialmente entre crianças. Tauil *et al.* (2016) também destacam que, mesmo com a redução na incidência de doenças preveníveis por vacinação, muitos ainda não estão totalmente imunizados, e a cobertura vacinal varia amplamente pelo mundo, aumentando o risco do ressurgimento de doenças sob controle e da reintrodução de outras erradicadas. Para o caso brasileiro, Santos *et al.* (2023) indicam uma trajetória instável de cobertura vacinal, com queda acentuada desde 2016; em 2021, o índice de vacinas infantis na região Nordeste ficou abaixo de 74%, e, em 2022, menos de 80% das vacinas recomendadas para crianças foram aplicadas, o que tem favorecido o retorno de doenças anteriormente controladas.

Ademais, Donalisio *et al.* (2023) verificaram queda progressiva da cobertura vacinal em todas as regiões brasileiras, sendo essa mais acentuada nas regiões Norte e Nordeste e em áreas de maior vulnerabilidade social, especialmente durante a pandemia. Tal redução demonstra que o risco de reintrodução do vírus é iminente. Entre os fatores associados à queda estão o subfinanciamento do Sistema Único de Saúde (SUS), problemas de gestão e organização dos serviços de vacinação, maior complexidade do calendário vacinal, mudanças nos sistemas de informação, desinformação, avanço de movimentos antivacinas e disseminação de *fake news*.

Diante do exposto, torna-se essencial compreender os fatores que influenciam as decisões de vacinação, especialmente aqueles relacionados à imunização infantil. A vacinação de crianças é uma medida central para a proteção contra doenças imunopreveníveis e é fundamental na prevenção de surtos epidêmicos que ameaçam a saúde coletiva (Sousa, Vigo & Palmeira, 2012). Entre os fatores que impactam essas decisões, o nível de escolaridade surge como um fator de destaque na literatura. Zimmerman e Woolf (2014) indicam que a educação oferece oportunidades para o aprendizado sobre saúde, tanto por meio de conteúdos escolares quanto pelo desenvolvimento da capacidade de interpretar informações ao longo da vida. Com isso, indivíduos mais instruídos tendem a reconhecer melhor os riscos para a saúde e a responder de forma positiva a campanhas de conscientização, influenciando escolhas preventivas, como a adesão à vacinação.

Nesse contexto, o baixo nível de escolaridade é frequentemente associado a um menor nível de conhecimento, o que impacta negativamente as decisões relacionadas à saúde. Santos *et al.* (2023) destacam que populações economicamente desfavorecidas enfrentam barreiras no acesso a bens e serviços de saúde, resultando em menor adesão aos programas de vacinação. É importante ressaltar que grupos mais bem informados não apenas demonstram maior preocupação com as condições de saúde, mas também apresentam percepções de risco mais favoráveis em relação às vacinas (Pan *et al.*, 2021). Além disso, a influência da educação se estende para além das decisões individuais, afetando também as gerações futuras, uma vez que a escolaridade dos pais está diretamente relacionada às condições de saúde das crianças. Níveis mais elevados de escolaridade dos responsáveis aumentam a probabilidade de que elas tenham acesso a cuidados médicos adequados e residam em ambientes que atendem às suas necessidades de forma segura e sensível (Zill, 1996).

Em particular, a decisão de vacinar as crianças é influenciada por múltiplos fatores relacionados tanto à própria criança quanto ao contexto familiar. Entre os aspectos familiares, destaca-se a escolaridade dos pais ou cuidadores, que afeta significativamente o conhecimento e as atitudes em relação à vacinação (Tauil *et al.*, 2016). Assim, infere-se que em localidades com menor nível de escolaridade, percepções menos favoráveis à vacinação podem ser mais frequentes, o que reforça a relevância da educação parental para ampliar a adesão e o acesso a informações qualificadas sobre imunização infantil. Nesse aspecto, o maior nível de escolaridade entre os responsáveis pode facilitar a adesão à vacinação dos filhos, pois pais mais educados tendem a adotar cuidados preventivos de maneira mais consistente, além de gerenciar de forma mais eficaz as condições crônicas de saúde das crianças e compreender adequadamente as novas tecnologias médicas (Mora & Trapero-Bertran, 2018).

Sob essa ótica, a relação entre escolaridade e vacinação tem sido objeto de crescente interesse na literatura, especialmente em um contexto marcado pelo avanço da pandemia de COVID-19 e pela disseminação de movimentos antivacina. Hostenreiter Filho e Cavalcante (2022) apontaram que o processo de vacinação contra a COVID-19 no Brasil ocorreu em ritmos distintos nos diversos estados e municípios, o que impactou na contaminação e óbitos decorrentes da doença. Ademais, alguns estudos indicam que níveis mais elevados de escolaridade estão, em geral, associados a uma maior disposição em vacinar (Kaim *et al.*, 2021; Koivogui *et al.*, 2017; Rencken *et al.*, 2019). No entanto, algumas pesquisas apontam para efeitos negativos, como a hesitação vacinal em contextos específicos (Lengerke *et al.*, 2021; Zhou *et al.*, 2021), ou para a ausência de relação estatisticamente significativa entre escolaridade e vacinação (Oliveira *et al.*, 2021).

As crianças são tradicionalmente o foco central das campanhas de vacinação, uma vez que muitas vacinas são aplicadas nos primeiros anos de vida, visando protegê-las contra doenças graves. Contudo, dada a incapacidade das crianças de tomarem decisões por conta própria, a escolha pela imunização depende integralmente de seus responsáveis. Nesse sentido, a escolaridade dos pais tem se mostrado um fator determinante. Evidências indicam que pais mais escolarizados são mais propensos a vacinar seus filhos, seja contra doenças específicas ou para manter o calendário vacinal completo, devido a uma maior compreensão dos benefícios das vacinas e uma maior adesão às

recomendações de saúde pública (Ahmad *et al.*, 2013; Mora; Trapero-Bertran, 2018; Pan *et al.*, 2021; Scharffet *et al.*, 2022; Shahjahan, La Matina & Aygari, 2022). Estudos brasileiros corroboram essa relação, mostrando que o maior nível de escolaridade dos pais no país está associado a taxas mais altas de imunização infantil (Santos *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 1999), reforçando a importância de intervenções educacionais voltadas a esse público para aumentar a cobertura vacinal.

Diante do exposto, este estudo visa investigar a relação entre a qualidade da educação e a adesão à vacinação de crianças com menos de um ano de vida em Minas Gerais no período de 2013 a 2019. Em específico, analisa-se como a média ponderada dos índices de qualidade do ensino de Matemática e de Língua Portuguesa na 3^a série do ensino médio afetam a cobertura vacinal de três imunizações essenciais para crianças menores de um ano, a partir da construção de um índice: poliomielite, tríplice viral e pentavalente. Esse enfoque contribui para a literatura sobre os determinantes da vacinação, com uma atenção especial ao cenário brasileiro, onde ainda há poucos estudos que abordem de forma detalhada o impacto da qualidade da educação sobre a vacinação infantil. A inclusão da média ponderada dos índices de qualidade do ensino permite uma análise mais abrangente, considerando não apenas o acesso à educação, mas também a eficácia do sistema educacional na formação de indivíduos mais conscientes e informados sobre a importância da imunização.

Além disso, a pesquisa se diferencia ao realizar uma análise em nível agregado para o estado de Minas Gerais, contribuindo para preencher uma lacuna na literatura nacional ao investigar a relação entre a qualidade da educação e vacinação infantil em um dos estados mais populosos e socioeconOMICAMENTE DIVERSOS do Brasil. Estudos regionais sobre vacinação ainda são escassos no país, especialmente com foco específico em Minas Gerais, e poucos exploram a influência da qualidade da educação como variável central. Essa abordagem é particularmente relevante, pois a qualidade do ensino reflete a capacidade do sistema educacional de formar cidadãos mais informados e engajados com práticas preventivas de saúde. Adicionalmente, ao se considerar três vacinas infantis essenciais, o estudo proporciona uma visão mais abrangente da forma pela qual a educação impacta a adesão a diferentes programas de imunização. Essa análise regional não apenas captura dinâmicas locais que frequentemente não se verificam em estudos nacionais, mas também fornece subsídios importantes para o desenvolvimento de políticas públicas adaptadas às especificidades socioeconómicas de estados brasileiros, no caso, Minas Gerais.

Além desta introdução, o presente estudo está dividido em outras quatro seções. Na segunda seção, são analisadas as evidências teóricas e empíricas acerca da relação entre educação e cobertura vacinal. Na terceira seção, expõe-se a metodologia utilizada, seguida dos resultados e discussão. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais.

2 EVIDÊNCIAS TEÓRICAS E EMPÍRICAS

A literatura tem explorado amplamente as formas como a educação influencia a saúde. Segundo Zajacova e Lawrence (2018), a educação afeta as condições de saúde por meio de fatores econômicos, comportamentais, sociais e de acesso à saúde. Indivíduos com maior nível de escolaridade tendem a ocupar empregos estáveis e bem remunerados, o que proporciona maior segurança financeira e capacidade de investir na saúde. Além disso, esses indivíduos, geralmente, adotam comportamentos mais saudáveis, como praticar atividades físicas regularmente. Aspectos socioemocionais, como relacionamentos estáveis e redes de apoio, também fortalecem a resiliência ao estresse. Embora o acesso aos serviços de saúde desempenhe papel relativamente menor, ele contribui para reduzir disparidades ao facilitar o acesso a cuidados preventivos (Zajacova & Lawrence, 2018).

Zimmerman e Woolf (2014) destacam que a educação também amplia o conhecimento sobre as condições de saúde, tanto por meio de conteúdos escolares quanto pelo desenvolvimento de habilidades em termos de interpretação das informações ao longo da vida. Pessoas mais escolarizadas tendem a compreender melhor os riscos à saúde e a responder positivamente a campanhas de conscientização, o que estimula escolhas preventivas. Dessa forma, a educação não só aumenta a percepção a respeito dos riscos de doenças, mas também encoraja respostas mais assertivas às orientações de saúde, ajudando a prevenir e controlar condições adversas.

Diante disso, a educação se destaca como um mediador importante na influência sobre o comportamento de vacinação, promovendo uma maior adesão a práticas preventivas de saúde. Conforme apontado por Lazarus *et al.* (2020), a disposição de um indivíduo em se vacinar está intimamente

relacionada a complexos sistemas de confiança que moldam suas percepções sobre o governo, a indústria médica, as empresas farmacêuticas e os empregadores. Além de fatores como gênero e idade, a educação desempenha função crucial nessa dinâmica. Indivíduos com maior nível educacional tendem a ser mais informados e, consequentemente, mais preocupados com as condições de saúde, apresentando percepções de risco mais favoráveis em relação às vacinas (Pan *et al.*, 2021). Portanto, é provável que a educação possa melhorar a compreensão da vacinação e fortalecer a confiança nas instituições de saúde, resultando em escolhas de imunização mais informadas e proativas

Nessa linha, há na literatura evidências de que a educação aumenta o conhecimento, a confiança nas autoridades de saúde e a adesão às recomendações de vacinação (Kaim *et al.*, 2021). Ademais, estudos como de Rencken *et al.* (2019) e Koivogui *et al.* (2017) demonstram que indivíduos com maior nível de escolaridade têm maior probabilidade de estarem com as vacinas atualizadas, enquanto aqueles com menor escolaridade enfrentam barreiras informativas que dificultam a adesão. No entanto, outros estudos indicam que a relação entre educação e vacinação pode ser mais complexa. Lengerke *et al.* (2021) e Zhou *et al.* (2021) observam que pessoas com menor escolaridade tendem a avaliar de forma mais favorável os prós e contras da vacinação, enquanto indivíduos com maior escolaridade, especialmente se adotam uma postura negativa, têm menor disposição para a vacina.

Nesse contexto, a influência da educação se torna ainda mais evidente quando se analisa o papel dos pais na decisão de vacinar seus filhos. Diferentemente dos adultos, que possuem autonomia para escolher se irão se vacinar ou não, as crianças dependem inteiramente das escolhas feitas por seus responsáveis. Esse aspecto torna particularmente relevante o impacto da escolaridade parental sobre o estado vacinal infantil, dado o volume significativo de imunizações necessárias nos primeiros anos de vida. Se a educação influencia escolhas e decisões individuais de saúde, como a adesão à vacinação, é provável que esse efeito se estenda entre gerações, moldando também as decisões de pais em relação às condições de saúde de seus filhos. Assim, não é surpreendente que a educação parental tenha um papel importante no estado vacinal infantil (Tauil *et al.*, 2016).

Notadamente, destaca-se que esse efeito está relacionado à transmissão intergeracional de capital humano, onde um maior nível educacional dos pais beneficia diretamente a saúde e o desenvolvimento das crianças (Steingraber, 2022). A escolaridade aprimora a capacidade dos pais de processar informações sobre a importância das vacinas, levando a decisões mais conscientes e a investimentos mais eficazes na saúde de seus filhos. Além disso, pais mais escolarizados têm maior acesso a empregos qualificados, o que eleva a renda familiar e possibilita melhores condições de saúde infantil (Lindeboom; Llena-Nozal; van der Klaauw, 2009).

Em particular, para além da educação dos pais, a vacinação infantil parece intimamente correlacionada com o nível de educação da mãe (Özer; Fidrmuc; Eryurt, 2018). Como apontado por Silva *et al.* (1999), mães com maior nível educacional tendem a se distanciar de crenças supersticiosas e adaptam-se mais eficazmente às tecnologias médicas. Essa formação lhes proporciona acesso ampliado a informações e desenvolve habilidades que facilitam a interação com os serviços de saúde, aumentando a valorização do cuidado preventivo. Além disso, essas mães costumam ter maior autonomia nas decisões familiares, demonstrando mais conhecimento e disposição para seguir orientações médicas, utilizar medicamentos de forma correta e assimilar melhor as mensagens das campanhas educativas. Em particular, a educação materna impacta a saúde infantil por meio de uma alocação mais eficiente dos recursos de saúde, especialmente em relação às imunizações (Shahjahan; La Mattina; Ayyagari, 2022).

Nesse sentido, o estudo conduzido por Geweniger e Abbas (2020) analisou a cobertura vacinal completa entre crianças etíopes de 12 a 23 meses, utilizando os dados da Pesquisa Demográfica e de Saúde da Etiópia de 2016. Os resultados destacam um padrão de distribuição regressiva da cobertura vacinal, no qual as crianças mais vulneráveis – aquelas pertencentes a lares mais pobres, com mães de baixa escolaridade e residentes em áreas rurais – encontram-se em desvantagem substancial no acesso à imunização.

De maneira abrangente, Arsenault *et al.* (2017) expandem essa análise ao realizarem uma avaliação sistemática das desigualdades na cobertura vacinal em 45 países apoiados pela *Gavi*, a Aliança de Vacinas, com base em sete dimensões de estratificação social, incluindo escolaridade materna, riqueza domiciliar e pobreza multidimensional. Seus achados corroboram e ampliam os resultados encontrados por Geweniger e Abbas (2020), ao demonstrar que desigualdades substanciais

persistem na maioria desses países, sendo as desigualdades associadas à escolaridade materna e à pobreza as mais pronunciadas.

Adicionalmente, Ahmad, Zahid e Jan (2013) encontraram evidências de que crianças de 1 mês a 5 anos cujos pais possuem maior escolaridade e classe socioeconômica apresentam taxas de vacinação significativamente mais elevadas. Esse padrão também foi identificado em estudos relacionados à COVID-19, como o de Scharff *et al.* (2022), que observaram que crianças com menos de 16 anos e estudantes cujos pais tinham menor nível educacional demonstraram maior hesitação em relação à vacina. Pan *et al.* (2021), em uma revisão sobre os fatores que contribuem para a hesitação vacinal contra a COVID-19, destacaram que, embora os fatores que influenciam as atitudes dos pais variem conforme o contexto de cada país, uma tendência comum é a relação direta entre a educação parental e a disposição para vacinar os filhos.

Além disso, diversos estudos têm destacado a importância do nível educacional das mães na decisão de vacinar seus filhos. Mora e Trapero-Bertran (2018) indicam que, quanto maior o nível educacional materno, maior a probabilidade de vacinação infantil em programas de imunização na Espanha. Shahjahan, La Mattina e Ayyagari (2022) investigam a causalidade dessa relação, demonstrando que um programa de 1994 voltado para escolas secundárias femininas aumentou a educação entre as mulheres elegíveis e as taxas de imunização de seus filhos, sugerindo que a educação materna influencia a saúde infantil por meio de uma alocação mais eficiente de insumos de saúde, como vacinas. No Brasil, Silva *et al.* (1999) identificaram a baixa escolaridade materna como o principal fator associado à não vacinação de crianças para vacinas como BCG, DPT e anti-sarampo.

Embora a maior parte da literatura aponte associação positiva entre educação e vacinação, algumas pesquisas identificam resultados divergentes. Lucyk *et al.* (2019) e Gaskin *et al.* (2023) apontaram que, em contextos com maior nível de renda e escolaridade, pode haver maior hesitação vacinal, motivada por desconfiança em relação às vacinas ou pela busca por terapias alternativas. Domingues e Temporão (2020) também destacaram que, no Brasil, áreas urbanas mais desenvolvidas têm apresentado queda recente da cobertura vacinal, contrastando com a manutenção de níveis relativamente elevados em territórios mais vulneráveis, onde a atenção primária desempenha papel central.

Em síntese, as evidências, em geral, sugerem a existência de relação direta entre educação e vacinação, indicando que pais mais escolarizados, especialmente mães, tendem a aderir mais às práticas de imunização. No entanto, a literatura nacional ainda é escassa, principalmente em estudos sobre vacinas essenciais na primeira infância e na relação entre qualidade da educação e cobertura vacinal. Poucos trabalhos exploram como indicadores de qualidade, como desempenho em testes padronizados de Matemática e Língua Portuguesa, impactam a adesão à imunização. A maioria das pesquisas concentra-se em métricas quantitativas de educação, como anos de escolaridade. Essa lacuna destaca a necessidade de investigar como a qualidade da educação, medida por indicadores objetivos, influencia a vacinação.

3 METODOLOGIA

3.1 Dados

Este estudo tem como objetivo investigar os efeitos da qualidade da educação sobre a cobertura vacinal de crianças com menos de um ano de vida no estado de Minas Gerais entre os anos de 2013 e 2019. A escolha pelo período deveu-se a disponibilidade dos dados, já que é possível obter as informações das variáveis necessárias para a construção do trabalho. Os dados utilizados foram obtidos a partir do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), elaborado pela Fundação João Pinheiro.

O IMRS é uma importante base de dados que reúne informações socioeconômicas, demográficas e de infraestrutura de todos os municípios do estado de Minas Gerais, sendo amplamente utilizado em estudos voltados para o desenvolvimento regional (FJP, 2023). A plataforma possui mais de 700 indicadores, contendo informações dos 853 municípios do estado de Minas Gerais. Sua abrangência e diversidade de informações permitem a análise de fatores que contemplam seis dimensões, a saber: saúde; educação; vulnerabilidades; cultura e esporte; segurança pública; saneamento e meio ambiente. Para garantir a qualidade do conjunto de dados e a consistência das análises, foram removidas

observações com informações ausentes (*missings*), resultando em uma base de dados mais robusta para a realização das etapas subsequentes do estudo.

A estrutura de dados configurou um painel desbalanceado, caracterizado pela ausência de informações completas para todas as unidades de análise ao longo do período estudado. Esse desbalanceamento ocorre devido a lacunas ou inconsistências nos dados coletados ao longo dos anos, mas não compromete a viabilidade do estudo. Pelo contrário, o painel desbalanceado possibilita a inclusão do maior número possível de observações disponíveis (5950 observações), mesmo diante da presença de dados ausentes em algumas combinações de tempo e espaço. Essa abordagem maximiza o potencial informativo da base de dados e contribui para a robustez das estimativas, ao proporcionar maior variabilidade nas observações e reduzir a colinearidade entre as variáveis do modelo (Baltagi, 2005). Outrossim, as variáveis inseridas na estimativa econômica tiveram como critério de seleção a literatura referente ao tema. No Quadro 1, são descritas todas as variáveis consideradas no estudo, além de seus sinais esperados, conforme a literatura.

Quadro 1 - Descrição das variáveis explicativas inseridas na estimação econômica e seus respectivos sinais esperados de acordo com a literatura

Variáveis	Descrição	Sinal esperado
Cobertura Vacinal	Índice de cobertura vacinal de crianças com menos de um ano de vida, construído por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), contemplando as três vacinas (Poliomielite, Pentavalente e Tríplice Viral)	Variável dependente
Cobertura Vacinal Defasada	Índice de cobertura vacinal de crianças com menos de um ano de vida, construído por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), contemplando as três vacinas (Poliomielite, Pentavalente e Tríplice Viral), defasado em um período.	Positivo, vide Teixeira e Rocha (2010)
Qualidade da Educação	Média ponderada dos índices de qualidade do ensino de Matemática e de Língua Portuguesa na 3ª série do ensino médio. Varia de 0 a 1 e, quanto mais próximo de 1, melhor a qualidade do ensino.	Positivo, vide Zimmerman e Woolf (2014); Steingraber, 2022; e Pan <i>et al.</i> (2021)
Taxa de Emprego	Número de empregados no setor formal, dividido pela população na faixa etária de 16 a 64 anos, em percentual.	Positivo, vide Vieira (2023) e Cruz, Bessa e Ferreira (2024).
Pré-natal	Proporção de nascidos vivos cujas mães realizaram sete ou mais consultas de pré-natal.	Positivo, vide Seque <i>et al.</i> (2007)
IDTE	Percentual das receitas municipais provenientes de fontes próprias e Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) proativo em relação às transferências federais e ICMS reativo, refletindo o grau de desenvolvimento municipal e a capacidade de autofinanciamento dos serviços públicos.	Positivo, vide Brumbaugh <i>et al.</i> (2024) e Collins <i>et al.</i> (2006)
Rendimento per capita	Valor do rendimento total dos empregados do setor formal dividido pela população total do município.	Positivo, vide Silveira <i>et al.</i> (2021)
Taxa de urbanização	Razão entre o número total de pessoas residentes na área urbana do município e a sua população residente total. Para os anos de 2000 e 2010, os dados de população são censitários. Para os anos intercensitários, a população foi estimada por interpolação.	Ambíguo, vide Brumbaugh <i>et al.</i> (2024) e Alsuhaiabi e Alageel (2020)
Gastos per capita em saúde	Valor dos gastos orçamentários do município relativo à saúde em relação a população total do município.	Positivo, vide Collins <i>et al.</i> (2006) e Luhm, Cardoso e Waldman (2011)

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas, apontando média, desvio padrão, além de valores mínimos e máximos das variáveis utilizadas no estudo. A variável referente a taxa de urbanização possui uma média de 72,35. Já a taxa de emprego no setor formal apresenta média de 21,19, refletindo uma participação relativamente baixa do mercado de trabalho formal da população, sugerindo desafios estruturais no mercado de trabalho de Minas Gerais durante o período analisado. Em relação a variável pré-natal, esta apresenta média de 76,20, indicando que mais de três quartos das mães receberam acompanhamento pré-natal adequado, o que denota um aspecto positivo relativo às condições de saúde materna e infantil.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas

Variável	Observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Cobertura Vacinal	5950	0,0001	1,000	-2,63	40,75
Qualidade da educação	5950	0,263	0,078	0	0,67
Taxa de emprego	5950	21,193	12,548	2,7	146,8 ¹
Pré-natal	5950	76,203	10,757	30,57	100
IDTE	5950	27,252	16,331	0	94,71
Rendimento per capita	5950	233,466	232,264	11,23	3806,83
Taxa de urbanização	5950	72,351	17,210	18,36	100,00
Gastos do município em saúde	5950	658,357	299,061	0	3766,4

Fonte: Elaboração própria.

Importante ressaltar que a variável relativa ao índice de qualidade educacional apresenta média de 26,33, indicando baixo nível qualitativo da educação mineira no período e evidenciando os desafios enfrentados pelo estado. Entre os municípios analisados, Córrego do Bom Jesus, Fronteira dos Vales e Santa Fé de Minas apresentam os menores índices de qualidade educacional, enquanto os melhores índices foram observados em Biquinhas, Campo Florido e Pocrane. Ademais, o indicador de cobertura vacinal apresentou valores mínimos e máximos muito discrepantes, correspondentes a -2,63 e 40,75, o que demonstra a elevada heterogeneidade no que tange o referido indicador no estado de Minas Gerais.

Já em relação ao índice de desenvolvimento tributário e econômico (IDTE), a média observada foi de 27,25. Por sua vez, a variável relativa ao rendimento per capita no setor formal, esta apresentou média de R\$233,46, indicando, em termos gerais, valores relativamente baixos, embora a dispersão seja elevada, o que também evidencia as desigualdades entre os municípios do estado. Por fim, em relação a variável de gastos per capita dos municípios em saúde, a média encontrada foi de R\$ 658,35, também com elevado desvio padrão.

O estado de Minas Gerais é dividido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em doze mesorregiões, que agrupam municípios com características socioeconômicas e geográficas semelhantes. A Tabela 2 apresenta as médias da qualidade da educação e do índice de cobertura vacinal de crianças com menos de um ano nessas mesorregiões no período de 2013 a 2019.

Tabela 2 - Médias da qualidade da educação e do índice de cobertura vacinal por mesorregião de Minas Gerais (2013–2019)

Mesorregião	Qualidade da Educação	Cobertura Vacinal
Noroeste de Minas	0,31	0,63
Norte de Minas	0,34	0,77
Jequitinhonha	0,32	0,43
Vale do Mucuri	0,31	0,43
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	0,28	0,41
Central Mineira	0,33	0,73
Metropolitana de Belo Horizonte	0,29	0,71
Vale do Rio Doce	0,38	0,75
Oeste de Minas	0,39	0,79
Sul/Sudoeste de Minas	0,28	0,72
Campo das Vertentes	0,36	0,58
Zona da Mata	0,31	0,71

Fonte: Elaboração própria.

¹ Ao se considerar indivíduos com carteira assinada de 16 a 64 anos na contabilização da taxa de emprego formal, o município pode ter um valor acima de 100, caso tenha um número relativamente elevado de pessoas formalmente empregadas acima de 64 anos.

Os resultados evidenciam elevada heterogeneidade regional. As maiores médias de qualidade educacional no período 2013-2019 concentram-se no Oeste de Minas (0,39), Vale do Rio Doce (0,38) e Campo das Vertentes (0,36). Em contraste, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (0,28), Sul/Sudoeste de Minas (0,28) e a Região Metropolitana de Belo Horizonte (0,29) apresentam valores inferiores, em linha com desigualdades regionais já documentadas em diagnósticos socioeconômicos do estado (PNUD, Ipea & FJP, 2013).

A heterogeneidade também se manifesta em termos de cobertura vacinal. Em algumas mesorregiões, indicadores educacionais mais baixos não impediram níveis médios de vacinação relativamente elevados, enquanto em áreas mais desenvolvidas observam-se sinais de queda na cobertura. Esse padrão sugere a possibilidade de associação inversa entre educação e vacinação em determinadas mesorregiões, resultado que dialoga com a literatura sobre a redução da cobertura em áreas urbanas mais ricas e a relevância da atenção primária em saúde nos territórios mais vulneráveis (Cutler & Lleras-Muney, 2010; Domingues & Temporão, 2020; Luvisaro *et al.*, 2025).

3.2 Estratégia Econométrica

Como ressaltado por Santos e Kassouf (2008), o modelo de dados em painel se adequa aos objetivos do trabalho, uma vez que possibilita a análise de duas dimensões, espacial e temporal. Essa estratégia econométrica é especialmente apropriada para lidar com dados em painel, possibilitando o controle da endogeneidade e heterogeneidade não observada, características comuns em estudos que utilizam esse método (Ullah, Akhtar & Zaefarian, 2018).

Nesse contexto, foi possível incorporar valores defasados da variável dependente como variáveis explicativas, o que é particularmente útil para capturar influências de períodos anteriores sobre o presente (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998). No caso deste estudo, essa abordagem foi essencial para modelar a cobertura vacinal, dado que o valor passado dessa variável está associado ao seu valor atual.

Assim, o modelo com dados em painel dinâmico foi estimado via GMM-SYS, onde a equação (1) a ser estimada pode ser representada por:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Y_{i(t-1)} + \beta X'_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde Y_{it} representa a variável dependente. Além disso, $Y_{i(t-1)}$ representa a variável dependente defasada em 1 período, X'_{it} representa o vetor de variáveis explicativas, e ε_{it} o termo de erro. Dessa forma, o modelo específico utilizado no trabalho, representado pela equação (2), será:

$$\begin{aligned} CoberturaVacinal_{it} = & \alpha_{it} + \beta_1 CoberturaVacinalDefasada_{i(t-1)} + \\ & \beta_2 QualidadedaEducação_{it} + \beta_3 TaxadeEmprego_{it} + \beta_4 Pre_natal_{it} + \beta_5 IDTE_{it} + \\ & \beta_6 Rendimento_per_capita_{it} + \beta_7 Urbanizacao_{it} + \beta_8 Gasto_per_capita_em_saude_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2) \end{aligned}$$

Onde os subscritos i e t representam, respectivamente, os municípios mineiros (1 a 853) e o período (2013 a 2019).

Além disso, para reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar padrões subjacentes, foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP)² para a construção da variável dependente, relativa ao índice de cobertura vacinal, que compõe as variáveis relativas as vacinas de poliomielite, pentavalente e tríplice viral. O uso da ACP justifica-se pela necessidade de lidar com a multicolinearidade e pelo objetivo de simplificar a interpretação dos resultados (Hongyu, Sandanielo & Oliveira Junior, 2016), permitindo que o índice de cobertura vacinal das crianças com menos de um ano de vida construído capte a maior parte da variância explicada.

A possibilidade de controle da endogeneidade é uma importante justificativa para utilização do método de dados em painel dinâmico, no qual a própria variável defasada em dois períodos é utilizada como instrumento, assegurando a validade das estimativas e mitigando problemas de causalidade reversa. Nesse sentido, as variáveis relativas ao rendimento per capita no setor formal e aos gastos públicos per capita com saúde foram consideradas endógenas na estimativa. Adicionalmente, para garantir a robustez dos resultados, foram realizados dois testes: o teste de correlação serial dos

² Essa técnica transforma as variáveis originais, referentes a cobertura vacinal infantil; poliomielite, tríplice viral e pentavalente, em um conjunto de componentes principais ortogonais, capazes de capturar a maior parte da variância dos dados com um número reduzido de dimensões (Varella, 2008).

resíduos e o teste de Sargan, que avalia a validade dos instrumentos utilizados, assegurando sua exogeneidade e adequação (Sargan, 1958).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que tange os resultados econométricos, em primeiro lugar, os testes de Arellano-Bond e de Sargan atestaram que a inexistência de correlação serial dos erros e que os instrumentos são válidos, respectivamente. Ademais, após a estimação da Análise de Componentes Principais (ACP) para a criação da variável dependente, correspondente a cobertura vacinal das crianças com menos de um ano de vida, foi realizado o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que atesta a adequação do índice construído. O teste avalia a proporção de variância que pode ser explicada por componentes principais, considerando as correlações entre as variáveis. O valor do KMO varia entre 0 e 1, onde valores acima de 0,5 indicam que a ACP é apropriada, pois as correlações entre as variáveis são suficientemente fortes, sendo os dados apropriados para a análise de componentes principais (Shrestha, 2021).

A realização do teste KMO confirmou a adequação dos dados, garantindo a validade e a qualidade dos resultados obtidos, uma vez que o KMO global, que mede a adequação do conjunto de variáveis como um todo, foi de 0,7385, o que indica boa adequação para a amostra (Shrestha, 2021), sugerindo que existe correlação suficiente entre as variáveis de cobertura vacinal das crianças com menos de um ano de vida (poliomielite, tríplice viral e pentavalente).

A Tabela 3 apresenta os resultados econométricos obtidos a partir da estimação do modelo com dados em painel dinâmico, utilizando o estimador de Método de Momentos Generalizados com erros padrão robustos. Com relação aos resultados, verificou-se que um aumento de 1 ponto percentual (p.p.) na média ponderada dos índices de qualidade do ensino de Matemática e de Língua Portuguesa na 3^a série do ensino médio está associado a um acréscimo de aproximadamente 0,02 unidade no índice de cobertura vacinal infantil, confirmando a hipótese de que a qualidade da educação desempenha papel crucial na promoção da vacinação. Nesse sentido, a educação não apenas amplia o conhecimento sobre as condições de saúde por meio de conteúdos escolares, mas também desenvolve habilidades cognitivas que permitem aos indivíduos interpretarem e utilizarem as informações relacionadas à saúde (Zimmerman & Woolf, 2014).

Tabela 3 - Resultados econométricos

Variável	Coeficientes
Cobertura Vacinal Defasada	0,0404** (0,0171)
Qualidade da educação	1,6305*** (0,3913)
Taxa de emprego	0,0175** (0,0071)
Pré-natal	0,0013 ^{NS} (0,0026)
IDTE	-0,0024 ^{NS} (0,0023)
Rendimento per capita	-0,0013*** (0,0004)
Taxa de urbanização	-0,0013 ^{NS} (0,0011)
Gasto per capita em saúde	0,0001 ^{NS} (0,0001)
Constante	-0,5845** (0,2366)

Fonte: Elaboração própria.

Nota: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10%; Não Significativo (NS); erros-padrão entre parênteses.

Desse modo, a qualidade do ensino é determinante para consolidar conhecimentos e incentivar práticas de saúde preventivas, como a vacinação infantil. A educação de qualidade proporciona um ambiente de aprendizado mais estruturado, com currículos atualizados, métodos pedagógicos eficazes e acesso a materiais informativos, que favorecem o pensamento crítico e a autonomia na tomada de decisões. Isso impacta diretamente a capacidade dos indivíduos de discernir informações contraditórias sobre vacinação, reduzindo a vulnerabilidade à desinformação e aumentando a confiança na ciência e nas instituições de saúde (Kaim *et al.*, 2021).

Além do impacto a nível individual, a qualidade educacional também influencia o contexto social e comunitário em que os indivíduos estão inseridos. Escolas bem estruturadas e professores capacitados podem funcionar como agentes multiplicadores de informação sobre saúde, promovendo não apenas o aprendizado formal, mas também debates e atividades que incentivam a vacinação infantil como um bem coletivo (Chen *et al.*, 2022). Em comunidades com ensino mais qualificado, há maior propensão a um engajamento social positivo, onde normas pró-vacinação são reforçadas e atitudes hesitantes podem ser contestadas de forma mais embasada (Böhm & Betsch, 2022).

Adicionalmente, a transmissão intergeracional de capital humano também se dá de forma mais efetiva quando a qualidade educacional é elevada. Pais que tiveram acesso a uma educação de melhor qualidade não apenas possuem mais conhecimento sobre vacinação, mas também são mais habilidosos na busca e interpretação de informações médicas confiáveis no gerenciamento das condições de saúde dos filhos e na adesão a práticas preventivas (Mora, Trapero-Bertran, 2018; Steingraber, 2022). Isso implica que os benefícios da educação de qualidade se estendem além do nível individual, criando um ciclo positivo de melhores práticas de saúde no âmbito familiar.

Por outro lado, quando a qualidade da educação é deficiente, mesmo que os indivíduos tenham frequentado a escola por vários anos, eles podem não ter adquirido habilidades analíticas suficientes para interpretar corretamente informações sobre vacinas e distinguir fontes confiáveis de desinformação. Essa limitação pode prejudicar a vacinação, especialmente em um cenário de proliferação de notícias falsas e desconfiança institucional (Koivogui *et al.*, 2017; Rencken *et al.*, 2019).

Com relação aos demais controles, observa-se que a variável correspondente à cobertura vacinal infantil defasada apresentou efeito positivo e estatisticamente significativo. Assim, um aumento de 1 unidade no índice defasado está associado a um acréscimo de 0,04 unidade no índice de cobertura vacinal atual. Isso indica que municípios com elevados níveis de cobertura vacinal infantil em períodos anteriores têm maior probabilidade de manter esses níveis ao longo do tempo, refletindo continuidade em estratégias locais de imunização e o efeito cumulativo de campanhas bem-sucedidas (Teixeira & Rocha, 2010).

A taxa de emprego também apresentou relação positiva e significativa com a variável dependente: um aumento de 1,00 p.p. na taxa de emprego está associado a um acréscimo de 0,02 no índice de cobertura vacinal infantil. À vista disso, a ocupação no mercado de trabalho formal propicia às famílias maior acesso serviços de saúde, incluindo a vacinação (Vieira, 2023). Além disso, a empregabilidade no setor formal se associa com maior nível de estabilidade social e psicológica, aumentando a demanda por serviços de saúde preventivos, como a vacinação.

Já a variável de rendimento per capita no setor formal apresentou efeito negativo e significativo: um aumento de 1,00 p.p. está associado a uma redução média de 0,13 p.p. no índice de cobertura vacinal infantil, em contraste com o que tem sido encontrado na literatura (Silveira *et al.*, 2021). Em primeiro lugar, destaca-se o efeito diminuto dessa variável sobre a cobertura vacinal infantil e uma possível explicação para esse resultado é que famílias mais abastadas podem optar por tratamentos alternativos ou subestimar a importância da vacinação (Lucyk *et al.*, 2019; Gaskin *et al.*, 2023).

Por fim, importante ressaltar que as variáveis relativas ao pré-natal, ao Índice de Desenvolvimento Tributário e Econômico (IDTE), a taxa de urbanização e aos gastos per capita dos municípios em saúde não foram estatisticamente significativas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo investigou os efeitos da qualidade da educação sobre a cobertura vacinal infantil nos municípios de Minas Gerais entre 2013 e 2019, utilizando a metodologia de dados em painel dinâmico. Os resultados econôméticos evidenciaram que a qualidade da educação exerce efeito positivo e significativo no índice de cobertura vacinal infantil, reforçando a importância de

um ensino estruturado, com currículos atualizados e metodologias eficazes, para o fortalecimento do pensamento crítico e da autonomia na tomada de decisões sobre saúde por parte dos pais das crianças.

Esse efeito se manifesta por diferentes mecanismos. Indivíduos que possuem acesso à educação de maior qualidade tendem a ter maior capacidade de discernir informações contraditórias sobre a vacinação, reduzindo a vulnerabilidade à desinformação e aumentando a confiança na ciência e nas instituições de saúde. Além disso, escolas bem estruturadas e professores capacitados funcionam como agentes multiplicadores de informação, promovendo normas sociais favoráveis à vacinação dentro das comunidades. A transmissão intergeracional de capital humano também potencializa esse impacto, uma vez que pais mais bem instruídos não apenas possuem maior conhecimento sobre vacinas, mas também adotam práticas preventivas com mais consistência, criando um ciclo positivo de adesão à imunização.

Os resultados das demais variáveis de controle reforçam importantes aspectos da dinâmica da cobertura vacinal infantil. A variável defasada da cobertura vacinal infantil apresentou impacto positivo e significativo, indicando que níveis elevados de cobertura no passado estão relacionados à manutenção de bons indicadores no presente. Isso evidencia a importância da continuidade de estratégias locais bem-sucedidas de imunização. A taxa de emprego também apontou associação positiva com a variável dependente, destacando que condições mais favoráveis no mercado de trabalho formal contribuem para maior adesão à vacinação infantil.

Os resultados encontrados evidenciam que possíveis políticas públicas implementadas com o intuito de ampliar a cobertura vacinal infantil devem considerar a melhoria da qualidade da educação como um fator estratégico. Desse modo, intervenções públicas que propiciem melhoria na qualidade do ensino nas escolas, por meio de metodologias eficazes e estímulo ao pensamento crítico, podem elevar as taxas de imunização infantil nos municípios mineiros e no Brasil. Além disso, as discrepâncias observadas entre os municípios mineiros, particularmente no que tange a cobertura vacinal, vide subseção de Dados, reforçam a necessidade de políticas públicas que sejam adaptadas às realidades regionais.

Ademais, investimentos em programas que promovam a alfabetização em saúde podem ser medidas eficazes para fortalecer a compreensão sobre a importância da imunização, com o intuito de aumentar a confiança na ciência por parte dos indivíduos, particularmente pelos responsáveis pelas crianças. Por fim, possíveis pesquisas futuras, particularmente em outros estados e municípios brasileiros, poderiam analisar como a qualidade da educação se associa com a vacinação infantil, replicando o presente estudo.

REFERÊNCIAS

- Ahmad, S., Zahid, S. B., & Jan, A. Z. (2013). The impact of parental education and socioeconomic status on routine childhood vaccination: An observational study. *Journal of Postgraduate Medical Institute*, 27(3). <https://www.jpmi.org.pk/index.php/jpmi/article/view/1391/1367>
- Alsuhaibani, M., & Alqaqel, A. (2020). Impact of the COVID-19 pandemic on routine childhood immunization in Saudi Arabia. *Vaccines*, 8(4), 581. <https://doi.org/10.3390/vaccines8040581>
- André, F. E., Booy, R., Bock, H. L., Clemens, J., Datta, S. K., John, T. J., Lee, B. W., Lolekha, S., Peltola, H., Ruff, T. A., Santosham, M., & Schmitt, H. J. (2008). Vaccination greatly reduces disease, disability, death and inequity worldwide. *Bulletin of the World Health Organization*, 86(2), 140–146. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.040089>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Arsenault, C., Harper, S., Nandi, A., Rodríguez, J. M. M., Hansen, P. M., & Johri, M. (2017). Monitoring equity in vaccination coverage: A systematic analysis of demographic and health surveys from 45 Gavi-supported countries. *Vaccine*, 35(6), 951–959. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.12.041>
- Baltagi, B. H. (2005). *Economic analysis of panel data* (3rd ed.). Chichester: Wiley.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)

- Böhm, R., & Betsch, C. (2022). Prosocial vaccination. *Current Opinion in Psychology*, 43, 307–311. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.08.010>
- Brumbaugh, K. Q., Ornelas, I. J., Casas, F. R., & Mokdad, A. H. (2024). Achieving equity in childhood vaccination: A mixed-methods study of immunization programs, policies, and coverage in 3 US states. *Journal of Public Health Management and Practice*, 30(1), E31–E40. <https://doi.org/10.1097/PHH.00000000000001844>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2025, July 14). *Fast facts on global immunization*. <https://www.cdc.gov/global-immunization/fast-facts/>
- Chen, Y., Gu, W., He, B., Gao, H., Sun, P., Li, Q., Chen, E., & Miao, Z. (2022). Impact of a community-based health education intervention on awareness of influenza, pneumonia, and vaccination intention in chronic patients. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 18, 1–8. <https://doi.org/10.1080/21645515.2021.1959828>
- Collins, B. K., Morrow, H. E., Ramirez, J. M., Cochran, C. E., & Smith, D. R. (2006). Childhood immunization coverage in US states: The impact of state policy interventions and programmatic support. *Journal of Health & Social Policy*, 22(1), 77–92. https://doi.org/10.1300/J045v22n01_06
- Cruz, M. E. D., Bessa, L. L. C., & Ferreira, G. F. S. (2024). O fenômeno de não vacinação infantil e sua análise a partir do perfil dos pais e dos motivos que guiam essa decisão: Uma revisão integrativa de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 7(4), e71456. <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n4-144>
- Cutler, D. M., & Lleras-Muney, A. (2010). Understanding differences in health behaviors by education. *Journal of Health Economics*, 29(1), 1–28. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2009.10.003>
- Domingues, C. M. A. S., & Temporão, J. G. (2020). The Brazilian National Immunization Program: 46 years of achievements and challenges. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(Suppl. 2), e00222919. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00222919>
- Donalisio, M. R., Boing, A. C., Sato, A. P. S., Martinez, E. Z., Xavier, M. O., Almeida, R. L. F., Moreira, R. S., Sousa, R. C., & Matijasevich, A. (2023). Vacinação contra poliomielite no Brasil de 2011 a 2021: Sucessos, reveses e desafios futuros. *Ciência & Saúde Coletiva*, 28(2), 337–345. <https://doi.org/10.1590/1413-81232023282.17842022>
- Fundação João Pinheiro. (2023). *Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS)*. Belo Horizonte: FJP. <https://imrs.fjp.mg.gov.br/Home/IMRS>
- Gaskin, C. M., Woods, D. R., Ghosh, S., Watson, S., & Huber, L. R. (2023). The effect of income disparities on influenza vaccination coverage in the United States. *Public Health Reports*, 138(1), 85–90. <https://doi.org/10.1177/00333549211069190>
- Geweniger, A., & Abbas, K. M. (2020). Childhood vaccination coverage and equity impact in Ethiopia by socioeconomic, geographic, maternal, and child characteristics. *Vaccine*, 38(20), 3627–3638. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.03.040>
- Hastenreiter Filho, H. N., & Cavalcante, L. R. (2022). Variáveis associadas à mortalidade por COVID-19 nos municípios brasileiros: Um estudo exploratório. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 60, 57–70. <https://doi.org/10.59072/rper.vi60.68>
- Hongyu, K., Sandanielo, V. L. M., & Oliveira Junior, G. J. (2016). Análise de componentes principais: Resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, 5(1), 83–90. <https://doi.org/10.18607/ES201653398>
- Kaim, A., Siman-Tov, M., Jaffe, E., & Adini, B. (2021). Effect of a concise educational program on COVID-19 vaccination attitudes. *Frontiers in Public Health*, 9, 767447. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.767447>
- Koivogui, A., Carbone, A., Imounga, L.-M., Laruade, C., & Laube, S. (2017). Vaccination against yellow fever in French Guiana: The impact of educational level, negative beliefs and attitude towards vaccination. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 15, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2016.08.012>
- Lazarus, J. V., Wyka, K., Rauh, L., Rabin, K., Ratzan, S., Gostin, L. O., Larson, H. J., & El-Mohandes, A. (2020). Hesitant or not? The association of age, gender, and education with potential acceptance of a COVID-19 vaccine: A country-level analysis. *Journal of Health Communication*, 25(10), 799–807. <https://doi.org/10.1080/10810730.2020.1868630>

- Leal, J. G. R. P., Peixoto, V. de M., & Marques, L. M. (2023). O impacto do bolsonarismo na cobertura vacinal de Covid-19 em municípios brasileiros. *Saúde em Debate*, 47(139), 806–817. <https://doi.org/10.1590/0103-1104202313906>
- Lengerke, T. V., Helmer, S., Tomsic, I., Pischke, C. R., Wegwarth, O., Kendel, F., & Härter, M. (2021). Education level and attitudes to vaccination in the general population: An analysis of representative surveys conducted by the German federal centre for health education, 2012 to 2018. *Deutsches Ärzteblatt International*, 118(6), 96. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0134>
- Lindeboom, M., Llena-Nozal, A., & van der Klaauw, B. (2009). Parental education and child health: Evidence from a schooling reform. *Journal of Health Economics*, 28(1), 109–131. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2008.11.003>
- Lucyk, K., Simmonds, K. A., Lorenzetti, D., Drews, S. J., Svenson, L. W., & Russell, M. L. (2019). The association between influenza vaccination and socioeconomic status in high income countries varies by the measure used: A systematic review. *BMC Medical Research Methodology*, 19, 1–23. <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0801-1>
- Luhm, K. R., Cardoso, M. R. A., & Waldman, E. A. (2011). Cobertura vacinal em menores de dois anos a partir de registro informatizado de imunização em Curitiba, PR. *Revista de Saúde Pública*, 45, 90–98. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010005000054>
- Luvisaro, B. M. O., da Silva, T. P. R., Gusmão, J. D., Ferraz, M. L., Nascimento, L. M. D., Gomes, L. P., & Matozinhos, F. P. (2025). Association between contextual factors and vaccine coverage against human papillomavirus in adolescents in the state of Minas Gerais, Brazil: Global spatial regressions. *BMC Infectious Diseases*, 25, Article 34. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-10263-w>
- Mora, T., & Trapero-Bertran, M. (2018). The influence of education on the access to childhood immunization: The case of Spain. *BMC Public Health*, 18, 893. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5810-1>
- Oliveira, B. L. C. A., Campos, M. A. G., Queiroz, R. C. S., Alves, M. T. S. S. B., Souza, B. F., Santos, A. M., & Silva, A. A. M. (2021). Prevalência e fatores associados à hesitação vacinal contra a COVID-19 no Maranhão, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 55, 12. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003417>
- Ozawa, S., Clark, S., Portnoy, A., Grewal, S., Stack, M. L., Sinha, A., ... & Walker, D. (2017). Estimated economic impact of vaccinations in 73 low- and middle-income countries, 2001–2020. *Bulletin of the World Health Organization*, 95(9), 629–638. <https://doi.org/10.2471/BLT.16.178475>
- Özer, M., Fidrmuc, J., & Eryurt, M. A. (2018). Maternal education and childhood immunization in Turkey. *Health Economics*, 27(8), 1218–1229. <https://doi.org/10.1002/hec.3770>
- Pan, F., Zhao, H., Nicholas, S., Maitland, E., Liu, R., & Hou, Q. (2021). Parents' decisions to vaccinate children against COVID-19: A scoping review. *Vaccines*, 9(12), 1476. <https://doi.org/10.3390/vaccines9121476>
- PNUD Brasil, Ipea, & Fundação João Pinheiro. (2013). *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 (IDHM Municípios 2010)*. Brasília: PNUD. <https://www.undp.org/pt/brazil/idhm-municípios-2010>
- Rencken, C., Amanullah, S., Gjelsvik, A., & Dunsiger, S. (2019). Education level is associated with tetanus vaccine coverage: Results from the 2016 BRFSS. *Open Forum Infectious Diseases*, 6(Suppl. 2), S601–S602. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz360.1510>
- Rodrigues, C. M. C., & Plotkin, S. A. (2020). Impact of vaccines: Health, economic and social perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1526. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01526>
- Santos, D. F., Oliveira, J. O., Vieira, A. C. S., Santos, R. C. S., Silva, A. M., & Costa, C. R. B. (2023). Fatores associados à permissão da vacinação infantil no contexto da pandemia da COVID-19. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 44. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.20220362.pt>
- Santos, M. J., & Kassouf, A. L. (2008). Estudos econômicos das causas da criminalidade no Brasil: Evidências e controvérsias. *Economia*, 9(2), 343–372. https://www.anpec.org.br/review/vol9/vol9n2p343_372.pdf
- Sargan, J. D. (1958). The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica*, 26, 393–415. <https://doi.org/10.2307/1907619>
- Scharff, A. Z., Paulsen, M., Schaefer, P., Tanisik, F., Sugianto, R. I., Stanislawska, N., ... & Melk, A. (2022). Students' age and parental level of education influence COVID-19 vaccination

hesitancy. *European Journal of Pediatrics*, 181(4), 1757–1762. <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04343-1>

Seque, C. A., Kawazoe, L., Silva, E. M. K., & Puccini, R. F. (2007). Assistência pré-natal e ao parto de mães de crianças usuárias do serviço de vacinação de unidade de saúde da cidade de São Paulo. *Revista Paulista de Pediatria*, 25(1), 38–46. <https://www.redalyc.org/pdf/4060/406038920008.pdf>

Shahjahan, M., La Mattina, G., & Ayyagari, P. (2022). The impact of maternal education on child immunization: Evidence from Bangladesh. *IZA Discussion Paper* No. 15553. <https://docs.iza.org/dp15553.pdf>

Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4–11. <https://doi.org/10.12691/ajams-9-1-2>

Silva, A. A. M., Gomes, U. A., Tonial, S. R., & Silva, R. A. (1999). Cobertura vacinal e fatores de risco associados à não vacinação em localidade urbana do Nordeste brasileiro. *Revista de Saúde Pública*, 33(2), 147–156. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101999000200006>

Silveira, M. F., Tonial, C. T., Maranhão, A. G. K., Teixeira, A. M. S., Hallal, P. C., Menezes, A. M. B., ... & Victora, C. G. (2021). Missed childhood immunizations during the COVID-19 pandemic in Brazil: Analyses of routine statistics and of a national household survey. *Vaccine*, 39(25), 3404–3409. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.04.046>

Sousa, C. J., Vigo, Z. L., & Palmeira, C. S. (2012). Compreensão dos pais acerca da importância da vacinação infantil. *Revista Enfermagem Contemporânea*, 1(1). <https://doi.org/10.17267/2317-3378rec.v1i1.39>

Steingraber, R. (2022). O cigarro e o adolescente no Brasil: A importância do capital humano da mãe para estudantes do nono ano do ensino fundamental em 2015. *Economia Aplicada*, 26(2), 203–220. <https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea135347>

Tauil, M. C., Sato, A. P. S., & Waldman, E. A. (2016). Factors associated with incomplete or delayed vaccination across countries: A systematic review. *Vaccine*, 34(24), 2635–2643. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.04.016>

Teixeira, A. M. S., & Rocha, C. M. V. (2010). Vigilância das coberturas de vacinação: Uma metodologia para detecção e intervenção em situações de risco. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 19(3), 217–226. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742010000300004>

Ullah, S., Akhtar, P., & Zaefarian, G. (2018). Dealing with endogeneity bias: The generalized method of moments (GMM) for panel data. *Industrial Marketing Management*, 71, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.11.010>

Varella, C. A. A. (2008). *Análise de componentes principais*. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. https://www.academia.edu/download/52069850/analise_de_componentes_principais.pdf

Vieira, A. M. S. (2023). Fatores associados à cobertura vacinal infantil no Brasil e unidades da federação. [Documento técnico em base BVS Saúde]. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1567923>

Zajacova, A., & Lawrence, E. M. (2018). The relationship between education and health: Reducing disparities through a contextual approach. *Annual Review of Public Health*, 39(1), 273–289. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044628>

Zhou, Y., Zhang, J., Wu, W., Liang, M., & Wu, Q. S. (2021). Willingness to receive future COVID-19 vaccines following the COVID-19 epidemic in Shanghai, China. *BMC Public Health*, 21, 1103. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11174-0>

Zill, N. (1996). Parental schooling & children's health. *Public Health Reports*, 111(1), 34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8610189/>

Zimmerman, E., & Woolf, S. H. (2014). Understanding the relationship between education and health. *NAM Perspectives*. <https://nam.edu/wp-content/uploads/2015/06/BPH-UnderstandingThe-Relationship1.pdf>