Ciência & Saúde Coletiva
cienciaesaudecoletiva.com.br
ISSN 1413-8123. v.31, n.10
DOI: 10.1590/1413-812320263110.20272024

Prevalência de antígenos e anticorpos contra SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade

Prevalence of antigens and antibodies against SARS-CoV-2 in people deprived of liberty

Prevalencia de antígenos y anticuerpos contra el SARS-CoV-2 en personas privadas de libertad

Liana Osório Fernandes https://orcid.org/0000-0001-5214-4733 [1]; José Cláudio Garcia Lira Neto https://orcid.org/0000-0003-2777-1406 [1]; Marcela Helena Gambim Fonseca https://orcid.org/0000-0002-3710-4060 [2]; Jardeliny Corrêa da Penha https://orcid.org/0000-0001-5956-9072 [1]; Alberto Pereira Madeiro https://orcid.org/0000-0002-5258-5982 [1]; Malvina Thaís Pacheco Rodrigues https://orcid.org/0000-0001-5501-0669 [1]; Ariel de Sousa Melo https://orcid.org/0000-0001-5846-3719 [1]; Márcio Dênis Medeiros Mascarenhas https://orcid.org/0000-0001-5064-2763 [1]

Resumo *Com o objetivo de estimar a prevalência de antígenos e anticorpos anti-SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade, realizou-se inquérito sorológico de base institucional em sete unidades prisionais de quatro municípios do estado do Piauí, em abril-outubro/2022. Adotou-se amostragem probabilística por conglomerado. Realizaram-se entrevistas, testes rápidos e exames sorológicos para detecção de antígenos e anticorpos anti-SARS-CoV-2. Calcularam-se prevalências, associações estatísticas por teste qui-quadrado e razões de prevalência por meio de regressão de Poisson. Dentre os 848 participantes, a prevalência de antígenos foi de 1,1%. A prevalência de anticorpos anti-SARS-CoV-2 variou de 6,5% (IgM-S) a 98,9% (IgG-S). Não foram identificadas diferenças da prevalência de antígenos. A prevalência de anticorpos IgG-N e IgG-S foi maior entre os detentos de Teresina (RP=1,41; IC95%: 1,08-1,46; RP=1,03; IC95%: 1,01-1,05). Ter recebido ao menos duas doses de vacina contra COVID-19 aumentou a soropositividade de anticorpos (IgM-S RP=2,08; IC95%: 1,01-4,29; IgG-N RP=1,26: IC95%: 1,08-1,46; IgG-S RP=1,02; IC95%: 1,01-1,04). Esses dados reforçam o impacto positivo da vacinação e outras medidas de controle adotadas na população encarcerada durante a pandemia de COVID-19.*
Palavras-chave *COVID-19, SARS-CoV-2, Prisioneiros, Inquéritos Epidemiológicos, Prevalência*

Abstract *Aiming to estimate the prevalence of anti-SARS-CoV-2 antigens and antibodies among incarcerated individuals, an institution-based serological survey was conducted in seven prison units across four municipalities in the state of Piauí, Brazil, from April to October 2022. A probabilistic cluster sampling method was adopted. Interviews, rapid tests, and serological assays were performed to detect anti-SARS-CoV-2 antigens and antibodies. Prevalence rates, statistical associations using the chi-square test, and prevalence ratios through Poisson regression were calculated. Among the 848 participants, antigen prevalence was 1.1%. The prevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies ranged from 6.5% (IgM-S) to 98.9% (IgG-S). No significant differences were observed in antigen prevalence. The prevalence of IgG-N and IgG-S antibodies was higher among inmates in Teresina (PR=1.41; 95%CI: 1.08-1.46; PR=1.03; 95%CI: 1.01-1.05). Receiving at least two doses of a COVID-19 vaccine increased antibody seropositivity (IgM-S PR=2.08; 95%CI: 1.01-4.29; IgG-N PR=1.26; 95%CI: 1.08-1.46; IgG-S PR=1.02; 95%CI: 1.01-1.04). These findings reinforce the positive impact of vaccination and other control measures implemented in the incarcerated population during the COVID-19 pandemic.*
Key words *COVID-19, SARS-CoV-2, Prisoners, Epidemiological Surveys, Prevalence*

Resumen *Con el objetivo de estimar la prevalencia de antígenos y anticuerpos anti-SARS-CoV-2 en personas privadas de libertad, se realizó una encuesta serológica de base institucional en siete unidades penitenciarias de cuatro municipios del estado de Piauí, entre abril y octubre de 2022. Se adoptó un muestreo probabilístico por conglomerados. Se llevaron a cabo entrevistas, pruebas rápidas y exámenes serológicos para la detección de antígenos y anticuerpos anti-SARS-CoV-2. Se calcularon prevalencias, asociaciones estadísticas mediante la prueba de ji cuadrado y razones de prevalencia mediante regresión de Poisson. Entre los 848 participantes, la prevalencia de antígenos fue del 1,1%. La prevalencia de anticuerpos anti-SARS-CoV-2 varió del 6,5% (IgM-S) al 98,9% (IgG-S). No se identificaron diferencias en la prevalencia de antígenos. La prevalencia de anticuerpos IgG-N e IgG-S fue mayor entre los reclusos de Teresina (RP=1,41; IC95%: 1,08-1,46; RP=1,03; IC95%: 1,01-1,05). Haber recibido al menos dos dosis de la vacuna contra la COVID-19 aumentó la seropositividad de anticuerpos (IgM-S RP=2,08; IC95%: 1,01-4,29; IgG-N RP=1,26; IC95%: 1,08-1,46; IgG-S RP=1,02; IC95%: 1,01-1,04). Estos datos refuerzan el impacto positivo de la vacunación y otras medidas de control adoptadas en la población encarcelada durante la pandemia de COVID-19.*
Palabras clave *COVID-19, SARS-CoV-2, Reclusos, Encuestas Epidemiológicas, Prevalencia*

[1] Programa de Pós-Graduação em Saúde e Comunidade, Universidade Federal do Piauí. Av. Universitária, Campus Ministro Petrônio Portella, Ininga. 64049-550 Teresina PI Brasil. lianaosorio25@gmail.com
[2] Fundação Oswaldo Cruz. Fortaleza CE Brasil.

Introdução

A pandemia causada pela rápida disseminação do vírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave do Coronavírus 2 (SARS-CoV-2) impôs à população mudanças drásticas no cotidiano, como a restrição do contato social, a necessidade de isolamento, e a adoção de novas práticas diárias, como o uso de máscaras faciais, álcool em gel e a higienização constante das mãos[1].

Os desafios de controle se tornaram mais agravantes em relação às pessoas privadas de liberdade (PPL), considerando as condições e vulnerabilidades específicas observada nas unidades prisionais (UP), que se tornaram um dos principais focos de preocupação durante a pandemia da COVID-19. Estima-se que a taxa de transmissão do vírus SARS-CoV-2 nesse ambiente pode ser significativamente maior do que na população geral. Enquanto uma pessoa infectada fora das prisões transmite o vírus para uma ou duas pessoas, um detento pode potencialmente infectar até 10 pessoas, incluindo outros detentos, agentes penitenciários, prestadores de serviço e visitantes, representando um risco considerável, não só para a propagação dentro das UP, mas também para a comunidade externa[2,3].

Para ilustrar como o ambiente das UP é propício à disseminação do SARS-CoV-2, no Brasil, em junho de 2020, foram registrados 4.256 casos de COVID-19 entre as PPL e servidores, com 58 óbitos. Isso representou um aumento de 24,1% em relação aos meses anteriores, em um intervalo de apenas 30 dias[4].

Nesse contexto, medidas foram implementadas para conter a disseminação e circulação do SARS-CoV-2 nas UP. A maioria dos países adotou a suspensão de atividades em grupo, visitas e transferências, além de reduzir o número de detentos, limitar novas admissões, adotar medidas alternativas para o cumprimento da pena e realizar testagens em massa de forma oportuna[5].

Nos Estados Unidos, a testagem em massa em instituições carcerárias mostrou que a prevalência de SARS-CoV-2 alcançou níveis de positividade de 86,8%. Essa estratégia permitiu a identificação de novos casos, ajudando a prevenir a disseminação do vírus e fornecendo uma avaliação mais precisa da prevalência da COVID-19. Como resultado, os dados de casos confirmados aumentaram de 642 para 8.239, representando um crescimento de 1,5 a 157 vezes em cada instalação[6].

A detecção precoce de casos e o monitoramento da soroprevalência são fundamentais para implementar medidas de controle eficazes, protegendo tanto a população carcerária quanto a comunidade. Considerando esse contexto, esse estudo tem o objetivo de estimar a prevalência de antígenos e anticorpos anti-SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade no estado do Piauí.

Os resultados da pesquisa poderão melhorar a assistência à saúde no Piauí, informar estratégias de prevenção, aprimorar políticas de saúde, reduzir a transmissão do vírus, fortalecer a infraestrutura das equipes de saúde nas prisões e preparar as autoridades para futuras pandemias, promovendo a equidade e o fortalecimento do direito à saúde das PPL.

Material e métodos

Estudo transversal analítico, do tipo inquérito sorológico de base institucional, baseado no protocolo da OMS[7] para investigar a soroprevalência do SARS-CoV-2 e mapear a exposição ao vírus em PPL.

O estado do Piauí conta com 14 UP, as quais abrigam cerca de 4.297 PPL. Foram incluídas no estudo sete UP, escolhidas pela Secretaria de Justiça do Piauí (SEJUS-PI), por representarem cerca de 80% da população carcerária do estado, localizadas estrategicamente em quatro municípios de diferentes regiões: uma UP em Parnaíba, ao Norte; quatro UP na área metropolitana, incluíndo as cidades de Teresina (três UP) e Altos (uma UP), situadas na região Central; e duas UP na cidade de Picos, no Sul. Entre as instituições selecionadas, três possuem Equipes de Atenção Primária Prisional (EAPP), estabelecidas de acordo com os critérios da Política Nacional de Atenção Integral à Saúde das PPL no Sistema Prisional (PNAISP).

A população do estudo foi constituída pelas PPL de ambos os sexos, presentes nas sete UP no dia da coleta de dados, entre os meses de abril a outubro de 2022.

O tamanho da amostra foi calculado na plataforma OpenEpi®, versão 3.01, por meio da equação: n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d2 / Z2 1-α/2 * (N-1) + p * (1-p)], sendo N = tamanho da população privada de liberdade das UP selecionadas (N=3.498); p = prevalência esperada de 50%; EDFF = efeito de desenho por conglomerado igual a 2,0; d = erro tolerável de 5%; e Z = escore padrão de distribuição normal de 1,96 (delimita 95% do nível de confiança). O número mínimo de pessoas privadas de liberdade foi de 693, acrescido de 20% para compensar eventuais

recusas e ausências devido às constantes transferências que ocorrem na dinâmica das UP. Assim, o tamanho final da amostra foi de 832 pessoas privadas de liberdade.

Adotou-se amostragem probabilística por conglomerado com estágio de seleção único, sendo a cela considerada a unidade primária de amostragem (UPA). Nas UP com mais de 30 internos, foram sorteadas celas por meio de amostragem com probabilidade proporcional ao tamanho (PPT).

Para determinar o número de celas a serem sorteadas, calculou-se a média de internos por cela, considerando a razão entre o número total de internos e o número de celas. Dividindo-se o tamanho da amostra de cada UP com mais de 30 internos (n=808) pela média de internos por cela, determinou-se o número de celas em que deveriam ser realizadas as entrevistas (n=113). Nas duas UP com menos de 30 internos, não houve sorteio de celas, sendo incluídas na pesquisa todos os internos presentes no dia da entrevista em duas instituições femininas situadas em Parnaíba e Picos.

As entrevistas foram realizadas mediante aplicação de formulário eletrônico com perguntas padronizadas e estruturadas, com variáveis adaptadas de instrumentos utilizados em outros inquéritos realizados no Brasil sobre COVID-19[1,2,8-10].

O dispositivo utilizado para a coleta de dados foi um tablet que operava com o aplicativo EpiCollect, uma plataforma desenvolvida para a coleta, armazenamento e disseminação de dados[11]. Enquanto dentro das UP, os *tablets* funcionavam em modo off-line. Ao término do dia de coleta, os dispositivos eram conectados à Internet fora das unidades para transferir os dados das entrevistas realizadas naquela data.

As variáveis dependentes foram referentes ao resultado positivo de exames para detecção de antígeno e anticorpos anti-SARS-CoV-2: a) teste rápido de antígeno (não, sim); b) sorologia para imunoglobulina G anti-nucleocapsídeo – IgG-N (não, sim); c) sorologia para imunoglobulina G anti-spike – IgG-S (não, sim); d) sorologia para imunoglobulina M anti-spike – IgM-S (não; sim).

As variáveis independentes foram: a) Localização do presídio (Altos, Parnaíba, Picos, Teresina); b) Sexo (feminino, masculino); c) Faixa etária (18-24, 25-34, 35-73 anos); d) Cor da pele (branca, negra [preta+parda], outras [amarela+indígena]); e) Escolaridade (até fundamental completo, ensino médio ou mais); f) Água e sabão na cela (não, sim); g) Comorbidades referidas (nenhuma, uma ou mais); h) Sintomas relacionados à COVID-19 (nenhum, um ou mais); i) Diagnóstico prévio de COVID-19 autorrelatado (não, sim); j) Vacina contra COVID-19 (≥2 doses) (não, sim).

Antes do início da coleta de dados, solicitou-se a cada UP uma lista nominal atualizada das PPL, organizada por pavilhão e cela. Essa lista foi utilizada para sortear as celas e localizar os participantes que fariam parte da amostra do estudo, por meio da geração de código para cada participante e previsão do quantitativo de material utilizado diariamente.

Foram coletadas amostras de secreção nasofaríngea via *swab* (cotonete) nasal para teste rápido de antígeno para SARS-CoV-2, utilizando-se o kit do Teste Rápido COVID Ag, do Instituto de Biologia Molecular do Paraná (IBMP), destinado à detecção qualitativa de antígenos virais do SARS-CoV-2 em pacientes com suspeita de COVID-19 ou que tiveram contato com pessoas infectadas (https://www.ibmp.org.br/).

Também foram coletadas amostras de 5 mL de sangue venoso por um dos profissionais de enfermagem integrantes da equipe de coleta em consonância com as normas de biossegurança. Ao final do turno de coleta, as amostras de sangue eram acondicionadas em caixas térmicas e transferidas ao laboratório, onde permaneciam em temperatura ambiente por, no máximo, 4 horas antes de serem centrifugadas a 500 g por 10 minutos para remoção do soro. As amostras de soro foram aliquotadas e congeladas a -20 ºC no Laboratório de Parasitologia e Entomologia Sanitária (LAPES/UFPI). A seguir, as amostras foram transferidas para o Laboratório de Sorologia da Unidade de Diagnósticos da Fiocruz-Ceará (UNADIG/FIOCRUZ-CE), onde foram realizados todos os exames de sorologia.

As amostras de soro foram utilizadas para detectar a presença de anticorpos IgM para a proteína *spike* (S) e IgG para a proteína S e nucleocapsídeo (N) do SARS-CoV-2, por meio de sorologia a partir do método de imunoensaio por quimioluminescência (CLIA). A presença dos anticorpos foi verificada usando o equipamento Abbott Architect i2000SR (Abbott®) (https://www.abbott.com).

Para compensar as diferenças entre as probabilidades de sorteio da amostra, foram introduzidos pesos de delineamento na etapa de análise de dados, expressos pelo inverso das frações de amostragem (*F=1/f*). O peso de delineamento pode ser compreendido como o número de internos das UP representados para cada interno entrevistado.

Os dados foram analisados no programa *Stata*, versão 16.1, utilizando-se o módulo *survey* e respeitando-se o plano amostral complexo e a ponderação da amostra. Foram calculadas prevalências, razões de prevalência (RP) e respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%) para diferentes desfechos segundo variáveis independentes, por meio da regressão de Poisson com variância robusta. Para verificar a associação entre as variáveis independentes e os desfechos de interesse, utilizou-se o teste do qui-quadrado de Pearson, ao nível de significância de 5%.

O projeto foi autorizado pela SEJUS-PI e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, conforme parecer nº 4.578.002, de 08/03/2021. Foram respeitadas as diretrizes éticas para pesquisas envolvendo seres humanos, conforme Resolução 466/2012. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo, riscos e vantagens. As PPL que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Resultados

Foram avaliadas 848 pessoas privadas de liberdade. A maioria dos entrevistados era do sexo masculino (95,5%), com 25 a 34 anos de idade (40,0%), cor de pele negra (84,6%), escolaridade até ensino fundamental completo (70,9%) e acesso a água e sabão na cela (98,0%). Cerca de um terço da amostra referiu algum tipo de comorbidade ou condição crônica (33,7%). A referência a sintomas relacionadas à COVID-19 foi registrada por 71,5% dos detentos. Um a cada cinco detentos referiu diagnóstico prévio de COVID-19 (22,2%) e 67,0% referiram ter recebido duas ou mais doses de vacina contra COVID-19. Todos os detentos realizaram teste rápido de antígeno, sendo verificada infecção atual para apenas 1,1% deles, sem diferença estatística segundo as variáveis exploradas nesta análise (Tabela 1).

A prevalência de anticorpos IgG-N anti-SARS-CoV-2 nas PPL foi de 55,4%. Houve associação estatisticamente significativa em relação às seguintes variáveis: UP de Teresina (64,7%; RP=1,41; IC95%: 1,19-1,65; p<0,001) e ter recebido duas ou mais doses da vacina contra a COVID-19 (59,3%; RP=1,26; IC95%=1,08-1,49; p<0,05) (Tabela 2).

A prevalência de anticorpos IgG-S anti-SARS-CoV-2 nas PPL foi de 98,9%, sendo significativamente superior entre detentos das UP localizadas em Teresina (100%; RP=1,03; IC95%: 1,01-1,05; p=0,005), com diagnóstico prévio de COVID-19 (100%; RP=1,01; IC95%: 1,01-1,02; p=0,002) e entre os que relataram terem recebido duas doses ou mais da vacina contra a COVID-19 (99,6%; RP=1,02; IC95%:1,01-1,04; p=0,027). A prevalência de anticorpos IgG-S anti-SARS-CoV-2 foi significativamente inferior em detentos do sexo masculino (98,8%; RP=0,99; IC95%: 0,98-0,99; p<0,002) e entre os que dispunham de água e sabão em suas celas (98,9%; RP=0,99; IC95%: 0,98-0,99; p=0,002) (Tabela 3).

A prevalência de anticorpos IgM-S anti-SARS-CoV-2 foi de 6,5%, sendo significativamente menor entre os detentos que dispunham de água e sabão em suas celas (6,1%; RP=0,23; IC95%: 0,08-0,71; p=0,011) e duas vezes maior entre os que relataram ter recebido duas ou mais doses da vacina contra COVID-19 (7,8%; RP=2,08; IC95%: 1,01-4,29; p=0,049) (Tabela 4).

O Quadro 1 apresenta as vacinas administradas na população do estudo. As vacinas Janssen, AstraZeneca e Pfizer atuam diretamente na proteína *spike* (S), enquanto a CoronaVac tem como alvo a proteína do nucleocapsídeo (N).

Discussão

Esse inquérito sorológico investigou a prevalência de antígenos e anticorpos anti-SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade no Piauí. Por meio da realização dos testes rápidos de antígeno (Ag-TDRs) obteve-se positividade de 1,1% de antígenos contra SARS-CoV-2, enquanto os exames sorológicos demostraram positividade de 55,4% para IgG-N, 98,9% para IgG-S e 6,5% para IgM-S, evidenciando baixa prevalência da infecção ativa pelo SARS-CoV-2 e considerável imunidade induzida pelos imunobiológicos ou por infecções anteriores. Os resultados forneceram um panorama sobre o comportamento do vírus dentro do ambiente prisional.

A pesquisa utilizou uma das estratégias indicadas ao combate da COVID-19 dentro das UP, a testagem em massa nas PPL. Foram realizados dois tipos de exames: o teste de detecção rápida de antígeno (Ag-TDRs) e testes sorológicos que analisaram as proteínas S e N, escolhidos para análise por sua capacidade sorodiagnóstica e pela aptidão de levantar estatísticas a respostas imunológicas à vacina da COVID-19.

Os resultados revelaram alta prevalência de anticorpos IgG-S, sugerindo imunidade adquirida por vacinação ou infecções prévias. Em

Tabela 1. Prevalência de antígeno de SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade segundo variáveis sociodemográficas e clínicas. Piauí, 2022.

Variáveis	Total		Antígeno SARS-CoV-2 reagente				p-valor[a]
	n	%*	n	%*	RP	IC95%	
Total	848	100,0	10	1,1	-	-	-
Localização do presídio							
Altos	224	26,2	3	1,3	1,00	-	-
Parnaíba	146	14,7	4	2,6	1,93	(0,46-8,12)	0,367
Picos	126	14,3	-	-	-	-	-
Teresina	352	44,8	3	0,8	0,57	(0,12-2,77)	0,482
Sexo							
Feminino	86	4,5	2	2,5	1,00	-	-
Masculino	762	95,5	8	1,0	0,40	(0,08-1,91)	0,250
Faixa etária (em anos)							
18-24	275	32,6	5	1,4	1,00	-	-
25-34	330	40,0	1	0,3	0,23	(0,03-1,96)	0,176
35-73	242	27,4	4	1,7	1,22	(0,33-4,46)	0,762
Cor da pele							
Branca	118	13,9	1	0,8	1,00	-	-
Negra (preta+parda)	717	84,6	8	1,0	1,22	(0,15-10,06)	0,853
Outras (amarela+indígena)	13	1,5	1	5,5	6,53	(0,42-100,76)	0,177
Escolaridade							
Até fundamental completo	601	70,9	6	1,0	1,00	-	-
≥Ensino médio	247	29,1	4	1,4	1,40	(0,37-5,39)	0,617
Água e sabão na cela							
Não	16	2,0	1	6,5	1,00	-	-
Sim	832	98,0	9	0,9	0,15	(0,02-1,17)	0,070
Comorbidades referidas							
Nenhuma	552	66,3	7	1,2	1,00	-	-
Uma ou mais	296	33,7	3	0,8	0,64	(0,15-2,79)	0,549
Sintomas relacionados à COVID-19							
Nenhum	239	28,5	4	1,7	1,00	-	-
Um ou mais	609	71,5	6	0,8	0,47	(0,12-1,77)	0,263
Diagnóstico prévio de COVID-19							
Não	657	77,8	8	1,2	1,00	-	-
Sim	191	22,2	2	0,7	0,55	(0,09-3,26)	0,509
Vacina contra COVID-19 (≥2 doses)							
Não	279	33,0	3	0,9	1,00	-	-
Sim	569	67,0	7	1,2	1,35	(0,30-6,03)	0,690

Notas: O total se refere a quantidade de detentos que aceitaram a realização da coleta de amostras biológicas, podendo variar de acordo com o tipo de exame realizado. *Percentual ponderado. RP: razão de prevalência; IC95%: intervalo de confiança de 95%. [a]Teste qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Autores.

contraste, a baixa detecção de antígenos (1,1%) indica baixa circulação ativa do vírus entre os participantes. Testes rápidos de antígeno demonstraram limitações em populações assintomáticas, sendo mais eficazes em indivíduos sintomáticos. Além disso, oferecem resultados em minutos, ajudando a interromper precocemente a cadeia de transmissão em pacientes com SARS-CoV-2[12].

Estudos realizados pela Universidade de Wisconsin utilizando testes rápidos de antígeno para COVID-19 em indivíduos assintomáticos evidenciaram sensibilidade de apenas 40% no grupo estudado, demonstrando uma ineficácia na detecção precisa do vírus, resultando em alta taxa de falsos negativos. Além disso, 67% dos resultados positivos em assintomáticos eram falsos, comprometendo a confiabilidade do

Tabela 2. Prevalência de anticorpos IgG-N anti-SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade segundo variáveis sociodemográficas e clínicas. Piauí, 2022.

Variáveis	Total		IgG-N reagente				p-valor[a]
	n	%*	n	%*	RP	IC95%	
Total	811	100,0	442	55,4	-	-	-
Localização do presídio							
Altos	215	26,2	99	46,1	1,00	-	-
Parnaíba	132	14,0	66	48,1	1,04	(0,83-1,31)	0,711
Picos	123	14,6	57	50,2	1,09	(0,89-1,33)	0,403
Teresina	341	45,2	220	64,7	1,41	(1,19-1,65)	<0,001
Sexo							
Feminino	80	4,5	39	51,9	1,00	-	-
Masculino	731	95,5	403	55,5	1,07	(0,78-1,46)	0,669
Faixa etária (em anos)							
18-24	263	32,4	140	53,7	1,00	-	-
25-34	317	40,2	186	59,2	1,10	(0,94-1,30)	0,224
35-73	230	27,4	116	52,0	0,97	(0,81-1,15)	0,714
Cor da pele							
Branca	112	13,8	56	50,8	1,00	-	-
Negra (preta+parda)	686	84,6	380	56,4	1,11	(0,92-1,24)	0,273
Outras (amarela+indígena)	13	1,6	6	42,2	0,83	(0,51-1,37)	0,463
Escolaridade							
Até fundamental completo	574	70,9	316	55,9	1,00	-	-
≥Ensino médio	237	29,1	126	54,0	0,97	(0,83-1,12)	0,650
Água e sabão na cela							
Não	16	2,1	9	56,2	1,00	-	-
Sim	795	97,9	433	55,4	0,98	(0,59-1,65)	0,955
Comorbidades referidas							
Nenhuma	531	66,5	290	54,8	1,00	-	-
Uma ou mais	280	33,5	152	56,4	1,03	(0,90-1,17)	0,679
Sintomas relacionados à COVID-19							
Nenhum	232	28,8	122	53,6	1,00	-	-
Um ou mais	579	71,2	320	56,1	1,05	(0,88-1,25)	0,617
Diagnóstico prévio de COVID-19							
Não	628	77,9	343	55,4	1,00	-	-
Sim	183	22,1	99	55,2	0,99	(0,85-1,17)	0,971
Vacina contra COVID-19 (≥2 doses)							
Não	262	32,5	123	47,2	1,00	-	-
Sim	549	67,5	319	59,3	1,26	(1,08-1,46)	0,003

Notas: O total se refere a quantidade de detentos que aceitaram a realização da coleta de amostras biológicas, podendo variar de acordo com o tipo de exame realizado. *Percentual ponderado. RP: razão de prevalência; IC95%: intervalo de confiança de 95%. [a]Teste qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Autores.

diagnóstico e subestimando a real prevalência da doença[13].

O exame Ag-TDR é realizado em kits práticos utilizando um *swab* que identifica partículas virais na amostra coletada. O resultado é disponibilizado em média de 15 a 60 minutos, não possuindo precisão tão fidedigna por não terem sensibilidade e especificidade de 100%. Assim, um único teste negativo não deve ser utilizado como critério para exclusão do diagnóstico da COVID-19 e sempre deve ser associado a outros exames mais específicos quando se tem sintomatologia suspeita[14,15].

Os Ag-TDRs são mais eficazes quando utilizados na fase aguda da doença, pois, nesse estágio, os pacientes apresentam maior replicação viral e sintomas. Embora não sejam indicados para uso em indivíduos assintomáticos, podem

Tabela 3. Prevalência de anticorpos IgG-S anti-SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade segundo variáveis sociodemográficas e clínicas. Piauí, 2022.

Variáveis	Total		IgG-S reagente				p-valor[a]
	n	%*	n	%*	RP	IC95%	
Total	811	100,0	802	98,9	-	-	-
Localização do presídio							
Altos	215	26,2	209	97,2	1,00	-	-
Parnaíba	132	14,0	131	99,1	1,02	(0,99-1,05)	0,145
Picos	123	14,6	121	98,1	1,01	(0,98-1,04)	0,560
Teresina	341	45,2	341	100	1,03	(1,01-1,05)	0,005
Sexo							
Feminino	80	4,5	80	100,0	1,00	-	-
Masculino	731	95,5	722	98,8	0,99	(0,98-,099)	0,002
Faixa etária (em anos)							
18-24	263	32,4	262	99,6	1,00	-	-
25-34	317	40,2	313	98,8	0,99	(0,98-1,06)	0,245
35-73	230	27,4	226	98,1	0,98	(0,96-1,01)	0,140
Cor da pele							
Branca	112	13,8	111	99,1	1,00	-	-
Negra (preta+parda)	686	84,6	678	98,8	0,99	(0,98-1,02)	0,752
Outras (amarela+indígena)	13	1,6	13	100,0	1,01	(0,99-1,03)	0,323
Escolaridade							
Até fundamental completo	574	70,9	569	99,1	1,00	-	-
Ensino médio ou mais	237	29,1	233	98,3	0,99	(0,97-1,010)	0,385
Água e sabão na cela							
Não	16	2,1	16	100,0	1,00	-	-
Sim	795	97,9	786	98,9	0,99	(0,98-0,99)	0,002
Comorbidades referidas							
Nenhuma	531	66,5	524	98,7	1,00	-	-
Uma ou mais	280	33,5	278	99,3	1,01	(0,99-1,02)	0,400
Sintomas relacionados à COVID-19							
Nenhum	232	28,8	229	98,7	1,00	-	-
Um ou mais	579	71,2	573	98,9	1,01	(0,98-1,02)	0,751
Diagnóstico prévio de COVID-19							
Não	628	77,9	619	98,6	1,00	-	-
Sim	183	22,1	183	100,0	1,01	(1,01-1,02)	0,002
Vacina contra COVID-19 (≥2 doses)							
Não	262	32,5	255	97,4	1,00	-	-
Sim	549	67,5	547	99,6	1,02	(1,01-1,04)	0,027

Notas: O total se refere a quantidade de detentos que aceitaram a realização da coleta de amostras biológicas, podendo variar de acordo com o tipo de exame realizado. *Percentual ponderado. RP: razão de prevalência; IC95%: intervalo de confiança de 95%. [a]Teste qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Autores.

ser aplicados em contatos de casos positivos, especialmente em populações que vivem em aglomerações, como as PPL. O período ideal para sua realização é entre 5 e 7 dias após o início dos primeiros sintomas[15].

Os Ag-TDRs utilizam o método de imunodetecção de fluxo lateral, capaz de identificar nas secreções das vias respiratórias as proteínas do SARS-CoV-2 principalmente a nucleocapsídeo viral. Sua sensibilidade é de 94% e sua especificidade chega a 97%[16].

Em Utrecht, na Holanda, e em Aruba, nos centros comunitários de testes para COVID-19, foi avaliado o desempenho dos testes rápidos de antígenos em 1.369 indivíduos. Desses, 101 apresentaram resultado positivo no teste rápido de antígeno, com uma alta carga viral. Observou-se a presença de resultados falso-negativos

Tabela 4. Prevalência de anticorpos IgM-S anti-SARS-CoV-2 em pessoas privadas de liberdade segundo variáveis sociodemográficas e clínicas. Piauí, 2022.

Variáveis	Total		IgM-S reagente				p-valor[a]
	n	%*	n	%*	RP	IC95%	
Total	810	100,0	51	6,5	-	-	-
Localização do presídio							
Altos	214	26,2	10	4,7	1,00	-	-
Parnaíba	132	14,0	3	1,9	0,42	(0,10-1,77)	0,234
Picos	123	14,6	7	5,9	1,26	(0,52-3,01)	0,604
Teresina	341	45,2	31	9,2	1,97	(0,92-4,21)	0,080
Sexo							
Feminino	80	4,5	4	5,3	1,00	-	-
Masculino	730	95,5	47	6,6	1,25	(0,35-4,52)	0,731
Faixa etária (em anos)							
18-24	263	32,4	10	3,8	1,00	-	-
25-34	317	40,2	24	7,7	2,03	(0,91-4,50)	0,081
35-73	229	27,4	17	8,1	2,14	(0,91-5,01)	0,079
Cor da pele							
Branca	112	13,8	7	6,0	1,00	-	-
Negra (preta+parda)	685	84,6	44	6,7	1,11	(0,45-2,73)	0,816
Outras (amarela+indígena)	13	1,6	-	-	-	-	-
Escolaridade							
Até fundamental completo	574	70,9	36	6,3	1,00	-	-
Ensino médio ou mais	236	29,1	15	7,0	1,11	(0,61-2,01)	0,729
Água e sabão na cela							
Não	16	2,1	4	26,0	1,00	-	-
Sim	794	97,9	47	6,1	0,23	(0,08-0,71)	0,011
Comorbidades referidas							
Nenhuma	530	66,5	35	7,0	1,00	-	-
Uma ou mais	280	33,5	16	5,6	0,80	(0,42-1,49)	0,474
Sintomas relacionados à COVID-19							
Nenhum	231	28,8	15	6,8	1,00	-	-
Um ou mais	579	71,2	36	6,4	0,95	(0,52-1,71)	0,855
Diagnóstico prévio de COVID-19							
Não	627	77,9	38	6,2	1,00	-	-
Sim	183	22,1	13	7,5	1,20	(0,64-2,26)	0,567
Vacina contra COVID-19 (≥2 doses)							
Não	261	32,5	10	3,8	1,00	-	-
Sim	549	67,5	41	7,8	2,08	(1,01-4,29)	0,049

Notas: O total se refere a quantidade de detentos que aceitaram a realização da coleta de amostras biológicas, podendo variar de acordo com o tipo de exame realizado. *Percentual ponderado. RP: razão de prevalência; IC95%: intervalo de confiança de 95%. [a]Teste qui-quadrado de Pearson.

Fonte: Autores.

em indivíduos com baixa carga viral, reforçando a eficácia e confiabilidade desses testes quando realizados em pessoas com alta carga viral, quando os sintomas estão presentes[17].

Nesta pesquisa com PPL do Piauí, a detecção de anticorpos por exames sorológicos revelou valores de 55,4% para IgG-N, 98,9% para IgG-S e 6,5% para IgM-S. Como as proteínas S e N foram utilizadas na produção de algumas vacinas administradas na população do estudo, presume-se que a positividade represente resposta imunológica induzida pela vacina. Por outro lado, a positividade de anticorpos contra a proteína N sugere resposta imunológica à infecção pregressa por SARS-CoV-2, ou seja, COVID-19 prévia.

A análise de anticorpos é uma estratégia eficaz para compreender e combater uma doença,

Quadro 1. Vacinas disponibilizadas nas Unidades Prisionais no estado do Piauí, 2021-2023.

Unidades prisionais	1ª dose	2ª dose	3ª dose	Reforço	Proteína alvo
Femina - Teresina	CoronaVac (Jun/21)	CoronaVac (Jul/21)	CoronaVac (Fev/22)		N e S
Penitenciária Professor José Ribamar Leite -Teresina	Janssen (Jun/21)	Janssen (Jun e Jul/21) AstraZeneca (Fev/22)			S
Irmão Guido - Teresina	AstraZeneca (Mai/21)	Astrazeneca (Ago/21-Set/22) Pfizer (Abr/23)	Janssen (Jul/21) Pfizer (Set/22)	Janssen (Fev/22)	S
		CoronaVac (Set/22)			N e S
Feminina Pref. Adalberto de Moura Santos - Picos	AstraZeneca (Jun/21)	AstraZeneca (Set/21)	Janssen (Mar/22)	AstraZeneca (Ago/22) Pfizer (Jun/23)	S
Penitenciária José de Deus Barros - Picos	Pfizer (Jun/21)	Pfizer (Set/21)	Pfizer (Fev/21)	Pfizer (Ago/22)	S
Mista Juiz Fontes Ibiapina - Parnaíba	Coronavac (Jun/21-22)	Coronavac (Fev-Jun/22)			N e S
			AstraZeneca (Fev/22)		S

Notas: N: Nucleocapsídeo e S: Spike.

Fonte: SEJUS-PI, 2023.

pois permite identificar pessoas infectadas pelo SARS-CoV-2. Embora os resultados levem mais tempo para serem disponibilizados, esse método detecta a presença da IgM, que é produzida nos estágios iniciais da infecção, sendo um marcador amplamente utilizado para identificar infecções precoces ou agudas. A IgG, por sua vez, indica infecção passada, com ou sem sintomas, além de permitir a identificação de respostas imunológicas de médio e longo prazo, sejam elas naturais ou induzidas por vacinas[18,19].

As imunoglobulinas IgG e IgM são detectadas nos exames sorológicos em momentos diferentes: a IgM geralmente aparece cerca de 10 dias após o início dos sintomas, enquanto a IgG costuma ser identificada após 15 dias. A IgG permanece no organismo por um período mais prolongado em comparação à IgM, refletindo a resposta imunológica do corpo ao agente infeccioso[20].

A resposta imunológica à COVID-19 resulta na produção de anticorpos que previnem uma reinfecção pelo SARS-CoV-2 em um curto intervalo de tempo após a doença. O vírus possui duas proteínas estruturais (*spike*-S e nucleocapsídeo-N) que atuam diretamente na resposta imunológica. Os anticorpos específicos se ligam à proteína S, ao domínio de ligação ao receptor (RBD) ou S1, bloqueando a interação do vírus com o receptor de enzima conversora de angiotensina (ACE2) da célula hospedeira, impedindo a sua entrada na célula. Além disso, os anticorpos contra a proteína N interferem na replicação do vírus, dificultando a formação de novas partículas virais dentro da célula[21].

Os testes para detectar os anticorpos IgG-S e N são usados para verificar se uma pessoa foi exposta ao vírus ou desenvolveu uma resposta imunológica após a vacinação. Esses anticorpos geralmente surgem semanas após a infecção ou imunização e podem permanecer no organismo por meses ou até anos[22,23].

A proteína N contém focos antigênicos responsáveis por estimular a produção e multiplicação de anticorpos como parte da resposta imunológica natural após a infecção. Por outro lado, a glicoproteína S é responsável por se ligar à membrana celular, facilitando a entrada do vírus na célula hospedeira e iniciando o processo infeccioso[24].

Devido a esse papel fundamental no contato do vírus com a célula hospedeira essas proteínas tornaram-se alvos na produção de várias vacinas, principalmente a proteína S. As vacinas

da Pfizer-BioNTech têm como principal alvo a proteína S, utilizando RNA mensageiro para codificar a proteína S, AstraZeneca e Janssen se baseiam em vetores virais não replicantes que também utilizam a proteína S. A CoronaVac, por ser uma vacina de vírus inativado, oferece uma resposta imune mais ampla, envolvendo tanto a proteína S quanto a N[25].

A maioria das vacinas aplicadas nas UP do estudo induziu a produção de anticorpos neutralizantes voltados para a proteína S, prevenindo a infecção ao bloquear a entrada do vírus nas células, justificando uma maior proporção da presença de anticorpos IgG-S em relação aos anticorpos IgG-N.

Os testes sorológicos para COVID-19 analisam essas proteínas virais e detectam a presença de anticorpos no sangue, plasma ou soro, o que pode indicar infecções passadas ou atuais, bem como a eficácia da resposta imunológica à vacinação. A sensibilidade dos testes pode variar conforme a evolução da doença, sendo menor nas fases iniciais, já que sua eficácia depende da quantidade de anticorpos produzidos, a qual varia conforme a manifestação dos sintomas[26].

A proteína S pode indicar tanto uma resposta à vacinação quanto uma resposta imunológica que persiste por períodos prolongados nos indivíduos após a infecção por COVID-19. Há registros que revelam alta prevalência de células B de memória específicas para o domínio RBD da proteína *Spike*, com 92,9% dos casos apresentando imunidade no intervalo de 2 a 3 meses e 80,6% entre 4 e 5 meses[27].

Este achado foi encontrado em outro estudo que revelou a circulação em um intervalo de tempo maior do IgG-S no organismo do que a proteína IgG-N, o que pode ser justificado por uma resposta vacinal, tendo em vista a utilização da proteína S para produção de imunizantes, outra possibilidade levantada seria uma reinfecção, assim como também a sua capacidade de se manter mais tempo dentro do corpo após a infecção[28].

Em outra pesquisa, justificou-se a utilização da proteína S na produção de vacinas contra a COVID-19 devido ao seu desempenho singular na ligação viral permitindo a entrada do vírus na célula hospedeira pelo seu domínio RDB. Como resultado, produz-se anticorpos neutralizantes que agem bloqueando a interação com o receptor induzindo uma resposta imune contra a COVID-19[29].

A monitoração da proteína N serve como ferramenta para acompanhar o vírus em pacientes assintomáticos, e isso foi revelado em um estudo realizado com doadores de sangue saudáveis em Milão, analisando a soroprevalência de SARS-CoV-2, resultando em significativa detecção de anticorpos IgG-N nesse público que não apresentava sintomas para COVID-19 no ato da coleta[30].

Porém, em uma análise longitudinal de sorologia da infecção por SARS-CoV-2 após a convalescença, demonstrou-se que, independentemente da gravidade da doença, os indivíduos desenvolveram uma resposta imunológica longa para a COVID-19 e mantiveram estabilidade de até 8 meses na quantidade de anticorpos IgG-N e S[31,32].

Ademais, destaca-se que existem fatores de risco que podem aumentar a vulnerabilidade à COVID-19. Variáveis como idade, sexo, cor da pele, escolaridade e presença de comorbidades, exploradas na presente pesquisa, podem influenciar tanto na suscetibilidade à infecção quanto na gravidade da doença[33].

A respeito disso, investigação realizada em São Paulo, com casos graves de pacientes hospitalizados e óbitos relacionados à COVID-19, revelou que a maioria dos pacientes internados era do sexo masculino e apresentaram maior risco de agravamento e mortalidade por COVID-19, devido ao maior número de comorbidades e adesão a comportamentos de risco como o consumo de álcool e cigarro, exposição ocupacional e diferenças imunológicas[34]. E outro estudo, também realizado na cidade de São Paulo, que analisou casos de COVID-19 que evoluíram para óbito, identificou que a maioria dos casos positivos envolvia pessoas do sexo masculino, negras e pardas, com baixa escolaridade, menor renda, vivendo em condições de aglomeração domiciliar e em áreas de vulnerabilidade[35,36].

Por outro lado, há que se ressaltar que a população do presente estudo tinha acesso aos recursos ideais de higiene e proteção, entretanto, a falta de orientação adequada sobre como usá-los adequadamente pode ter resultado em um uso inadequado desses recursos. Isso pode, paradoxalmente, aumentar o risco de contaminação e espalhar ainda mais o vírus, em vez de reduzir a sua propagação[37,38].

Em suma, encontrar-se encarcerado compromete a saúde dos indivíduos, aumentando a suscetibilidade a infecções e intensificando a severidade de doenças como a COVID-19, especialmente em condições de saúde e ambiente precárias. As prisões apresentam um risco constante de contágio pelo coronavírus, em parte devido à transmissão por portadores assintomáticos e por essa população apresentar doenças

infectocontagiosas e outras condições crônicas, além dos fatores ambientais que favorecem a maior circulação do vírus.

A análise das respostas imunológicas por meio dos anticorpos IgG-N, S e IgM-S, naturais ou induzidas pelos imunobiológicos, permitiu um maior entendimento do comportamento do vírus no ambiente prisional, frente às estratégias de contenção adotadas. A investigação também contribuiu para avaliar a eficácia das vacinas aplicadas nesta população, fornecendo insights sobre a situação das PPL e a efetividade das medidas implementadas no combate à pandemia de COVID-19. Este estudo oferece uma visão detalhada sobre as condições de vida dos indivíduos nas UP.

Entretanto, o estudo apresenta algumas limitações: a rotatividade das PPL nas celas em algumas UP, o que demandou novos sorteios e conferência das celas antes de iniciar a coleta; a indisponibilidade de um espaço reservado para responder às perguntas do questionário, o que pode ter gerado influência ou constrangimento pela presença dos demais detentos da mesma cela e dos policiais penais; e o curto espaço de tempo diário para a realização das coletas, que precisou ser ajustado à rotina das UP para garantir segurança e não interferir nas atividades regulares.

Para mitigar o impacto da rotatividade, sugerimos análises que considerem separadamente os dados de grupos fixos e dinâmicos. Além disso, acordos interinstitucionais para garantir a continuidade da coleta de dados com participantes transferidos entre unidades. Em relação à falta de privacidade, recomendam-se entrevistas individuais em espaços reservados dentro das limitações do ambiente prisional ou o uso de questionários autoaplicados em dispositivos eletrônicos para aumentar a confidencialidade das respostas. Apesar dessas limitações, todas as etapas e objetivos do estudo foram alcançados.

Conclusão

Esta pesquisa ofereceu uma compreensão sobre a prevalência de antígenos e anticorpos contra SARS-CoV-2 entre as PPL no Piauí. O estudo demonstrou baixa prevalência de infecções ativas pelo SARS-CoV-2 (1,1%) e alta prevalência de anticorpos IgG-S (98,9%) entre as PPL, atribuída à imunização e exposições prévias. Esses achados reforçam a eficácia das medidas de vacinação e controle implementadas. Além disso, somente 6,5% dos participantes apresentaram anticorpos IgM-S, o que pode refletir infecções recentes.

Esses dados associados as variáveis exploradas sugerem que as medidas de vacinação foram eficazes em conter a disseminação ativa do vírus e promover uma resposta imune protetora na população carcerária.

As evidências apresentadas neste estudo oferecem uma base sólida para avaliar as políticas públicas implementadas durante o período pandêmico nas UP. Por fim, este estudo contribui para o registro histórico da disseminação da COVID-19, fornecendo dados importantes que poderão ser utilizados em ações a serem conduzidas pelos órgãos da Justiça e de Saúde responsáveis pela assistência as PPL e ainda em pesquisas futuras realizadas com essa população.

Colaboradores

LO Fernandes foi responsável pela construção do artigo, desde a escolha do tema, conjuntura, análise e discussão dos resultados, como também a revisão. MTP Rodrigues e A Sousa foram responsáveis pela metodologia e submissão do comitê de ética. JC Penha, JCG Lira Neto, MHG Fonseca e AP Madeiro foram responsáveis pela análise e revisão do manuscrito. MDM Mascarenhas foi responsável pela construção de todo o manuscrito, como metodologia, análise dos dados, montagem dos resultados e discussão dos resultados.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e, em particular, ao curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Comunidade (PPGSC), Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí (FAPEPI) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). À Secretaria de Justiça do Estado do Piauí (SEJUS) e à Secretaria de Saúde do Estado do Piauí (SESAPI). Aos detentos que concordaram em participar do estudo. À Dra. Veruska Cavalcanti Barros (Laboratório de Parasitologia e Entomologia Sanitária-LAPES/UFPI). Ao Centro de Inteligência em Agravos Tropicais Emergentes e Negligenciados (CIATEN).

Financiamento

Essa pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Piauí (FAPEPI), por meio do PPSUS, e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Declaração de disponibilidade de dados

As fontes de dados utilizados na pesquisa estão indicadas no corpo do artigo.

Referências

1. Bianchi EN, Macedo LR, Maciel ELN, Sá RT, Silva AI, Duque CLC, Jabor PM, Gomes CC, Cardoso OA, Lira PS, Zanotti RL, Magno Filho SJS, Zandonad E. Prevalência de infecção por SARS-CoV-2 e fatores associados em pessoas privadas de liberdade no Espírito Santo, Brasil. *Cad Saude Publica* 2022; 38(2):e00094721.
2. Carvalho SG, Santos ABS, Santos IM. A pandemia no cárcere: intervenções no superisolamento. *Cien Saude Colet* 2020; 25(9):3493-3502.
3. Reina J. The SARS-CoV-2, a new pandemic zoonosis that threatens the world. *Vacunas* 2020; 21(1):17-22.
4. Benetti SAW, Bugs DG, Pretto CR, Andolhe R, Ammar M, Stumm EMF, Goi CB. Estratégias de enfrentamento da COVID-19 no cárcere: relato de experiência. *Rev Bras Saude Ocup* 2021; 46:30.
5. Guerrero JG, Remartínez EJV. Regulations Against the COVID-19 pandemic in spanish prisons. *Cuad Bioetica* 2022; 33(107):89-98.
6. Hagan MI, Williams SP, Spaulding AC, Toblin RL, Figlenski J, Ocampo J, Tara Ross T, Bauer H, Hutchinson J, Lucas KD, Zahn M, Chiang C, Collins T, Burakoff A, Bettridge J, Stringer G, Maul R, Waters K, Dewart C, Clayton J, Fijter S, Sadacharan R, Garcia L, Lockett N, Short K, Sunder L, Handanagic S. Mass Testing for SARS-CoV-2 in 16 Prisons and Jails — Six Jurisdictions, United States. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020; 69(33):1139-1143.
7. Health Organization (WHO). *Coronavirus disease (COVID-19)*. Geneva: WHO; 2020.
8. Duque CLC, Macedo LR, Maciel ELN, Tristão-Sá R, Bianchi EDN, Silva AID, Jabor PM, Gomes CC, Cardoso OA, Lira P, Zanotti RL, Filho MSJS, Zandonade E. Serological prevalence of SARS-CoV-2 infection among prison system workers in the state of Espírito Santo, Brazil, 2022. *Epidemiol Serv Saude* 2022; 28(31):495.
9. Silva AAMD, Lima-Neto LG, Azevedo CMPES, Costa LMMD, Bragança MLBM, Barros Filho AKD, Wittlin BB, Souza BF, Oliveira BLCA, Carvalho CA, Thomaz EBAF, Simões-Neto EA, Leite Júnior JF, Cosme LMSS, Campos MAG, Queiroz RCS, Costa SS, Carvalho VA, Simões VMF, Alves MTSSBE, Santos AMD. Population-based seroprevalence of SARS-CoV-2 and the herd immunity threshold in Maranhão. *Rev Saude Publica* 2020; 54:131.
10. Szwarcwald CL, Souza Júnior PRB, Damacena GN, Malta DC, Barros MBA, Romero DE, Almeida WDS, Azevedo LO, Machado ÍE, Lima MG, Werneck AO, Silva DRPD, Gomes CS, Ferreira APS, Gracie R, Pina MF. ConVid - Behavior Survey by the Internet during the COVID-19 pandemic in Brazil: conception and application methodology. *Cad Saude Publica* 2021; 37(3):30.
11. Aanensen DM, Huntley DM, Feil EJ, al-Own F, Spratt BG. EpiCollect: linking smartphones to web applications for epidemiology, ecology and community data collection. *PLoS One* 2009; 4(9):e6968.
12. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. *Diário Oficial da União* 2013; 13 dez.

13. Pray IW, Ford L, Cole D, Lee C, Bigouette JP, Abedi GR, Bushman D, Delahoy MJ, Currie D, Cherney B, Kirby M, Fajardo G, Caudill M, Langolf K, Kahrs J, Kelly P, Pitts C, Lim A, Aulik N, Tamin A, Harcourt JL, Queen K, Zhang J, Whitaker B, Browne H, Medrzycki M, Shewmaker P, Folster J, Bankamp B, Bowen MD, Thornburg NJ, Goffard K, Limbago B, Bateman A, Tate JE, Gieryn D, Kirking HL, Westergaard R, Killerby M; CDC COVID-19 Surge Laboratory Group. Performance of an antigen-based test for SARS-CoV-2 in two university campuses. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021; 69(5152):1642-1647.
14. Yap JCH, Ang IYH, Tan SHX, Chen JIP, Lewis RF, Yang Q, Yap RKS, Ng BXY, Tan HY. COVID-19 science report: diagnostics [Internet]. 2020 [cited 2025 mar 15]. Available from: 10.25540/E3Y2-AQYE.
15. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Testes COVID-19 entenda as diferenças entre RT-PCR, antígeno e autoteste diagnóstico é parte essencial da estratégia de enfrentamento da pandemia.* Brasília: MS; 2022.
16. Instituto de Biologia Molecular do Paraná (IBPM). *Instrução de uso - teste rápido COVID-19*. Curitiba: IBPM; 2022.
17. Organização Mundial de Saúde (OMS). *Implementação de testes de detecção rápida de antígenos COVID-19 — Piloto*. Genebra: OPAS; 2020.
18. Organização Mundial da Saúde (OMS). *Detecção de antígenos no diagnóstico de SARS-CoV-2: orientação provisória*. Genebra: OMS; 2020.
19. Gremmels H, Winkel BMF, Schuurman R, Rosingh A, Rigter NAM, Rodriguez O, Ubijaan J, Wensing AMJ, Bonten MJM, Hofstra LM. Real-life validation of the Panbio COVID-19 antigen rapid test (Abbott) in community-dwelling subjects with symptoms of potential SARS-CoV-2 infection. *EClinicalMedicine* 2021; 31:100677.
20. Hu F, Shang X, Chen M, Zhang C. A detecção conjunta de anticorpos IgM/IgG no soro é uma chave importante para o diagnóstico clínico da infecção por SARS-CoV-2. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology* 2020; 141:2-5.
21. Oliveira MAL, Watanabe ASA, Cesar DE, Candido JMB, Lima NM, Moreira OBO, Chellini PR. Testes diagnósticos para o SARS-CoV-2: uma reflexão crítica. *Quím Nova* 2022; 45(6):760-766.
22. Li D, Li J. Immunologic Testing for SARS-CoV-2 Infection from the Antigen Perspective. *J Clin Microbiol* 2021; 59(5): 02160-20.
23. Guo L, Ren L, Yang S, Xiao M, Chang D, Yang F, Dela Cruz CS, Wang Y, Wu C, Xiao Y, Zhang L, Han L, Dang S, Xu Y, Yang QW, Xu SY, Zhu HD, Xu YC, Jin Q, Sharma L, Wang L, Wang J. Profiling Early Humoral Response to Diagnose Novel Coronavirus Disease (COVID-19). *Clin Infect Dis* 2020; 71(15):778-785.
24. Weisblum Y, Schmidt F, Zhang F, DaSilva J, Poston D, Lorenzi JC, Muecksch F, Rutkowska M, Hoffmann HH, Michailidis E, Gaebler C, Agudelo M, Cho A, Wang Z, Gazumyan A, Cipolla M, Luchsinger L, Hillyer CD, Caskey M, Robbiani DF, Rice CM, Nussenzweig MC, Hatziioannou T, Bieniasz PD. Escape from neutralizing antibodies by SARS-CoV-2 spike protein variants. *Elife* 2020; 9:e61312.
25. Dan JM, Mateus J, Kato Y, Hastie KM, Yu ED, Faliti CE, Grifoni A, Ramirez SI, Haupt S, Frazier A, Nakao C, Rayaprolu V, Rawlings SA, Peters B, Krammer F, Simon V, Saphire EO, Smith DM, Weiskopf D, Sette A, Crotty S. Immunological memory to SARS-CoV-2 assessed for up to 8 months after infection. *Science* 2021; 371(6529):eabf4063.
26. Flores MD, Cervantes ZJ, Reséndiz CA, Sampieri AS, Sampieri A, Vaca L. SARS-CoV-2 vaccines and implications of viral variants. *Front Immunol* 2021; 12:701-705.
27. Tenorio JS. SARS-CoV-2 diagnostic testing alternatives for Latin America. *Colomb Med* 2020; 51(2):e4272.
28. Sasisekharan V, Pentakota N, Jayaraman A, Tharakaraman K, Wogan GN, Narayanasami U. Orthogonal immunoassays for IgG antibodies to SARS-CoV-2 antigens reveal that immune response lasts beyond 4 mo post illness onset. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2021; 118(5):e2021615118.
29. Chivese T. The prevalence of adaptive immunity to COVID-19 and reinfection after recovery - a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Pathog Glob Health* 2022; 116(5):269-228.
30. Serwanga J, Ankunda V, Sembera J, Kato L, Oluka GK, Baine C, Odoch G, Kayiwa J, Auma BO, Jjuuko M, Nsereko C, Cotten M, Onyachi N, Muwanga M, Lutalo T, Fox J, Musenero M, Kaleebu P. COVID-19 Immunoprofiling Team. Rapid, early, and potent Spike-directed IgG, IgM, and IgA distinguish asymptomatic from mildly symptomatic COVID-19 in Uganda, with IgG persisting for 28 months. *Front Immunol* 2023; 14:1152522.
31. Tai W, He L, Zhang X, Pu J, Voronin D, Jiang S, Zhou Y, Du L. Characterization of the receptor-binding domain (RBD) of 2019 novel coronavirus: implication for development of RBD protein as a viral attachment inhibitor and vaccine. *Cell Mol Immunol* 2020; 17(6):613-620.
32. Valenti L, Bergna A, Pelusi S, Facciotti F, Lai A, Tarkowski M, Lombardi A, Berzuini A, Caprioli F, Santoro L, Baselli G, Ventura CD, Erba E, Bosari S, Galli M, Zehender G, Prati D; COVID-19 Donors Study (CoDS) network (Appendix 1). SARS-CoV-2 seroprevalence trends in healthy blood donors during the COVID-19 outbreak in Milan. *Blood Transfus* 2021; 19(3):181-189.
33. Gerhards C, Thiaucourt M, Kittel M, Becker C, Ast V, Hetjens M, Neumaier M, Haselmann V. Longitudinal assessment of anti-SARS-CoV-2 antibody dynamics and clinical features following convalescence from a COVID-19 infection. *Int J Infect Dis* 2021; 107:221-227.
34. Crispim JA, Ramos ACV, Berra TZ, Santos MS, Santos FL, Alves LS, Costa FBP, Arcêncio RA. Impacto e tendência da COVID-19 no sistema penitenciário do Brasil: um estudo ecológico. *Cien Saude Colet* 2021; 26(1):169-178.
35. Lorenz C, Ferreira PM, Masuda ET, Lucas PCC, Palasio RGS, Nielsen L, Monteiro PCM, Trevisan CM, Yu ALF, Carvalhanas TRMP. COVID-19 no estado de São Paulo: a evolução de uma pandemia. *Rev Bras Epidemiol* 2021; 24:e210040.

36. Ribeiro KB, Ribeiro AF, Veras MASM, Castro MC. Social inequalities and COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil. *Int J Epidemiol* 2021; 50(3):732-742.
37. Prado PRD, Gimenes FRE, Lima MVM, Prado VBD, Soares CP, Amaral TLM. Risk factors for death due to COVID-19, in the state of Acre, Brazil, 2020: a retrospective cohort study. *Epidemiol Serv Saude* 2021; 30(3):e2020676.
38. Dutra HS, Assis CCG, Laurindo CR, Costa KAR, Pereira AB, Lanza FM, Coelho ACO. Uso e adesão de equipamentos de proteção individual por residentes: validação de instrumento de medida. *Cogitare Enferm* 2023; 28:e89707.

Artigo apresentado em 18/11/2024
Aprovado em 06/08/2025
Versão final apresentada em 08/08/2025

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

Este é um artigo publicado em acesso aberto sob uma licença Creative Commons