

Estado da publicação: O preprint foi publicado em um periódico como um artigo
DOI do artigo publicado: <https://doi.org/10.56238/arev7n5-182>

Determinantes Sociais de Saúde e sua Influência na Homogeneidade da Cobertura Vacinal na Paraíba

Nairmara Soares Pimentel Cunha, Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona, Luzana Mackevicius Bernardes, Ricardo Alves de Olinda, Alfésio Luís Ferreira Braga, Elda de Oliveira Oliveira, Lourdes Conceição Martins, Sylvia Costa Lima Fahrat

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9526>

Submetido em: 2024-07-28

Postado em: 2024-08-19 (versão 2)
(AAAA-MM-DD)

Justificativa da versão: Artigo foi revisado e modificado

Determinantes Sociais de Saúde e sua Influência na Homogeneidade da Cobertura Vacinal na Paraíba

Social Determinants of Health and their Influence on the Homogeneity of Vaccination Coverage in Paraíba

Nairmara Soares Pimentel Cunha

Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6825-6174>

Email: nairmarabb@gmail.com

Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona

Pós-graduação *Stricto Sensu* do Programa de Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Universidade Católica de Santos, Santos, São Paulo, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6585-1349>

Email: ysabelypontes@gmail.com

Luzana Mackevicius Bernardes

Pós-graduação *Stricto Sensu* do Programa de Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Universidade Católica de Santos, Santos, São Paulo, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2226-9484>

Email: luzana.bernardes@unisantos.br

Alfésio Luís Ferreira Braga

Pós-graduação *Stricto Sensu* do Programa de Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Universidade Católica de Santos, Santos, São Paulo, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3254-3029>

Email: alfesio@gmail.com

Ricardo Alves de Olinda

Departamento de Estatística, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, Paraíba, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0509-8428>

Email: prof_ricardo@servidor.uepb.edu.br

Elda de Oliveira

Pós-graduação *Stricto Sensu* do Programa de Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Universidade Católica de Santos, Santos, São Paulo, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9973-0948>

Email: eldadeoliveira@gmail.com

Lourdes Conceição Martins

Pós-graduação *Stricto Sensu* do Programa de Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Universidade Católica de Santos, Santos, São Paulo, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9996-2725>

Email: lourdesc@unisantos.br

Sylvia Costa Lima Fahrat

Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4036-5226>

Email: sylvia.farhat@gmail.com

RESUMO

A Homogeneidade da Cobertura Vacinal (HCV) é um importante indicador de saúde pública para a identificação de bolsões de suscetíveis. Analisar a distribuição espacial da HCV nos municípios paraibanos e relacionar com os determinantes sociais de saúde. Trata-se de um estudo com delineamento ecológico do tipo misto, onde os dados usados são secundários e de domínio público para o período de 2016 a 2020. Para atingir o objetivo do estudo utilizou-se técnicas de análise espacial. A HCV mostrou-se heterogênea em todo o Estado com formação de bolsões de susceptíveis. Cobertura de pré-natal (OR=0,572; IC95%: 0,409-0,799; $p<0,001$) associou-se positivamente com HCV adequada. Proporção de indivíduos com rede de água e esgoto inadequada (OR=1,345; IC95%: 1,007-1,796; $p=0,045$) e proporção de mulheres como chefes de família (OR=1,512; IC95%: 1,082-2,113; $p=0,015$) associam-se inversamente com a HCV adequada. Nosso estudo, destaca a importância da identificação de áreas geográficas com indivíduos susceptíveis e dos fatores que interferem individualmente e em conjunto com a HCV, pois possibilita ações direcionadas e eficientes, assegurando a resolutividade.

Palavras-chave: Cobertura Vacinal, Regressão Espacial, Análise Espacial, Imunização, Determinantes Sociais de Saúde

ABSTRACT

The Homogeneity of Vaccination Coverage (HVC) is an important public health indicator for identifying pockets of susceptible individuals. To analyze the spatial distribution of HVC in the municipalities of Paraíba and its relation to social determinants of health. This is a mixed ecological study design, utilizing secondary and publicly available data for the period from 2016 to 2020. Spatial analysis techniques were employed to achieve the study's objective. HVC was found to be heterogeneous across the state, with the formation of pockets of susceptible individuals. Adequate prenatal care coverage (OR=0.572; 95% CI: 0.409-0.799; $p<0.001$) was positively associated with adequate HVC. The proportion of individuals with inadequate water and sewage networks (OR=1.345; 95% CI: 1.007-1.796; $p=0.045$) and the proportion of women as heads of households (OR=1.512; 95% CI: 1.082-2.113; $p=0.015$) were inversely associated with adequate HVC. Our study highlights the importance of identifying geographic areas with susceptible individuals and the factors that individually and collectively interfere with HVC. This enables targeted and efficient actions, ensuring resolution.

Keywords: Vaccination Coverage, Spatial Regression, Spatial Analysis, Immunization, Social Determinants of Health

Introdução

A imunização é um pilar vital da atenção primária à saúde. Ela salva vidas, protege a população contra mais de 20 doenças letais e impulsiona a saúde coletiva de forma decisiva, conseqüentemente, contribui significativamente para uma vida mais longa e saudável e a segurança da saúde mundial ¹.

Na infância, a imunização é fundamental para reduzir substancialmente os impactos das doenças imunopreveníveis². Entretanto, a cobertura vacinal (CV) permanece abaixo das metas estabelecidas em diversas regiões do mundo³, e a pandemia de Covid-19 agravou esses índices, impactando negativamente os programas de imunização em escala global⁴. Vários fatores contribuem para a não vacinação infantil, sendo que os Determinantes Sociais da Saúde (DSS), desempenham um papel central, como bem documentado na literatura ^{5,6}.

Um dos indicadores que refletem desempenho, efetividade e eficiência do Programa Nacional de Imunização (PNI) no Brasil é a Homogeneidade da Cobertura Vacinal (HCV) é um indicador de desempenho do PNI, o qual estabelece como meta que os municípios devem atingir 70% ou mais das

vacinas preconizadas⁷. A HCV pode ser determinada através da análise intramunicipal, a qual examina se a meta de vacinação foi alcançada em todas as partes do município, permitindo identificar variações na CV entre diferentes áreas. A homogeneidade é adequada quando o município tiver mais de 75% das vacinas atingido a meta de CV preconizada para cada vacina ou antígeno⁸.

Destarte, poucos estudos buscam analisar a relação entre HCV relacionado com os DSS, utilizando técnicas de análise espacial para identificar áreas críticas com maior acurácia. Assim, considerando a relevância e a complexidade que permeia a temática sobre vacinas, o objetivo do estudo é analisar a distribuição espacial da HCV nos municípios paraibanos e relacionar com DSS.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico do tipo misto. No estudo, o município de residência dos participantes foi considerado a unidade de análise para examinar os dados no contexto do Estado da Paraíba. Foram utilizados dados secundários e de domínio público, abrangendo o período de janeiro de 2016 a dezembro de 2020. Os dados foram anonimizados para preservar a confidencialidade e a privacidade, conforme as diretrizes do Conselho Nacional de Saúde (Resoluções nº 466/2012, 510/2016 e 580/2018)⁹.

Foi realizada uma análise espacial, utilizando o geoprocessamento, o Sistema de Informação geográfica (SIG) e técnicas de cartografia temática. A base cartográfica utilizada foi do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹⁰. Para autocorrelação espacial, utilizou *software* Geoda (versão 1.8). Foram calculados o Índice I de Moran e o Índice Local de Associação Espacial (LISA) para identificar *clusters* e padrões espaciais. Os dados foram inseridos no *software* QGIS (versão 2.18) para criação dos mapas.

Os imunobiológicos analisados e incluídos foram o Bacilo Calmette-Guérin (BCG), Hepatite B (HepB), Meningocócica C (MnCc), difteria, tétano e coqueluche (DPT), *Haemophilus influenzae* (Hib), poliomielite (Pólio), rotavírus (Rota) e pneumocócica (Pneumo). A quantidade de doses aplicadas desses antígenos foi obtida do SI-PNI, enquanto o número de nascidos vivos foi extraído do Sistema Nacional de Nascidos Vivos (SINASC). As HCV foram consideradas inadequadas quando inferior a 75% (COAP)⁸.

Utilizou-se no estudo como variável dependente a HCV e como variáveis independentes foram consideradas: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a taxa da população com 18 anos ou mais com ensino médio completo, a taxa da população com 25 anos ou mais com ensino superior completo, a proporção de mulheres como chefe de família, a proporção da população servida por rede de abastecimento de água encanada, a proporção da população que vive em domicílios com banheiro e água encanada, a proporção de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequado obtidos do IBGE por meio do Censo de 2010¹¹, a cobertura de pré-natal obtida do Observatório da Criança e Adolescente¹², e a cobertura de atenção básica obtida do IBGE¹¹, categorizada em adequada (100%) ou inadequada (abaixo de 100%).

Foi realizada a análise descritiva de todas as variáveis do estudo. Foram realizados os testes de Levene e Kolmogorov-Smirnov para a avaliação da homoscedasticidade e normalidade, respectivamente. Como esses princípios não foram satisfeitos utilizou-se testes não paramétricos (Teste de Kruskal-Wallis e o Teste de comparações múltiplas de Dunn).

Os modelos de regressão logística bivariada e múltiplo foram utilizados para a identificação dos fatores relacionados a HCV inadequada (variável dependente). As variáveis independentes analisadas na regressão logística bivariada que obtiveram significância de $p < 0,20$ foram incluídas na análise de regressão logística múltipla final.

Na análise da regressão espacial, foram aplicadas quatro modelagens: modelo clássico de regressão linear (MCRL); espacial autorregressivo (SAR); erro espacial (SEM); e o modelo de Durbin (SDM).

A análise foi feita por intermédio do Programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 24.0 (SPSS) e por meio do *software* estatístico R *Core Team*, 2019. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

A análise descritiva (Tabela 1) revelou diferenças significativas na cobertura de pré-natal ao longo dos anos, como indicado pelo Teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Observou-se que a média de cobertura de pré-natal em todos os anos não atingiu a meta preconizada de 100%. Os resultados do teste de comparações múltiplas de Dunn para a cobertura de pré-natal indicam

diferenças significativas entre os anos. Em 2016, houve diferença significativa em relação a 2017 ($p=0,014$), 2018 ($p<0,001$), 2019 ($p<0,001$) e 2020 ($p<0,001$). Em 2017 diferiu de 2018 ($p=0,045$), 2019 ($p<0,001$) e 2020 ($p=0,011$). Já 2018, observou-se diferença de 2019 ($p=0,007$), enquanto em 2019 houve diferença em relação a 2020 ($p=0,030$). Os anos de 2018 e 2020 não apresentaram diferença significativa entre si ($p=0,583$), destacando uma estabilidade relativa.

Tabela 1 – Análise descritiva da cobertura de pré-natal, Paraíba, 2016 a 2020

ANOS	2016	2017	2018	2019	2020
Média	71,16	73,38	75,19	77,65	75,69
Desvio Padrão	11,01	9,68	8,55	8,36	9,81
Mediana	72,00	74,50	76,00	78,10	76,60
Mínimo	34,00	34,80	43,60	44,00	46,80
Máximo	95,00	95,90	100,00	100,00	96,70
Percentil 25	65,00	68,00	70,20	73,20	69,30
Percentil 50	72,00	74,50	76,00	78,10	76,60
Percentil 75	78,00	79,20	80,50	83,50	83,10
Teste Kruskal Wallis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Na análise descritiva das variáveis independentes, a média do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para a Paraíba foi de 0,59, com um desvio padrão muito baixo de 0,04, classificando-a como de médio desenvolvimento.

A taxa da população com 18 anos ou mais com Ensino Médio completo, 75% dos municípios apresentam taxas entre 7,84% e 20,48%, enquanto a taxa da população com 25 anos ou mais com Ensino Superior completo varia de 0,81% a 3,86% para 75% dos municípios. Na Paraíba, em relação à taxa de conclusão do Ensino Médio para pessoas com 18 anos ou mais, observa-se que a média de 18,45% é baixa, e ao considerar a taxa da população com 25 anos ou mais com Ensino Superior completo, a média é de 3,42% refletindo também uma proporção pequena.

Na análise da cobertura de abastecimento de água encanada na Paraíba, observou-se que a média da população atendida por essa rede foi de 66,66%, com uma variação considerável entre os municípios (desvio padrão de 19,91; mínimo de 0,15% e máximo de 99,51%). A análise da proporção da população com acesso à rede de abastecimento de água encanada revela que 25% da população está na faixa de 0,15% a 58,65%.

Quanto à proporção da população que vive em domicílios com banheiro e água encanada na Paraíba, 50% encontram-se entre 3,26% e 67,23%. Esses dados ressaltam a disparidade na distribuição desse serviço essencial entre os municípios paraibanos.

Considerando a proporção de mulheres como chefes de família, a média foi de 36,62%, com um desvio padrão de 7,5. Esses dados destacam a diversidade nos arranjos familiares na Paraíba, refletindo uma realidade em que 75% dos domicílios chefiados por mulheres estão na faixa de 20,83% a 42,42%. Quanto à cobertura de atenção básica, todos os habitantes da Paraíba têm acesso a esse serviço.

Na Tabela 2, a cobertura de pré-natal demonstrou associação significativa (OR 0,572; IC 95% 0,409-0,799; $p=0,001$), indicando que um aumento na cobertura de pré-natal está relacionado a uma redução na chance de HCV inadequada, sendo considerado um fator de proteção. Ao avaliar a proporção de indivíduos com rede de água e esgoto inadequada, os quartis 2 e 3 estão associados a uma maior probabilidade de HCV inadequada (OR 1,345; IC 1,007-1,796; $p=0,045$), indicando que quanto maior a proporção de domicílios com rede inadequada, maior a chance de HCV inadequada. Na proporção de mulheres como chefes de família, há aumento de maior chance de HCV inadequada (OR 1,512; IC 1,082-2,113; $p=0,015$), sendo considerado um fator de risco.

Tabela 2 - Análise de regressão univariada para Homogeneidade de Cobertura Vacinal, Paraíba, 2016 a 2020.

Variável Independente	%	OR	IC95%	p-value
Cobertura de pré-natal				
Q1		1	-	
Q2		0,812	0,58 - 1,138	0,227
Q3		0,617	0,44 - 0,866	0,005
Q4		0,572	0,409 - 0,799	0,001
IDHM				
0,50 - 0,60		1		
0,60 - 0,70		0,849	0,655 - 1,099	0,214
> 0,70		2,376	0,981 - 5,755	0,055
Taxa de ensino médio				
Q1	7,84 - 14,78	1		
Q2	14,78 - 17,71	1,25	0,895 - 1,744	0,190
Q3	17,71 - 20,48	0,957	0,685 - 1,338	0,798
Q4	>= 20,48	1,31	0,939 - 1,826	0,112
Taxa de ensino superior				
Q1	0,81 - 2,45	1		
Q2	2,45 - 3,03	1,078	0,769 - 1,511	0,662
Q3	3,03 - 3,86	1,035	0,744 - 1,440	0,836
Q4	>= 3,86	1,119	0,803 - 1,559	0,506
População com água encanada				
Q1	0,15 - 58,65	1		
Q2	58,65 - 70,11	1,112	0,797 - 1,553	0,531
Q3	70,11 - 79,22	0,872	0,625 - 1,217	0,421
Q4	>= 79,22	1,021	0,732 - 1,424	0,904
Domicílios com banheiro e água encanada				
Q1	3,26 - 54,86	1		
Q2	54,86 - 67,23	1,066	0,764 - 1,487	0,706
Q3	67,23 - 76,15	0,951	0,682 - 1,327	0,768
Q4	>= 76,15	1,162	0,833 - 1,622	0,377
Rede de água e esgoto inadequada				
Q1	0 - 9,31	1		
Q2 Q3	9,31 - 26,72	1,345	1,007 - 1,796	0,045
Q4	>= 26,72	1,234	0,884 - 1,722	0,217
Proporção de mulheres chefe de família				
Q1	20,83 - 31,44	1		
Q2	31,44 - 35,77	1,325	0,949 - 1,849	0,098
Q3	35,77 - 41,42	1,146	0,824 - 1,595	0,418
Q4	>= 41,42	1,512	1,082 - 2,113	0,015
Cobertura de atenção básica				
		0,951	0,498 - 1,816	0,879

Essas variáveis significativas foram selecionadas para análise de regressão logística múltipla para HCV ($p=0,020$) na Tabela 3, e, ao analisar notamos rede de água e esgoto inadequada, quanto maior a taxa, maior a chance de HCV inadequada, com o segundo e terceiro quartis (OR 1,465; IC 1,085-1,979; $p=0,013$) e o quarto quartil (OR 1,467; IC 1,030-2,088; $p=0,034$) apresentando significância estatística. Isso sugere que a menor renda está associada a maior chance de HCV inadequada.

Ainda na Tabela 3, a análise da proporção de mulheres como chefe de família revela que quanto maior essa proporção, maior a chance de HCV inadequada (OR 1,496; IC 1,064-2,103; $p=0,020$), sendo um fator de risco. Quanto à cobertura de pré-natal, nota-se que quanto maior a taxa de cobertura, menor o risco de HCV inadequada, com o terceiro quartil (OR 0,582; IC 0,412-0,821; $p=0,002$) e o quarto quartil (OR 0,544; IC 0,386-0,765; $p=0,000$) sendo significativos.

Tabela 3 – Análise de regressão logística múltipla para HCV, Paraíba, 2016 a 2020

Variável	OR	IC95%	p-value
Rede de água e esgoto inadequada			
1º quartil	1		
2º e 3º quartil	1,370	1,021 - 1,838	0,036
4º quartil	1,300	0,926 - 1,825	0,129
Proporção de mulheres chefe de família			
1º quartil	1		
2º quartil	1,257	0,920 - 1,811	0,139
3º quartil	1,105	0,803 - 1,567	0,502
4º quartil	1,496	1,083 - 2,131	0,016
Cobertura de pré-natal			
1º quartil	1		
2º quartil	0,771	0,548 - 1,084	0,135
3º quartil	0,589	0,418 - 0,829	0,002
4º quartil	0,556	0,396 - 0,780	0,001

Portanto, a análise do modelo múltiplo concluiu que as variáveis independentes — rede de água/esgoto inadequada, proporção de mulheres como chefe de família, e cobertura de pré-natal — são fatores importantes que, em conjunto, explicam a baixa HCV.

No modelo clássico de regressão linear (MCRL), o parâmetro R^2 ajustado, que quantifica a capacidade do modelo de explicar o comportamento

das variáveis dependentes, não apresentou significância, indicando que esse modelo não é o mais adequado para explicar a relação entre as variáveis estudadas

Na análise dos modelos de regressão espacial, verificou-se o cumprimento do pressuposto de autocorrelação espacial, que considera a dependência dos dados e a especificação da matriz de pesos espaciais para os anos 2018, 2019 e 2020. Para 2016 e 2017, a hipótese nula não foi rejeitada, indicando independência e ausência de correlação entre as observações nos municípios, não entrando nas análises.

Na Tabela 4, válida os modelos espaciais, com a rejeição da hipótese nula de independência espacial com base nos parâmetros ρ e λ . Para os anos de 2018 e 2019, o modelo SEM foi o mais adequado, evidenciado pelo menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC), representado por ℓ . Em 2018, nenhuma variável apresentou significância estatística. No entanto, em 2019, o IDHM foi a única variável significativa, com seu aumento relacionado ao aumento da HCV. Para 2020, o modelo SAR foi o mais adequado com o ℓ , destacando-se a contribuição significativa do IDHM no aumento da HCV, enquanto a taxa de Ensino Médio e a proporção de domicílios chefiados por mulheres mostraram uma correlação inversa.

Tabela 4 – Ajustes do modelo de regressão para a Homogeneidade de Cobertura Vacinal no estado da Paraíba, 2016-2020, com variáveis socioeconômicas e ambientais.

Covariáveis	SAR		SEM		SDM	
	n	p-valor	n	p-valor	n	p-valor
2018						
Intercepto	40,94	0,350	51,44	0,252	51,88	0,690
Proporção de mulheres chefe de família	-0,05	0,778	-0,07	0,685	-0,028	0,864
Cobertura de atenção básica	0,16	0,712	0,19	0,667	0,21	0,670
ρ	0,194	0,038	-	-	0,189	0,048
λ	-	-	0,195	0,043		
ℓ		-962,65		-		-961,87
2019						
Intercepto	-47,23	0,244	-15,03	0,293	-1,14e ²	0,111
IDHM	188,62	0,009	180,86	0,020	1,67	0,036
Taxa de ensino médio	-0,94	0,043	-0,93	0,064	-9,56	0,067
Proporção de mulheres chefe de família	-0,22	0,141	-0,20	0,166	-2,1	0,163

ρ	0,352	0,00013	-	-	0,318	0,0009
λ	-	-	0,351	0,0003	-	-
ℓ	-944,315		-945,14		-942,87	
2020						
Intercepto	-9,45	0,851	-0,99	0,985	78,85	0,370
IDHM	248,54	0,001	272,44	0,001	324,61	0,0002
Taxa de ensino médio	-1,55	0,005	-1,77	0,002	-2,18	0,0004
Taxa de ensino superior	-0,68	0,473	-0,59	0,542	-0,57	0,557
Domicílios com banheiro e água encanada	-0,15	0,237	-0,19	0,162	-0,22	0,156
Rede de água e esgoto inadequada	-0,27	0,068	-0,32	0,048	-0,33	0,100
Proporção de mulheres chefe de família	-0,31	0,049	-0,29	0,588	-0,29	0,063
Cobertura de atenção básica	-0,2	0,082	-0,19	0,099	-0,19	0,102
ρ	0,211	0,017	-	-	0,247	0,0089
λ	-	-	0,245	0,245	-	-
ℓ	-950,03		-949,49		-947,15	

A HCV, variou significativamente nos municípios da Paraíba: 52,91% em 2016 para 38,11% em 2017, equilibrando-se em torno de 48-57% nos anos seguintes, mas caindo novamente para 46,18% em 2020. A HCV inadequada variou de 47-61% durante o período.

A análise dos mapas da HCV (Figura 1a) revelou que em 2017 o estado apresentou extensas áreas com HCV inadequada, resultando na formação de bolsões de indivíduos suscetíveis. A dinâmica espacial demonstrou heterogeneidade (Figura 1a), com destaque para 2019, que registrou a maior área de aglomerados de HCV adequada. João Pessoa, capital do Estado, teve consistentemente a menor HCV, com 2017 e 2020 sendo os períodos mais desafiadores.

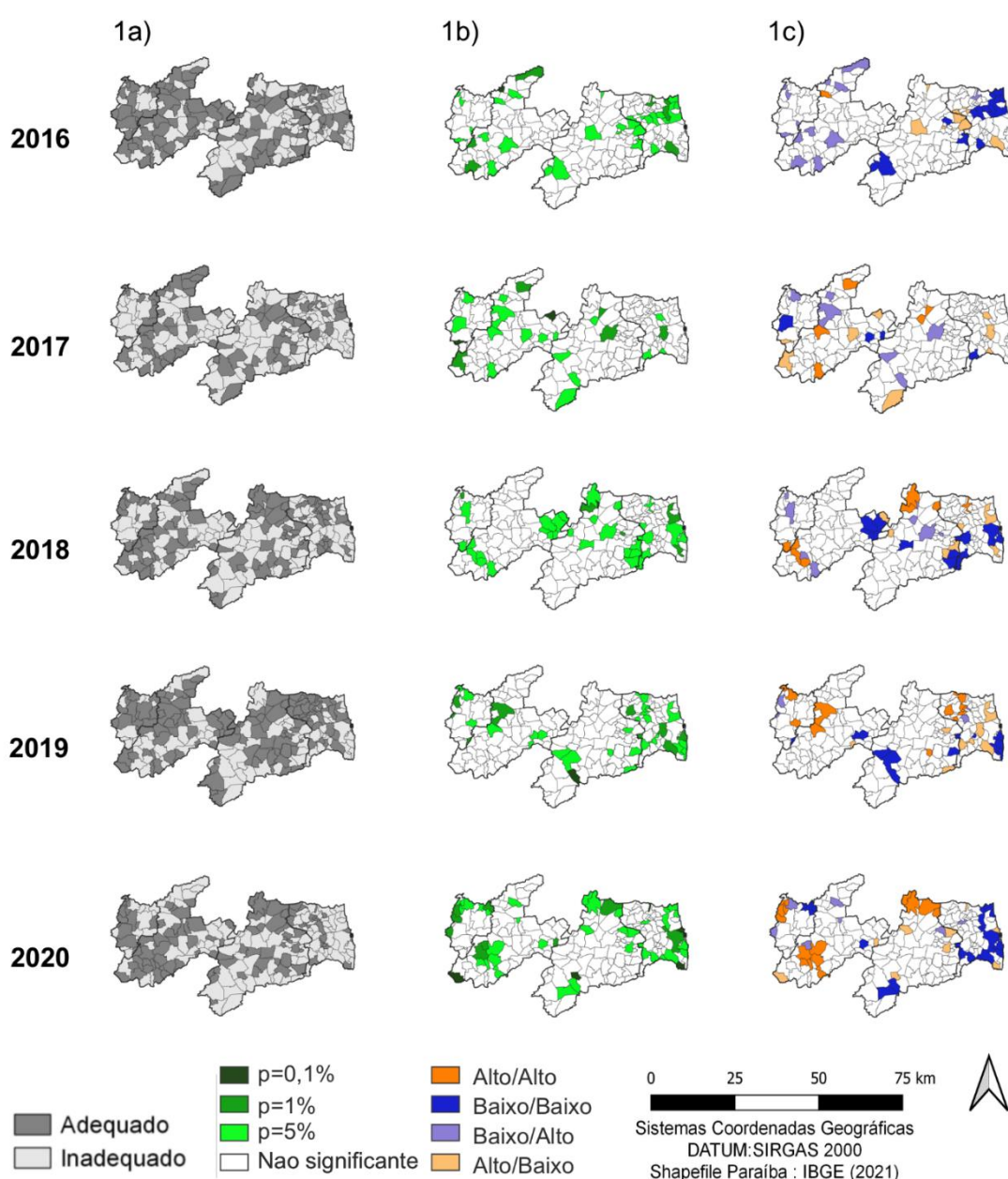
No Lisa Map (Figura 1b), foram identificados pequenos *clusters* com significância: em 2016 ao norte da região de João Pessoa; em 2018 no litoral da região de João Pessoa, a sudeste da região de Campina Grande, e nordeste e sudoeste da região de Patos; em 2019 ao sul da região de João Pessoa; e em 2020 na região sudeste de João Pessoa, norte da região de Campina Grande, sudoeste da região de Patos, e noroeste da região de Souza-Cajazeiras.

Na autocorrelação espacial, não identificamos *clusters* Alto/Alto em 2016 e 2017, mas detectamos nos anos subsequentes, com municípios de alta HCV cercados por vizinhos com valores semelhantes. Notavelmente, em 2020,

houve maior presença de *clusters* do tipo Alto/Alto na região de Campina Grande (norte), Patos (sudeste), e Cajazeiras-Souza (noroeste) (Figura 1c).

Observou-se *clusters* de baixa HCV cercados por municípios semelhantes (Baixo/Baixo) em todos os anos, exceto 2017. Além disso, constatou-se correlação espacial Alto/Baixo, ou seja, municípios com alta HCV circundados por municípios com baixa HCV em todos os anos, exceto 2016 e 2017 (Figura 1c).

Figura 1 – Análise espacial da Homogeneidade da Cobertura Vacinal da Paraíba, Lisa Map e Moran Map.



DISCUSSÃO

A HCV é um indicador fundamental que requer monitoramento regular, pois permite o planejamento de estratégias de controle de doenças preveníveis por vacinação, especialmente em municípios com presença de indivíduos suscetíveis⁷. Assim, é de extrema importância conhecer os grupos vulneráveis para direcionar intervenções².

No Brasil, entre 2013 e 2018, a HCV para Penta, Pneumocócica e Polio em menores de 1 ano de idade ficou em torno de 60% a 64%⁷. Outro estudo¹³, mostrou que, entre 2015 a 2021, apenas o Amapá e o Distrito Federal atingiram a meta da cobertura vacinal para uma única vacina em menores de 1 ano de idade no ano de 2021. Já, a análise municipal revelou uma redução significativa na homogeneidade vacinal adequada, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, confirmando nossos achados de 2016 a 2020. Isso destaca a relação entre municípios com cobertura vacinal inadequada com formação de bolsões de indivíduos suscetíveis.

Estudo realizado na Paraíba sobre CV, no período de 2011 a 2017, revelou uma heterogeneidade da CV para as vacinas de BCG, hepatite B, Rotavírus, Pneumocócica, Meningocócica e Poliomielite, demonstrando a falta de homogeneidade nas coberturas. Essa desigualdade aumenta a vulnerabilidade de determinadas populações aos surtos¹⁴, conforme evidenciado em nossa pesquisa.

Em 2013, Domingues e Teixeira¹⁵ já ressaltam os desafios na HCV no Brasil, incluindo vacinas como poliomielite, DTP/Hib, meningocócica e pneumocócica. Em 2016, Braz et al.¹⁶ mostraram que apenas metade dos municípios brasileiros têm HCV adequada segundo as metas pactuadas pelo COAP. Cunha et al.¹⁷, destacam a heterogeneidade na HCV das mesorregiões da Paraíba, sem nenhuma atingir a meta do COAP. E, no Maranhão, a HCV para BCG, Rotavírus, Meningo C e Pneumo 10 ficou abaixo do esperado de 2010 a 2021 em menores de 1 ano de vida¹⁸.

A influência dos determinantes sociais na imunização completa na infância é fundamental para os programas de vacinação, que visam à redução da morbimortalidade. A visualização dessas discrepâncias na cobertura vacinal em diferentes unidades geográficas, utilizando técnicas avançadas de geoestatística, permite avaliar e atuar com ações concretas¹⁹.

Determinantes sociais como raça, etnia, cultura, localização geográfica, renda familiar, educação e emprego impactam a adesão à vacinação, seja de forma individual ou interseccionalizada^{5,20}. Alguns estudos colocam o nível socioeconômico como a principal barreira à adesão vacinal^{2,5,6}. No Brasil, o baixo nível socioeconômico tem sido associado com a imunização incompleta no Brasil²².

Estudos interseccionam o nível socioeconômico com outros atributos contextuais adicionais na análise da adesão à vacinação²¹⁻²³. Figueiredo et al.,²³ em sua análise da correlação entre fatores socioeconômicos e a cobertura vacinal em nível global, identificaram uma forte correlação entre dois fatores específicos - partos assistidos por profissionais de saúde e acesso ao saneamento - com a cobertura vacinal na maioria das regiões analisadas.

O IDHM não foi significativo neste estudo; no entanto, a inadequação da rede de água e esgoto está associada a populações de menor nível socioeconômico, o que corrobora com o estudo de Wendt et al.²⁴, que analisou a cobertura vacinal de 80 países de baixa e média renda e salientou que a falta de saneamento básico e água potável está fortemente associada a crianças não imunizadas.

Um brasileiro realizado entre 1982 e 2015 sobre a CV por quintil de renda destacou que o quintil mais rico em 1982 tinha 20 pontos percentuais a mais na CV, já em 2015 houve uma inversão, onde a maior CV estava presente nas famílias de classe média²⁵. No mesmo raciocínio, Buffarini, Barros, Silveira²⁶, apontaram que crianças de famílias ricas tinham maior risco de não completar o esquema vacinal comparadas às de famílias de renda mais baixa. Tal fato, pode estar relacionado a hesitação vacinal²⁵.

Tamirat, Sisay²⁷, relataram uma menor chance de imunização completa de crianças de famílias chefiadas por mulheres, corroborando nossos achados. Os autores sugerem que isso pode estar relacionado com a maior carga de trabalho e aos deveres familiares, que dificultam o acompanhamento dos horários das unidades de saúde²⁷. Em contraste, Wiysonge et al.²⁸ destacam que crianças de famílias chefiadas por mulheres estão menos propensas a não serem imunizadas, apresentando resultados divergentes dos encontrados e que merecem uma investigação mais aprofundada

Um dos fatores protetores para a CV foi cobertura pré-natal. Estudos anteriores respaldam esses achados como Silva et al.²² no Maranhão, que associaram menos consultas pré-natais à incompletude do calendário vacinal, enquanto Buffarine, Barros, Silveira²⁶ destacou que genitoras com poucas consultas pré-natais têm maior probabilidade de não completar o esquema vacinal.

Nossos resultados que associam a inadequação da rede de água e esgoto a uma maior probabilidade de HCV inadequada são reforçados por outros estudos, como por exemplo, a análise em 80 países de baixa e média renda revelou forte associação entre crianças não imunizadas (dose zero de DTP) e diversas privações, como mães sem escolaridade, falta de água potável e saneamento básico precário²³.

A análise das variáveis independentes através do modelo logístico múltiplo identificou que a rede de água e esgoto inadequada e a proporção de mulheres como chefe de família apresentaram uma associação negativa na imunização completa, enquanto a cobertura de pré-natal teve um impacto positivo. A associação de fatores que afetam a vacinação completa é encontrada em outros estudos^{5,23}

Notamos que, o uso de técnicas de análise espacial para identificar déficits de imunização pode colaborar no direcionamento geográfico de intervenções integradas em busca da equidade no acesso a vacinas, corroborando com a afirmação de Haeuser et al.²⁹

Uma limitação do estudo, é a inerente a utilização de dados secundários onde a exatidão e a validade das variáveis podem estar incompletas ou inadequadas.

CONCLUSÃO

Diante dos achados deste estudo, foi possível identificar que os DSS influenciam a baixa HCV, o que está em consonância com a literatura sobre os DSS, que podem ser tomados individualmente ou de forma interseccionada. Nesse contexto, é evidente que as áreas geográficas críticas são as mais vulneráveis à não cobertura vacinal.

O estudo evidenciou que nos municípios paraibanos existem bolsões de susceptíveis, ressaltando a necessidade de intervenções estruturais para alcançar uma cobertura vacinal adequada. Isso coloca em evidência o papel

fundamental das políticas públicas e da governança na promoção de estratégias que enfrentem essas desigualdades e assegurem o direito à saúde, exigindo uma atuação coordenada e eficaz dos governos em todos os níveis para mitigar os efeitos adversos dos determinantes sociais na imunização, e possam alcançar as metas pactuadas pelo PNI.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Vaccines and immunization [Internet]. 2024 [cited 2024 Jan 7]. Available from: https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1.
2. MACHADO, AA.; EDWARDS, SA.; MUELLER, M.; SAINI, V., 2021. Effective interventions to increase routine childhood immunization coverage in low socioeconomic status communities in developed countries: A systematic review and critical appraisal of peer-reviewed literature. *Vaccine* 2021; 39(22):2938-2964. DOI: 10.1016/j.vaccine.2021.03.088.
3. Ishoso DK, Danovaro-Holliday MC, Cikomola AM, Lungayo CL, Mukendi JC, Mwamba D, Ngandu C, Mafuta E, Lusamba Dikassa PS, Lulebo A, Manirakiza D, Mboussou FF, Yapi MD, Ngabo GF, Riziki RB, Mwanga C, Otomba J, Nimpa MM. "Zero Dose" Children in the Democratic Republic of the Congo: How Many and Who Are They? *Vaccines* [Internet]. 2023 Apr [cited 2024 jan 7];11(5):900. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-393X/11/5/900>
4. Kaur G, Danovaro-Holliday MC, Mwinnyaa G, Gacic-Dobo M, Francis L, Grevendonk J, Sodha SV, Sugerman C, Wallace A. Routine Vaccination Coverage - Worldwide, 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* [Internet]. 2023 Oct [cited 2024 jan 7];72(43):1155-1161. Available from: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/72/wr/mm7243a1.htm>
5. Bocquier A, Ward J, Raude J, Peretti-Watel P, Verger P. Socioeconomic differences in childhood vaccination in developed countries: a systematic review of quantitative studies. *Expert Rev Vaccines* 2017;16(11):1107-1118. doi: 10.1080/14760584.2017.1381020.
6. Glatman-Freedman A, Nichols K. The effect of social determinants on immunization programs. *Hum Vaccin Immunother* [Internet]. 2012 Mar [cited 2024 Mar 30]; (3):293-301. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4161/hv.19003#d1e91>
7. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. Avaliação dos indicadores de desempenho da vacinação

- do Programa Nacional de Imunizações e os desafios para elevar as coberturas vacinais no Brasil. In: Saúde Brasil 2019: uma análise da situação de saúde com enfoque nas doenças imunopreveníveis e na imunização. Brasília: Ministério da Saúde; 2019. p. 369-403. Capítulo 17
8. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Imunizações: Coberturas vacinais no Brasil período 2010-2014 [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2015 [acesso 2024 jan 7]. Disponível em: https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/programa_nacional_de_imunizacoes_coberturas_vaciniais_no_brasil_2010_-_2014.pdf
 9. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 [Internet]. Brasília, 2012 [acesso 2024 out 7]. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/view>
 10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Malha digital* [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2021 [acesso 2022 out 13]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>
 11. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
 12. Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos. *Observatório da criança e adolescente* [Internet]. São Paulo, SP: Fundação ABRINQ [acesso 2023 jan 23]; Disponível em: <https://observatoriocrianca.org.br>.
 13. Domingues CMAS, Teixeira AMDS, Moraes JC. Vaccination coverage in children in the period before and during the COVID-19 pandemic in Brazil: a time series analysis and literature review. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2023 Mar-Apr [cited 2024 jan 30]. 99 Suppl 1(Suppl 1): S12-S21. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9744707/>
 14. Bezerra AMF, Almeida FJ, Sato HK, Nunes EM, Bezerra KKS, Berezin EM, Safadi MAP. Cobertura vacinal e eventos adversos no primeiro ano de vida no estado da Paraíba, Brasil. *Enferm Bras* [Internet]. 2023 [acesso 2024 mar 13]; 22(5):588-607. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376148559_Cobertura_vacinal_e_eventos_adversos_no_primeiro_ano_de_vida_no_estado_da_Paraiba_Brasil
 15. Domingues CMAS, Teixeira AMS. Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período 1982-2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações. *Epidemiol Serv Saude* [Internet]. 2013 [acessado 2024 Mar 30]; 22(1): 9-27. Disponível em:

http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742013000100002

16. Braz RM, Domingues CMAS, Teixeira AM da S, Luna EJ de A. Classificação de risco de transmissão de doenças imunopreveníveis a partir de indicadores de coberturas vacinais nos municípios brasileiros. *Epidemiol Serv Saude* [Internet]. 2016 out.-dez [acessado 2024 Mar 30];25(4): p 745-754. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/hRY3xDkHSzQZYG6Mgrsyfyq/abstract/?lang=pt>
17. Cunha NSP, Olinda RA, Fahrat SCL, Barbieri CLA, Braga ALF, Pamplona YAP, Martins LC. Spatial analysis of vaccine coverage in children under the age of 1 year by mesoregions in Paraíba, a northeastern Brazilian state. *PLoS One* [Internet]. 2023 [cited 2024 Mar 30];18(7). Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0288651>
18. Marinho CV, Queiroz RC de S, Araujo WRM, Tonello AS, Thomaz EBAF. Indicadores do Programa Nacional de Imunizações em menores de um ano: tendência temporal no Maranhão, Brasil, 2010 a 2021. *Cien Saude Colet* [Internet]. 2023 [acessado 2024 Mar 31];28(8): [cerca de 11 p.]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/pX6fG9mj7fB4cMcMYqYXM9R/?lang=en>
19. Khan J, Shil A, Prakash R. Exploring the spatial heterogeneity in different doses of vaccination coverage in India. *PLoS One* [Internet]. 2018 Nov [cited 2024 mar 30];13(11). Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0207209>
20. Tauil Mde C, Sato AP, Waldman EA. Factors associated with incomplete or delayed vaccination across countries: A systematic review. *Vaccine*. 2016 May;34(24):2635-43. doi: 10.1016/j.vaccine.2016.04.016.
21. Adedokun ST, Uthman OA, Adekanmbi VT, Wiysonge CS. Incomplete childhood immunization in Nigeria: a multilevel analysis of individual and contextual factors. *BMC Public Health* [Internet]. 2017 Mar [cited 2024 jan 7]; 17(1):236. Available from: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-017-4137-7>
22. Silva FS, Barbosa YC, Batalha MA, Ribeiro MRC, Simões VMF, Branco MRFC, Thomaz EBAF, Queiroz RCS, Araújo WRM, Silva AAM. Incompletude vacinal infantil de vacinas novas e antigas e fatores associados: coorte de nascimento BRISA, São Luís, Maranhão, Nordeste do Brasil. *Cad Saúde Pública* [Internet].2018 [acessado 2024

- jan 8] 34(3):e00041717. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csp/a/rffgtWkzw7ndPSwHzVfttsz/?lang=pt>
23. de Figueiredo A, Johnston IG, Smith DM, Agarwal S, Larson HJ, Jones NS. Forecasted trends in vaccination coverage and correlations with socioeconomic factors: a global time-series analysis over 30 years. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2016 Oct [cited 2024 jan 8];4(10): e726-35. Available from:
[https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(16\)30167-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(16)30167-X/fulltext)
24. Wendt A, Santos TM, Cata-Preta BO, Arroyave L, Hogan DR, Mengistu T, Barros AJD, Victora CG. Exposure of Zero-Dose Children to Multiple Deprivation: Analyses of Data from 80 Low- and Middle-Income Countries. *Vaccines* [Internet]. 2022 Sep [cited 2024 jan 8];10(9):1568. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9502633/>
25. Silveira MF, Buffarini R, Bertoldi AD, Santos IS, Barros AJD, Matijasevich A, Menezes AMB, Gonçalves H, Horta BL, Barros FC, Barata RB, Victora CG. The emergence of vaccine hesitancy among Upper-class Brazilians: Results from four birth cohorts, 1982-2015. *Vaccine* [Internet]. 2019 [cited 2024 Mar 29];38(3): [cerca de 7 p.]. Available from:
<https://europepmc.org/article/med/31718899>
26. Buffarini R, Barros FC, Silveira MF. Vaccine coverage within the first year of life and associated factors with incomplete immunization in a Brazilian birth cohort. *Arch Public Health* [Internet]. 2020 [cited 2024 Mar 31];78 (21). Available from:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7140489/>
27. Tamirat KS, Sisay MM. Full immunization coverage and its associated factors among children aged 12-23 months in Ethiopia: further analysis from the 2016 Ethiopia demographic and health survey. *BMC Public Health* [Internet]. 2019 Jul [cited 2024 jan 7];19(1):1019. Available from:
<https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-019-7356-2>
28. Wiysonge CS, Uthman OA, Ndumbe PM, Hussey GD. Individual and contextual factors associated with low childhood immunisation coverage in sub-Saharan Africa: a multilevel analysis. *PLoS One* [Internet]. 2012 [cited 2024 mar 28];7(5). Available from:
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0037905>
29. Haeuser E, Nguyen JQ, Rolfe S, Nesbit O, Fullman N, Mosser JF. Assessing Geographic Overlap between Zero-Dose Diphtheria-Tetanus-Pertussis Vaccination Prevalence and Other Health Indicators. *Vaccines* [Internet]. 2023 Apr [2024 mar 31];11(4):802. Available from:
<https://www.mdpi.com/2076-393X/11/4/802>

Declaração de contribuição dos autores:

N.S.P.C.: concepção; curadoria de dados; análise formal, metodologia, software, interpretação de dados; redação, revisão e edição; Y.A.P.P.: análise formal, metodologia, revisão e edição; L.M.B.: revisão e edição; A.L.F.B.: revisão e edição; R.A.O.: análise formal, software; E.O.: revisão e edição; L.C.M.: análise formal, metodologia, validação, revisão e edição; S.C.L.F.: validação, revisão e edição.

Declaração de conflito de interesse:

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Financiamento:

Os autores declaram que não houve financiamento.

Declaração de disponibilidade de dados da pesquisa:

Todo o conjunto de dados que suporta os resultados deste estudo foi disponibilizado em Determinantes Sociais de Saúde e sua Influência na Homogeneidade da Cobertura vacinal na Paraíba e pode ser acessado em:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.12795668>

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.