

IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE E DEFINIÇÕES UNIFORMES PARA OS DADOS DE VACINAÇÃO CONTRA A COVID-19

Cristiano Soares da Silva Dell'Antonio

Hospital Sírio-Libanês, Instituto Sírio-Libanês de Ensino e Pesquisa, São Paulo, SP, Brasil

Larissa Soares Dell'Antonio

Secretaria Estadual de Saúde do Estado do Espírito Santo, ES, Brasil

Matheus Rocha Curto

Secretaria Estadual de Saúde do Estado do Espírito Santo, ES, Brasil

Ana Luiza Bierrenbach

Hospital Sírio-Libanês, Instituto Sírio-Libanês de Ensino e Pesquisa, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

Objetivo: Este estudo compara métricas típicas usando diferentes métodos de processamento de dados em um banco de dados de vacinação contra a Covid-19. **Métodos:** Os dados foram extraídos do sistema “Vacina e Confia” em março de 2022, com foco no estado do Espírito Santo devido a inconsistências no banco de dados nacional após um ataque hacker (2021). **Resultados:** As análises revelaram 19.221 registros duplicados com metodologia mais rigorosa. O Espírito Santo alcançou 80% de cobertura para a segunda dose, mas as doses de reforço e adicionais foram menores. Variações metodológicas levaram a discrepâncias métricas, sugerindo a necessidade de divulgação clara da metodologia. O estudo também observou uma elevada proporção de sequências vacinais incorretas, fornecendo possíveis explicações. **Conclusão:** Ressaltamos a necessidade de garantir a coleta e o processamento de dados sólidos e de padronizar das análises. Os autores alertam para potenciais obstáculos sem estas medidas, influenciando no alcance de metas estabelecidas.

Palavras-chave: Qualidade dos dados, Vacina, COVID-19, Saúde Pública, Processamento eletrônico de dados.

1 INTRODUÇÃO

Diante da rápida disseminação do vírus SARS-Cov-2 e da sua transformação em uma pandemia global declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020, a doença causada pelo novo coronavírus (COVID-19) tornou-se um desafio de escala mundial^{1,2}. Até a 29ª semana epidemiológica de 2022, os números alarmantes da pandemia incluíam mais de 6,3 milhões de mortes em todo o mundo e mais de 673 mil no Brasil^{3,4}.

Essa urgência levou a um esforço sem precedentes para desenvolver e distribuir vacinas em tempo recorde. O Reino Unido foi o primeiro país a iniciar a vacinação contra a COVID-19 fora de



ensaios clínicos, em dezembro de 2020⁵. Desde então, campanhas globais de vacinação têm desempenhado um papel crucial na redução da transmissão do vírus e na mitigação dos impactos na saúde pública, aliviando a pressão sobre os sistemas de saúde em muitos países^{6,7}. No Brasil, a vacinação teve início em janeiro de 2021 com a Coronavac, seguida por outras vacinas como AstraZeneca, Pfizer e Janssen ao longo do ano^{8,9}.

Para acompanhar a escala e a distribuição das vacinas, foi essencial desenvolver sistemas de notificação e registro de dados. O Sistema de Informações do Programa Nacional de Imunizações (SINPI), coordenado pelo Ministério da Saúde, foi adaptado para registrar a aplicação das vacinas contra a COVID-19. Além disso, diversos estados e municípios brasileiros desenvolveram sistemas próprios de cadastramento e registro, complementando o esforço nacional^{9,10}. No entanto, a falta de padronização na coleta e processamento desses dados pode resultar em inconsistências e desafios na análise e comparação de métricas e estatísticas^{10,11}.

Até a 29ª semana epidemiológica de 2022, um total de 11,7 bilhões de doses de vacinas foram administradas em todo o mundo⁴. No Brasil, com população de 212,6 milhões, foram aplicadas 454.264.544 doses no mesmo período. No estado brasileiro do Espírito Santo, com uma população de 4,1 milhões de habitantes, após diversas ondas de contaminação que levaram à morte de 14 mil pessoas¹² e uma ocupação muito elevada dos mais de 1.600 leitos disponíveis¹³, os números oficiais indicam que no mesmo período 8.448.378 doses foram administradas^{14,15}.

No contexto brasileiro, o Ministério da Saúde estabeleceu um banco de dados centralizado para registrar as informações de vacinação contra a COVID-19. No entanto, os estados têm autonomia para desenvolver seus próprios sistemas de registro, desde que sejam interoperáveis com o sistema nacional. Um exemplo é o "Vacina e Confia", plataforma oficial do Espírito Santo lançada em julho de 2021. Esta plataforma não apenas permite o agendamento de vacinação pelos cidadãos, mas também fornece informações detalhadas sobre a campanha de vacinação, incluindo dados sobre disponibilidade de doses, estoque, doses vencidas e análises sociodemográficas¹⁶.

Embora ainda haja muito a aprender sobre o vírus e a sua interação com as populações, a disponibilidade de dados sobre a transmissão, progressão dos casos, eficácia da vacina e padrões de distribuição permite que as autoridades de saúde pública tomem as medidas necessárias para gerir e conter a propagação do vírus¹⁷. Em particular, a análise dos dados de vacinação pode proporcionar uma compreensão abrangente do desempenho das vacinas em diferentes contextos e contribuir para reduzir as desigualdades no acesso às vacinas. Contudo, para serem úteis, os dados sobre vacinação contra a Covid-19 têm de ser precisos, comparáveis e atualizados^{5,18}. O presente trabalho tem como objetivo comparar os valores de métricas usuais com a aplicação de diferentes metodologias de tratamento de dados em um banco de dados de vacinação contra a Covid-19 do estado do Espírito



Santo, localizado no Sudeste do Brasil. A intenção aqui é ressaltar que diferentes formas de tratamento dos dados geram, na verdade, métricas diferentes, dificultando a comparação dos resultados.

2 OBJETIVO

Comparar os valores de métricas usuais com a aplicação de diferentes metodologias de tratamento de dados em um banco de dados de vacinação contra a Covid-19 do estado do Espírito Santo, localizado no Sudeste do Brasil. A intenção aqui é ressaltar que diferentes formas de tratamento dos dados geram, na verdade, métricas diferentes, dificultando a comparação dos resultados.

3 MÉTODOS

Trata-se de um estudo epidemiológico observacional utilizando dados secundários do banco de dados de vacinação “Vacina e Confia”, extraídos em março de 2022. A escolha por utilizar esse banco de dados estadual e não o nacional se deu pela ocorrência de inconsistência entre os dois durante o período de instabilidade do sistema causado por ataque hacker à base de dados nacional em dezembro de 2021¹⁴.

O “Vacina e Confia” dispõe de um instrumento padronizado de coleta de dados, em formato online, que é preenchido por um profissional da equipe de imunização responsável pela aplicação das vacinas. O banco de dados extraído contém registros de vacinação com data de aplicação até 28 de fevereiro de 2022. Para a análise foram consideradas as seguintes variáveis: nome do sujeito, data de nascimento, registro individual nacional (CPF), cartão nacional de saúde (CNS), data de aplicação, data de entrada no sistema, nome da vacina (AstraZeneca, Coronavac, Janssen e Pfizer), lote da vacina, dose (1=primeira, 2=segunda ou dose única, R=reforço e A=adicional), unidade de saúde nome, número de registro da unidade de saúde (CNES), município de aplicação da vacina, município de residência e bairro de residência. As informações pessoais identificáveis foram utilizadas apenas para a ligação determinística.

Foram excluídos do estudo registros de menores de 18 anos e registros que apresentavam outra vacina além das quatro vacinas distribuídas para adultos no país. A aplicação da dose única da vacina Janssen foi considerada como aplicação de segunda dose para facilitar a comparabilidade dos dados.

Na rotina de gerenciamento de dados do serviço de vigilância, os registros com números coincidentes nas duas variáveis numéricas de identificação (CPF e CNS) são considerados pertencentes ao mesmo indivíduo. Porém, tendo em conta a existência de valores faltantes e a possibilidade de erros de digitação em ambas as variáveis, a identificação de registros pertencentes ao mesmo indivíduo não é perfeita, mas pode ser melhorada com simples recursos de correspondência determinística. Além disso, alguns tipos de duplicidades e erros nas datas registradas também podem ser corrigidos por meio de procedimentos simples.



Partindo da base “original”, que é produto direto do tratamento rotineiro de dados em uso no serviço de vigilância, foram realizados os seguintes procedimentos de tratamento de dados que deram origem à base “corrigida”:

1) Correção de datas de nascimento:

A idade dos sujeitos foi calculada subtraindo a data de nascimento da data de aplicação da vacina. Os registros com idades negativas ou maiores de 125 anos tiveram suas datas de nascimento verificadas manualmente e eventualmente o ano de nascimento foi corrigido.

2) Linkage determinístico de registros:

Antes de iniciar os procedimentos de linkage, cortamos todas as variáveis de texto relevantes de espaços em branco iniciais, finais e internos consecutivos. Foram considerados registros pertencentes ao mesmo sujeito aqueles que contivessem as seguintes combinações de variáveis com a mesma informação ou valor: (1) mesmo CPF/CNS; (2) mesmo CPF, nome e data de nascimento do sujeito; (3) mesmo CNS, nome do sujeito e data de nascimento; (4) nome do mesmo sujeito, data de nascimento, bairro e município de residência; (5) nome do mesmo sujeito, data de nascimento e nome da unidade de saúde onde a vacina foi administrada e (6) nome do mesmo sujeito, data de nascimento e número de registro nacional da unidade de saúde onde a vacina foi administrada. Em todas essas regras, as variáveis não poderiam conter valores faltantes.

3) Exclusão de duplicatas:

Registros duplicados foram aqueles que continham informações idênticas sobre uma seleção de variáveis. As seleções foram aplicadas na seguinte ordem, da mais restritiva para a menos restritiva: (1) mesmo sujeito (conforme identificado pelo linkage), vacina, lote, data de aplicação e dose aplicada; (2) mesmo sujeito, vacina, data de aplicação e dose aplicada; (3) mesmo sujeito, vacina, data de aplicação; (4) mesmo sujeito, vacina, data de aplicação e dose aplicada; (5) mesmo sujeito, vacina e dose aplicada e data de aplicação com até um dia de intervalo, e (6) mesmo sujeito, vacina e dose aplicada e data de aplicação com até sete dias de intervalo. O objetivo de ter seleções mais e menos restritivas era poder contar quantas duplicatas foram identificadas e removidas com cada uma delas.

4) Correção de algumas datas de aplicação de vacinas:

Outra melhoria introduzida na base de dados foi a correção da data de aplicação da vacina. Para cada disciplina, foi calculada a diferença entre datas consecutivas de aplicação. Quando essa diferença era de 365 dias ou mais, era mais provável que o ano de aplicação de um dos registros estivesse incorreto. Para esses registros, as datas de aplicação foram corrigidas com acréscimo de 365 dias para aqueles cujo ano era 2021 e que tinham registro de data de inserção no sistema no ano de 2022.

Para permitir a comparação das bases de dados originais e corrigidas, foram calculadas as seguintes métricas:

1) Número total de doses aplicadas;



- 2) Número de pessoas vacinadas;
- 3) Taxa de vacinados (por 1 população) em relação à população adulta total do Estado do Espírito Santo;
- 4) Número de cada uma das doses aplicadas (1ª dose, 2ª dose, Dose de Reforço e Dose Adicional). Esta métrica foi calculada usando dois métodos de determinação de dose:
 - a) Dose máxima registrada (Dose registrada): considera todos os registros de cada sujeito e utiliza a informação da maior dose administrada, conforme apresentada na variável correspondente;
 - b) Dose máxima calculada (Calcular dose): soma o número de registros de cada sujeito (1 registro = 1 dose, 2 registros = 2 doses ou dose única da Janssen, 3 registros = 3 doses, 4 registros ou mais = 4 ou mais doses);
- 5) Proporção de cada uma das doses aplicadas em relação à população adulta total do Estado do Espírito Santo;
- 6) Intervalo de dias entre a 1ª dose e a 2ª dose, calculado separadamente para Coronavac (intervalo recomendado de 14 a 28 dias), AstraZeneca (intervalo recomendado de 84 dias) e Pfizer (intervalo recomendado de 56 dias). Mediana e intervalo interquartil (IIQ)⁹;
- 7) Intervalo de dias entre a 2ª dose e a dose de reforço, calculado separadamente para Coronavac/AstraZeneca/Pfizer (intervalo recomendado de 120 dias) e para Janssen (intervalo recomendado de 60 dias). Mediana e IIQ⁹.
- 8) Frequência de doses do esquema vacinal completo (1ª, 2ª, reforço e dose adicional ou 1ª, 2ª, dose de reforço ou Dose única da vacina Janssen, dose de reforço e dose adicional ou Dose única e dose de reforço), esquema vacinal incompleto (1ª dose ou 1ª e 2ª dose ou Dose única) e esquema vacinal inadequado (calendário vacinal com sequências que não iniciam até a 1ª dose ou Dose única);
- 9) Frequência do esquema vacinal de acordo com a sequência de doses.

Para melhor entender a diferença entre a dose registrada e a dose calculada, apresentamos a seguir os dados cadastrais de dois sujeitos (Tabela 1). Nestes exemplos, podemos observar que o sujeito A teve todos os seus registros de vacinação registrados na ordem correta. A dose máxima calculada é igual à dose máxima registrada que é quatro. Já para o sujeito B, a dose máxima calculada é igual a quatro, pois há quatro registros em seu nome, mas a dose máxima registrada é dois.



Tabela 1. Dados de vacinas de dois registros do estudo para mostrar a diferença entre as métricas de dose máxima calculada e registrada por data de digitação.

Vacina	Número do Lote	Dose administrada	Data de aplicação	Data de digitação
Sujeito A				
AstraZeneca	ABW4735	1ª Dose	15/05/2021	26/05/2021
AstraZeneca	216VCD195Z	2ª Dose	29/07/2021	29/07/2021
Pfizer	31045BD	Dose de reforço	02/10/2021	02/10/2021
Pfizer	FJ8766	Dose adicional	18/02/2022	18/02/2022
Dose calculada: 04; Dose registrada: 04; Esquema de imunização: 1.2.R.A.				
Sujeito B				
Coronavac	202010018	1ª Dose	25/01/2021	08/02/2021
AstraZeneca	4120Z005	1ª Dose	26/01/2021	10/02/2021
Coronavac	210013	2ª Dose	18/02/2021	19/02/2021
AstraZeneca	213VCD004ZVA	2ª Dose	21/04/2021	23/04/2021

Dose calculada: 04; Dose registrada: 02; Esquema de imunização: 1.1.2.2.

Para os dados populacionais foram utilizadas projeções populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponíveis no site do Departamento de Informática do SUS e utilizadas no sistema Vacina e Confia.

O gerenciamento do banco de dados e a análise descritiva foram realizados utilizando o software Stata-17 (Statacorp, College Station, Texas, EUA).

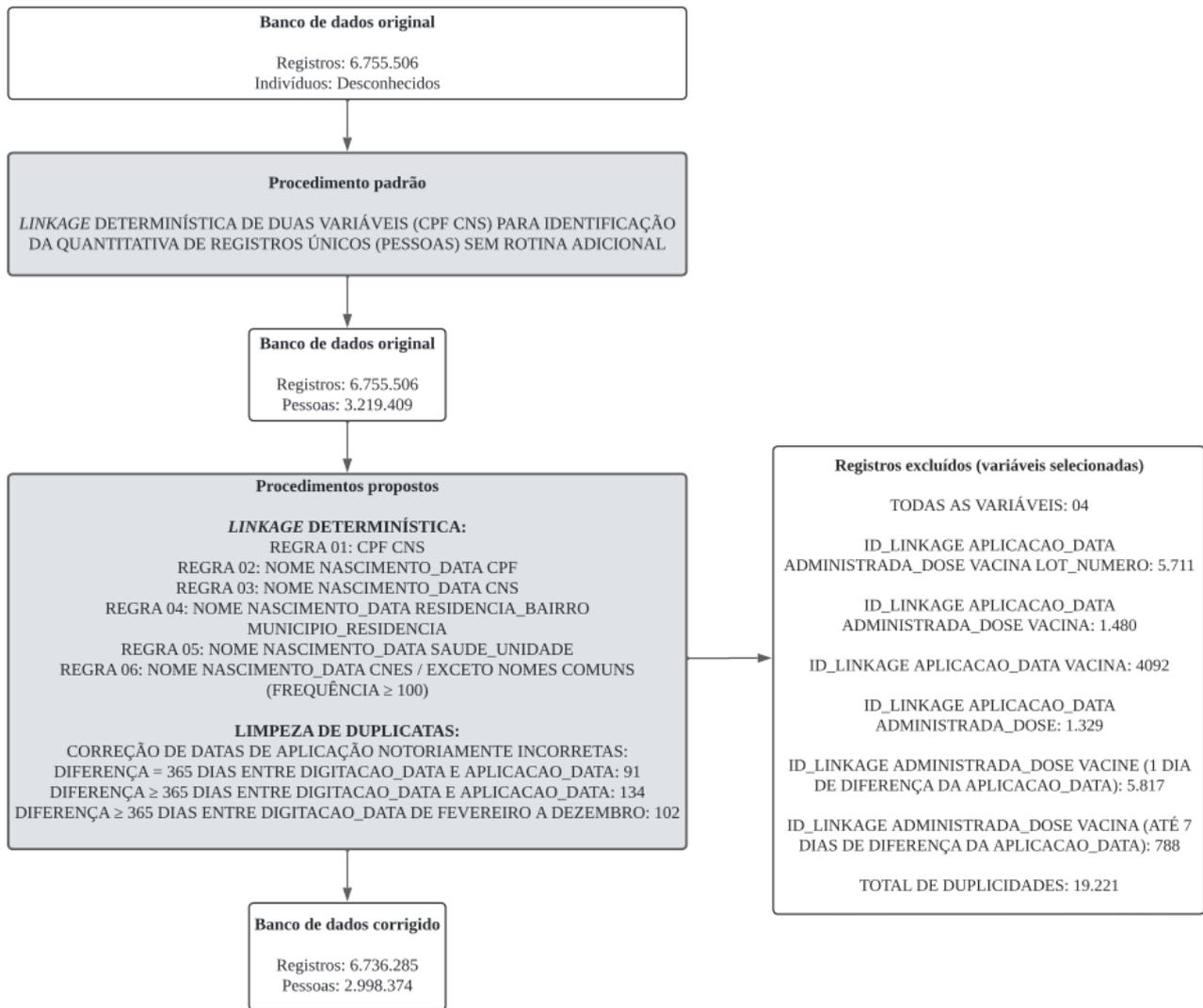
Este estudo foi autorizado pelo Instituto Capixaba de Ensino, Pesquisa e Inovação em Saúde do Estado do Espírito Santo e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio-Libanês (CAEE N° 45986821.9.0000.5461 de dezembro de 2021), com dispensa do Termo de Consentimento. Todas as informações de identificação individual foram mantidas confidenciais.

4 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os procedimentos de tratamento dos dados realizados na base de dados original que deu origem à corrigida. Também são apresentados os números de registros e de pessoas em cada base de dados, bem como o número de registros que foram excluídos ou modificados em cada um desses processos, totalizando 19.221 duplicatas.



Figura 1. Diagrama contendo as rotinas de construção do banco de dados e seus respectivos processos.



A Tabela 2 mostra o importante declínio na proporção da população adulta vacinada da primeira (91,3%) para a segunda (87%), para a dose de reforço (40%) e depois para a dose adicional (2,5%), utilizando a base de dados corrigida e a metodologia “como registrado”. A Tabela 2 também compara as métricas usando os bancos de dados de vigilância e corrigidos. Em geral, o número de doses administradas na base original (não corrigida) é maior do que na base de dados corrigida, o que é esperado, uma vez que foram excluídas duplicatas. Da mesma forma, o número de doses “conforme registradas” é maior na base de vigilância (não corrigida). Uma exceção é o número de 2ª doses e doses de reforço, que é menor na base de vigilância do que na corrigida, utilizando a metodologia “conforme calculado”. Embora a taxa seja de 1,05 vacinas por adulto com base na vigilância, cai para 0,98 na base de dados corrigida.

O intervalo de dias entre a 1ª e a 2ª dose variou bastante na comparação da Coronavac com as demais, como era de se esperar dadas as recomendações oficiais dos fabricantes. O intervalo foi maior entre a 2ª dose e o reforço, quando a vacina da 2ª dose foi a da Janssen. Não houve muita variação nos intervalos utilizando dados da vigilância (original) ou dos bancos de dados corrigidos.



Tabela 2. Distribuição do esquema vacinal mais frequente conforme sequência de doses registradas no momento da aplicação no banco de dados original.

Métrica		Original N (% pop)	Corrigido N (% pop)
Número de doses administradas		6.755.506	6.736.285
Número de indivíduos	(Taxa por população)	3.219.409 (1.05)*	2.998.374 (0.98)*
1ª dose	registrado	2.783.988 (91.4)*	2.780.148 (91.3)*
	calculado	3.219.409 (100.0)*	2.998.374 (98.4)*
2ª dose / Dose individual	registrada	2.650.878 (87.1)*	2.650.040 (87)*
	calculada	2.556.088 (83.9)*	2.602.758 (85.4)*
Dose de reforço registrada		1.219.519 (40.0)*	1.218.645 (40.0)*
	calculada	969.353 (31.8)*	1.131.496 (37.1)*
Dose adicional	registrada	78.033 (2.5)*	77.516 (2.5)*
	calculada	9.791 (0.3)*	3.613 (0.1)*
Intervalo em dias entre 1ª – 2ª dose	C	34	34
IIQ		(28-47)	(28-48)
81 (75-88)	82 (75-88)	AZ	
		PF	78 (71-85)
Intervalo de dias entre 2ª /Dose única – Dose de reforço	C/AZ/PF	149 (132-165)	153 (133-168)
	J	175 (167-194)	175 (167-194)

Legenda: C: Vacina Coronavac; AZ: Vacina AstraZeneca; PF: Vacina Pfizer; J: Vacina Janssen; IIQ: Intervalo interquartil. * População ≥ 18 anos de idade: 3.044.546).

Ao analisar a sequência de doses registradas na base original, observou-se que 29,45% dos registros tinham esquema vacinal completo (1.2.R.A ou 1.2.R ou U.R ou U.R.A), 56,7% tinham vacinação incompleta (U ou 1 ou 1,2) e 13,85% calendário vacinal inadequado (outros registros de vacinas). A Tabela 3 apresenta detalhadamente as inconsistências na sequência de imunização e sua frequência na base original. Pode-se observar que existem vários sujeitos com ausência de sequência adequada de aplicação da vacina bem como aqueles com presença de doses repetidas, além dos registros em que a dose única apresentada seria uma dose de reforço (R) ou uma dose adicional (A).

Tabela 3. Distribuição do esquema vacinal conforme sequência de doses registradas no momento da aplicação no banco de dados original.

Sequência de imunização	Frequência de cada sequência	Frequência da combinação do grupo	Frequência (%)
1.2	1.365.164	1.365.164	42.40
1.2.R	892.234	892.234	27.71
1	413.362	413.362	12.84
2.R	115.113	115.113	3.58
R	114.480	114.480	3.56



2	84.189	84.189	2.62
1.2.A	57.062	57.062	1.77
U.R	55.120	55.120	1.71
U	46.961	46.961	1.46
1.R	29.946	29.946	0.93
2.A	11.050	11.050	0.34
A	4.329	4.329	0.13
1.1.2.R	3.773	3.773	0.12
1.1.2	3.559	3.559	0.11
1.1	3.388	3.388	0.11
2.1	1.726	1.726	0.05
1.2.U	1.701	1.701	0.05
1.2.A.R	1.562	1.562	0.05
U.2	1.562	1.562	0.05
1.2.2.R	1.364	1.364	0.04
1.A	1.357	1.357	0.04
1.1.R	1.068	1.068	0.03
1.2.2 / U.1 / 2.1.R / 1.2.R.A / 2.2.R / 1.1.2.2.R / 1.1.2.2 / 2.2 / 1.1.2.A / U.A / 2.A.R / 1.2.R.R / 1.2.2.A / R.A / 2.R.A / A.R / 1.U / U.2.R / 1.R.2 / U.U	100 – 1.000	7.499	0.23
2.U / R.R / R.1.2 / 1.1.1.2 / 1.2.1 / 1.1.1.2.R / U.1.2 / 2.1.A / 2.2.A / 1.A.R / 1.R.A / 1.U.2 / 1.2.1.R / 1.2.R.U / 2.1.2.R / U.U.R / 1.1.1 / 1.1.2.2.A / 1.U.R / 2.R.R / U.1.R / 2.1.2 / R.2 / 2.2.1 / 1.A.2 / 1.U.2.R / 1.1.1.R / 1.1.A / R.U / 1.1.2.R.A / 1.2.1.2.R / U.1.2.R / U.A.R / 1.2.2.2.R / A.1.2 / U.1.2.A / 1.1.1.2.2.R / 1.1.2.U / 1.A.2.R / R.1 / U.U.2 / 1.1.2.A.R / 1.2.2.2 / 1.R.U / U.R.A	10 - 100	1.578	0.05
1.1.2.2.2.R / 1.R.R / 1.1.2.2.R.A / 2.R.U / U.R.R / 1.1.1.2.2 / 1.2.A.A / 1.R.2.A / U.R.2 / 1.2.1.2 / 1.2.2.R.A / A.2 / 1.1.1.1.2.R / 1.1.2.2.2 / 1.1.U / 1.2.1.A / 1.2.2.A.R / 1.2.U.R / 2.1.A.R / 2.1.R.A / 2.2.2.R / 1.1.1.2.A / 2.R.1 / U.2.A.R / U.R.1 / 1.1.1.1.1.2 / 1.1.1.2.2.2 / 1.1.1.2.2.2.A / 1.1.2.R.R / 1.2.1.2.A / 1.2.R.R.A / 2.1.1.R / 2.2.R.A / 2.2.U / A.1 / A.1.2.R / A.2.R / U.U.1 / 1.1.1.1.2.2.R / 1.1.2.2.A.R / 1.1.R.A / 1.2.2.1 / 2.1.1 / 2.R.R.A / R.R.A / 1.1.1.1 / 1.1.1.1.1 / 1.1.1.1.1.1.1 / 1.1.1.1.1.1.R / 1.1.1.1.2 / 1.1.1.1.R / 1.1.1.2.1.R / 1.1.1.2.2.1.R / 1.1.1.2.2.2.R / 1.1.1.2.2.2.R / 1.1.1.A / 1.1.1.R.R / 1.1.2.1.2 / 1.1.2.2.2.2.R / 1.1.2.2.2.A.R / 1.1.2.R.U / 1.1.A.2 / 1.1.R.2 / 1.2.1.2.2.R / 1.2.1.A.R / 1.2.2.2.2.R / 1.2.2.2.A.R / 1.2.2.R.R / 1.2.2.R.U / 1.2.2.U / 1.2.A.2 / 1.2.R.A.U / 1.A.2.A / 1.R.1 / 1.R.2.2 / 1.U.1 / 1.U.2.A / 1.U.U / 1.U.U.2.R / 2.1.1.2.R / 2.1.2.A / 2.1.U / 2.2.1.1.R / 2.2.1.A / 2.2.1.R / 2.2.2.2.2.R / 2.2.A.R / 2.A.R.A / 2.R.1.A / 2.U.1.R.A / 2.U.R / A.A / A.A.A / A.R.A / R.2.1.R / R.2.A / R.2.R / U.1.1 / U.1.1.2 / U.1.2.2 / U.1.R.2 / U.2.1 / U.R.1.2.A / U.U.1.2 / U.U.U.R	01 - 10	262	0.01
Total		3.219.409	100

Legenda: 1: 1ª dose; 2: 2ª dose; R: Dose de Reforço; A: Dose adicional.



5 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou as inconsistências nos registros da base de dados “Vacina e Confia” no estado do Espírito Santo por meio de duas metodologias de contabilização de doses, utilizando dados rotineiros coletados durante o processo pandêmico causado pelo novo Coronavírus. Considerando os resultados obtidos com a metodologia mais rigorosa, foi possível identificar 19.221 registros duplicados, o que corresponde a 0,2% de toda a base de dados. O número de doses inoculadas para cada adulto foi próximo de apenas uma, embora tenham sido recomendadas quatro doses no período estudado. Em uma análise das bases de dados públicas globais intitulada “Our World in Data COVID-19” realizada no ano de 2021, foram apresentadas as diversas limitações presentes na análise de dados de diferentes fontes de informação, tendo como ponto principal a falta de padronização na metodologia de coleta e gerenciamento de dados, sendo necessária a implementação de diversas estratégias para garantir a qualidade dos dados apresentados, por meio de técnicas de validação manuais e automatizadas⁵.

De acordo com análise realizada pela organização Open Knowledge – Brasil em parceria com outras organizações da sociedade civil, o banco nacional de vacinação do Ministério da Saúde apresentava mais de 27 mil registros duplicados entre primeira e segunda dose, ao utilizar métodos simples de verificação (identificação de registros pertencentes à mesma pessoa)¹⁷. Por outro lado, em estudo financiado pelo governo federal e realizado por um conjunto de universidades, o número de pessoas vacinadas com pelo menos uma dose no país foi 13,5% menor no banco de dados sem duplicatas do que no banco de dados original, uma redução de 7,6 milhões de pessoas¹⁹. É natural que estudos que utilizem diferentes metodologias encontrem diferentes proporções de inconsistências e registros duplicados. Em nosso estudo, o número de duplicidades encontradas também aumentou quando, além da metodologia rotineira, foram utilizados procedimentos de linkage um pouco mais sofisticados, mas ainda viáveis de serem realizados pelas equipes responsáveis. Não nos surpreendeu que a proporção de duplicatas fosse de apenas 0,2% no estado do Espírito Santo, pois existem fortes equipes de vigilância em seus diversos municípios e a maior parte das inconsistências são verificadas e removidas na fonte, ou seja, nos municípios, não atingindo o nível estadual²⁰. Nos rankings sobre transparência de dados, o Estado tende sempre a ocupar as primeiras posições²¹. O que importa aqui é a compreensão de que a metodologia de gestão de dados deve ser padronizada e apresentada de forma clara¹⁰. Ressalta-se que a inadequação dos registros ou a imprecisão dos dados podem influenciar diretamente na sua interpretação, influenciando diretamente no planejamento e implementação de estratégias²².

Estudos recentes demonstram uma elevada taxa de aceitação global da dose adicional da vacina contra a Covid-19²³, o que diverge dos achados do presente estudo. Observamos uma redução importante na taxa de imunização, principalmente em relação às doses de reforço e à dose adicional,



passando de mais de 90% na primeira dose para aproximadamente 2,5% da população imunizada com a dose adicional. Fatores como reações adversas e desconforto experimentados em doses anteriores da vacina contra a Covid-19 e preocupações com reações adversas e infecções prévias pela Covid-19 são apresentados na literatura como principais preditores para o declínio na aceitação de doses adicionais^{23,24}. É importante destacar outro fator que pode ter contribuído para a queda nas doses administradas, que destaca a falta de apoio do então governo federal associada ao grande número de Fake News, o que prejudicou consideravelmente a aceitabilidade da vacina.

Quanto ao intervalo entre as doses, observou-se que o intervalo mediano extrapola o período recomendado. Em estudo que descreve a campanha de vacinação contra o SARS-CoV-2 no Brasil, são apresentadas evidências científicas relacionadas à mudança na eficácia do imunizante quando o intervalo não é respeitado, trazendo assim maior probabilidade de manutenção da circulação viral elevada e consequentemente influenciando o surgimento de novas variantes. No mesmo texto são apresentadas possíveis causas para esses atrasos durante a recente pandemia, na qual a ineficiência e a incompetência do governo brasileiro na compra de vacinas certamente tiveram papel fundamental²⁵. Conforme apresentado pela Associação Pan-Americana de Saúde, ainda é necessário melhor conhecimento sobre a duração da imunidade vacinal para a Covid-19, mas a recomendação de que a dose de reforço seja administrada após 6 meses das duas doses primárias do imunizante já está bem estabelecida, com o objetivo de evitar o declínio da proteção ao longo do tempo²⁶.

O estudo da sequência vacinal é essencial para compreender a cobertura e a eficácia dos programas de vacinação. Neste contexto, a análise da sequência de doses registradas em uma determinada população pode fornecer informações importantes sobre a qualidade dos serviços de vacinação oferecidos. Ao analisar a sequência de doses registradas, verificou-se que 86% dos pacientes apresentam sequências lógicas de vacinação, embora para alguns destes as doses estivessem incompletas. Mas o complemento dessa observação é que para 14% dos pacientes as doses registradas continham sequências inválidas, que não apresentam o padrão adequado de sequência de vacinações. Ao observarmos as sequências de registros vacinais inadequados desse grande número de pacientes, devemos ter em mente que podem, por um lado, ser artefatos resultantes do mau funcionamento do sistema de informação. Por outro lado, podem ser representações reais de sequências vacinais inadequadas recebidas por cada paciente.

Em vários dos pacientes com sequências inválidas observamos a presença de mais de uma dose de vacinação, por exemplo, a sequência 1.1.2.R relatada em 3.773 pessoas. Embora seja possível que se trate de um erro de sistema, uma dupla entrada da primeira dose, também é possível que pelo menos uma parte destas pessoas tenham sido vacinadas duas vezes com a primeira dose. Em outras sequências, como a 1.2.A.R que foi reportada em 1562 pessoas, a explicação mais provável parece ser



um erro na data de aplicação ou no reforço ou na dose adicional. Deve haver uma combinação de fatores que contribuem para essas sequências incorretas.

Primeiro, quando a base de dados estadual “Vacina e Confia” foi implementada em Julho de 2021, os dados de vacinas que tinham sido recolhidos na base de dados nacional desde o início da campanha em meados de Janeiro desse ano tiveram de ser importados. Neste processo de importação foi realizada a deduplicação, mas é possível que tenham permanecido registros da mesma pessoa que não foram reconhecidos como tal pela metodologia de linkage então empregada, mas que foram reconhecidos pela nossa metodologia, com maior sensibilidade sem perder especificidade. Embora consideremos nossa metodologia de relacionamento de registros robusta, provavelmente com maior sensibilidade do que aquela realizada pelo sistema de vigilância, e sem perda de especificidade, reconhecemos que nenhum relacionamento de registros é perfeito e que pode ter havido ligações de pares inadequadas e falha na vincular pares adequados.

Em segundo lugar, outra possibilidade de erro do sistema diz respeito à ausência de ligação de registros realizada periodicamente entre as bases de dados estaduais e nacionais. Indivíduos com vacinações em trânsito também podem ser responsáveis pela presença de sequências irregulares, provavelmente explicando algumas das muitas sequências que apresentam dose faltante, como a 1.2.A onde falta a dose de reforço (R), que aparece em mais de 57 mil pessoas. Isto também pode explicar o maior número de 2ª dose e doses de reforço observado na base de dados “corrigida” em comparação com a “base original” identificada em nossa análise.

Terceiro, devemos considerar a possibilidade de as pessoas terem sido vacinadas mais de uma vez com as mesmas doses. É importante mencionar que o profissional responsável pela administração da vacina e registro desses dados muitas vezes não tinha acesso a um mecanismo eletrônico para coleta de dados e muito menos acesso on-line ao banco de dados e, portanto, não conseguia saber sobre a presença de dose anterior. Um paciente determinado a receber mais de uma dose sem o intervalo de tempo recomendado, pensando que duas doses confeririam mais proteção, ou buscando a marca de vacina preferida, poderia infelizmente contornar o sistema e receber tais doses^{27,28}. O responsável pela introdução dos dados de vacinação, num mecanismo de coleta eletrônica de dados quando disponível no seu serviço ou em papel, era muitas vezes o profissional de saúde que administrou a vacina e, outras vezes, possivelmente um funcionário com pouca experiência.

Em quarto lugar, com as grandes filas que se formaram sobretudo nos primeiros meses desde a chegada da vacina ao país, houve muita pressão para que a vacinação e a introdução de dados fossem feitas o mais rapidamente possível, o que aumenta a probabilidade de erros. Outro fator a ser considerado é a capacitação dos responsáveis pelos dados. No Brasil, ainda há pouca formação dos profissionais que atuam nos serviços de vigilância e vacinação. Sem entender exatamente o motivo da coleta de dados, a necessidade da qualidade dos dados e sem receber feedback sobre seu trabalho, o



profissional que insere os dados, além de ser mal treinado, também fica pouco motivado para realizar o trabalho adequadamente^{27,28}. De qualquer forma, é difícil determinar a contribuição individual de cada uma dessas possíveis alternativas para explicar a presença da elevada proporção de pessoas com sequências vacinais incorretas.

A vacinação é uma das medidas mais eficazes para prevenir doenças infecciosas e sua importância é reconhecida pela comunidade científica mundial. Contudo, a falta de adesão às recomendações de vacinação pode gerar problemas de saúde pública, como surtos de doenças já controladas²⁹. Assim, o conhecimento sobre a cobertura vacinal e o cumprimento das recomendações é essencial para que os gestores consigam identificar barreiras e estruturar ações que ajudem a modificá-las, dada a necessidade de altas taxas de cobertura vacinal, necessárias para quebrar a cadeia de transmissão da doença³⁰.

Ressaltamos que nosso objetivo não é apontar erros ou imprecisões no sistema de informações. Nosso objetivo é reconhecer a necessidade de padronização das práticas de coleta e gestão de dados. Para acompanhar o processo de vacinação dentro de um país, comparar regiões ou países para garantir um acesso mais equitativo e um melhor controle da pandemia, é fundamental coletar informações sólidas, trabalhar para reduzir erros e padronizar o tratamento dos dados e cálculo dos indicadores, tanto a nível nacional como internacional. Além disso são escassos estudos que analisam dados de vacinação relacionados à Covid-19 com essa abordagem na literatura.

6 CONCLUSÕES

Como pode ser observado pelos dados apresentados, é possível compreender que a campanha de vacinação contra a COVID-19 no Estado do Espírito Santo foi bastante eficiente no sentido de que atingiu uma cobertura vacinal de cerca de 80% com a segunda dose (ou a única dose da Jansen). Por outro lado, a cobertura para doses de reforço e adicionais foi bem menor, o que é um dado bastante preocupante. Além disso, mostramos que o uso de diferentes metodologias para calcular quantas doses todos receberam (banco de dados corrigido x banco de dados original) na verdade causa diferenças nas métricas e sugerimos que a metodologia seja pelo menos explicitada em relatórios estaduais e nacionais, ou em publicações que fazer uma visão geral de vários países. Por fim, destacamos a elevada proporção (mais de 14%) de indivíduos com sequências vacinais incorretas em seus registros e tentamos elencar explicações para isso. Com isso, queremos chamar a atenção para a necessidade não só de garantir a solidez na coleta e tratamento de dados, mas também de padronizar determinadas análises e de ter a mente aberta na interpretação dos resultados. Sem tudo isso, os dados que deveriam servir de guia para ações futuras poderiam acabar se tornando um obstáculo para o cumprimento das metas estabelecidas.



REFERÊNCIAS

STRABELLI, TMV; UIP, DE. COVID-19 e o Coração. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 114, n. 4, p. 598–600, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20200209>.

FIOCRUZ. O que é uma pandemia. 2021. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/1763-o-que-e-uma-pandemia>. Acesso em: 18 out. 2023.

BRASIL. Painel Coronavírus Brasil. Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br>. Acesso em: 28 ago. 2023.

JOHNS HOPKINS. Brasil - COVID-19 Overview - Johns Hopkins, 2021. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/region/Brasil>. Acesso em: 18 out. 2023.

MATHIEU, E.; RITCHIE, H.; ORTIZ-OSPINA, E. et al. A global database of COVID-19 vaccinations. *Nature Human Behaviour*, v. 5, p. 947–953, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01122-8>.

AMARAL, F.; CASACA, W.; OISHI, CM.; CUMINATO, JA. Simulating Immunization Campaigns and Vaccine Protection Against COVID-19 Pandemic in Brazil. *IEEE Access*, v. 9, p. 126011–126022, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112036>.

COCCIA, M. COVID-19 pandemic over 2020 (with lockdowns) and 2021 (with vaccinations): similar effects for seasonality and environmental factors. *Environmental Research*, v. 208, p. 112711, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2022.112711>.

STEVANIM, LF. Uma vacina para a humanidade: da expectativa à realidade, os esforços para se chegar a uma vacina contra Covid-19 acessível à população. *RADIS: Comunicação e Saúde*, p. 12–21, 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/43683>.

BRASIL. Plano Nacional de operacionalização da vacinação contra a Covid-19. 13. ed. Brasília, 2022. Disponível em: <https://sbim.org.br/images/files/notas-tecnicas/pno-13edicao-230522.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

ASPE. Quality of Federal COVID-19 Data | ASPE. 2021. Disponível em: https://www.aspe.hhs.gov/sites/default/files/documents/8467add5edfbaa06f70ade5e4f829655/covid-data-quality-ib.pdf?_ga=2.63299951.1944804403.1666141562-1147266797.1666141562. Acesso em: 18 out. 2023.

BRASIL. Campanha Nacional de Vacinação contra Covid-19 - Conjuntos de dados - OPENDATASUS. 2022. Disponível em: <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/covid-19-vacinacao>. Acesso em: 18 out. 2023.

DELL'ANTONIO, LS.; LEITE, FMC.; DELL'ANTONIO, CS da S.; et al. COVID-19 Mortality in Public Hospitals in a Brazilian State: An Analysis of the Three Waves of the Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, p. 14077, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph192114077>.

GARBIN, JRT.; LEITE, FMC.; LOPES-JÚNIOR, LC.; et al. Analysis of Survival of Patients Hospitalized with COVID-19 in Espírito Santo, Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, p. 8709, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19148709>.



BRASIL. Reunião da Câmara Técnica Assessora de Imunização Covid-19 - 18 de fevereiro de 2022. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/secovid/ctai-covid-19/atas-e-reunioes/2022/atas/ata-da-reuniao-ctai-18-02-2022.pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

ESPÍRITO SANTO. Vacina e Confia ES. 2021. Disponível em: <https://vacinaconfia.es.gov.br/cidadao/>. Acesso em: 19 out. 2023.

ESPÍRITO SANTO. Governo ES - Vacina e Confia ES: Governo lança nova plataforma voltada à imunização contra a Covid-19. Governo do Estado do Espírito Santo, 2021. Disponível em: <https://www.es.gov.br/Noticia/vacina-e-confia-es-governo-lanca-nova-plataforma-voltada-a-imunizacao-contra-a-covid-19>. Acesso em: 01 fev. 2023.

OKBR. Nota Técnica - Transparência da Vacinação. Uma análise de organizações da sociedade civil. 2021. Disponível em: https://www.ok.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Nota_Tecnica_Vacinacao_04032021.pdf. Acesso em: 18 out. 2023.

UNITED KINGDOM. COVID-19 vaccine weekly surveillance reports. Londres, 2022. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1063023/Vaccine-surveillance-report-week-12.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

LOPES, M. R. Estudo encontra 7,6 milhões de erros em lista de vacinados no país - Notícias - R7 Brasil. R7, 2021. Disponível em: <https://noticias.r7.com/brasil/estudo-encontra-76-milhoes-de-erros-em-lista-de-vacinados-no-pais-29062022>. Acesso em: 27 out. 2023.

DELL, L.; PEREIRA, A.; SOARES DA SILVA, C.; et al. Vigilância Epidemiológica estadual no enfrentamento da pandemia pela COVID-19 no Brasil: um relato de experiência. Escola Anna Nery, v. 25, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2021-0119>.

OKBR. Transparência Covid-19 | OKBR. 2021. Disponível em: <https://transparenciacovid19.ok.org.br>. Acesso em: 20 out. 2023.

LASSI, ZS.; NASEEM, R.; SALAM, RA.; et al. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Immunization Campaigns and Programs: A Systematic Review. Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, p. 988, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18030988>.

ABDELMONEIM, SA.; SALLAM, M.; HAFEZ, DM.; et al. COVID-19 Vaccine Booster Dose Acceptance: Systematic Review and Meta-Analysis. Tropical Medicine and Infectious Diseases, v. 7, p. 298, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7100298>.

GALANIS, P.; VRAKA, I.; KATSIROUMPA, A.; et al. First COVID-19 Booster Dose in the General Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Willingness and Its Predictors. Vaccines, v. 10, p. 1097, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/vaccines10071097>.

MACIEL, E.; FERNANDEZ, M.; CALIFE, K.; et al. A campanha de vacinação contra o SARS-CoV-2 no Brasil e a invisibilidade das evidências científicas. Ciência & Saúde Coletiva, v. 27, p. 951–956, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-8123202273.21822021>.

OPAS. Perguntas frequentes: vacinas contra a COVID-19 - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde. 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/vacinas-contra-covid-19/perguntas-frequentes-vacinas-contra-covid-19>. Acesso em: 8 jan. 2023.



COUTO, MT.; BARBIERI, CLA.; DE SOUZA AMORIM MATOS, CC. Considerações sobre o impacto da covid-19 na relação indivíduo-sociedade: da hesitação vacinal ao clamor por uma vacina. *Saúde e Sociedade*, v. 30, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902021200450>.

SANTOS DOMINGUES, CMA. Desafios para a realização da campanha de vacinação contra a COVID-19 no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00344620>.

OPAS. Vaccines and immunization. 2021. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1. Acesso em: 16 jan. 2023.

KRISS, JL.; REYNOLDS, LE.; WANG, A.; et al. COVID-19 Vaccine Second-Dose Completion and Interval Between First and Second Doses Among Vaccinated Persons — United States, December 14, 2020–February 14, 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, v. 70, p. 389, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7011e2>.