

Monitor GeoVacina Rio: inteligência epidemiológica para o resgate da cobertura vacinal na cidade do Rio de Janeiro, Brasil

GeoVacina Rio Monitor: epidemiological intelligence to restore vaccination coverage in the city of Rio de Janeiro, Brazil

Monitor GeoVacina Rio: inteligência epidemiológica para rescatar la cobertura de vacunación en Río de Janeiro, Brasil

Malena Farias Santa Anna <https://orcid.org/0000-0002-8447-5737>¹; Débora Medeiros de Oliveira e Cruz <https://orcid.org/0000-0002-8325-6866>^{1,3}; Felipe de Carvalho Vommáro Marincola <https://orcid.org/0000-0003-3413-1634>¹; Nadja Greffe <https://orcid.org/0000-0002-8782-7232>¹; Caroline Dias Ferreira <https://orcid.org/0000-0001-9631-8571>¹; Oswaldo Gonçalves Cruz <https://orcid.org/0000-0002-3289-3195>^{1,2}; Valeria Saraceni <https://orcid.org/0000-0001-7360-6490>¹; Gisłani Mateus Oliveira Aguiar <https://orcid.org/0000-0001-9103-9864>¹

Resumo As coberturas vacinais entraram em queda no município do Rio de Janeiro (MRJ) a partir de 2019. Para reverter esta situação, no contexto da expansão da estratégia de saúde da família (ESF) e da inteligência epidemiológica, criou-se o Monitor GeoVacina Rio, com o objetivo de resgatar a vacinação de crianças com doses atrasadas e monitorar indicadores da vacina pentavalente na população cadastrada pela ESF no MRJ, de janeiro/23 a janeiro/24. Os dados são extraídos do Prontuário Eletrônico e sumarizados por equipe, unidade e área de planejamento. Um mapa interativo permite a visualizar informações da criança e status vacinal no centróide da equipe. Outras funcionalidades são o monitoramento da cobertura vacinal e download de listas das crianças a vacinar nas 237 unidades básicas de saúde. No período avaliado, a proporção de crianças com vacinação completa subiu de 76,1% (maio/23) para 90,8% (jan/24), aumento de 14,7 pontos percentuais (p.p.), e uma redução de 49,5 p.p. as unidades com menos de 80% de cobertura. O Monitor GeoVacina Rio permite a qualificação dos dados registrados e o resgate das coberturas vacinais, alinhando a inteligência epidemiológica à territorialidade das ações de imunização, podendo ser aplicada em outros municípios.

Palavras-chave Atenção Primária à Saúde, Cobertura Vacinal, Vigilância em Saúde Pública, Imunização, Mapeamento Geográfico

Abstract Vaccination coverage has declined in the municipality of Rio de Janeiro (MRJ) since 2019. To address this issue, within the expansion of the Family Health Strategy (FHS) and epidemiological intelligence, the GeoVacina Rio Monitor was created. Its aim is to recover vaccination for children with delayed doses and monitor pentavalent vaccine indicators in the population registered under the FHS in MRJ from January 2023 to January 2024. Data were extracted from the Electronic Health Record and summarized by FHS team, public health unit (PHU), and planning area (PA). An interactive map enables the viewing of children's information and vaccination status at the team's centroid. Additional features include vaccination coverage monitoring and downloading lists of children to be vaccinated across 237 PHUs. During the evaluated period, the proportion of fully vaccinated children increased from 76.1% (May 2023) to 90.8% (January 2024), a rise of 14.7 percentage points, with a 49.5 p.p. reduction in units with coverage below 80%. The GeoVacina Rio Monitor enhances data quality and restores vaccination coverage, aligning epidemiological intelligence with regional immunization strategies, with the potential for implementation in other municipalities.

Key words Primary Health Care, Vaccination Coverage, Public Health Surveillance, Vaccination, Geographic Mapping

Resumen Las coberturas de vacunación cayeron en el municipio de Río de Janeiro (MRJ) desde 2019. Para revertir esta situación, en el contexto de la expansión de la estrategia de salud familiar (ESF) y la inteligencia epidemiológica, se creó el Monitor GeoVacina Rio. Su objetivo es recuperar la vacunación de niños con dosis atrasadas y monitorear indicadores de la vacuna pentavalente en la población registrada por la ESF en el MRJ, de enero/23 a enero/24. Los datos se extraen del Historial Clínico Electrónico y se resumen por equipo, unidad y área de planificación (AP). Un mapa interactivo muestra datos sobre los niños y su estado vacunal en el centróide del equipo. También incluye monitoreo de la cobertura vacunal y descarga de listas de niños por vacunar en 237 unidades básicas. Durante el período evaluado, la proporción de niños con vacunación completa subió del 76,1% (mayo/23) al 90,8% (enero/24), un aumento de 14,7 puntos porcentuales (p.p.), y se redujo en 49,5 p.p. el número de unidades con menos del 80% de cobertura. El Monitor GeoVacina Rio permite calificar datos registrados y recuperar coberturas vacunales, alineando la inteligencia epidemiológica y la territorialidad de las acciones de inmunización, con potencial de uso en otros municipios.

Palabras clave Atención Primaria de Salud, Cobertura de Vacunación, Vigilancia de la Salud Pública, Vacunación, Mapeo Geográfico

¹ Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro. R. Afonso Cavalcanti 455, Cidade Nova. 20211-110 Rio de Janeiro RJ Brasil. malenafasanna@gmail.com

² Programa de Computação Científica, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro RJ Brasil.

³ Instituto de Educação Médica, Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro RJ Brasil.

Introdução

Baixas coberturas vacinais aumentam a vulnerabilidade à reintrodução de doenças evitáveis, sendo a ampliação do acesso a imunobiológicos uma meta da Agenda 2030¹. No Brasil, assim como em outros países, verificou-se redução nas coberturas de diferentes vacinas em anos recentes, cenário determinante para a intensificação de esforços globais voltados à recuperação desses indicadores^{2,3}.

Múltiplas barreiras contribuem para essa redução e, segundo o *WHO EURO Vaccine Communications Working Group*, aspectos relacionados à confiança na eficácia e segurança dos imunobiológicos; conveniência, que diz respeito à disponibilidade dos serviços de vacinação e complacência, conceito que envolve a baixa compreensão coletiva do risco das doenças imunopreveníveis – são questões essenciais para discussão da hesitação vacinal e queda das coberturas^{4,5}.

Uma análise de estratégias com foco na redução da hesitação vacinal identificou conjuntos de iniciativas de maior impacto, como aquelas orientadas para populações não vacinadas ou com esquemas incompletos; metodologias com objetivo de aumentar o conhecimento e conscientização sobre vacinas; e ampliação da conveniência e acesso à vacinação⁶. Linhas de atuação voltadas à melhoria do monitoramento das coberturas e que incorporem estratégias de inteligência digital também têm sido incentivadas⁷.

Dados relacionados às coberturas vacinais no município do Rio de Janeiro (MRJ) indicam que a queda desses indicadores ocorreu sobretudo a partir do ano de 2019. No ano de 2023, apenas a vacina BCG alcançou-se a meta de cobertura populacional, com todos os demais imunizantes mantendo-se abaixo dos valores estipulados⁸. No município, retomar a expansão da atenção primária e alinhar essa recuperação, de forma integrada às ações de vigilância em saúde, no contexto de emergência e reemergência de agravos, é um desafio.

Ao entender a longitudinalidade e a coordenação do cuidado como elementos-chave da atenção primária⁹ e ao estabelecer como prioritária a recuperação das coberturas vacinais na cidade, percebe-se que esses atributos favorecem o desenvolvimento de ações da vigilância em saúde, como a busca ativa de crianças em atraso nos esquemas vacinais, integradas aos

fluxos de trabalho da estratégia de saúde da família (ESF) no território¹⁰.

Como parte de uma estratégia ampliada, voltada à recuperação das coberturas vacinais em crianças no MRJ, foi desenvolvida uma ferramenta digital no Centro de Inteligência Epidemiológica (CIE) para apoiar a busca ativa de crianças em atraso vacinal nos territórios da cidade. Para o projeto inicial foi escolhida a vacina pentavalente, a qual desempenha papel crucial na proteção contra cinco doenças graves: difteria, tétano, coqueluche, hepatite B e infecção por *Haemophilus influenzae* tipo B, além de também ser temporalmente um marcador para outros esquemas vacinais que ocorrem concomitante, como a vacina contra poliomielite, ou previamente à pentavalente, como as vacinas contra doença meningocócica C, rotavírus e pneumocócica 10-valente.

Deste modo, o objetivo deste artigo é descrever a estrutura do Monitor GeoVacina Rio e a evolução dos indicadores operacionais relacionados à pentavalente na população cadastrada pela estratégia de saúde da família no MRJ, no período de janeiro de 2023 a janeiro de 2024.

Aspectos gerais do Monitor GeoVacina Rio

Contexto de implantação e fonte de dados

O Monitor GeoVacina Rio foi implantado em maio de 2023 e teve como foco apoiar a busca ativa de crianças com doses faltantes da vacina pentavalente no MRJ, configurando atraso e incompletude vacinal. Desde 2012, o Programa Nacional de Imunizações (PNI) oferta este imunobiológico na rotina do calendário de vacinação da criança, sendo o esquema de rotina composto por três doses do imunobiológico (aos dois, quatro e seis meses de vida das crianças)¹¹.

Dados pessoais (nome, data de nascimento, nome da mãe e número de prontuário), dados relacionados à vacinação (imunobiológico, dose, data de aplicação e tipo de registro) e à unidade de atenção primária de referência do paciente (CNES da unidade, equipe de saúde da família e situação cadastral) vêm sendo utilizados para a elaboração dos indicadores do Monitor GeoVacina Rio. Esses registros provêm de prontuários eletrônicos dos pacientes (PEP) nas 237 unidades de atenção primária das 10 áreas de planejamento (AP) do MRJ, que desde 1993, é dividido nessas regiões territoriais para fins de planejamento e organização das ações de saúde¹².

Processamento, indicadores epidemiológicos e análise espacial dos registros

A extração dos dados do PEP é realizada por meio de uma interface de programação de aplicações (API - *Application Programming Interface*) com a linguagem *Python*. O banco de dados utilizado é composto por duas tabelas: (1) cadastro de usuários e (2) cadastro de vacinação. Utilizando um *script* na linguagem *R* são feitas as etapas de limpeza, agregação, normalização dos dados e o processo de *linkage* dos dados de cadastro do usuário e de vacinação. As informações das doses aplicadas ou registradas são linkadas com os pacientes que possuem o cadastro ativo no período de análise. As informações foram agrupadas e sumarizadas por diferentes níveis de gestão da informação (MRJ, AP, Unidade de Atenção Primária - UAP e Equipe de Saúde da Família - ESF). Em uma segunda etapa, os registros passaram por categorização segundo as doses de vacina registradas no PEP.

A proporção de vacinados foi calculada utilizando-se no numerador o total de crianças com terceira dose (D3) da vacina pentavalente e no denominador a população-alvo da vacina, multiplicando-se por 100 para cada unidade de análise utilizada (equipe, UAP, AP ou MRJ). A população alvo é o total de crianças cadastradas na ESF, na faixa etária de 6 meses a 11 meses e 29 dias. Trata-se de um denominador dinâmico, tendo em vista que a cada mês, atualizam-se o quantitativo de crianças (incluindo as que completaram 6 meses, subtraindo as que completam 1 ano e inserindo aquelas que foram cadastradas). As datas de nascimento e a última data do mês analisado delimitaram o recorte da população na faixa etária preconizada. Cadastros temporários ou de crianças que foram a óbito foram definidos como critérios de exclusão para a elaboração das estimativas da proporção vacinal. Incluímos etapas de verificação e validação, a fim de minimizar erros que afetem o numerador do indicador. O cálculo do indicador tem como numerador as crianças cadastradas com a D3 aplicadas/registradas e o denominador as crianças cadastradas. As crianças não cadastradas não são contabilizadas.

A categorização com base na proporção vacinal foi estabelecida utilizando os seguintes pontos de corte: acima de 95% (verde), entre 80% e 95% (amarelo) e abaixo de 80% (vermelho). Essa categorização foi aplicada no nível das áreas de planejamento do MRJ, bem como para as unidades e equipes de saúde.

Um mapa interativo das AP com as seguintes camadas de seleção: áreas de planejamento; polígonos de áreas de vulnerabilidade social, denominados territórios sociais – programa instituído em 2017 no MRJ em parceria com o ONU-Habitat; territórios das UAP e equipes da ESF e uma camada que classifica as equipes de saúde da família segundo estratos da situação de proporção vacinal (sinalizados por cores) foi disponibilizado para consulta¹³. Ressalta-se que as crianças são geolocalizadas ao centróide geométrico dos polígonos das equipes ESF a que seu endereço constante no PEP pertence.

A proporção de vacinados foi calculada com base na extração dos registros do PEP até 31/01/2024. As informações foram disponibilizadas para os profissionais da Secretaria Municipal de Saúde, no formato *html*, em plataforma interna da prefeitura (subpav.org), em ambiente de acesso restrito por senha. As atualizações mensais são amplamente divulgadas aos profissionais por meio dos canais usuais de comunicação. Toda a ferramenta foi programada por meio do *software* estatístico *R* e *QGIS*^{14,15}.

Estrutura e funcionalidades do Monitor GeoVacina Rio

O Monitor GeoVacina Rio foi delineado sob seis componentes: (i) Sumário Estatístico; (ii) Mapa GeoVacina Rio; (iii) Download PEP (iv); Evolução; (v) Mapa GeoSinasc; e (vi) Download GeoSinasc. Essa estrutura foi proposta para facilitar o acesso aos indicadores epidemiológicos e ampliar a capacidade de gestão da informação relacionada à proporção de vacinados, tanto no nível local, quanto pelos gestores das áreas de planejamento e nível central da vigilância em saúde. Os componentes, principais objetivos, função e os níveis de utilização da ferramenta encontram-se organizados no Quadro 1.

A partir da consulta ao *Sumário Estatístico* obtêm-se os indicadores de proporção de vacinados com a pentavalente, para o monitoramento do percentual de crianças de 6 a 11 meses com a D3 registrada no município e, também, segundo a AP, unidade e equipe, de acordo com os pontos de corte definidos. Além disso, também é possível avaliar a proporção de unidades e equipes em cada um dos *scores* desse indicador por AP e pelo MRJ.

O *Mapa GeoVacina Rio* disponibiliza ao usuário, de maneira interativa, a identificação das crianças cadastradas na ESF segundo perfil de vacinação para pentavalente. Cada ponto representa uma criança, georreferenciada no cen-

Quadro 1. Componentes, objetivos definidos no desenho da ferramenta digital, funções e nível de desagregação da informação disponibilizada.

Componente	Objetivo	Função	Nível de desagregação
Sumário Estatístico	Fornecer os indicadores de proporção vacinal relacionados à pentavalente de forma oportuna.	Permite a visualização rápida de indicadores de proporção vacinal, segundo o nível de atuação.	MRJ, áreas de planejamento, unidades de saúde e equipes
Mapa GeoVacina Rio	Localizar crianças com doses faltantes ou na janela de idade para vacinação oportuna de pentavalente nos territórios da cidade. Identificar territórios com menores índices de crianças com vacinação completa para direcionamento das ações.	Auxilia o gerenciamento da informação geográfica relacionada à população alvo do imunobiológico para busca ativa vacinal e análise de risco territorial.	Áreas de planejamento, unidades de saúde e equipes de saúde e equipes de saúde da família, áreas de territórios sociais. Permite também explorar bairros e ruas de acordo com a adscrição da ESF.
Download PEP	Apoiar a gestão local e os profissionais das equipes com informações relacionadas aos pacientes adscritos na ESF.	Facilita a organização e gestão de listas de crianças com doses faltantes para busca ativa vacinal.	Áreas de planejamento, Unidades de saúde e equipes da ESF
Evolução	Disponibilizar a série histórica da proporção vacinal de pentavalente	Apoia o monitoramento e a qualificação das ações do indicador ao longo do tempo.	MRJ, áreas de planejamento e unidades de saúde.
Mapa GeoSinasc	Localizar as crianças nascidas nos territórios da cidade para o acompanhamento infantil e coordenação do cuidado.	Informa à unidade crianças nascidas no território para inserção de acompanhamento longitudinal e coordenação do cuidado.	MRJ, áreas de planejamento e unidades de saúde.
Download SINASC	Apoiar a gestão local na busca ativa de crianças para serem cadastradas e acompanhadas na ESF.	Disponibilizar a relação de crianças nascidas no território para inserção de acompanhamento longitudinal e coordenação do cuidado.	MRJ, áreas de planejamento e unidades de saúde. Permite também explorar bairros e ruas de acordo com a adscrição da ESF.

Fonte: Autores, a partir do escopo da ferramenta previamente alinhado no planejamento e desenvolvimento à Superintendência de Vigilância em Saúde no MRJ.

tróide do polígono da equipe com um deslocamento para evitar a sobreposição. As cores dos pontos sinalizam as seguintes especificidades: em azul as crianças que possuem a dose final que completa o esquema básico – D3 (azul); em vermelho as crianças sem completude vacinal, sem a D3 (vermelho); e em amarelo as crianças sem a D3, mas na faixa etária de 6 meses a 6 meses e 29 dias (amarelo), portanto na janela oportuna de realização desta dose. Ao clicar sobre o ponto, visualiza-se o número do prontuário da criança, situação do registro, a equipe e a unidade de saúde (Figura 1). Essa funcionalidade favorece a busca ativa da criança dentro do território. Os polígonos das equipes são coloridos, segundo a proporção das coberturas vacinais.

Em *Download PEP* é permitido o *download* de listas que contém as informações das crianças com incompletude do registro vacinal no

prontuário. Esta lista contém o nome da unidade de saúde, a equipe, o número do prontuário, o nome e a data de nascimento da criança, bem como a situação do registro das doses de vacina. A lista pode ser desagregada por unidade de saúde, favorecendo o gerenciamento de situações prioritárias para o acompanhamento da situação vacinal no território. No componente “Evolução” a série histórica mensal das proporções de vacinados com a terceira dose de pentavalente é disponibilizada.

Com a finalidade de localizar as crianças nascidas no território, são disponibilizados também os componentes *GeoSinasc* e *Download SINASC*. Identifica-se, por meio de um *linkage*, os nascidos vivos que não possuem cadastro nas UAP, dessa forma as áreas podem visualizar no mapa e, também, extrair as listas por área para que seja feita a busca ativa para a inserção de

novos cadastros no prontuário e consequentemente, a atualização dos registros vacinais.

Indicadores relacionados à cobertura vacinal de pentavalente pelo Monitor GeoVacina Rio

Conforme apresentado na Figura 2, a partir da implantação do monitor GeoVacina Rio em

maio de 2023, houve aumento da proporção de crianças vacinadas com a terceira dose, completude do esquema vacinal, sendo os valores calculados na implantação (maio/2023) e ao final do período (janeiro/2024), respectivamente iguais a 76,1% e 90,8%, o que indica um incremento de 14,7 pontos percentuais.

De janeiro a maio de 2023, antes da implantação do GeoVacina Rio, é possível observar que

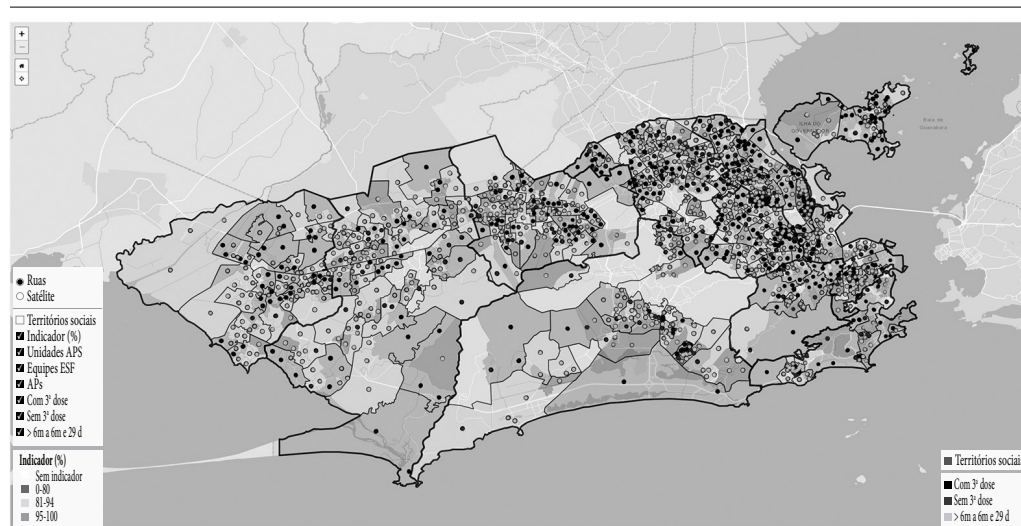


Figura 1. Mapa interativo do monitor GeoVacina Rio com os pontos de localização segundo situação vacinal. MRJ, julho/2024.

Fonte: Monitor GeoVacina Rio, julho/2024, SMS-Rio.

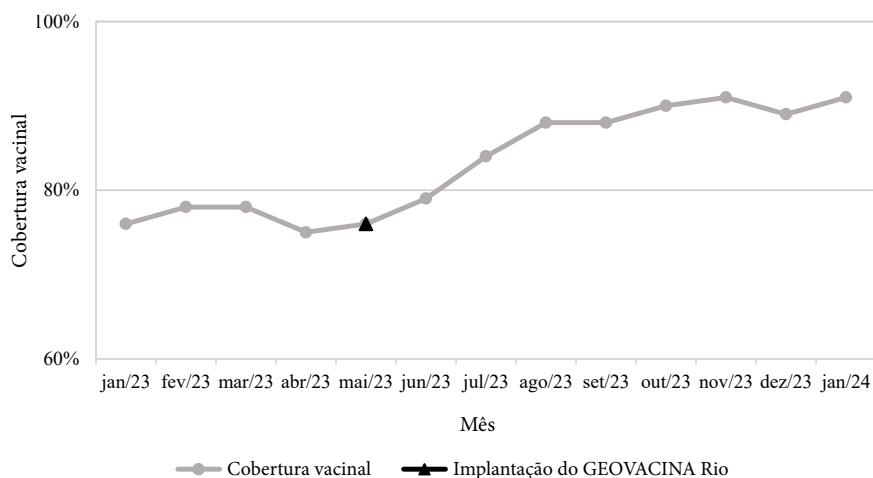


Figura 2. Evolução da proporção de crianças cadastradas com a 3ª dose de pentavalente (D3) na Estratégia Saúde da Família, MRJ, janeiro/2023 a janeiro/2024.

Fonte: Monitor GeoVacina Rio, julho/2024, SMS-Rio.

não ocorreu melhora no indicador do município, com algumas áreas com piora na cobertura. Ao avaliarmos todo o período, após 8 meses de implantação da ferramenta verificou-se aumento na proporção de crianças com a terceira dose da vacina pentavalente, em todas as AP (Tabela 1). Destaca-se nesta análise, a AP 3.1 (Penha/Ramos/Ilha) que teve um incremento de 40,38% no período analisado.

Em janeiro de 2023, das 236 unidades de atenção primária, 117 (49,5%) estavam com o indicador abaixo de 80%, 112 (47,5%) com in-

dicador entre 80% e 95% e apenas 7 (2,9%) com indicador acima de 95%. Em janeiro de 2024, das 237 unidades (uma nova unidade da ESF foi implantada na rede), 2 (0,8%) estavam com o indicador abaixo de 80%, 144 (60,8%) entre 80% e 95% e 87 (36,7%), com indicador acima de 95% (Figura 3).

A publicação mensal das informações atualizadas do Monitor GeoVacina Rio implicou também na formalização de um canal de comunicação para atender possíveis dúvidas dos profissionais de saúde sobre a ferramenta. Nes-

Tabela 1. Distribuição da proporção vacinal de Pentavalente por AP, MRJ, janeiro/2023 a janeiro/2024.

Área de planejamento	janeiro/2023 (%)	maio/2023 (%)	janeiro/2024 (%)	Diferença absoluta (pp)	Variação relativa (%)
AP 1.0	68,1	68,6	89,5	21,4	31,5
AP 2.1	79,8	79,3	88,4	8,6	10,8
AP 2.2	72,0	73,3	91,8	19,7	27,4
AP 3.1	67,2	70,9	94,4	27,2	40,4
AP 3.2	83,5	81,0	93,9	10,4	12,4
AP 3.3	78,8	78,6	92,4	13,6	17,2
AP 4.0	69,5	71,6	85,7	16,2	23,3
AP 5.1	82,2	77,6	90,2	8,0	9,8
AP 5.2	81,8	77,8	88,0	6,2	7,6
AP 5.3	77,0	78,8	93,3	16,4	21,2
MRJ	76,1	75,7	90,8	14,7	19,3

Fonte: Monitor GeoVacina Rio, julho/2024, SMS-Rio.

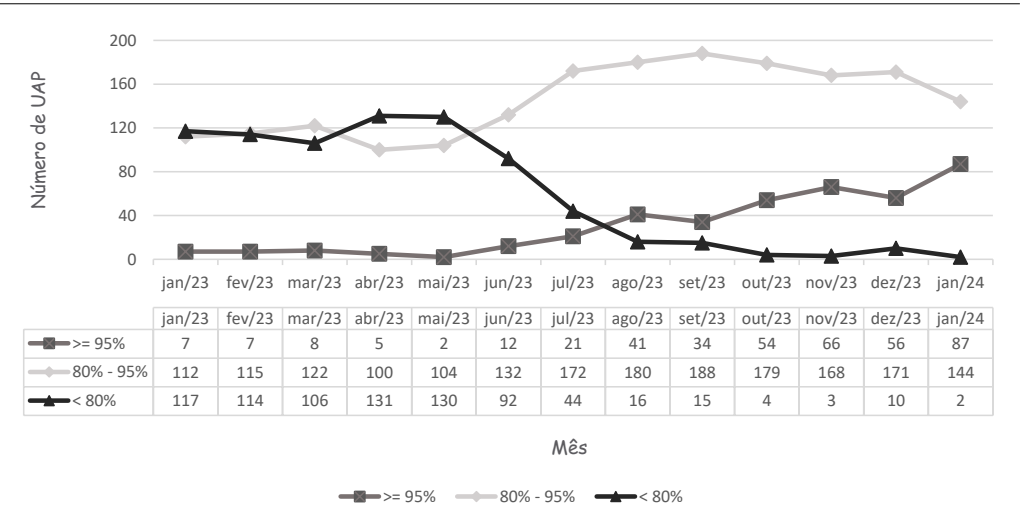


Figura 3. Distribuição das unidades de atenção primária, segundo os indicadores de proporção vacinal, MRJ, janeiro/2023 a janeiro/2024.

Nota: Não foi possível realizar o cálculo para 4 unidades em janeiro/2024.

Fonte: Monitor GeoVacina Rio, julho/2024, SMS-Rio.

se canal, acompanhado rotineiramente por um técnico do Centro de Inteligência Epidemiológica, dúvidas relacionadas aos indicadores gerados pela ferramenta são esclarecidas, o que implicou em retroalimentação para a melhoria contínua da ferramenta.

Discussão

O uso de tecnologias digitais para o fortalecimento dos programas de imunização foi reiterado em diretrizes recentes estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde⁷. Nessa direção, o Monitor GeoVacina Rio cumpre o papel de apoiar a gestão da informação relacionada à oportunidade vacinal da pentavalente, em diferentes níveis geográficos (município, áreas de planejamento, área adscrita) e materializa nos territórios a integração de práticas de vigilância em saúde e atenção primária, conforme previsto na Política Nacional de Vigilância em Saúde¹⁰.

A implantação da ferramenta não foi uma intervenção isolada, mas sim esteve alinhada a um plano ampliado para a reconquista de coberturas vacinais no MRJ, uma prioridade atual da agenda política, que incluiu estratégias voltadas à redução das barreiras de acesso, ampliação de vacinação extramuro, parcerias com o setor de educação, capacitações sobre imunização, divulgação científica e aprimoramento das estratégias de comunicação sobre os imunobiológicos². O monitor disponibiliza informações desagregadas para o nível individual e favorece o acompanhamento mensal da população-alvo para as doses da pentavalente. Para a vigilância em saúde, esse monitoramento vacinal na idade apropriada é essencial para identificar oportunidades para a vacinação¹⁶.

A busca ativa de crianças não vacinadas ou com doses faltantes de vacinas reduz a vulnerabilidade individual e coletiva a doenças imunopreveníveis. Nesse sentido, o Monitor GeoVacina Rio facilitou a identificação das crianças em atraso vacinal, seja no mapa ou pela aquisição de listas nominais das crianças para a busca ativa pelos profissionais das unidades, orientando uma atividade amplamente incentivada pelo PNI¹⁷, inclusive com monitoramento de indicadores incluídos nos programas de qualificação da atenção básica e da vigilância em saúde^{18,19}. Ademais, a gestão de listas de usuários e a vinculação pessoa a pessoa é descrita como uma atividade que se relaciona à coordenação do cuidado na atenção primária²⁰.

A ferramenta permitiu visualizar heteroge-

neidades na proporção de crianças vacinadas em diferentes áreas da cidade (pelo componente Mapa GeoVacina Rio), sinalizando territórios com baixos índices e apoiando a avaliação do risco de ocorrência de doenças nesses espaços e o planejamento de estratégias pela Vigilância em Saúde. Iniciativas que se apoiaram na utilização de sistemas de informação geográfica para o microplanejamento das estratégias de vacinação estiveram ligadas ao aumento da cobertura vacinal e implementação da informação, evidenciando o valor dos dados espacialmente detalhados^{21,22}.

No MRJ, o Centro de Inteligência Epidemiológica tem realizado investimentos em tecnologias e novas formas de aquisição, gerenciamento e métodos de análises de dados, numa conjugação que envolve o trabalho de cientistas de dados, epidemiologistas com expertise em SIG e sanitaristas. O Monitor GeoVacina Rio é um produto que vai ao encontro do uso de inteligência geográfica para o direcionamento das ações de saúde e estimula o estudo das diferenças espaciais nos determinantes das desigualdades territoriais na proporção de vacinados, que precisam ser investigados e enfrentados, especialmente quando relacionados ao acesso aos serviços^{23,24}. Desigualdades espaciais da vacinação em crianças foram recentemente investigadas por Boing *et al.*²⁴, sendo evidenciadas disparidades regionais e piores coberturas vacinais para COVID-19 em municípios com menor Índice de Desenvolvimento Humano.

No Brasil, o monitoramento das coberturas vacinais (CV) vem sendo historicamente realizado pelo método administrativo, que considera as doses de vacinas aplicadas (numerador) e as estimativas populacionais (denominador)²⁵. A essa estratégia somam-se os inquéritos nacionais de cobertura, instrumentos importantes para obtenção de estimativas mais precisas da CV infantil, além de informações sobre acesso aos serviços e perfil socioeconômico dos vacinados – informações não disponíveis nos sistemas oficiais²⁶.

Em 2020, ano do último inquérito realizado, verificou-se que 30,0% das doses anotadas na caderneta de vacinação não se encontravam registradas no Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI)²⁶. Frente à necessidade de obtenção de informações fidedignas e oportunas para a vigilância da CV no município, os dados utilizados para a elaboração dos indicadores no Monitor GeoVacina Rio são adquiridos diretamente dos prontuários eletrônicos em uso na atenção primária. Essa

opção beneficia a elaboração dos indicadores operacionais desagregados e amplifica a possibilidade de análises relacionadas à proporção de vacinados com pentavalente no MRJ, além de estimular o resgate das informações para atualização no SIPNI no intuito de reduzir o sub-registro.

Ganhos relacionados à estruturação de sistemas de monitoramento orientados à detecção da oportunidade vacinal já foram apresentados no Brasil¹⁶. No caso do Monitor GeoVacina Rio soma-se a isso a sinalização das crianças com a vacina atrasada e, também, aquelas que se encontram na faixa etária preconizada para a terceira dose da pentavalente, implicando em melhoria na comunicação da informação ao profissional de saúde. Desse modo, além de uma ferramenta para resgate vacinal, também se mostra com potencial para prevenção de atraso vacinal uma vez que alerta a oportunidade da vacinação antes que de fato ocorra o atraso.

A pentavalente foi a vacina inicialmente priorizada para uso na ferramenta por ser historicamente incluída em programas de monitoramento nacionais e, atualmente, as coberturas de pentavalente são informadas ao Programa de Qualificação das Ações de Vigilância em Saúde¹⁹. Para o imunobiológico em questão, no período de janeiro de 2023 a janeiro de 2024, observou-se melhores resultados na proporção da D3, inclusive no que diz respeito à redução de unidades no pior cenário (proporção de vacinados inferior a 80,0%). Esse resultado, no entanto, não pode ser atribuído exclusivamente à ferramenta, visto que sua introdução foi parte de uma estratégia ampliada para a recuperação das CV na cidade, contudo é notório que a alteração desse cenário foi marcada, a partir de maio de 2023, quando a ferramenta foi disponibilizada para a rede.

Verifica-se que a oferta de um canal de suporte favoreceu o engajamento e a disseminação do uso da ferramenta pelos profissionais de saúde. Em reuniões da rede de vigilância em saúde do município, o Monitor GeoVacina Rio vem sendo citado quando o tema da recuperação vacinal é pautado, pois proporcionou que cada área pudesse direcionar as estratégias de busca ativa do seu território. A divulgação dos resultados de uma análise de situação de saúde retroalimenta o processo de construção de indicadores e reforça o vínculo entre os objetivos das organizações e dos profissionais²⁷.

Limitações da ferramenta estão relacionadas à maior apropriação da ferramenta pelos profissionais, disponibilização e regularidade oportu-

na dos registros do PEP e qualidade dos dados. A limitação inicial quanto ao uso da ferramenta residiu na curva de aprendizado dos profissionais, que foi mitigada por meio do suporte e capacitação. Compreender a metodologia da análise, bem como os indicadores exibidos foram primordiais para a apropriação da ferramenta ao longo de sua utilização, assim como a necessidade de um treinamento contínuo. Outra limitação é a disponibilização e regularidade oportuna dos registros do PEP, tendo em vista o grande volume de dados e sua fragmentação. É primordial que os dados obtidos sejam confiáveis para maior precisão da análise. A integração da ferramenta com o PEP apresentou grandes desafios, por isso a necessidade constante de atualização da API.

Conclusão

No contexto da transformação digital na saúde pública, o Monitor GeoVacina Rio mostra-se um grande aliado para o resgate das coberturas vacinais e para a melhoria da qualificação dos dados registrados. O monitor evidencia territórios e crianças sob maior risco e propicia o direcionamento oportuno das ações com base em inteligência epidemiológica, favorecendo a ampliação do acesso às vacinas, seja por vacinação nos domicílios pela ESF, pontos de vacinação extramuros ou nas unidades após comunicação com responsáveis. A análise descrita foi restrita a um único imunizante e a uma faixa etária reduzida, mas a ferramenta vem sendo ajustada para incluir outras vacinas. Ao considerar um volume maior de registros e processamento, algoritmos mais complexos estão em desenvolvimento no CIE. Esta medida é fundamental para identificar grupos vulneráveis e acompanhar a tendência das coberturas para diferentes imunobiológicos, fornecendo uma visão mais abrangente e qualificada em relação à situação vacinal da população. Além disso, para além da vacinação mostra-se também uma ferramenta aliada à coordenação do cuidado da primeira infância.

Este tipo de estratégia, que alinha a inteligência epidemiológica à territorialidade das ações de imunização, pode ser aplicada em outros municípios, mesmo com poucos recursos tecnológicos. Cabe à cada UAP conhecer as suas crianças e organizar de modo que as equipes façam a busca pelas suas listas, gerando a ampliação das coberturas vacinais. Um modelo como o Monitor GeoVacina Rio, com o aplicativo de base geográfica, vai necessitar de mais recursos,

que muitas vezes estão disponíveis nas Secretarias de Saúde, mas não são de conhecimento de

todos na gestão, ou mesmo, podem ser adquiridos e utilizados por recursos humanos capacitados para o desenvolvimento da ferramenta.

Colaboradores

MF Santa Anna contribuiu com a concepção do projeto, redação e revisão; e aprovou a versão final. DMO Cruz contribuiu com a concepção do projeto, redação e revisão; e aprovou a versão final. FCV Marincola contribui com concepção do projeto e revisão; e aprovou a versão final. N Greffe contribuiu com a concepção do projeto e revisão; e aprovou a versão final. CD Ferreira contribuiu com a concepção do projeto e revisão; e aprovou a versão final. OG Cruz contribuiu com a concepção do projeto e revisão; e aprovou a versão final. V Saraceni contribuiu com a concepção do projeto, redação e revisão; e aprovou a versão final. GMO Aguilar contribuiu com a concepção do projeto e revisão; e aprovou a versão final.

Agradecimentos

Ao Dr. Daniel Ricardo Soranz, Secretário Municipal de Saúde da cidade do Rio de Janeiro e Nadyra Moraes Irineu, Analista de Vigilância em Saúde do Centro de Inteligência Epidemiológica.

Referências

1. United Nations. *Seventieth United Nations General Assembly, A/RES/70/1*. New York: United Nations; 2015.
2. Homma A, Maia MLS, Azevedo ICA, Figueiredo IL, Gomes LB, Pereira CVC, Paulo EF, Cardoso DB. Pela reconquista das altas coberturas vacinais. *Cad Saude Publica* 2023; 39(3):e00240022.
3. GBD 2020, Release 1, Vaccine Coverage Collaborators. Measuring routine childhood vaccination coverage in 204 countries and territories, 1980-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2020, Release 1. *Lancet* 2021; 398(10299):503-521.
4. MacDonald NE. SAGE Working Group on Vaccine Hesitancy. Vaccine hesitancy: definition, scope and determinants. *Vaccine* 2015; 33:4161-4164.
5. Souza FO, Werneck GL, Pinho PS, Teixeira JRB, Lua I, Araújo TM. Hesitação vacinal para influenza entre trabalhadores(as) da saúde, Bahia, Brasil. *Cad Saude Publica* 2022; 38(1):e00098521.
6. Jarrett C, Wilson R, O'Leary M, Eckersberger E, Larson HJ; SAGE Working Group on Vaccine Hesitancy. Strategies for addressing vaccine hesitancy - A systematic review. *Vaccine* 2015; 33(34):4180-4190.
7. Organização Panamericana de Saúde (OPAS). *Revigoroamento da Imunização como um bem público para a saúde universal* [Internet]. [acessado 2024 nov 20]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/cd5910-revigoroamento-da-imunizacao-como-um-bem-publico-para-saude-universal>.
8. Rio de Janeiro. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Saúde. *Observatório Epidemiológico da Cidade do Rio de Janeiro* [Internet]. 2024 [acessado 2024 nov 20]. Disponível em: <https://epirio.svs.rio.br/paineis/coberturas-vacinais/>.
9. Pinto LF, Giovanella L. Do Programa à Estratégia Saúde da Família: expansão do acesso e redução das internações por condições sensíveis à atenção básica (ICSAB). *Cien Saude Colet* 2018; 23(6):1903-1914.
10. Brasil. Conselho Nacional de Saúde (CNS). Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018. Institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde. Publicada no DOU nº 155, seção 1, 13/08/2018, páginas 87 a 90. *Diário Oficial da União*; 2018.

11. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. *Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação*. Brasília: MS; 2014.
12. Rio de Janeiro. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Saúde. Observatório Epidemiológico da Cidade do Rio de Janeiro. *Guia de atribuições e competências da rede municipal de vigilância em saúde* [Internet]. [acessado 2024 nov 20]. Disponível em: https://epirio.svs.rio.br/wp-content/uploads/2023/01/Guia_AtribuicoesSVS-1.pdf.
13. Rio de Janeiro. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. *Data Rio* [Internet]. [acessado em 2024 set 13]. Disponível em: <https://www.data.rio/documents/fa85ddc76a524380ad7fc60e3006ee97/about>.
14. QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*. [s.l.] Open-Source Geospatial Foundation Project; 2020.
15. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [Internet]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2023 [acessado 2024 nov 20]. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
16. Tauil MC, Sato APS, Costa AA, Inenami M, Ferreira VLR, Waldman EA. Coberturas vacinais por doses recebidas e oportunas com base em um registro informatizado de imunização, Araraquara-SP, Brasil, 2012-2014. *Epidemiol Serv Saude* 2017; 26(4):835-846.
17. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Dez passos para ampliação das coberturas vacinais na Atenção Primária à Saúde* [Internet]. [acessado 2021 jan 23]. Disponível em: <http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/folder10pontos.pdf>.
18. Holanda W TG, Oliveira SB, Sanchez MN. Aspectos diferenciais do acesso e qualidade da atenção primária à saúde no alcance da cobertura vacinal de influenza. *Cien Saude Colet* 2022; 27(4):1679-1694.
19. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Portaria GM/MS nº 233, de 9 de março de 2023. Estabelece as metas e os indicadores do Programa de Qualificação das Ações de Vigilância em Saúde - PQA-VS para a avaliação do ano de 2023. *Diário Oficial da União*; 2023.
20. Soranz D, Pinto LF, Penna GO. Eixos e a Reforma dos Cuidados em Atenção Primária em Saúde (RCAPS) na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. *Cien Saude Colet* 2016; 21(5):1327-1338.
21. Ali D, Levin A, Abdulkarim M, Tijjani U, Ahmed B, Namalam F, Oyewole F, Dougherty L. A cost-effectiveness analysis of traditional and geographic information system-supported microplanning approaches for routine immunization program management in northern Nigeria. *Vaccine* 2020; 38(6):1408-1415.
22. Utazi CE, Thorley J, Alegana VA, Ferrari MJ, Takahashi S, Metcalf CJE, Lessler J, Cutts FT, Tatem AJ. Mapping vaccination coverage to explore the effects of delivery mechanisms and inform vaccination strategies. *Nat Commun* 2019; 10(1):1633.
23. Cruz DMO, Ferreira CD, Carvalho LF, Saraceni V, Durovni B, Cruz OG, Garcia MHO, Aguillar GMO. Inteligência epidemiológica, investimento em tecnologias da informação e as novas perspectivas para o uso de dados na vigilância em saúde. *Cad Saude Publica* 2024; 40(8):e00160523.
24. Boing AC, Boing AF, Borges ME, Rodrigues DO, Barberia L, Subramanian S. Spatial clusters and social inequities in COVID-19 vaccine coverage among children in Brazil. *Cien Saude Colet* 2024; 29(8):e03952023.
25. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Nota informativa* [Internet]. [acessado 2024 nov 20]. Disponível em: https://infoms.saude.gov.br/content/Default/NOTA_INFORMATIVA_SOBRE_POPULA%C3%87%C3%83O.pdf.
26. Tauil MC, Macedo LR, Maranhão AGK. National Vaccination Coverage Survey and its importance amid the challenges. *Epidemiol Serv Saude* 2024; 33(n. esp. 2):e2024418.
27. Bahia LO. O. *Guia referencial para construção e análise de indicadores* [Internet]. Brasília: Enap; 2021 [acessado 2024 nov 20]. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/6154/1/GR%20Construindo%20e%20Analisando%20Indicadores%20-%20Final.pdf>.

Artigo apresentado em 23/10/2024

Aprovado em 23/01/2025

Versão final apresentada em 25/01/2025

Editores-chefes: Maria Cecília de Souza Minayo, Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva