

Vacinação do sarampo no Brasil: onde estivemos e para onde vamos?

Measles vaccination in Brazil: where have we been and where are we headed?

Ana Paula Sayuri Sato (<https://orcid.org/0000-0001-8601-5884>)¹
 Alexandra Crispim Boing (<https://orcid.org/0000-0001-7792-4824>)²
 Rosa Livia Freitas de Almeida (<https://orcid.org/0000-0001-6423-543X>)³
 Mariana Otero Xavier (<https://orcid.org/0000-0001-8791-3520>)⁴
 Rafael da Silveira Moreira (ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0079-2901>)⁵
 Edson Zangiacomini Martinez (<https://orcid.org/0000-0002-0949-3222>)⁶
 Alicia Matijasevich (<https://orcid.org/0000-0003-0060-1589>)⁴
 Maria Rita Donalísio (<https://orcid.org/0000-0003-4457-9897>)⁷

¹ Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo 715. 01246-904 São Paulo SP Brasil. sah@usp.br

² Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis SC Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade de Fortaleza. Fortaleza CE Brasil.

⁴ Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. São Paulo SP Brasil.

⁵ Departamento de Saúde Coletiva, Fundação Oswaldo Cruz – Instituto Aggeu Magalhães. Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife PE Brasil.

⁶ Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto SP Brasil.

⁷ Departamento de Saúde Coletiva, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas. Campinas SP Brasil.

Abstract *The re-emergence of vaccine-preventable diseases due to the decline in vaccine coverage (VC) has been documented in several countries. The objective was to analyze the VC, the homogeneity of VC, and measles cases in Brazil from 2011 to 2021, focusing on the period of the COVID-19 pandemic, its temporal trend, space-time distribution, and factors associated with clusters of lower VC. This is an ecological study on measles VC (dose 1), with methods of interrupted time series and evaluation of spatio-temporal disposition, through the sweep test to identify clusters of VC. Starting in 2015, we observe a progressive decline in VC and homogeneity, with an accentuation after 2020, in all regions, particularly in the North and Northeast. Low VC clusters were associated with worse human development indicators, social inequality, and less access to the Family Health Strategy. In Brazil, the pandemic intensified health inequalities with low VC of measles in socially more vulnerable and unequal municipalities. There is a risk of virus circulation, however, the challenge of strengthening primary care, improving health communication and guaranteeing access to the vaccine, reducing missed opportunities for vaccination and vaccine hesitancy, is highlighted.*

Key-words Measles, Vaccination, Vaccination coverage, Time series studies, Spatial analysis

Resumo *A reemergência de doenças imunopreveníveis devido à queda das coberturas vacinais (CV) tem sido documentada em vários países. O objetivo foi analisar a CV, a homogeneidade das CV e os casos de sarampo no Brasil de 2011 a 2021, com enfoque no período da pandemia de COVID-19, sua tendência temporal, distribuição espaço-temporal e fatores associados aos aglomerados de menor CV. Trata-se de um estudo ecológico sobre a CV de sarampo (dose 1), com métodos de série temporal interrompida e de avaliação da disposição espaço-temporal, por meio do teste de varredura na identificação de aglomerados de CV. A partir de 2015, observa-se queda progressiva das CV e da homogeneidade, acentuando-se após 2020 em todas as regiões, particularmente Norte e Nordeste. Aglomerados de baixa CV foram associados a piores indicadores de desenvolvimento humano, desigualdade social e menor acesso à Estratégia de Saúde da Família. No Brasil, a pandemia intensificou as iniquidades em saúde, com baixas CV de sarampo em municípios socialmente mais vulneráveis e desiguais. Há risco de circulação do vírus, reafirmando o desafio de fortalecer a atenção básica, aprimorar a comunicação em saúde e garantir acesso à vacina, diminuindo oportunidades perdidas de vacinação e a hesitação vacinal.*

Palavras-chave Sarampo, Vacinação, Cobertura vacinal, Estudos de séries temporais, Análise espacial

Introdução

Globalmente, observou-se a diminuição substancial da incidência e da mortalidade por sarampo durante 2000-2016, e seu ressurgimento a partir de 2017 marcou um retrocesso na eliminação do sarampo¹. A reemergência de doenças, particularmente as imunopreveníveis, em contexto de queda das coberturas vacinais (CV), vem sendo documentada em vários países, sendo acentuada com a pandemia de COVID-19².

No Brasil, esse cenário não é diferente. Em 2016, o país recebeu o certificado de erradicação do sarampo, entretanto, em 2019, perdeu a certificação diante do registro de casos por mais de 12 meses no território nacional³. Como o sarampo é altamente infeccioso, sua circulação e a ocorrência de surtos é um marcador importante de cobertura inadequada e de lacunas do sistema de saúde, especialmente na atenção primária. A eliminação do sarampo exige um robusto sistema de imunização e vigilância para manter os níveis de CV adequados e a investigação de suspeitos².

Observou-se, globalmente, queda na imunização de rotina na infância associada à pandemia de COVID-19. Em 2020, a CV para a primeira dose da vacina do sarampo foi de 78,9% (IC95%: 74,8-81,9), representando uma redução relativa de 7,9% (IC95%: 5,2-11,7) em comparação com as doses esperadas na ausência da pandemia de COVID-19. Isso significa que, entre janeiro e dezembro de 2020, cerca de 27,2 milhões de crianças perderam a primeira dose da vacina, resultando em 8,9 milhões de crianças não vacinadas rotineiramente contra o sarampo devido à pandemia⁴. No Brasil, identificou-se queda progressiva da CV da tríplice viral entre 2006 e 2016, uma redução de 2,7% ao ano, além da identificação de aglomerados susceptíveis nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Amapá e Maranhão⁵. A redução no número de doses aplicadas da vacina tríplice viral também foi registrada quando comparada à mediana do número de doses antes das medidas de mitigação da pandemia de COVID-19 (abril de 2019 a março de 2020) e após a implementação de medidas restritivas (abril de 2020 a setembro de 2020). Essa redução foi observada nas regiões Norte, Nordeste e Sul, particularmente significativas nos estados do Acre, Amazonas, Roraima, Paraíba, Sergipe, Rio de Janeiro e Santa Catarina, no período em que foram instituídas as recomendações de distanciamento social no Brasil⁶.

Nesse contexto, o presente artigo objetiva analisar a CV, as taxas de homogeneidade das CV e os casos de sarampo no Brasil de 2011 a

2021, com enfoque no período da pandemia de COVID-19, sua distribuição espacial e fatores associados aos aglomerados de menor CV.

Métodos

Trata-se de um estudo ecológico sobre a CV da 1ª dose (D1) da tríplice viral (sarampo, caxumba e rubéola) em menores de um ano de idade com as técnicas de análise temporal e espacial. Considerou-se como unidade de análise temporal os anos de 2011 a 2021, e como unidade de análise espacial, os municípios e as unidades federadas brasileiras (UF).

Os dados de CV registrados pelo Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização (SI-PNI) foram obtidos no dia 11 de novembro de 2022, disponibilizados pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS). O cálculo da CV foi realizado a partir da divisão do número de doses aplicadas pela população-alvo, multiplicado por 100⁷. Os casos de sarampo por ano, estados e regiões foram obtidos no site do Ministério da Saúde⁸. As coordenadas correspondentes aos centróides de cada município na forma de medidas decimais de latitude e longitude foram obtidas no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<https://www.ibge.gov.br>).

Primeiramente, foi realizada uma descrição gráfica das séries temporais das CV da D1 de sarampo, de 2011 até 2021, e do número de casos de sarampo no mesmo período, para Brasil, grandes regiões e cada uma das 27 UF. Os valores de CV preditos (esperados) para os anos da pandemia (2020 e 2021) foram estimados a partir de regressão linear segmentada, incluindo-se o período pré-pandemia (2011 a 2019) como exposição e a CV como desfecho.

Para avaliar o impacto da pandemia de COVID-19 na CV, foi utilizado o método de série temporal interrompida (STI)⁹. Essa abordagem quase-experimental permite estimar alterações de nível e de tendência após uma intervenção (pandemia de COVID-19) quando há múltiplas observações ordenadas em sequência¹⁰. Os modelos para cada UF foram ajustados no *software* Stata 16.0 (Stata Corp., College Station, TX, EUA), utilizando um delineamento de grupo único defasagem (*lag*) de um estimador de variância Newey-West¹¹. Os coeficientes têm como base a regressão de mínimos quadrados ordinários (OLS), que assume a seguinte forma:

$y = \beta_0 + \beta_1 * \text{tempo} + \beta_2 * \text{nível} + \beta_3 * (\text{tempo} * \text{intervenção})$; em que:

β_1 = inclinação da curva de tendência antes da intervenção (entre janeiro de 2011 e dezembro de 2019); β_2 = mudança no nível de CV quando a pandemia de COVID-19 foi iniciada (2020) (comparação com contrafactual); β_3 = inclinação da curva de tendência da CV após o primeiro ano da pandemia (dezembro de 2020 a dezembro de 2021); tendência global = diferença da tendência do período antes da intervenção e a tendência após.

Os indicadores de homogeneidade de CV de sarampo das UF foram construídos para cada ano de estudo, considerando o número de municípios que atingiu meta de 95% ou mais de cobertura sobre o número de municípios da UF. A UF é considerada homogênea quando 70% ou mais de seus municípios atingem 95% de CV¹². Tomando como base o mesmo conceito de homogeneidade, apresenta-se o indicador de homogeneidade temporal do município, considerando a razão entre o número de vezes que o município cumpriu a meta de CV de 95% e mais e o número de anos do estudo.

Para análise espaço-temporal, foi utilizado o método de varredura de Kulldorf ou estatística Scan¹³, executada pelo *software* SaTScan 10.1, com o objetivo de identificar aglomerados de áreas de baixa e alta CV. A estatística de varredura do espaço-tempo é definida por uma janela cilíndrica com base geográfica circular e com altura correspondente ao tempo. A base é definida para a estatística de varredura puramente espacial, enquanto a altura reflete o período de tempo dos potenciais aglomerados temporais. A janela cilíndrica é então movida no espaço e no tempo, de modo que, para cada possível localização e tamanho geográfico, é igualmente realizada a varredura de cada período de tempo possível.

Para a detecção não só de aglomerados ativos no final do período de estudo, mas daqueles que estiveram ativos durante algum momento, realizou-se análise retrospectiva. O delineamento seguiu o modelo de probabilidade discreto de Poisson, com o número de doses por município para cada ano do período de 2011 a 2021 com respectiva população-alvo.

Inicialmente, foi calculado o coeficiente ótimo máximo de Gini, que representa o valor percentual mais preciso para inferências estatísticas adequadas sobre a população analisada, a partir de uma janela espacial circular com 50% da população exposta sob risco. Em seguida, procedeu-se à análise espaço-temporal, considerando 50% do tempo de exposição, 1% da população exposta conforme percentual de varredura ajustado

pelo coeficiente de Gini. Foi considerado o nível de significância de 5% para valores de p estimados por simulações de Monte Carlo com 999 permutações para a avaliação da significância estatística de cada aglomerado.

Realizou-se ainda uma análise puramente espacial com a técnica de varredura SaTScan, como acima descrita, para o período de 2020 a 2021. Por fim, os aglomerados espaciais estimados neste período foram categorizados como alta cobertura os municípios com risco relativo (RR) > 1 (CV observada maior do que a esperada) e como baixa cobertura os municípios com RR < 1 (CV observada menor do que a esperada), e utilizados em um modelo simples e múltiplo de regressão logística para verificar a existência de associação entre ser de um *cluster* baixa CV em 2020-2021 e região geográfica, população¹⁴, Índice de Gini (2010)¹⁵, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (2010)¹⁵, cobertura da Estratégia Saúde da Família (mediana de 2020)¹⁶ e número de salas de vacinas por 100.000 habitantes (2022)¹⁷.

O estudo não exigiu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa por utilizar apenas dados secundários, anonimizados e de acesso público, em conformidade com o artigo 1º da Resolução 510/2016 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

Resultados

Até 2014, todas as regiões brasileiras apresentavam CV de D1 de sarampo acima de 95%. A partir de 2015, as coberturas começaram a cair e, após 2016, nenhuma região atingiu CV acima de 95%. Em 2020 e 2021, os maiores valores de CV registrados foram de 86,2% e 84,2%, respectivamente, na região Sul, e os menores de 68,8% e 68,0%, respectivamente, na região Norte (Figura 1; Tabela Supl. 1, disponível em: <https://doi.org/10.48331/scielodata.5FY8G0>).

A região Norte apresentou os menores valores de CV de 2015 a 2021, sendo que em 2018 foi observado o primeiro surto de sarampo na região, com 9.237 casos confirmados. Na região Nordeste, os dois maiores surtos de sarampo foram em 2014 (866 casos confirmados) e em 2019 (572). Também em 2019, houve maior número de casos confirmados na região Sudeste (18.426), Sul (1.468) e Centro-Oeste (25). A região Centro-Oeste apresentou CV acima de 90% de 2011 a 2019 (exceto no ano de 2017, quando a cobertura caiu para 83,4%) e foi a região que apresentou menor número de casos confirmados em todo o

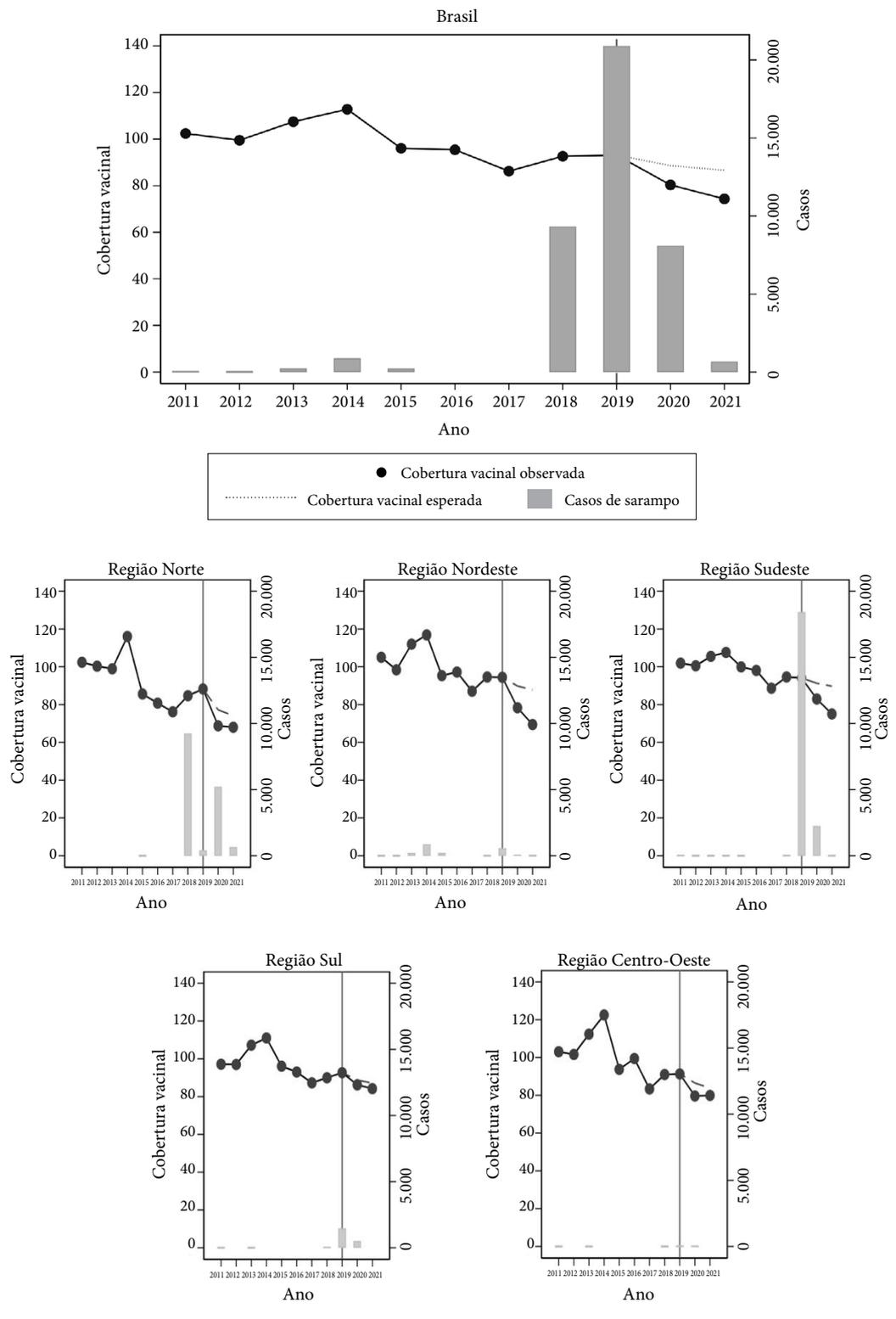


Figura 1. Série temporal da cobertura vacinal de tríplex viral D1 e casos de sarampo no Brasil e por regiões. Brasil, 2011-2021.

A linha vertical delimita o último valor (2019) antes do início da pandemia de COVID-19. A linha tracejada indica a cobertura vacinal esperada com base nos anos anteriores (2011-2019). As barras cinzas indicam os casos de sarampo.

Fonte: Autores, com base nos dados dados do MS/DATSUS/PNI.

período. Porém, em 2020 e 2021, as CV na região Centro-Oeste ficaram abaixo de 80% (79,6% e 79,9%, respectivamente) (Figura 1; Tabela Supl. 1, disponível em: <https://doi.org/10.48331/scielodata.5FY8G0>).

No período analisado, observou-se queda nas CV em todas as UF e alguns picos de casos de sarampo, especialmente no Amazonas, Pará, Ceará, Pernambuco e São Paulo. O Acre foi a única UF que não apresentou nenhum caso de sarampo no período (Tabela Supl. 1, disponível em: <https://doi.org/10.48331/scielodata.5FY8G0>).

Foram observadas diferenças globais estatisticamente significativas nas tendências antes e após a pandemia para quase todas as UF, com exceção de Amapá, Goiás e Distrito Federal (Tabela Supl. 2, disponível em: <https://doi.org/10.48331/scielodata.5FY8G0>). A UF que apresentou a maior queda na CV foi o Rio de Janeiro ($b = -19,32$; IC95%: $-31,14$; $-7,50$) e a menor, Paraná ($b = -2,86$; IC95%: $-5,05$; $-0,67$). Algumas UF da região Nordeste também apresentaram grandes diferenças globais, como Ceará, Paraíba, Pernambuco e Alagoas (Tabela Supl. 2, disponível em: <https://doi.org/10.48331/scielodata.5FY8G0>).

Em relação à homogeneidade temporal de CV do sarampo, observa-se que municípios da região Norte do país atingiram a meta de CV (95% ou mais) em metade ou menos do período de 2011-2021. Verificou-se ainda que houve diminuição progressiva dos municípios que atingiram essa meta no país, sendo que, em 2021, poucos municípios tiveram CV de 95% ou mais (Figura 2). O mesmo padrão é observado na homogeneidade por UF, de forma que em 2021 nenhuma UF atingiu a meta de 70% de homogeneidade, ou seja, 70% de municípios com CV maior ou igual a 95% (Figura Supl. 1, disponível em: <https://doi.org/10.48331/scielodata.5FY8G0>).

Na análise espaço-temporal, foram apresentados os aglomerados de alta e baixa CV com suas localizações temporais. Identificaram-se 12 aglomerados ativos para baixa cobertura (Figura 3, Mapa B), destacando-se que cinco deles estão ativos desde 2017. Em relação às altas coberturas, são identificados oito aglomerados, destacando-se quatro com maior magnitude espacial, que foram vigentes entre os anos de 2013 e 2016 (Figura 3, Mapa A).

Na análise espacial específica do período de 2020-2021, foram encontrados 191 aglomerados de baixas e altas CV de sarampo, compreendendo 3.351 municípios, 2.774 em aglomerados de alta CV ($RR > 1$) e 577 em aglomerados de baixa CV ($RR < 1$) (Figura 3, Mapa C). Na análise logística

múltipla, foram associados positivamente a pertencer ao aglomerado de baixa CV: municípios da região geográfica Norte, Nordeste e Centro-oeste, em relação à Sudeste; mais populosos; com maior Índice de Gini (desigualdade social); menor IDH e cobertura de ESF menor do que 75% (Tabela 1).

Discussão

Após 2016, nenhuma região geográfica brasileira alcançou a meta de 95% para CV de sarampo. Além disso, houve grande heterogeneidade das CV, que foram cronicamente mais baixas na região Norte do país. Os casos de sarampo ocorreram com maior frequência nas regiões Norte e Nordeste, entre 2014 e 2018, e nas regiões Sudeste, Sul e Norte, a partir de 2019, como também apontam vários estudos^{18,19}. A queda foi agravada após o início da pandemia, sendo mais acentuada em municípios da região Norte e Nordeste, mais populosos, mais desiguais, menos desenvolvidos e com menor cobertura da ESF, expressando forte iniquidade em saúde.

O Plano Nacional de Eliminação do Sarampo, implementado em 1992, com ampla vacinação e intensificação da vigilância epidemiológica, culminou na interrupção de casos autóctones no país em 2000. Na década seguinte, ocorreram 180 casos importados e, entre 2013 e 2015, houve surtos da doença no Ceará e em Pernambuco, com mais de mil casos autóctones. Em 2016, a região das Américas recebeu o título de área livre de transmissão endêmica do sarampo. Em 2018, diversos países reportaram número expressivo de casos da doença, inclusive o Brasil, com reintrodução do vírus na região Norte do país, por conta do intenso fluxo migratório na área de fronteira em Roraima e de baixas CV. Em 2019, o Brasil perdeu novamente o certificado de eliminação do sarampo, com incidência de 20,3/100.000 habitantes-ano. Em 2020, o número de casos ainda era elevado até março, início da pandemia de COVID-19, com declínio expressivo posteriormente¹². Essa queda poderia ser explicada pelo comportamento cíclico da doença, pela diminuição da circulação de pessoas, mas também devido às dificuldades no diagnóstico e na notificação da doença pelo direcionamento de esforços no combate à pandemia²⁰. Dados do Ministério da Saúde indicam que, entre os nove indicadores de qualidade da vigilância das doenças exantemáticas, o Brasil atingiu a meta de três após o início da pandemia (investigação, envio e

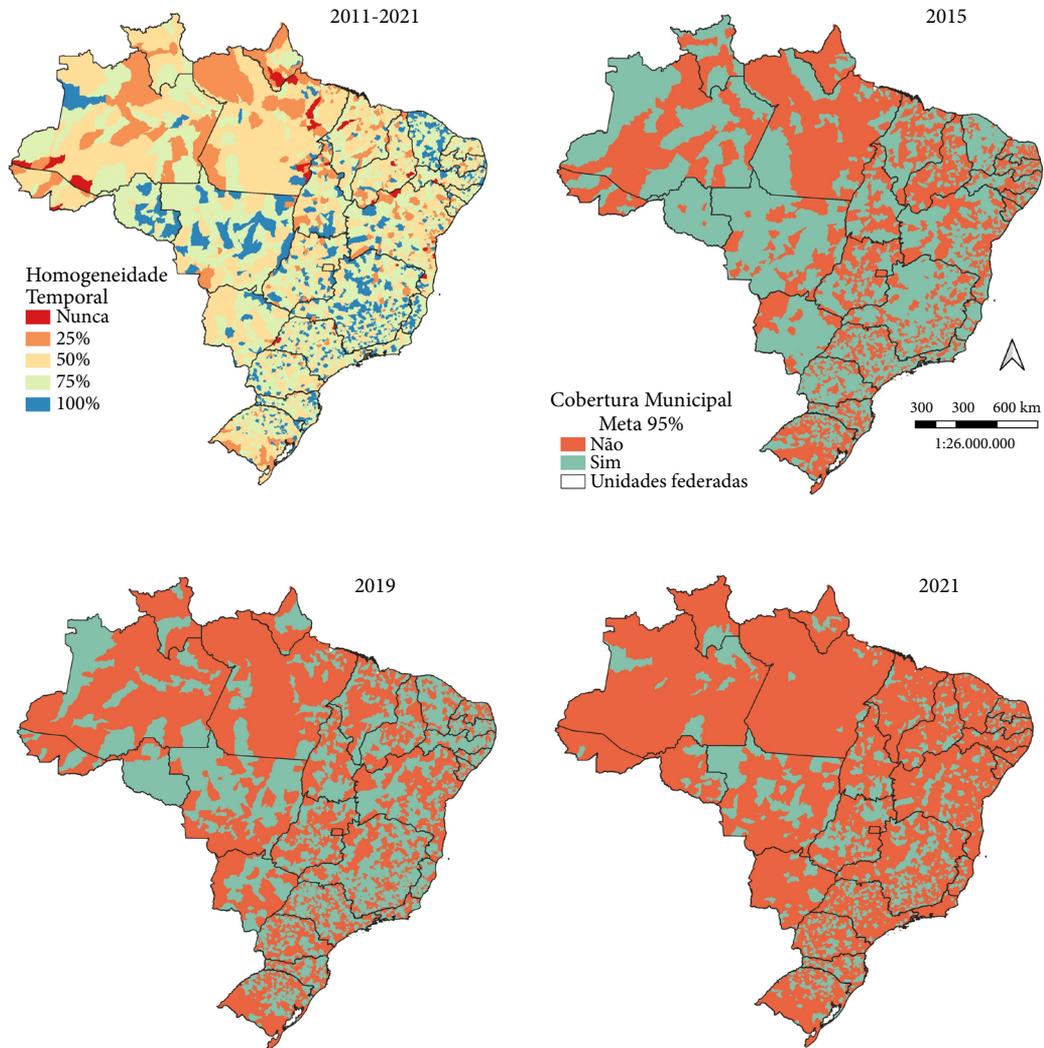


Figura 2. Homogeneidade temporal das coberturas vacinais do sarampo (D1) segundo municípios, 2011-2021, e coberturas vacinais ($\geq 95\%$) nos anos de 2015, 2019 e 2021, Brasil.

Fonte: Autores, com base nos dados dados do MS\DATSUS\PNI.

resultado oportuno), com perda da meta do indicador referente à taxa de notificação desde 2021. Da mesma forma, nota-se o impacto da pandemia na vigilância laboratorial do sarampo, com diminuição do número de exames solicitados e da positividade em abril de 2020¹². Ainda assim, a expressiva queda das CV, agravada pela pandemia²¹, torna a eliminação do sarampo e sua manutenção um grande desafio.

No Brasil, as ações verticais do PNI na década de 1980 contribuíram para diminuir o gradiente social da CV e garantir o acesso universal à vacinação no país. Os primeiros inquéritos na-

cionais de CV apontavam piores coberturas em segmentos mais pobres da população, diferença que desapareceu no final dos anos 1990 e se inverteu em 2007, indicando a equidade de acesso à vacinação em diferentes estratos socioeconômicos da população brasileira²². De fato, foram encontrados aglomerados de alta CV do sarampo nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do país, mas que desapareceram após 2017. A queda das CV tem sido relacionada a diversos fatores, entre eles o aumento da complexidade do calendário vacinal, o subfinanciamento do Sistema Único de Saúde, as mudanças do sistema de informação do

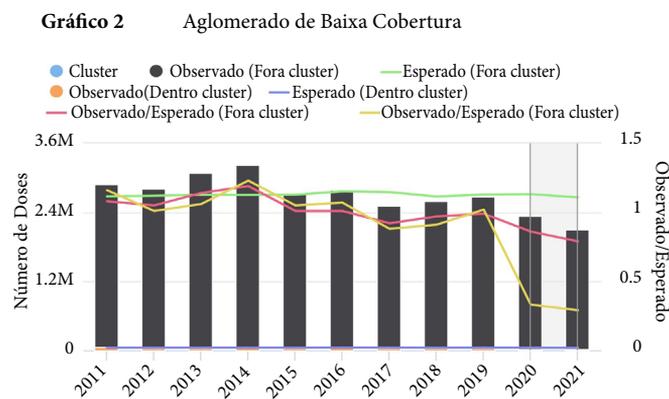
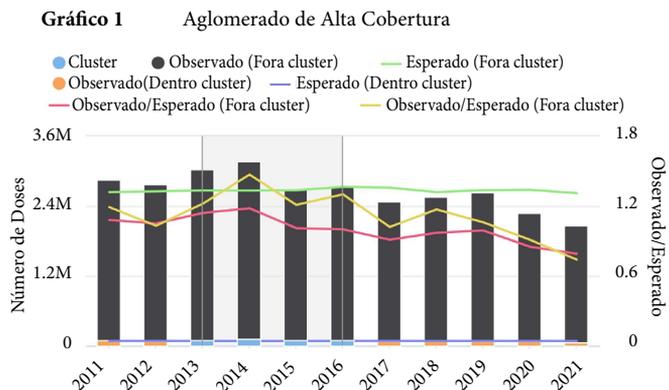
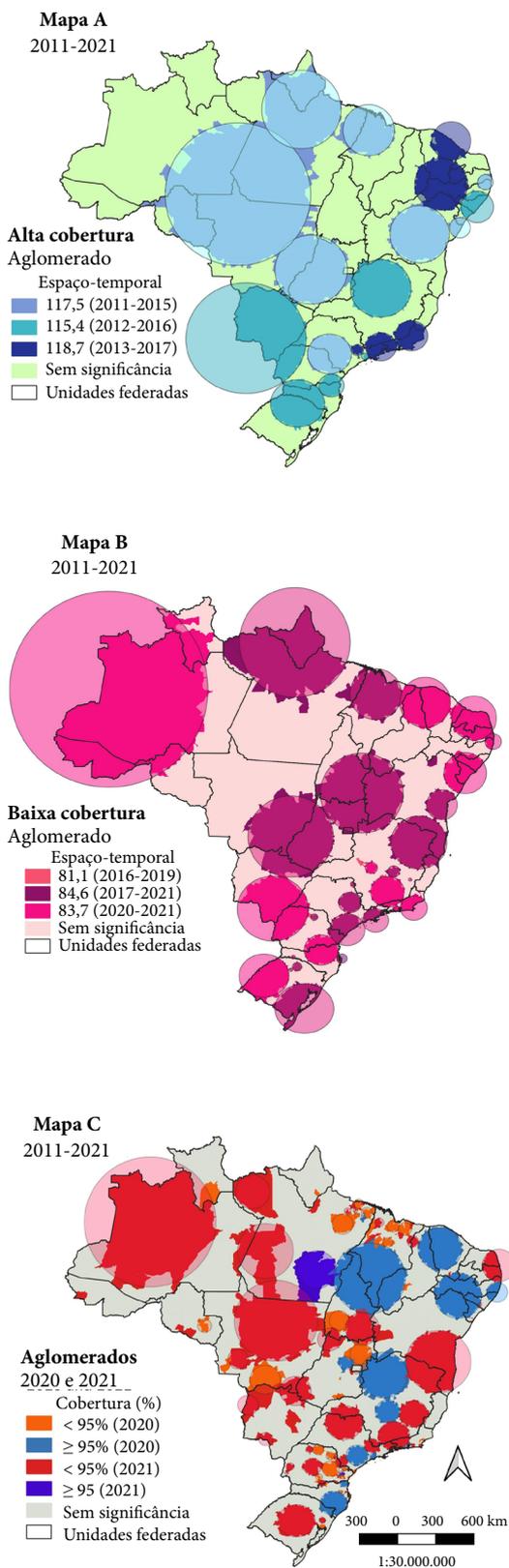


Figura 3. Análise espaço temporal das coberturas vacinais de sarampo (D1). Brasil, 2011-2021.

Fonte: Autores, com base nos dados dados do MS\DATASUS\PNI.

Tabela 1. Estimadores de *odds ratio* brutos e ajustados entre os municípios de aglomerados de baixa e alta cobertura vacinal de sarampo, segundo variáveis populacionais, econômicas e sobre atenção básica. Brasil, 2020-2021.

Variáveis	Número de municípios		OR bruta	IC95%	OR ajustada	IC95%
	Aglomerado baixa CV	Aglomerado alta CV				
Região						
Norte	136	117	20,6	14,3-29,6	11,8	7,3-19,2
Nordeste	326	697	8,3	6,1-11,1	4,5	2,9-7,0
Sudeste	57	1009	1,0	-	1,0	-
Sul	27	723	0,7	0,4-1,1	1,0	0,6-1,6
Centro-Oeste	31	228	2,4	1,5-3,8	2,7	1,6-4,5
População						
Quartil 1	16	655	1,0	-	1,0	-
Quartil 2	54	616	3,6	2,0-6,3	3,0	1,6-5,4
Quartil 3	105	565	7,6	4,4-13,0	5,6	3,2-9,9
Quartil 4	136	507	13,2	7,8-22,3	8,3	4,8-14,5
Quartil 5	239	431	22,7	13,5-38,2	18,7	10,7-32,6
Índice de Gini*						
Quartil 1	30	761	1,0	-	1,0	-
Quartil 2	59	497	3,0	1,9-4,7	1,8	1,1-2,9
Quartil 3	121	713	4,3	2,8-6,5	1,7	1,1-2,7
Quartil 4	117	393	7,6	5,0-11,5	2,2	1,4-3,5
Quartil 5	250	406	15,6	10,5-23,2	3,0	1,9-4,8
IDH						
Quartil 1	276	397	11,5	8,0-16,5	2,6	1,6-4,4
Quartil 2	145	532	4,5	3,1-6,6	1,3	0,8-2,1
Quartil 3	76	592	2,1	1,4-3,2	1,2	0,8-2,0
Quartil 4	42	620	1,2	0,7-1,8	1,0	0,6-1,6
Quartil 5	38	629	1,0	-	1,0	-
Cobertura ESF						
≥ 75	472	2470	1,0	-	1,0	-
50 -1 75	73	202	1,9	1,4-2,5	1,8	1,2-2,6
< 50	32	102	1,6	1,1-2,5	1,9	1,1-3,3
Número de salas de vacinas por 100.000 hab**						
Quartil 1	104	333	1,5	1,1-2,2		
Quartil 2	63	374	0,8	0,6-1,2		
Quartil 3	73	363	1,0	0,7-1,4		
Quartil 4	84	353	1,2	0,8-1,7		
Quartil 5	73	363	1,0	-		

* 4 municípios sem informação; ** 1.168 municípios sem informação; IDH – Índice de Desenvolvimento Humano; ESF – cobertura de Estratégia de Saúde da Família.

Fonte: Autores, com base nos dados dados do MS\DATSUS\PNI.

PNI, bem como o fortalecimento da hesitação vacinal²³⁻²⁵.

Este estudo encontrou menores CV de sarampo na região Norte do país, de forma crônica no período estudado. Baixas CV de sarampo nessa região foram reportadas em outros estudos anteriores à pandemia^{5,26}. Ressalta-se ainda a baixa

homogeneidade da CV (< 70%) e a diminuição expressiva do número de municípios que atingiram CV ≥ 95%, indicadores essenciais na identificação de áreas de maior risco para a transmissão do sarampo e, portanto, que necessitam de intensificação da vacinação, sobretudo nas áreas socialmente mais vulneráveis²⁷.

Nesse contexto já preocupante, a pandemia da COVID-19 acrescenta desafios, afetando diretamente os serviços de vacinação de rotina e a vigilância epidemiológica do sarampo^{20,28}. Em consonância com outros estudos^{6,21}, foram encontrados aglomerados de baixa CV em 2020 e 2021 em todas as regiões, com destaque para as regiões Norte e Nordeste do país. Um estudo ecológico indicou que essas regiões estavam sob maior risco de ultrapassar a capacidade de atendimento à saúde devido ao fluxo de pacientes infectados pelo SARS-CoV-2²⁹, expressando maior fragilidade do sistema de saúde.

O presente estudo permitiu uma melhor compreensão acerca da associação entre baixa CV com piores indicadores de desigualdade, desenvolvimento humano e da atenção básica à saúde, agravada pela pandemia de COVID-19. Estudos anteriores investigaram a associação entre as CV e indicadores contextuais e encontraram resultados semelhantes, com piores CV de sarampo em municípios com menor IDH e maior desigualdade social expressa pelo Índice de Gini^{27,30}.

A ESF promove o aumento de coberturas vacinais^{27,31}, pois amplia a porta de entrada ao sistema de saúde e o acesso, proporciona maiores oportunidades de vacinação, facilita o resgate de indivíduos com esquemas incompletos de vacinação, além de estabelecer uma comunicação mais efetiva e relação de confiança entre a comunidade e os profissionais de saúde. Assim, ressalta-se a necessidade do fortalecimento do SUS como instrumento de indução da equidade em saúde, sendo o princípio da “saúde como um direito de todos” imprescindível para o alcance e a manutenção de coberturas vacinais altas e homogêneas.

Em setembro de 2022, o Ministério da Saúde lançou o Plano de Ação para a interrupção da circulação do vírus do sarampo, em consonância com o Plano de Ação para a Sustentabilidade da Eliminação do Sarampo, da Rubéola e da Síndrome da Rubéola Congênita nas Américas, 2018-2023, aprovado na 29ª Conferência Sanitária Pan-Americana. O plano tem como objetivo operacionalizar a interrupção da transmissão endêmica do vírus do sarampo, em 12 semanas, a partir da data de exantema do último caso confirmado em 2022, e manutenção de sua eliminação, para documentar evidências e posteriormente subsidiar a reavaliação para certificação de País Livre do Sarampo. As estratégias incluem o fortalecimento da vigilância epidemiológica e laboratorial, da vacinação e atenção à saúde, além da comunicação social, em todas as esferas de ges-

tão, com aumento da capacidade de resposta e análise de dados para a tomada de decisão¹². Em tempos de infodemia, com a difusão de informações erradas, notícias e alegações científicas falsas, a comunicação em saúde é um desafio³² que precisa ser enfrentado ainda, mais em um país onde a infodemia se soma a uma postura político ideológica.

A eliminação do sarampo exige compromissos globais, dentro e fora do setor de saúde, como parte de um esforço coordenado para o fortalecimento da infraestrutura de sistemas de saúde, especialmente a atenção básica, e inovações para superar as barreiras de acesso e aumentar a confiança nas vacinas. Desde 2001, a parceria global Measles & Rubella Initiative (M&RI) coordena ações para alcançar um mundo sem sarampo e rubéola. Em 2012, endossado pela M&RI, foi lançado o Plano Estratégico de Sarampo e Rubéola 2012-2020, que pretendia eliminar o sarampo em pelo menos cinco das seis regiões da OMS, com CV $\geq 95\%$ em todos os países e o estabelecimento de uma data-alvo para a erradicação do sarampo. Houve avanços consideráveis no controle do sarampo, mas nenhuma meta foi atingida²⁰. Em 2020, foi apresentada pela OMS e por parceiros, endossada pela Assembleia Mundial da Saúde e pela Agenda de Imunizações 2030, que considera tanto a vacinação quanto a incidência do sarampo como marcadores de desempenho dos programas de imunização para impulsionar os esforços para fortalecer a vacinação e a atenção básica à saúde³³. Além disso, a vacinação possui papel primordial para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o terceiro (ODS3) – garantir uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades³⁴.

O presente estudo possui limitações inerentes ao uso de dados secundários sobre as CV, com cálculos a partir dos dados de doses aplicadas reportados pelos municípios, que podem apresentar qualidade heterogênea, e de estimativas populacionais com base no Censo de 2010, sub ou superestimando as CV e possibilitando CV acima de 100%. Foram consideradas apenas as doses aplicadas na estratégia de rotina, sem considerar as campanhas de vacinação ocorridas no período¹². A partir de 2013, houve mudanças no sistema de informação do PNI, passando a registrar dados individuais de vacinação, o que certamente impactou negativamente nas estimativas de CV de forma desigual no país³⁵. Entretanto, esses são os dados oficiais do PNI, utilizados na gestão e avaliação do programa, e apesar da que-

da ter início em 2015, ressaltam quedas maiores a partir do ano de início da pandemia. O Índice de Gini e o IDH, utilizados no estudo, tiveram como base o Censo de 2010, que mesmo com um intervalo de dez anos, são os dados mais atuais disponíveis para os municípios brasileiros. Possivelmente, outras variáveis explicativas importantes não foram consideradas no modelo. Além disso, as associações foram analisadas em nível ecológico, o que não é uma limitação mas requer cuidado em sua interpretação.

Conclusão

O alcance e a manutenção de coberturas vacinais altas e homogêneas são cruciais para a eliminação do sarampo, exigindo esforços e compromissos globais. No Brasil, a pandemia de COVID-19 intensificou as iniquidades em saúde, com baixas CV de sarampo em municípios socialmente mais vulneráveis e desiguais. Por outro lado, esse desafio pode ser enfrentado por meio da implementação de estratégias que fortaleçam a atenção básica à saúde e garantam acesso à vacina, diminuindo as oportunidades perdidas de vacinação e a hesitação vacinal.

Colaboradores

APS Sato, AC Boing, RLF Almeida, MO Xavier, RS Moreira, EZ Martinez, AM Matijasevich e MR Donalisio contribuíram na concepção e delineamento do estudo, análise e interpretação dos resultados, redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final do manuscrito e são responsáveis por todos os seus aspectos, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

Referências

- Dixon MG, Ferrari M, Antoni S, Li X, Portnoy A, Lambert B, Hauryski S, Hatcher C, Nedelec Y, Patel M, Alexander JP, Steulet C, Gacic-Dobo M, Rota PA, Mulders MN, Bose AS, Rosewell A, Kretsinger K, Crowcroft NS. Progress toward regional measles elimination – worldwide, 2000-2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021; 70(45):1563-1569.
- World Health Organization (WHO). Measles outbreaks strategic response plan: 2021-2023: measles outbreak prevention, preparedness, response and recovery [Internet]. [cited 2022 nov 14]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/340657>
- Organização Mundial da Saúde (OMS). Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Sarampo [Internet]. [acessado 2022 nov 14]. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5633:folha-informativa-sarampo&Itemid=1060
- Causey K, Fullman N, Sorensen RJD, Galles NC, Zheng P, Aravkin A, Danovaro-Holliday MC, Martinez-Piedra R, Sodha SV, Velandia-González MP, Gacic-Dobo M, Castro E, He J, Schipp M, Deen A, Hay SI, Lim SS, Mosser JF. Estimating global and regional disruptions to routine childhood vaccine coverage during the COVID-19 pandemic in 2020: a modelling study. *Lancet* 2021; 398(10299):522-534.
- Arroyo LH, Ramos ACV, Yamamura M, Weiller TH, Crispim JA, Cartagena-Ramos D, Fuentealba-Torres M, Santos DTD, Palha PF, Arcêncio RA. Áreas com queda da cobertura vacinal para BCG, poliomielite e tríplice viral no Brasil (2006-2016): mapas da heterogeneidade regional. *Cad Saude Publica* 2020; 36(4):e00015619.
- Silva TMR, Sá ACMGN, Vieira EWR, Prates EJS, Beinzer MA, Matozinhos FP. Number of doses of Measles-Mumps-Rubella vaccine applied in Brazil before and during the COVID-19 pandemic. *BMC Infect Dis* 2021; 21(1):1237.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Imunizações, cobertura – desde 1994, notas técnicas [Internet]. [acessado 2022 nov 11]. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/pni/Imun_cobertura_desde_1994.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Situação epidemiológica do sarampo [Internet]. [acessado 2022 nov 11]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/sarampo/situacao-epidemiologica-do-sarampo>
- Wagner AK, Soumerai SB, Zhang F, Ross-Degnan D. Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *J Clin Pharm Ther* 2002; 27(4):299-309.
- Linden A. Conducting interrupted time-series analysis for single and multiple group comparisons. *Stata J* 2015; 15(2):480-500.
- Newey WK, West KD. A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica* 1987; 55(3):703-708.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Plano de ação para interrupção da circulação do vírus do sarampo: monitoramento e reavaliação da sua eliminação no Brasil, 2022*. Brasília: MS; 2022. [acessado 2022 nov 24]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-contudo/publicacoes/publicacoes-svs/sarampo/plano_acao_sarampo_2022-1.pdf
- Kulldorff MA. Spatial scan statistic. *Communications in statistics – theory and methods* 1997; 26(6):1481-96.
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Departamento de Informática do SUS. População residente – estimativas para o TCU (2020) [Internet]. [acessado 2022 nov 24]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/poptbr.def>
- Brasil. Ministério do Planejamento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). IPEAGEO [Internet]. [acessado 2022 nov 24]. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ipeageo/bases.html>
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção Primária à Saúde. [Internet]. [acessado 2022 Nov 24]. Disponível em: https://sisaps.saude.gov.br/painel_saps/saude-familia
- Brasil. Ministério da Saúde (MS). Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES/SUS) [Internet]. [acessado 2022 nov 24]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?cnes/cnv/serv-c2br.def>
- Goldani LZ. Measles outbreak in Brazil, 2018. *Braz J Infect Dis* 2018; 22(5):359-359.
- Lemos DRQ, Franco AR, Roriz MLFS, Carneiro AKB, Garcia MHO, Souza FL, Cavalcanti LPG. Measles epidemic in Brazil in the post-elimination period: coordinated response and containment strategies. *Vaccine* 2017; 35(13):1721-1728.
- Gastañaduy PA, Goodson JL, Panagiotakopoulos L, Rota PA, Orenstein WA, Patel M. Measles in the 21st century: progress toward achieving and sustaining elimination. *J Infect Dis* 2021; 224(12 Suppl. 2):S420-S428.
- Silveira MF, Tonial CT, Goretti K Maranhão A, Teixeira AMS, Hallal PC, Maria B Menezes A, Horta BL, Hartwig FP, Barros AJD, Victora CG. Missed childhood immunizations during the COVID-19 pandemic in Brazil: analyses of routine statistics and of a national household survey. *Vaccine* 2021; 39(25):3404-3409.
- Barata RB, Ribeiro MC, Moraes JC, Flannery B, Vaccine Coverage Survey 2007 Group. Socioeconomic inequalities and vaccination coverage: results of an immunization coverage survey in 27 Brazilian capitals, 2007-2008. *J Epidemiol Community Health* 2012; 66(10):934-941.
- Silveira MF, Buffarini R, Bertoldi AD, Santos IS, Barros AJD, Matijasevich A, Menezes AMB, Gonçalves H, Horta BL, Barros FC, Barata RB, Victora CG. The emergence of vaccine hesitancy among upper-class Brazilians: results from four birth cohorts, 1982-2015. *Vaccine* 2020; 38(3):482-488.
- Césare N, Mota TF, Lopes FFL, Lima ACM, Luzardo R, Quintanilha LF, Andrade BB, Queiroz ATL, Fukutani KF. Longitudinal profiling of the vaccination coverage in Brazil reveals a recent change in the patterns hallmarked by differential reduction across regions. *Int J Infect Dis* 2020; 98:275-280.
- Domingues CMAS, Maranhão AGK, Teixeira AM, Fantinato FFS, Domingues RAS. 46 anos do Programa Nacional de Imunizações: uma história repleta de conquistas e desafios a serem superados. *Cad Saude Publica* 2020; 36(Supl. 2):e00222919.

26. Pacheco FC, França GVA, Elidio GA, Domingues CMAS, de Oliveira C, Guilhem DB. Trends and spatial distribution of MMR vaccine coverage in Brazil during 2007-2017. *Vaccine* 2019; 37(20):2651-2655.
27. Pacheco FC, França GVA, Elidio GA, Leal MB, Oliveira C, Guilhem DB. Measles-containing vaccines in Brazil: coverage, homogeneity of coverage and associations with contextual factors at municipal level. *Vaccine* 2020; 38(8):1881-1887.
28. SeyedAlinaghi S, Karimi A, Mojdeganlou H, Alilou S, Mirghaderi SP, Noori T, Shamsabadi A, Dadras O, Vahedi F, Mohammadi P, Shojaei A, Mahdiabadi S, Janfaza N, Keshavarzpoor Lonbar A, Mehraeen E, Sabatier JM. Impact of COVID-19 pandemic on routine vaccination coverage of children and adolescents: a systematic review. *Health Sci Rep* 2022; 5(2):e00516.
29. Requia WJ, Kondo EK, Adams MD, Gold DR, Struchiner CJ. Risk of the Brazilian health care system over 5572 municipalities to exceed health care capacity due to the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *Sci Total Environ* 2020; 730:139144.
30. Nagaoka K, Fujiwara T, Ito J. Do income inequality and social capital associate with measles-containing vaccine coverage rate? *Vaccine* 2012; 30(52):7481-7488.
31. Faria SCRB, Moura ADA. Family Health Strategy team action against the measles epidemic in Fortaleza, Ceará, Brazil. *Epidemiol Serv Saude* 2020; 29(3):e2018208.
32. Vergara RJD, Sarmiento PJD, Lagman JDN. Building public trust: a response to COVID-19 vaccine hesitancy predicament. *J Public Health (Oxf)* 2021; 43(2):e291-e292.
33. World Health Organization (WHO). Immunization Agenda 2030 – A global strategy to leave no one behind 2020 [Internet]. [cited 2022 nov 24]. Available from: <https://www.who.int/teams/immunization-vaccines-and-biologicals/strategies/ia2030>
34. Gavi – The Vaccine Alliance. Immunisation and the Sustainable Development Goals [Internet]. [cited 2022 nov 24]. Available from: <https://www.gavi.org/our-alliance/global-health-development/sustainable-development-goals>
35. Silva BS, Azevedo Guimarães EA, Oliveira VC, Cavalcante RB, Pinheiro MMK, Gontijo TL, Rodrigues SB, Ferreira AP, Oliveira Quides HF, Pinto IC. National Immunization Program Information System: implementation context assessment. *BMC Health Serv Res* 2020; 20(1):333.

Artigo apresentado em 29/11/2022

Aprovado em 29/11/2022

Versão final apresentada em 01/12/2022

Editores-chefes: Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva