

# Estratificação de áreas de risco de transmissão de sarampo: uma revisão sistemática

Paula Barbosa Conceição,<sup>1</sup> Alexandre San Pedro,<sup>1</sup> Heitor Levy Ferreira Praça,<sup>1</sup> Yasmin Toledo dos Santos,<sup>1</sup> Larissa Nunes Moreira Reis<sup>1</sup> e Gerusa Gibson<sup>1</sup>

## Como citar

Conceição PB, San Pedro A, Praça HLF, dos Santos YT, Reis LNM TC, Gibson G. Estratificação de áreas de risco de transmissão de sarampo: uma revisão sistemática. Rev Panam Salud Publica. 2024;48:e1. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.1>

## RESUMO

**Objetivo.** Realizar uma revisão sistemática de publicações científicas que abordaram experiências de aplicação de métodos de estratificação para definir áreas de risco de transmissão de sarampo.

**Método.** Foram selecionados artigos publicados nos idiomas inglês, português e espanhol em periódicos indexados nas bases SciELO, PubMed e LILACS. A busca utilizou os descritores *risk assessment* AND *measles*, sem delimitação de período. Foram excluídos editoriais, artigos de opinião, estudos observacionais de nível individual e publicações que não tratavam da aplicação de métodos de estratificação de áreas de risco de transmissão de sarampo. As informações de ano de publicação, autoria, país de realização do estudo, objetivo, escala geográfica, método utilizado, indicadores e limitações foram extraídas por meio de formulário.

**Resultados.** Foram selecionados 13 artigos publicados entre 2011 e 2022 em nove países das seis regiões da Organização Mundial da Saúde (OMS). Desses, 10 tiveram como referência a ferramenta *Measles Risk Assessment Tool* desenvolvida pela OMS/*Centers for Disease Control and Prevention*. Apenas um estudo adaptou a ferramenta ao contexto local. Os indicadores utilizados para a estratificação de risco enfocaram uma combinação das dimensões imunidade populacional, qualidade dos sistemas de vigilância e situação epidemiológica. Como dificuldades para a estratificação de risco, destaca-se a produção sistemática de dados com cobertura e qualidade adequadas.

**Conclusão.** As estratégias de estratificação do risco de transmissão de sarampo parecem ser ainda pouco difundidas, especialmente na escala local. Reitera-se a necessidade de estímulo à capacitação de recursos humanos para processamento e interpretação das análises de risco nas rotinas dos serviços de vigilância.

## Palavras-chave

Sarampo; avaliação de risco; estudos ecológicos; vigilância em saúde pública.

O sarampo, uma das doenças mais contagiosas do mundo, tem como agente etiológico um vírus respiratório pertencente à família *Paramyxoviridae*, gênero *Morbillivirus* (*Measles morbillivirus*), transmitido por gotículas de saliva e aerossóis. Em aproximadamente 10% dos casos, o sarampo evolui para complicações graves e potencialmente fatais, sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade na população infantil, especialmente em países de baixa e média renda (1). Entretanto, a doença é considerada tecnicamente erradicável em função da disponibilidade de uma vacina de baixo custo e eficaz, que

produz imunidade duradoura, além da disponibilidade de testes diagnósticos específicos e sensíveis, da inexistência de reservatórios animais e da elevada proporção de sintomáticos entre os infectados, pressupondo uma cobertura vacinal da população mundial a partir de 95% (2, 3).

Apesar dos expressivos avanços na redução da morbidade e da mortalidade por sarampo após a introdução da vacinação na década de 1960, com expansão em escala mundial na década de 1970, pela implementação do Programa Ampliado de Imunização pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Rio de Janeiro (RJ), Brasil. ✉ Gerusa Gibson, [gibson.gerusa@iesc.ufrj.br](mailto:gibson.gerusa@iesc.ufrj.br)

recrudescimento da doença a partir de 2016 tem-se revelado um fenômeno global, atingindo as seis regiões do mundo — África (AFR), Américas (AMR), Sudeste da Ásia (SEAR), Europa (EUR), Pacífico Ocidental (WPR) e Mediterrâneo Oriental (EMR) — inclusive a região das Américas, única a alcançar a meta de eliminação (4-8).

Em comparação com as notificações históricas mínimas de 2016, o número de casos cresceu 556% em 2019, o que se refletiu, no mundo todo, em um aumento de incidência, cuja causa fundamental tem sido atribuída à falta de vacinação. Nas Américas, houve aumento da transmissão associado à redução da cobertura vacinal para níveis inferiores a 95% em vários países, com registro de transmissão endêmica na Venezuela em 2018 e no Brasil em 2019, levando à perda do certificado de região livre de sarampo (5, 7-9). Tal fato revela um retrocesso significativo no progresso em direção à eliminação global do sarampo (5).

Com o intuito de apoiar os esforços de eliminação do sarampo e orientar o uso dos recursos de forma mais racional, a OMS desenvolveu, em parceria com o *Centers for Disease Control and Prevention*, uma ferramenta de avaliação do risco de transmissão do sarampo (10). Essa ferramenta se baseia na estratificação de risco em escala subnacional e tem como objetivo orientar os países no mapeamento de áreas prioritárias, onde as fragilidades programáticas exigem intensificação das ações de vigilância e controle (4, 10-12).

Embora seja inerente à prática da vigilância em saúde, a concepção de estratificação de áreas de risco tem sido ampliada com o desenvolvimento de técnicas e ferramentas passíveis de incorporação na rotina dos serviços. Tais técnicas e ferramentas são pautadas por planos de agências globais e estudos que têm foco no controle e na eliminação de doenças transmissíveis, a exemplo das arboviroses (13-15), da malária (16) e do próprio sarampo (4, 17). Em linhas gerais, os métodos de estratificação de risco buscam identificar áreas geográficas mais suscetíveis à ocorrência de uma doença ou agravamento, partindo do pressuposto de que a distribuição desses eventos não ocorre de forma homogênea no território, seguindo, em vez disso, o padrão de distribuição de seus determinantes e condicionantes. Desse modo, é imperativo considerar o caráter heterogêneo do risco no território para, a partir daí, classificar as áreas geográficas e direcionar as atividades de controle de acordo com o risco em cada estrato, enfatizando o uso mais efetivo e racional de recursos (13). Considerando esses antecedentes, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática de publicações científicas que abordam experiências de aplicação de métodos de estratificação para identificar áreas de risco de transmissão de sarampo. Com isso, busca-se conhecer a disseminação desses métodos e identificar possíveis limitantes que possam indicar pontos para o aprimoramento para um uso mais amplo, tendo em vista sua relevância no cenário atual.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A presente revisão sistemática selecionou artigos científicos publicados nos idiomas inglês, português e espanhol em periódicos indexados nas bases SciELO, PubMed e LILACS utilizando a combinação dos descritores *risk assessment AND measles* no título e no resumo. Quanto ao recorte temporal, não foi delimitado um período específico para as publicações, de modo a captar um número maior de estudos. No entanto,

a data de encerramento das buscas ocorreu em novembro de 2022. Foram excluídos editoriais, artigos de opinião e estudos de nível individual (caso-controle, coorte, ensaios clínicos, série de casos) e publicações que não descreviam experiências de aplicação de métodos de estratificação de áreas de risco de transmissão de sarampo.

Depois de retiradas as duplicidades, a triagem dos artigos, assim como a extração dos dados foi realizada por pares de forma independente (PBC, HLFP, YTS, LNMR), sendo as discordâncias avaliadas por um terceiro pesquisador (GG, ASP). Para a extração e análise dos dados, foi construído um formulário específico, onde foram registradas as seguintes informações: título, ano de publicação, autoria, país de realização do estudo, objetivo, escala geográfica de análise, método utilizado, indicadores e limitações apontadas pelos autores.

As publicações selecionadas para revisão foram avaliadas quanto aos critérios de qualidade, estabelecidos com base em uma adaptação da lista Strobe para estudos ecológicos, considerando questões referentes ao método de estratificação usado nas publicações, resultados e limitações apontadas (18).

## RESULTADOS

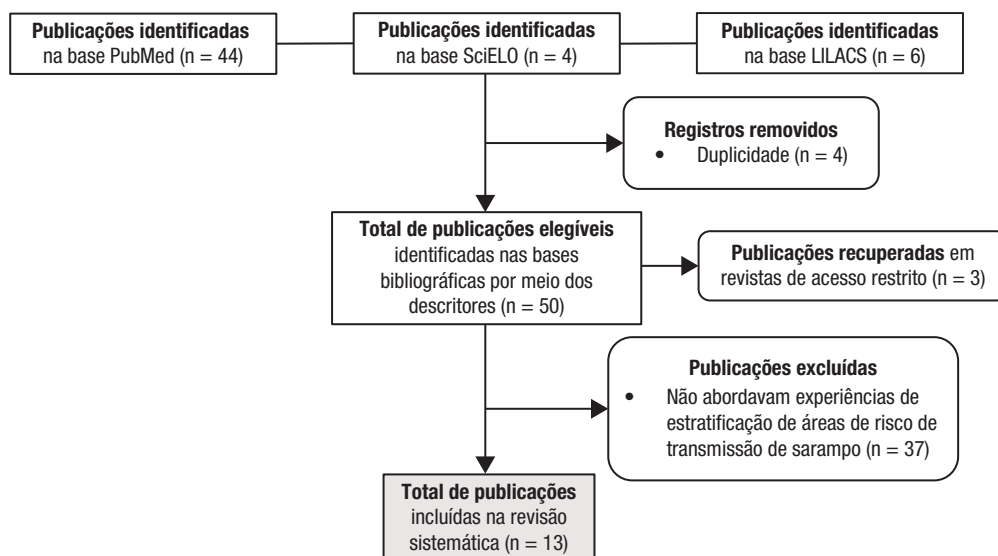
A partir dos critérios estabelecidos para a revisão sistemática, foram selecionadas inicialmente 50 publicações, das quais 37 foram excluídas por não contemplarem os critérios de inclusão. Os 13 artigos analisados referem-se a estudos ecológicos que abordam experiências de aplicação de métodos de estratificação para identificação de áreas de risco de transmissão de sarampo (figura 1).

Os 13 artigos selecionados foram publicados entre os anos de 2011 e 2022 e descrevem a aplicação de métodos de estratificação de risco de transmissão de sarampo nos seguintes países: um estudo na Índia (11), dois no Senegal (4, 12), dois nas Filipinas (4, 19), um no Chile (20), dois na Namíbia (4, 21), um na Romênia (22), três no Irã (23-25), um na China (26) e dois no Brasil (17, 27). Cabe ressaltar que, em uma das publicações (4), os autores descrevem a aplicação da ferramenta de estratificação em três países (Senegal, Namíbia e Filipinas) (tabela 1).

Quanto às unidades geográficas de análise, 11 estudos utilizaram municípios (4, 11, 12, 17, 19-21, 23-25, 27) e dois aplicaram métodos de estratificação de risco em nível estadual (22, 26) (tabela 1). Do total, 10 estudos utilizaram de forma integral ou adaptada a ferramenta de avaliação de risco para transmissão de sarampo proposta pela OMS e pelos *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) (4, 11, 12, 17, 19, 21-25). Apenas três estudos (20, 26, 27) utilizaram métodos próprios de estratificação, sendo que dois deles se basearam exclusivamente em indicadores de incidência (26, 27) (tabela 1).

De modo geral, os estudos utilizaram uma combinação de indicadores relacionados às seguintes dimensões: imunidade populacional, baseada em dados de cobertura vacinal e ações suplementares de imunização; qualidade dos sistemas de vigilância, considerando indicadores de notificação e investigação epidemiológica dos casos; situação epidemiológica da doença, contemplando estimativas de incidência e tendências temporais de coberturas vacinais; e condições contextuais relacionadas à vulnerabilidade à disseminação do sarampo, a exemplo de densidade populacional, fluxo de viajantes domésticos e internacionais, populações vivendo em condições socio sanitárias precárias (populações vulneráveis), deficiências no acesso aos

**FIGURA 1.** Fluxograma de seleção de estudos sobre aplicação de métodos de estratificação de áreas de risco de transmissão de sarampo



**TABELA 1.** Estudos ecológicos que aplicaram métodos de estratificação de risco de transmissão de sarampo no mundo, 2011 a 2022

Autoria, ano (ref)	País	Objetivo	Escala espacial	Método usado	Dimensão dos indicadores	Limitações apontadas
Ducusin <i>et al.</i> , 2017 (19)	Filipinas	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo	Municipal	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, desempenho do programa e avaliação de ameaças	Dificuldades na validação da ferramenta em razão da qualidade das notificações, dependência de dados confiáveis para uma avaliação de risco
Gallegos <i>et al.</i> , 2017 (20)	Chile	Desenvolver matriz para avaliação do risco de reintrodução de sarampo e rubéola associado à importação de casos no Chile	Municipal	Método construído em etapas: seleção das variáveis, padronização, ponderação, cálculo do índice de risco, espacialização e transferência de conhecimento para equipes técnicas <sup>b</sup>	Cobertura vacinal e demográfica e desempenho programático	Disponibilidade/capacidade de recursos técnicos para análises de dados em sistemas de informação geográfica (SIG), disponibilidade de dados atualizados e adequação aos contextos locais
Goel <i>et al.</i> , 2017 (11)	Índia	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo	Municipal	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, desempenho programático, riscos populacionais/contextuais de reintrodução e serviços de saúde	Qualidade dos dados de imunização e notificação
Harrus <i>et al.</i> , 2016 (12)	Senegal	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo e confrontar com dados de casos em período posterior	Municipal	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, desempenho programático, riscos populacionais/contextuais e densidade demográfica	Qualidade dos dados da vigilância
Kriss <i>et al.</i> , 2017 (21)	Namíbia	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo	Municipal	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, desempenho programático e avaliação de ameaças	Qualidade dos dados disponíveis para entrada na ferramenta
Kriss <i>et al.</i> , 2017 (22)	Romênia	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo	Estadual	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, desempenho programático e avaliação de ameaças	Qualidade dos dados de vigilância e falta de dados de países fronteiriços

(*Continua*)

TABELA 1. (Cont.)

Autoria, ano (ref)	País	Objetivo	Escala espacial	Método usado	Dimensão dos indicadores	Limitações apontadas
Lam <i>et al.</i> , 2017 (4)	Senegal, Namíbia e Filipinas	Desenvolver e testar uma ferramenta de avaliação de risco de sarampo para monitorar, orientar e sustentar os esforços de eliminação em nível subnacional	Municipal	- Ferramenta da OMS/CDC <sup>a</sup> - Avaliação do risco para cada unidade de área por meio da pontuação dos indicadores segundo dimensões - Percentis 50%, 75% e 90% usados para classificar em baixo, médio, alto e muito alto risco - Dados históricos de três países usados para testar a ferramenta	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, avaliação de ameaças e densidade populacional	Dependência da qualidade dos dados utilizados para construção dos indicadores
Lemos <i>et al.</i> , 2017 (17)	Brasil	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo no período pós-eliminação e confrontar com dados de casos em período posterior	Municipal	Ferramenta da OMS/CDC <sup>a</sup> com adaptações - Revisão de literatura para seleção dos indicadores de risco e uso de análise bivariada e multivariada (regressão logística)	Cobertura vacinal, avaliação de ameaças, aspectos demográficos, cobertura de atenção básica e incidência	Falta de acesso a dados de outros países para validar o método e a qualidade dos dados
Mohammadbeigh <i>et al.</i> , 2018 (23)	Irã	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo em 2017	Municipal	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, qualidade da vigilância, avaliação de ameaças, aspectos demográficos, incidência local e na fronteira	Não informado
Mohammadbeigh <i>et al.</i> , 2019 (24)	Irã	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo em 2016	Municipal	Ferramenta de estratificação de risco de transmissão de sarampo da OMS/CDC <sup>a</sup>	Cobertura vacinal, incidência, qualidade da vigilância e avaliação de ameaças	Não informado
Zahraei <i>et al.</i> , 2018 (25)	Irã	Estratificar áreas segundo risco de transmissão de sarampo de 2014 a 2016	Municipal	Ferramenta da OMS/CDC <sup>a</sup> com base apenas em indicadores de desempenho da vigilância	Desempenho da vigilância	Indisponibilidade de arquivos cartográficos atualizados, não consideração das taxas básicas de reprodução do sarampo (R0), não consideração da magnitude dos surtos
Zhuo <i>et al.</i> 2011 (26)	China	Avaliar o impacto das atividades suplementares de imunização em condados de alto risco	Estadual	Áreas de risco definidas a partir de indicadores de incidência e no intervalo interepidêmico médio	Incidência	Pouca confiabilidade dos dados de cobertura vacinal devido à população flutuante (migrantes sazonais) e sub-registro de nascimentos
Makarenko <i>et al.</i> , 2022 (27)	Brasil	Analisar a ocorrência de <i>clusters</i> e fatores associados ao ressurgimento de casos de sarampo no período pós-eliminação no Estado de São Paulo, Brasil	Municipal	Análise de <i>cluster</i> de casos de sarampo	Incidência	Não informado

<sup>a</sup> Avalia o risco global para cada unidade de área em função da pontuação dos indicadores segundo dimensões. Os percentis 50%, 75% e 90% foram usados para classificar as áreas em baixo, médio, alto e muito alto.

<sup>b</sup> Método teve como referência o documento *Implementación y validación de los protocolos de evaluación del sistema de vigilancia del S/R/SRC y MRV*.

serviços de saúde, presença de grupos resistentes à vacinação e ocorrência de eventos de massa (tabela 1).

As principais limitações apontadas para a implementação da estratificação de risco foram relacionadas à disponibilidade e à qualidade de dados secundários atualizados e com boa cobertura geográfica; à dificuldade de incorporar áreas de fronteiras contíguas entre países (risco de circulação em países vizinhos) nas análises; à adequação de indicadores à realidade contextual local/regional; à disponibilidade de bases cartográficas

atualizadas; e à capacidade técnica de recursos humanos para aplicação dos métodos de estratificação (construção de indicadores, análise estatística e espacialização dos resultados) (tabela 1).

## DISCUSSÃO

Os achados deste estudo revelam que grande parte das iniciativas que utilizaram métodos de estratificação de risco para

impulsionar o alcance das metas de eliminação de sarampo tiveram como referência o instrumento da OMS e colaboradores, com poucas adaptações a contextos nacionais. Embora tais adaptações sejam desejáveis, apenas um estudo realizado no Brasil (17) utilizou em sua análise indicadores que refletem as particularidades do sistema de saúde local. Nesse estudo, os autores utilizaram a dimensão “estrutura organizacional da rede para resposta em saúde pública”, que considerou indicadores de cobertura da estratégia de saúde da família e cobertura de agentes comunitários de saúde. Adicionalmente, foram considerados indicadores de impacto na infância, a exemplo de desnutrição, amamentação exclusiva com leite materno em crianças menores de 4 meses de idade e taxa de mortalidade infantil. Este achado pode ser reflexo da pouca qualidade e disponibilidade de dados para uma caracterização mais detalhada dos contextos sociodemográficos e dos sistemas de saúde nacionais, aspecto mencionado em alguns estudos como principal limitação para a estratificação de áreas de risco de sarampo (20, 21, 26).

Ainda que seja uma ferramenta norteadora para as escalas nacional e regional, é no nível municipal, mais especificamente no intramunicipal, que a sua aplicação gera informações sobre os níveis de risco segundo as dimensões de análise e produz subsídio ao planejamento e à execução de ações específicas para cada contexto local. Nesse sentido, todas as experiências relatadas nas publicações identificadas nesta revisão aplicaram métodos de estratificação de risco em escala municipal ou regional (estado), ou seja, não houve nenhuma experiência em nível intramunicipal. Quanto a esse aspecto, a pouca disponibilidade de dados atualizados sistematicamente em escala local, além de limitações técnicas inerentes à instabilidade dos indicadores em populações pequenas, podem estar dificultando a aplicação desses métodos em níveis de localidade.

Outra questão relevante para o aprimoramento dos métodos de estratificação de áreas de risco de sarampo é a incorporação de dados de áreas fronteiriças, especialmente entre países, uma vez que a classificação de risco de uma região pode ser influenciada pela sua interação com os vizinhos de fronteira, a exemplo de dados de cobertura vacinal, fluxo migratório e ocorrência de casos (21, 28). Dessa forma, é necessário fomentar e aprimorar a aplicação de métodos que considerem a relação de fronteira entre países.

A capacidade técnica de recursos humanos para processamento e análise de dados é um elemento central para o uso de rotina de ferramentas de estratificação de áreas de risco de sarampo nas diferentes escalas, embora tenha sido uma limitação apontada apenas em um dos estudos (20). Talvez essa limitação explique, ao menos em parte, o pequeno número de experiências sobre a aplicação de métodos de estratificação de risco de sarampo identificadas em publicações científicas no presente estudo.

De modo geral, todos os estudos selecionados descreveram de forma detalhada os métodos e indicadores utilizados. No

entanto, houve pouca discussão dos resultados alcançados em comparação às experiências de aplicação da estratificação de risco em diferentes países.

O presente estudo possui limitações, sendo a principal delas a seleção apenas de artigos publicados em revistas indexadas, em um número limitado de bases de dados e em apenas três idiomas; foram excluídos relatórios técnicos, boletins epidemiológicos e outros tipos de publicação governamental. Isso pode ter levado à percepção de que o uso dessas metodologias ainda é pouco difundida entre os países. Por outro lado, os achados indicam que a urgência do cenário atual do sarampo no mundo não tem sido suficiente para impulsionar de forma expressiva as pesquisas e publicações científicas voltadas para o aprimoramento e adaptação desses métodos de estratificação.

## Conclusões

Dado o cenário de recrudescimento do sarampo em nível global e a necessidade de esforços adicionais para alcance das metas de eliminação, os achados do presente estudo sugerem pouca adesão dos países à recomendação da OMS de aplicar métodos de avaliação de risco de transmissão, tendo em vista o pequeno número de publicações científicas identificadas que descrevem experiências de aplicação desses métodos. Em contrapartida, o fato de tais estratégias serem pouco difundidas em publicações científicas nas seis regiões do mundo não exclui a possibilidade de seu uso estar restrito às rotinas e experiências locais dos serviços de vigilância não publicizadas em artigos acadêmicos.

Entre as principais dificuldades apontadas pelos autores nas experiências nacionais, destacam-se questões relacionadas à produção sistemática de dados com cobertura e qualidade adequadas nas diferentes escalas geográficas, passíveis de serem utilizados nas diferentes dimensões que compõem as análises de estratificação de áreas de risco. Adicionalmente, reitera-se também a necessidade de estímulo à capacitação técnica de recursos humanos para processamento e interpretação das análises nas rotinas dos serviços de vigilância.

**Contribuição dos autores.** PBC, GG, ASP conceberam a ideia original, participaram da coleta e análise dos dados, interpretaram os resultados e redigiram o manuscrito. HLFP, YTS e LNMR participaram da análise e interpretação dos dados e da redação do manuscrito. Todos os autores revisaram e aprovaram a versão final.

**Conflitos de interesse.** Nada declarado pelos autores.

**Declaração.** As opiniões expressas no manuscrito são de responsabilidade exclusiva dos autores e não refletem necessariamente a opinião ou política da RPSP/PAJPH ou da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS).

## REFERÊNCIAS

1. Perry RT, Halsey NA. The clinical significance of measles: a review. *J Infect Dis.* 2004;189 Suppl 1:S4-16. doi: 10.1086/377712
2. Schlenker TL, Bain C, Baughman AL, Hadler SC. Measles herd immunity. The association of attack rates with immunization rates in preschool children. *JAMA.* 1992;267(6):823-6. doi: 10.1001/jama.267.6.823
3. Belmar-George S, Cassius-Frederick J, Leon P, Alexander S, Holder Y, Lewis-Bell KN, Danovaro-Holliday MC, Bravo-Alcántara P. MMR2 vaccination coverage and timeliness among children born in 2004-2009: a national survey in Saint Lucia, 2015. *Rev Panam Salud Publica.* 2018;42:e76. doi: 10.26633/RPSP.2018.76

4. Lam E, Schluter WW, Masresha BG, Tebeb N, Bravo-Alcántara P, Shefer A, *et al.* Development of a district-level programmatic assessment tool for risk of measles virus transmission. *Risk Anal.* 2017;37(6):1052-62. doi: 10.1111/risa.12409
5. Patel MK, Goodson JL, Alexander JP Jr, Kretsinger K, Sodha SV, Steulet C, *et al.* Progress toward regional measles elimination - worldwide, 2000-2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69(45):1700-5. doi: 10.15585/mmwr.mm6945a6
6. World Health Organization (WHO). History of the measles vaccine. [Acessado em 12 de novembro de 2023]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/spotlight/history-of-vaccination/history-of-measles-vaccination>
7. Makarenko C, San Pedro A, Paiva NS, Santos JPCD, Medronho RA, Gibson G. Measles resurgence in Brazil: analysis of the 2019 epidemic in the state of São Paulo. *Rev Saude Publica.* 2022;56:50. doi: 10.11606/s1518-8787.2022056003805
8. Escalante G. El retorno del sarampión en las Américas. *Rev Med Urug.* 2019;35(2): 1-3.
9. Dimala CA, Kadia BM, Nji MAM, Bechem NN. Factors associated with measles resurgence in the United States in the post-elimination era. *Sci Rep.* 2021;11(1):51. doi: 10.1038/s41598-020-80214-3
10. World Health Organization (WHO). Measles Programmatic Risk Assessment Tool. [Acessado em 3 de dezembro de 2023]. Disponível em: <https://www.who.int/teams/immunization-vaccines-and-biologicals/immunization-analysis-and-insights/surveillance/measles-programmatic-risk-assessment-tool>
11. Goel K, Naithani S, Bhatt D, Khera A, Sharapov UM, Kriss JL, *et al.* The World Health Organization Measles Programmatic Risk Assessment Tool-Pilot testing in India, 2014. *Risk Anal.* 2017;37(6):1063-71. doi: 10.1111/risa.12615
12. Harris JB, Badiane O, Lam E, Nicholson J, Oumar Ba I, Diallo A, *et al.* Application of the World Health Organization Programmatic Assessment Tool for Risk of Measles Virus Transmission-Lessons learned from a measles outbreak in Senegal. *Risk Anal.* 2016;36(9):1708-17. doi: 10.1111/risa.12431
13. Vanlerberghe V, Gómez-Dantés H, Vazquez-Prokopec G, Alexander N, Manrique-Saide P, Coelho G, *et al.* Changing paradigms in Aedes control: considering the spatial heterogeneity of dengue transmission. *Rev Panam Salud Publica.* 2017;41:e16. doi: 10.26633/RPSP.2017.16
14. Santos JPCD, Albuquerque HG, Siqueira ASP, Praça HLF, Pereira LV, Tavares AM, *et al.* ARBOALVO: estratificação territorial para definição de áreas de pronta resposta para vigilância e controle de arboviroses urbanas em tempo oportuno. *Cad Saude Publica.* 2022;38(3):e00110121. doi: 10.1590/0102-311X00110121
15. Siqueira ASP, Praça HLF, Santos JPCD, Albuquerque HG, Pereira LV, Simões TC, *et al.* ArboAlvo: stratification method for territorial receptivity to urban arboviruses. *Rev Saude Publica.* 2022;56:39. doi: 10.11606/s1518-8787.2022056003546
16. World Health Organization (WHO). A framework for malaria elimination. Genebra: WHO; 2017. [Acessado em 3 de dezembro de 2023]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511988>
17. Lemos DRQ, Franco AR, de Oliveira Garcia MH, Pastor D, Bravo-Alcantara P, de Moraes JC, *et al.* Risk analysis for the reintroduction and transmission of measles in the post-elimination period in the Americas. *Rev Panam Salud Publica.* 2017;41:e157. doi: 10.26633/RPSP.2017.157
18. Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, Magnanini MM, Silva CM. STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. *Rev Saude Publica.* 2010;44(3):559-65. doi: 10.1590/s0034-89102010000300021
19. Ducusin MJU, de Quiroz-Castro M, Roesel S, Garcia LC, Cecilio-Elfa D, Schluter WW, *et al.* Using the World Health Organization Measles Programmatic Risk Assessment Tool for monitoring of supplemental immunization activities in the Philippines. *Risk Anal.* 2017;37(6):1082-1095. doi: 10.1111/risa.12404
20. Gallegos D, Vergara N, Gatica L, Castillo C, Basaldúa A, Guerrero R, *et al.* Matriz de riesgo para estimar brotes importados de sarampión o rubéola aplicada a Chile. *Rev Panam Salud Publica.* 2017;41:e47. Spanish. doi: 10.26633/RPSP.2017.47
21. Kriss JL, De Wee RJ, Lam E, Kaiser R, Shibeshi ME, Ndevaetela EE, *et al.* Development of the World Health Organization Measles Programmatic Risk Assessment Tool using experience from the 2009 measles outbreak in Namibia. *Risk Anal.* 2017;37(6):1072-1081. doi: 10.1111/risa.12544
22. Kriss JL, Stanescu A, Pistol A, Butu C, Goodson JL. The World Health Organization Measles Programmatic Risk Assessment Tool-Romania, 2015. *Risk Anal.* 2017;37(6):1096-107. doi: 10.1111/risa.12669
23. Mohammadbeigi A, Zahraei SM, Asgarian A, Afrashteh S, Mohammadalehi N, Khazaei S, *et al.* Estimation of measles risk using the World Health Organization Measles Programmatic Risk Assessment Tool, Iran. *Heliyon.* 2018;4(11):e00886. doi: 10.1016/j.heliyon.2018.e00886
24. Mohammadbeigi A, Zahraei SM, Sabouri A, Asgarian A, Afrashteh S, Ansari H. The spatial analysis of annual measles incidence and transition threat assessment in Iran in 2016. *Med J Islam Repub Iran.* 2019;33:130. doi: 10.34171/mjiri.33.130
25. Zahraei SM, Mohammadbeigi A, Mohammadalehi N, Sabouri A, Afrashteh S, Arsang Jang S, *et al.* Monitoring of Surveillance quality indicators of measles in Iranian districts: analysis of measles surveillance system 2014-2016. *J Res Health Sci.* 2018;18(3):e00418.
26. Zhuo J, Geng W, Hoekstra EJ, Zhong G, Liang X, Zhang J. Impact of supplementary immunization activities in measles-endemic areas: a case study from Guangxi, China. *J Infect Dis.* 2011;204 Suppl 1:S455-62. doi: 10.1093/infdis/jir063
27. Makarenko C, Pedro AS, Paiva NS, Souza-Santos R, Medronho RA, Gibson G. Identificação de áreas de risco e fatores associados à epidemia de sarampo de 2019 no Estado de São Paulo, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2022;38(10):e00039222. doi: 10.1590/0102-311XPT039222
28. Saldanha R, Mosnier É, Barcellos C, Carburnar A, Charron C, Desconnets JC, *et al.* Contributing to elimination of cross-border Malaria through a standardized solution for case surveillance, data sharing, and data interpretation: Development of a cross-border monitoring system. *JMIR Public Health Surveill.* 2020;6(3):e15409. doi: 10.2196/15409

---

Manuscrito recebido em 25 de setembro de 2023. Aceito em versão revisada em 17 de novembro de 2023.

---

## Stratification of risk areas for measles transmission: a systematic review

### ABSTRACT

**Objective.** To perform a systematic review of scientific publications addressing the use of stratification methods to define risk areas for measles transmission.

**Method.** Articles published in English, Portuguese, and Spanish in journals indexed in the SciELO, PubMed, and LILACS databases were selected. The search terms *risk assessment* AND *measles* were used without date limits. Editorials, opinion articles, individual-level observational studies, and publications that did not focus on the application of methods to stratify measles transmission risk areas were excluded. Year of publication, authorship, country where the study was performed, objective, geographic level of analysis, method used, indicators, and limitations were recorded in a data form.

**Results.** Thirteen articles published between 2011 and 2022 in nine countries from the six World Health Organization (WHO) regions were selected. Of these, 10 referred to the Measles Risk Assessment Tool developed by the WHO/Centers for Disease Control and Prevention. Only one study adapted the tool to the local context. The risk stratification indicators used in the selected studies focused on a combination of the following dimensions: population immunity, quality of surveillance systems, and epidemiologic status. The systematic output of data with adequate quality and coverage was a noteworthy aspect hindering risk stratification.

**Conclusion.** There seems to be limited dissemination of measles risk stratification strategies, especially at local levels. The need to train human resources to process and interpret risk analyses as part of the routine of surveillance services is emphasized.

### Keywords

Measles; risk assessment; ecological studies; public health surveillance.

---

---

## Estratificación de las zonas de riesgo de transmisión del sarampión: revisión sistemática

### RESUMEN

**Objetivo.** Realizar una revisión sistemática de las publicaciones científicas en las que se han abordado experiencias de aplicación de métodos de estratificación para definir las zonas de riesgo de transmisión del sarampión.

**Método.** Se seleccionaron artículos publicados en español, inglés o portugués en revistas indizadas en las bases de datos SciELO, PubMed y LILACS. En la búsqueda se utilizaron los descriptores "*risk assessment*" y "*measles*", sin limitaciones en la fecha de publicación. Se excluyeron editoriales, artículos de opinión, estudios de observación de pacientes individuales y publicaciones que no trataran de la aplicación de métodos de estratificación de zonas de riesgo de transmisión del sarampión. Se empleó un formulario para extraer la información sobre año de publicación, autoría, país de realización del estudio, objetivo, escala geográfica, método utilizado, indicadores y limitaciones.

**Resultados.** Se seleccionaron 13 artículos publicados entre el 2011 y el 2022 en nueve países de las seis regiones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En 10 de ellos se utilizó como referencia la herramienta de evaluación del riesgo de sarampión creada por la OMS y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos. Solamente en un estudio se adaptó la herramienta al contexto local. Los indicadores utilizados para la estratificación del riesgo se basaron en una combinación de las dimensiones de inmunidad poblacional, calidad de los sistemas de vigilancia y situación epidemiológica. Entre las dificultades de la estratificación del riesgo se destaca la de generación sistemática de datos con una cobertura y calidad adecuadas.

**Conclusiones.** Las estrategias de estratificación del riesgo de transmisión del sarampión siguen sin estar, al parecer, muy extendidas, en especial a nivel local. Cabe reiterar la necesidad de fomentar la capacitación de recursos humanos para procesar e interpretar los análisis de riesgo en las operaciones habituales de los servicios de vigilancia.

### Palabras clave

Sarampión; medición de riesgo; estudios ecológicos; vigilancia en salud pública.

---