

ARTIGO ORIGINAL

Imunização contra COVID-19: impacto nas taxas de incidência, hospitalização e mortalidade entre 2020 e 2022*

Immunization against COVID-19: impact on incidence, hospitalization, and mortality rates between 2020 and 2022*

HIGHLIGHTS

1. 84.194 casos, 4.425 hospitalizações e 1.252 óbitos registrados por COVID-19.
2. Taxa de hospitalização por 100 mil habitantes reduziu de 929,25 em 2021 para 135,77 em 2022.
3. Taxa de mortalidade por 100 mil habitantes caiu de 291,28 em 2021 para 43,99 em 2022.
4. O avanço da vacinação reduziu hospitalizações e mortalidade.

Carmensita Aparecida Gaievski¹ 
Gustavo Cezar Wagner Leandro² 
Flavia Meneguetti Pieri³ 
Oscar Kenji Nihei¹ 
Marcos Augusto Moraes Arcoverde¹ 

RESUMO

Objetivo: Analisar o impacto da imunização contra a COVID-19 nas taxas de incidência, hospitalização e mortalidade entre 2020 e 2022. **Método:** Estudo ecológico de análise temporal com dados secundários dos sistemas: Notifica COVID-19 e Programa Nacional de Imunizações. Consideraram-se todos os casos confirmados, hospitalizações e óbitos, com cálculo de taxas por 100 mil habitantes. Os indicadores foram comparados à evolução da cobertura vacinal segundo o número acumulado de doses aplicadas por semana epidemiológica. **Resultados:** Registraram-se 84.194 casos, 4.425 hospitalizações e 1.252 óbitos. A hospitalização caiu de 929,25 em 2021 para 135,77 em 2022, enquanto a mortalidade reduziu de 291,28 para 43,99 por 100 mil habitantes. Verificou-se associação temporal entre o avanço da vacinação e a redução dos indicadores. **Conclusão:** A imunização foi determinante para reduzir hospitalizações e mortes, reforçando a importância de estratégias específicas em regiões de fronteira.

DESCRITORES: COVID-19; Vacinação; Incidência; Mortalidade; Hospitalização.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTIGO:

Gaievski CA, Leandro GCW, Pieri FM, Nihei OK, Arcoverde MAM. Imunização contra COVID-19: impacto nas taxas de incidência, hospitalização e mortalidade entre 2020 e 2022. Cogitare Enferm [Internet]. 2026 [cited "insert year, month and day"];31:e101048pt. Available from: <https://doi.org/10.1590/ce.v31i0.101048pt>

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

²Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.

³Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 provocou profundas transformações nos sistemas de saúde, culturais, financeiros e governamentais, com o controle inicial fortemente baseado em intervenções não farmacêuticas¹. Entre estas, destaca-se o fechamento total ou parcial de fronteiras, adotado em diversas regiões, como União Europeia e América Latina, para restringir a circulação de pessoas e mercadorias²⁻³. Entretanto, a pandemia de COVID-19 impactou fortemente regiões de fronteira terrestre no Brasil, onde o intenso fluxo de pessoas e mercadorias favoreceu a rápida introdução e a maior incidência da doença³⁻⁴.

O Brasil registrou 38.694.221 casos confirmados e 710.966 óbitos por COVID-19, dos quais 2.997.201 infecções e 46.667 mortes ocorreram no Paraná⁵. Em Foz do Iguaçu, município fronteiriço na região oeste do estado, foram contabilizados 87.249 casos e 1.308 óbitos⁶. Localizadas na região trinacional de fronteira terrestre entre Brasil, Argentina e Paraguai, as cidades de Foz do Iguaçu, *Puerto Iguazú* e *Ciudad del Este* enfrentaram, de forma semelhante, um início desigual da vacinação, resultado das distintas políticas nacionais adotadas pelos três países⁷.

O município de Foz do Iguaçu tem na atividade turística um de seus principais eixos econômicos, sendo o segundo destino brasileiro mais procurado por estrangeiros e sede da maior zona franca da América Latina. Nesse contexto, o fechamento das fronteiras e as medidas de isolamento social adotadas durante a pandemia geraram repercussões amplas e interdependentes. No campo econômico, destacaram-se a perda de postos de trabalho e a redução da renda; no campo sanitário, observaram-se impactos diretos na saúde da população da região de fronteira, com aumento de agravos físicos e mentais e maior pressão sobre os serviços locais de saúde⁸.

Essa disparidade, aliada à insuficiência de doses para atender plenamente os grupos prioritários, evidenciou a ausência de uma estratégia conjunta e cooperativa para a imunização na fronteira⁷. Análises epidemiológicas evidenciam similaridade temporal na disseminação da COVID-19 entre os países da região de fronteira, reforçando a interconexão transfronteiriça na transmissão do SARS-CoV-2⁹.

A literatura existente até o momento indica, por meio de um estudo ecológico realizado em âmbito federal, que a vacinação contra COVID-19 teve um impacto significativo na redução de casos e óbitos entre 2020 e 2022¹⁰. Embora haja estudos sobre o impacto da vacinação em regiões de fronteira, estes concentram-se principalmente em hospitalizações e óbitos ocorridos no período de 2020 a 2021¹¹, evidenciando lacunas no conhecimento atual sobre os efeitos da vacinação na redução de casos em regiões de fronteira.

Neste sentido, o objetivo deste artigo foi analisar o impacto da imunização contra a COVID-19 nas taxas de incidência, de hospitalização e de mortalidade no município de Foz do Iguaçu, no período de 2020 a 2022.

MÉTODO

Trata-se de estudo ecológico com análises temporais baseadas em dados secundários oriundos do sistema de notificação de casos suspeitos de COVID-19. O estudo foi descrito com base nas diretrizes da iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE).

O estudo foi realizado em Foz do Iguaçu, município do oeste do Paraná, Brasil, com área de 609,2 km², densidade demográfica de 468,5 hab./km² e população estimada em 295.500 habitantes em 2024. Apresentando um Índice de Desenvolvimento Humano de 0,751, classificado como de médio-alto desenvolvimento¹². Foz do Iguaçu é uma cidade de tríplice fronteira com a Argentina e o Paraguai, marcada por intenso fluxo populacional e grande diversidade cultural, com mais de 80 etnias e população flutuante superior a um milhão de pessoas¹³.

Foram considerados todos os casos confirmados, hospitalizações e óbitos por COVID-19 registrados entre 2020 e 2022. Foram incluídos somente os casos de COVID-19 entre residentes de Foz do Iguaçu, confirmados por métodos utilizados na vigilância, incluindo confirmação laboratorial, confirmação clínico-epidemiológica e confirmação baseada em achados clínicos e de imagem. A deduplicação dos registros foi conduzida por meio de um procedimento de *linkage* determinístico-probabilístico, utilizando como variáveis de correspondência o nome completo, a data de nascimento e o nome da mãe. Após a etapa automatizada, realizou-se também uma revisão manual dos pares suspeitos para correção de inconsistências e resolução de duplicidades.

Foram utilizadas as semanas epidemiológicas correspondentes à data de início dos sintomas para os casos, à data de hospitalização para as internações e à data do desfecho para os óbitos. A semana epidemiológica foi adotada como unidade de análise para reduzir flutuações diárias de notificação e proporcionar uma representação mais estável da dinâmica de transmissão do SARS-CoV-2. Também foram coletadas as informações sobre o número de doses de vacinas contra a COVID-19 aplicadas entre as semanas epidemiológicas de 2021 e 2022, considerando a data de administração das doses de vacina para a atribuição da semana epidemiológica correspondente.

As informações sobre o número de casos confirmados, hospitalizações e óbitos por COVID-19 foram obtidas a partir da base de dados do Notifica COVID-19 do município de Foz do Iguaçu. No Paraná, a Secretaria de Estado da Saúde (SESA/PR) desenvolveu a plataforma — Notifica COVID-19 — destinada ao monitoramento de casos suspeitos e confirmados de COVID-19. Em momento posterior, as informações coletadas por esse mecanismo estadual foram integradas à base nacional do e-SUS Notifica, sistema responsável pelo recebimento dos registros de casos não graves de COVID-19 em âmbito federal¹⁴.

As informações referentes às doses de vacinas contra a COVID-19 aplicadas foram obtidas no Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI), plataforma oficial utilizada para o registro e acompanhamento das ações de vacinação em todo o território nacional. Para o cálculo das taxas, utilizaram-se as estimativas populacionais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para os respectivos anos do período analisado¹².

Foram calculadas as taxas de incidência, hospitalização e mortalidade por 100 mil habitantes, utilizando-se como denominador as estimativas populacionais fornecidas pelo IBGE para os anos correspondentes. As informações sobre a vacinação contra a COVID-19 referem-se ao número acumulado de doses aplicadas no município por semana epidemiológica, independentemente do tipo de vacina utilizada.

Foi realizada análise temporal descritiva com base na série histórica semanal, contemplando a identificação dos picos de ocorrência de casos, hospitalizações e óbitos por COVID-19 ao longo do período, conforme a semana epidemiológica. Adicionalmente, examinou-se a evolução das taxas padronizadas por 100 mil habitantes em associação ao número acumulado de doses de vacinas aplicadas, com o objetivo de caracterizar a dinâmica epidemiológica da doença e a progressão da cobertura

vacinal no município de Foz do Iguaçu. A organização, o tratamento e a análise dos dados foram conduzidos por meio da linguagem de programação *Python* (versão 3), utilizando as bibliotecas *Pandas* para manipulação das bases de dados e *Matplotlib* para a construção das visualizações gráficas.

A presente pesquisa foi analisada eticamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, aprovada com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética, parecer número 6.785.772.

RESULTADOS

No período analisado, Foz do Iguaçu (PR) registrou 84.194 casos confirmados de COVID-19, 4.425 hospitalizações e 1.252 óbitos. A distribuição anual evidenciou crescimento no número de casos, com 19.513 em 2020, 26.945 em 2021 e 37.736 em 2022. As hospitalizações por COVID-19 foram 1.350 em 2020 e 2.683 em 2021, seguidas de expressiva redução para 392 em 2022. Os óbitos apresentaram padrão semelhante com queda ao fim do período, totalizando 284 em 2020, 841 em 2021 e 127 em 2022. A campanha de vacinação foi iniciada em 2021, ano em que foram aplicadas 473.507 doses, com acréscimo de 206.778 em 2022 (Tabela 1).

Tabela 1. Número de casos, hospitalizações e óbitos por COVID-19. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Variáveis	Ano		
	2020	2021	2022
Quantidade (n)			
Casos	19.513	26.945	37.736
Hospitalizações	1.350	2.683	392
Óbitos	284	841	127
Doses aplicadas	0	473.507	206.778
População	288.726	290.453	291.906
Indicadores (por 100 mil habitantes)			
Incidência	6.758,31	9.332,28	13.069,83
Hospitalização	467,57	929,25	135,77
Mortalidade	98,36	291,28	43,99

Fonte: Os autores (2022).

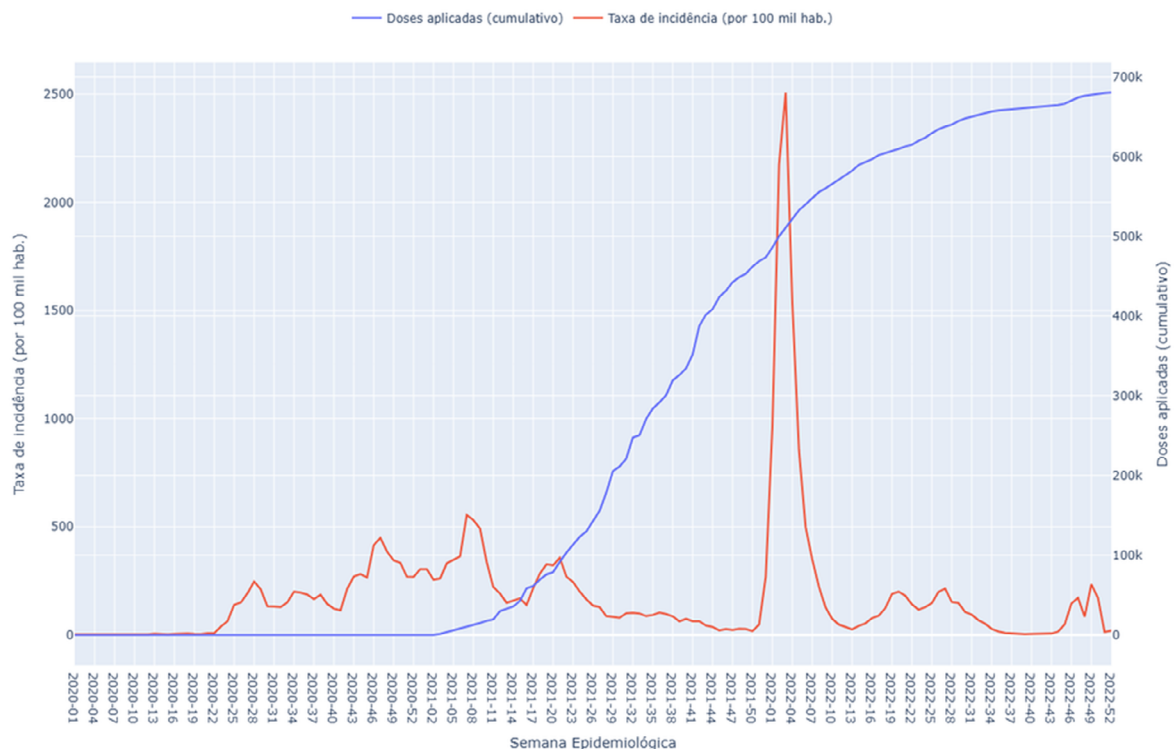
Entre 2020 e 2022, observou-se variação nos picos de casos, hospitalizações e óbitos. Em 2020, houve um pico de 1.296 casos e 85 hospitalizações na semana epidemiológica 47, enquanto o pico de 24 óbitos aconteceu na semana epidemiológica 53. Em 2021, os picos foram registrados na semana epidemiológica 07 para casos (1.611), semana epidemiológica 10 para hospitalizações (122) e semana epidemiológica 12 para óbitos (58). Já em 2022, o número de casos aumentou expressivamente, com pico na semana epidemiológica 03 (7.319), seguido de 61 hospitalizações e 19 óbitos na semana epidemiológica 04 (Tabela 2).

Tabela 2. Semana epidemiológica com pico de casos, hospitalizações e óbitos por COVID-19. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Variáveis	Ano		
	2020	2021	2022
Picos	n	n	n
	(SE)	(SE)	(SE)
Casos	1.296 (2020-47)	1.611 (2021-07)	7.319 (2022-03)
Hospitalizações	85 (2020-47)	122 (2021-10)	61 (2022-04)
Óbitos	24 (2020-53)	58 (2021-12)	19 (2022-04)

Fonte: Os autores (2022).

A Figura 1 ilustra a evolução temporal da taxa de incidência de casos de COVID-19 por 100 mil habitantes e o número acumulado de doses de vacinas contra COVID-19 aplicadas entre 2020 e 2024. Foram registrados 84.194 casos no período, com três picos de casos: o primeiro na semana epidemiológica 47 de 2020 com 1.296 casos, o segundo na semana epidemiológica 07 de 2021 com 1.611 casos e o terceiro na semana epidemiológica 03 de 2022 com 7.319 casos e uma taxa de 2.507,31 por 100 mil habitantes, período de circulação da variante *Ômicron*. A vacinação teve início na SE 3 de 2021, totalizando, no período, 680.285 doses aplicadas, com marcos de 200 mil doses na SE 29 de 2021, 400 mil na SE 43 de 2021 e 600 mil na SE 17 de 2022 (Figura 1).

**Figura 1.** Taxa de incidência (por 100 mil habitantes) da COVID-19 e número de doses aplicadas contra COVID-19 (cumulativo) segundo semana epidemiológica. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Fonte: Os autores (2022).

A Figura 2 apresenta a evolução da taxa de hospitalização por COVID-19 (por 100 mil habitantes) em relação ao número acumulado de doses de vacinas aplicadas, segundo semanas epidemiológicas entre 2020 e 2022. No período, foram registradas 4.533 hospitalizações, com pico na SE 10 de 2021 (122 internações; 42,00 por 100 mil habitantes). O ponto de intersecção entre as curvas ocorreu na SE 29 de 2021, coincidindo com a ampliação da cobertura vacinal, sobretudo na população adulta, e o início de uma mudança consistente no padrão de hospitalizações. Até então, observavam-se picos acentuados e recorrentes, que sobrecarregavam o sistema de saúde. Após esse marco, verificou-se redução progressiva e sustentada das internações. O último pico relevante ocorreu na SE 07 de 2022, associado à disseminação da variante *Ômicron*, mas, apesar do aumento abrupto de casos, foi menos intenso e de menor duração em comparação aos anteriores, ocorridos antes da expansão da imunização (Figura 2).

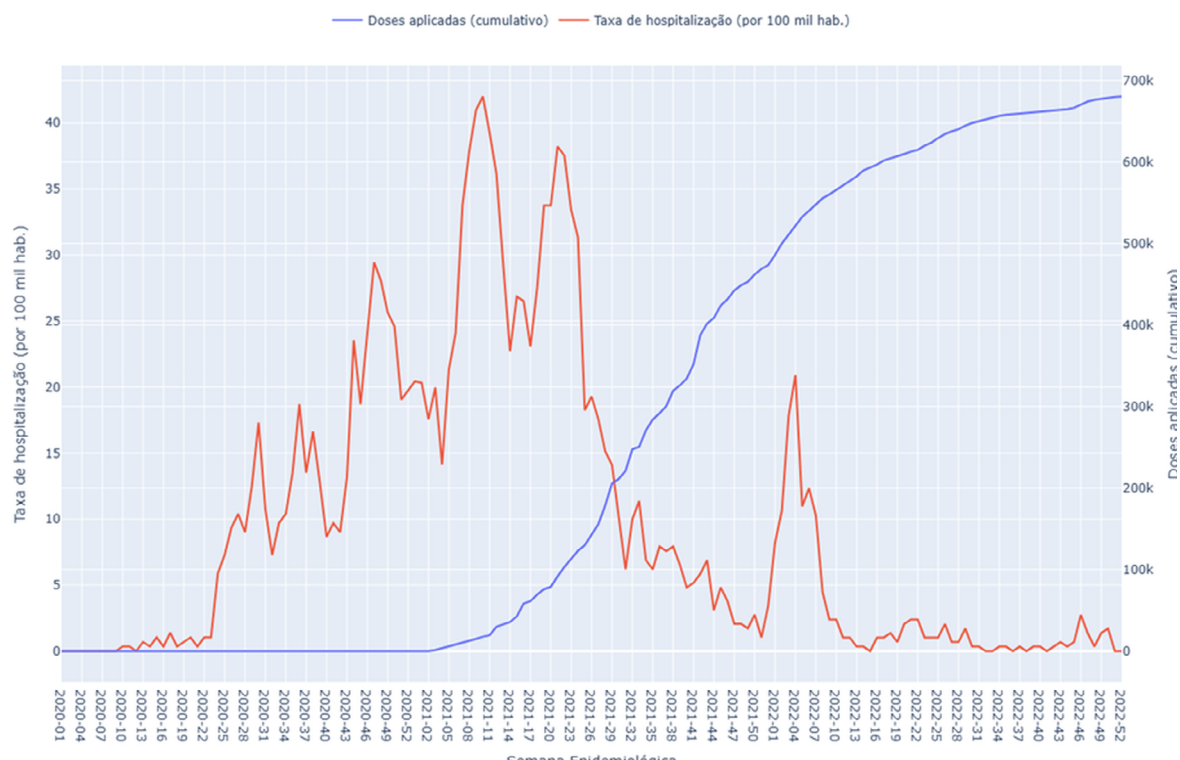


Figura 2. Taxa de hospitalização (por 100 mil habitantes) por COVID-19 e número de doses aplicadas contra COVID-19 (cumulativo) segundo semana epidemiológica. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2024

Fonte: Os autores (2022).

A Figura 3 mostra a evolução da taxa de mortalidade por COVID-19 (por 100 mil habitantes) em relação ao número acumulado de doses de vacinas aplicadas, segundo semanas epidemiológicas entre 2020 e 2022. No período, foram registrados 1.252 óbitos, com pico na SE 12 de 2021 (58 óbitos; 19,97 por 100 mil habitantes). A SE 26 de 2021 marca o ponto de cruzamento entre as curvas de mortalidade e cobertura vacinal, indicando uma fase de transição no cenário da pandemia: a vacinação já havia atingido níveis expressivos e passou a refletir em tendência de queda consistente das taxas de óbito, após meses de altos registros. O último pico relevante ocorreu na SE 04 de 2022, durante a disseminação da variante *Ômicron*. Embora associado ao aumento expressivo de casos, a mortalidade não atingiu a magnitude dos períodos anteriores e mostrou-se mais baixa e de menor duração em comparação ao período pré-vacinal (Figura 3).

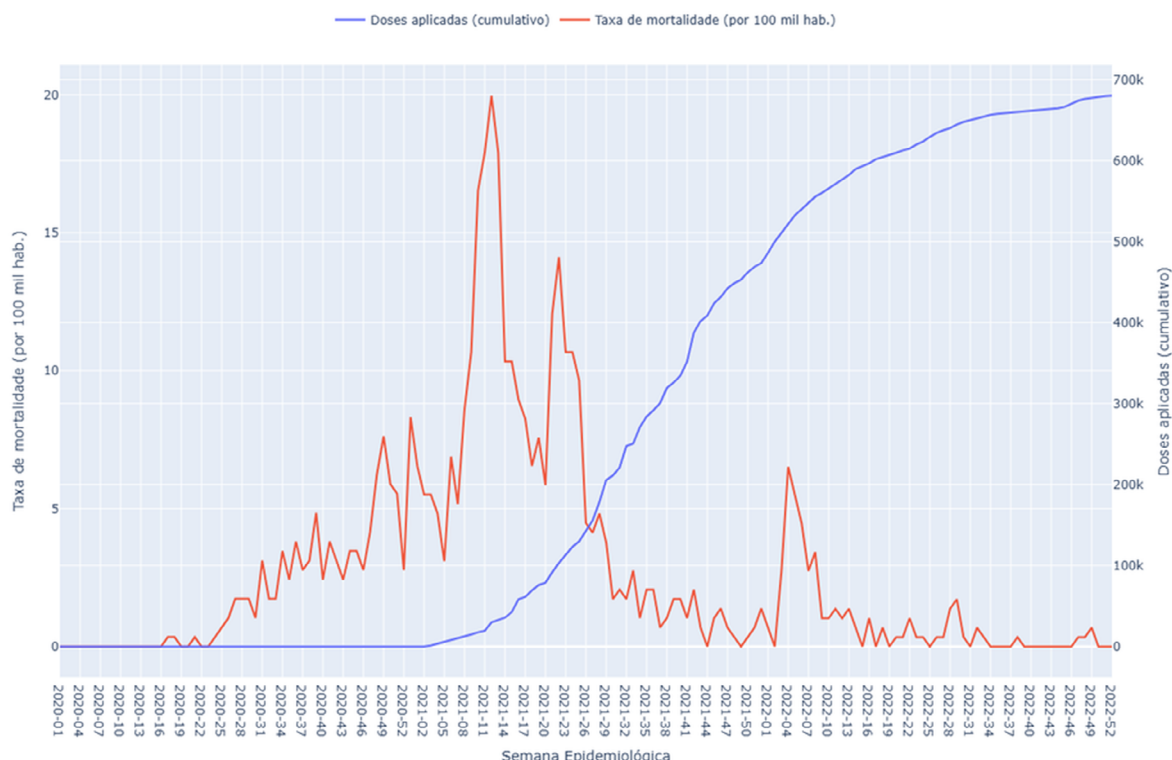


Figura 3. Taxa de mortalidade (por 100 mil hab.) da COVID-19 e número de doses aplicadas contra COVID-19 (cumulativo) segundo semana epidemiológica. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Fonte: Os autores (2022).

DISCUSSÃO

Os achados deste estudo evidenciam a trajetória das taxas de incidência, internações e mortalidade por COVID-19 em Foz do Iguaçu entre 2020 e 2022, revelando três ondas sucessivas com magnitudes distintas ao longo do período. A segunda onda, em 2021, concentrou os maiores picos de casos graves e óbitos, indicando elevada transmissão viral e maior comprometimento clínico naquele momento. Em 2022, embora tenha ocorrido o volume mais expressivo de infecções, impulsionado pela circulação da variante *Ômicron*, verificou-se um declínio acentuado nos desfechos mais severos, acompanhando a expansão da cobertura vacinal iniciada no município em 2021. Esse comportamento demonstra uma crescente dissociação entre ocorrência de casos e gravidade, sugerindo que o avanço da imunização teve papel determinante na redução das internações e mortes, mesmo diante de intensa disseminação comunitária¹⁰⁻¹¹.

O Estado do Paraná adotou medidas rigorosas de contenção da COVID-19, com destaque para o Decreto Estadual n.º 4.230 de março de 2020, enquanto o município de Foz do Iguaçu complementou essas ações por meio do Decreto Municipal n.º 27.994/2020, mesmo antes da confirmação de casos locais, demonstrando uma postura preventiva que foi posteriormente ajustada com a flexibilização das restrições a partir de maio de 2020, por meio do Decreto n.º 28.103, que passou a considerar a distribuição espacial da morbimortalidade para definir ações em áreas específicas da cidade^{9,11}.

Durante a primeira onda da COVID-19 no Brasil, ocorrida entre fevereiro e novembro de 2020, a região Sul apresentou uma taxa de incidência de aproximadamente 200 a 300 casos por 100 mil habitantes no período¹⁰. Os achados identificados neste estudo apontam para uma taxa de incidência de 500 casos por 100 mil habitantes durante a primeira onda de COVID-19 em Foz do Iguaçu, demonstrando um maior risco de

infecção na fronteira. Inquéritos sorológicos de base populacional realizados em Foz do Iguaçu indicam uma alta circulação do SARS-CoV-2 durante o mesmo período, reforçando uma elevada transmissão do vírus¹⁵.

Como resposta à pandemia de COVID-19, por meio do Decreto nº 28.148, de 20 de maio de 2020, foram implementadas 17 barreiras sanitárias em locais estratégicos de Foz do Iguaçu, considerando seu perfil de fronteira e a presença de transmissões importadas e comunitárias. O objetivo foi identificar precocemente casos suspeitos e conter a disseminação da doença². Os indicadores de óbitos por COVID-19 em Foz do Iguaçu apresentaram valores ligeiramente superiores aos observados na região sul e Brasil¹⁰, porém com comportamento temporal distinto, caracterizado por manutenção de casos entre maio de 2020 a julho de 2021.

Durante esse período, coincidente com as festividades de fim de ano e carnaval, observou-se uma lotação de 95% dos hotéis da cidade e também um aumento expressivo na transmissibilidade e letalidade da doença, possivelmente associado à circulação da variante Delta e novas variantes no país¹¹. Neste intervalo, cerca de 50% das hospitalizações ocorridas em Foz do Iguaçu evoluíram para óbito. Diante da gravidade do cenário, foi publicado o Decreto nº 6983, que suspendeu aulas presenciais, atividades não essenciais e instituiu toque de recolher das 20h às 5h, com vigência até 8 de março de 2021¹¹.

Após a aprovação emergencial das vacinas CoronaVac® e AstraZeneca, iniciou-se em janeiro de 2021 a campanha de vacinação contra a COVID-19 no Brasil com número limitado de doses, inicialmente voltada aos grupos mais expostos à doença. Em áreas urbanas fronteiriças, consideradas de alto risco para a introdução de novas variantes, a vacinação em massa foi implementada cerca de seis meses após o início da campanha no restante do país³. A vacinação em Foz do Iguaçu começou com profissionais de saúde da linha de frente e idosos em instituições de longa permanência. No início da vacinação, a região de fronteira entre Brasil, Paraguai e Argentina atravessava a fase mais grave da pandemia, marcada por elevados índices de hospitalizações e mortes por COVID-19¹¹.

Com o avanço da imunização no município, observou-se uma acentuada redução dos casos de COVID-19, especialmente após atingir a aplicação de 100 mil doses em junho de 2021. Evidências em âmbito federal indicam padrão semelhante, com queda nos casos a partir de 30% de cobertura vacinal¹⁰. A progressão da campanha de vacinação em Foz do Iguaçu foi associada a uma redução substancial nos casos de hospitalização e óbito por COVID-19. Entretanto, mesmo com o aumento progressivo nas coberturas vacinais não foi capaz de deter a ocorrência e dispersão de casos da variante *Ômicron*, de alto poder de transmissão, mas com menor letalidade, atingindo mais a região Sul¹⁰.

Segundo os dados deste estudo, o ápice da terceira onda da COVID-19 foi registrado na terceira semana epidemiológica de 2022, totalizando 7.319 casos. Luz e colegas, ao analisarem a incidência da COVID-19 na 9ª Regional de Saúde e nas regiões vizinhas do Paraguai e Argentina, identificaram que o pico de casos ocorreu nas mesmas semanas: primeiro na região brasileira, na semana epidemiológica 3 de 2022; em seguida, no Paraguai, também na terceira semana; e por fim, na Argentina, na quarta semana de 2022; demonstrando a interconexão fronteiriça na disseminação do SARS-CoV-2^{9,11}.

O fechamento da Ponte da Amizade (Brasil-Paraguai) e da Ponte da Fraternidade (Brasil-Argentina), em março de 2020, foi uma medida importante para conter o vírus, ao incentivar o distanciamento social, como recomendou a Organização Mundial da

Saúde¹⁴. A reabertura das fronteiras com Paraguai e Argentina influenciou o aumento de casos de COVID-19 em Foz do Iguaçu, devido à maior circulação de pessoas, embora o impacto tenha sido menor na fronteira com a Argentina por causa de regras sanitárias mais rígidas e maior imunização da população¹⁶.

Pesquisas no Brasil e na Argentina mostram que, apesar de o fechamento das fronteiras ter auxiliado no controle da pandemia, trouxe prejuízos à economia e à saúde mental de quem vive nessas regiões, marcadas por forte ligação social e econômica¹⁴. No Paraguai, mesmo com controle inicial da pandemia por meio de quarentena rigorosa, a situação piorou com a crise migratória na Ponte da Amizade. No fim de abril, a entrada de paraguaios vindos do Brasil foi liberada após pressão humanitária. Muitos foram levados a abrigos, onde cerca de 80% testaram positivo para Covid-19, contribuindo para a alta de casos nas semanas seguintes¹⁷.

Tais acontecimentos evidenciam a complexidade e as fragilidades enfrentadas como desafios para a saúde em região de fronteira, especialmente ao se considerar as limitações dos serviços de saúde em responder de forma eficaz a situações que envolvem deslocamentos populacionais, emergências sanitárias e vulnerabilidades sociais. Essa problemática ficou ainda mais clara com o Plano de ação: estratégia de vacinação nas fronteiras de 2022, que destaca a necessidade de estratégias específicas para garantir o acesso justo à vacinação e o controle das doenças imunopreveníveis, principalmente em um contexto de queda das coberturas vacinais no Brasil desde 2016, agravada pela pandemia e pela intensa circulação de pessoas nesses territórios¹⁸⁻¹⁹. É relevante destacar que as baixas coberturas vacinais nessas regiões representam alto risco para a saúde pública, expondo a população a possíveis surtos e epidemias, com impactos negativos para a comunidade e sobrecarga nos serviços de saúde¹⁷.

As regiões de fronteira, caracterizadas pela intensa mobilidade populacional, interações transnacionais contínuas e marcantes desigualdades socioeconômicas, apresentam desafios particulares aos sistemas de saúde. Esses fatores ampliam vulnerabilidades sanitárias e configuram determinantes territoriais que influenciam de forma direta a dinâmica das doenças³⁻⁴ na tríplice fronteira Brasil-Argentina-Paraguai. Tais especificidades se traduzem em maior exposição a fluxos migratórios, diferenças entre as estratégias de vigilância e capacidades desiguais de resposta entre os países. Somadas às fragilidades sociais e às pressões econômicas típicas desses territórios, como dependência de atividades transfronteiriças, elevada informalidade laboral e limitações no acesso a serviços essenciais, essas assimetrias criam um ambiente favorável à rápida disseminação viral e ao consequente aumento da demanda sobre os serviços locais⁷⁻¹⁰.

Uma limitação importante deste estudo é a qualidade dos dados sobre o número de casos de COVID-19, afetada por diversos fatores, como a ausência de testagem em massa e a falta de registro detalhado nos sistemas de informação, especialmente nos primeiros meses da pandemia¹⁰. Contudo, achados recentes indicam um bom desempenho dos sistemas de vigilância da COVID-19 na região sul do país, reduzindo a limitação da qualidade dos dados utilizados neste estudo²⁰. Outra limitação relevante para a compreensão do fenômeno foi a ausência da distinção entre os tipos de vacinas aplicadas, dificultando a análise da relação entre cobertura vacinal e os desfechos de COVID-19, em função das mudanças oficiais nos critérios para definição dos esquemas completos e incompletos de imunização durante o período estudado. Destaca-se que há uma escassez de estudos que incorporam a variável fronteira ou são aplicados a regiões fronteiriças. Estes são essenciais para revelar dinâmicas específicas da imunização e da disseminação viral, contribuindo para o aprimoramento das políticas de vigilância e para uma resposta mais precisa dos sistemas de saúde locais, especialmente em municípios de tríplice fronteira. Uma limitação importante deste estudo é a qualidade

dos dados sobre o número de casos de COVID-19, afetada por diversos fatores, como a ausência de testagem em massa e a falta de registro detalhado nos sistemas de informação, especialmente nos primeiros meses da pandemia¹⁰. Contudo, achados recentes indicam um bom desempenho dos sistemas de vigilância da COVID-19 na região sul do país, reduzindo a limitação da qualidade dos dados utilizados neste estudo²⁰. Outra limitação relevante para a compreensão do fenômeno foi a ausência da distinção entre os tipos de vacinas aplicadas. Isso dificultou a análise da relação entre cobertura vacinal e os desfechos de COVID-19, em função das mudanças oficiais nos critérios para definição dos esquemas completos e incompletos de imunização durante o período estudado. Destaca-se haver uma escassez de estudos que incorporam a variável fronteira ou são aplicados a regiões fronteiriças, essenciais para revelar dinâmicas específicas da imunização e da disseminação viral, contribuindo para o aprimoramento das políticas de vigilância e para uma resposta mais precisa dos sistemas de saúde locais, especialmente em municípios de tríplex fronteira.

A análise epidemiológica da COVID-19 em Foz do Iguaçu evidenciou a ocorrência de três ondas epidêmicas distintas, influenciadas por diferentes fatores locais e contextuais. A primeira onda refletiu a baixa imunidade da população aliada à presença de grupos vulneráveis. A segunda onda foi marcada pela reabertura da Ponte Internacional da Amizade e a circulação de variantes mais transmissíveis, o que elevou hospitalizações e óbitos. A terceira onda coincidiu com períodos festivos e a disseminação da variante *Ômicron*, resultando em elevado número de casos, porém com menor letalidade.

Observou-se que o avanço da vacinação contribuiu significativamente para a redução das hospitalizações e mortes, apesar da persistência da transmissão viral na região fronteira. Ademais, o contexto de tríplex fronteira ressaltou desafios específicos relacionados à mobilidade populacional e à vulnerabilidade dos serviços de saúde locais. Tais achados reforçam a importância de estratégias de vigilância e imunização adaptadas às características particulares das regiões de fronteira para mitigar os impactos de pandemias.

CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou que a imunização exerceu papel estratégico na redução de hospitalizações e óbitos nos territórios de tríplex fronteira, onde o intenso fluxo populacional e a heterogeneidade das políticas de saúde entre os países ampliam os desafios e reforçam a necessidade de estratégias que ampliem a cobertura vacinal, qualifiquem o monitoramento e fortaleçam a cooperação entre países limítrofes. Os achados apontam implicações diretas para a vigilância em saúde subnacional e transfronteiriça, reforçando a necessidade de modelos articulados de monitoramento, compartilhamento oportuno de informações e respostas coordenadas entre municípios e países vizinhos. A vacinação se reafirma não apenas como instrumento de proteção individual, mas como eixo estruturante da segurança sanitária regional, contribuindo para a mitigação de desfechos graves e oferecendo bases mais sólidas para políticas públicas alinhadas às especificidades territoriais.

REFERÊNCIAS

1. Hale T, Angrist N, Hale AJ, Kira B, Majumdar S, Petherick A et al. Government responses and COVID-19 deaths: global evidence across multiple pandemic waves. PLoS One [Internet]. 2021 [cited 2025 Aug 1];16(7):e0253116. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253116>

2. Leandro GCW, Luz LDP, Arenhart CGM, Izuka ADL, Doldan RV, Bom CAG, Britto AS. Intervenções não farmacológicas como medidas de enfrentamento à pandemia de Covid-19 em municípios de fronteira. Rev Saúde Pública Paraná [Internet]. 2020 [cited 2025 Aug 1];3(Suppl 1):266-75. Available from: <https://doi.org/10.32811/25954482-2020v3sup1p266>
3. Pêgo B, Moura R, Nunes M, Krüger C, Moreira P, Ferreira G et al. Pandemia e fronteiras brasileiras: análise a evolução da COVID-19 e proposições [Internet]. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea); 2020 [cited 2020 Jun 26]. (Nota Técnica, n.16). Available from: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200521_n_16_dirur.pdf
4. Nagamine LY, Ferreira G, Gruger C, Moura R. Disseminação da Covid-19 nas faixas de fronteira terrestre e litorânea do Brasil. Rev Tempo Mundo [Internet]. 2021 [cited 2025 Aug 1];23:203-33. Available from: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10435/1/Tempo_Mundo_n23_Artigo8_disseminacao_covid19_faixas.pdf
5. Secretaria de Estado da Saúde (SESA-PR). Coronavírus (COVID-19) [Internet]. Curitiba (PR): Secretaria de Estado da Saúde; 2024 Mar 25 [cited 2024 Mar 26]. Available from: <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Coronavirus-COVID-19>
6. Secretaria Municipal da Saúde (Foz do Iguaçu). Vigilância Epidemiológica - Paineis Coronavírus: Foz do Iguaçu [Internet]. Foz do Iguaçu: Secretaria Municipal da Saúde; 2023 [cited 2024 Aug 10]. Available from: <https://catve.com/files/169219681464dcdce3a68d.pdf>
7. Alves TAL. Enfrentamento da Covid-19 em região transfronteiriça: a importância da cooperação entre as cidades de Foz do Iguaçu, Ciudad del Este e Puerto Iguazú. Espirales [Internet]. 2021 [cited 2024 Aug 10];5(2 Edição Especial):124-129. Available from: <https://revistas.unila.edu.br/espirales/article/view/2793>
8. Silva-Sobrinho RA, Zilly A, da Silva RMM, Arcoverde MAM, Deschutter EJ, Palha PF, et al. Coping with COVID-19 in an international border region: health and economy. Rev Latino-Am Enferm [Internet]. 2021 [cited 2025 Aug 1];29:e3398. Available from: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.4659.3398>
9. Luz LDP, Braga JU, Maciel EMGS. Detection of covid-19 epidemic waves and their interrelationships in the tri-border region between Brazil, Paraguay, and Argentina, 2020-2023: Covid-19 epidemic waves in the tri-border region. SciELO Preprints [Internet]. 2024 [cited 2025 Aug 1]. Available from: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.10963>
10. Moura EC, Cortez-Escalante J, Cavalcante FV, Barreto ICHC, Sanchez MN, Santos LMP. Covid-19: temporal evolution and immunization in the three epidemiological waves, Brazil, 2020-2022. Rev Saúde Pública [Internet]. 2022 [cited 2025 Aug 1];56:105. Available from: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004907>
11. Kunkel M, Gordillo EAF, Cicchelerio LM, Porzsolt F, Meira MCR, Ferreira H, et al. Epidemic curves and the profile of patients hospitalized by COVID-19 in a border region. Rev Latino-Am Enferm [Internet]. 2024 [cited 2025 Aug 1];32:e4296. Available from: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6772.4297>
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades: Foz do Iguaçu [Internet]. Rio de Janeiro (RJ): IBGE; 2025 [cited 2025 Aug 1]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/foz-do-iguacu/panorama>
13. Meira MCR, Nihei OK, Moschini LE, Arcoverde MAM, Britto AS, Silva-Sobrinho RA, Muñoz SS. Influence of the weather on the occurrence of dengue in a triple-border Brazilian municipality. Cogitare Enferm [Internet]. 2021 Nov 4 [cited 2025 Aug 1];26:e76974. Available from: <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.76974>
14. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância epidemiológica: Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional pela Doença pelo Coronavírus 2019 - COVID-19 [Internet]. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2022a [cited 2025 Aug 1]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/covid-19/publicacoes-tecnicas/guias-e-planos/guia-de-vigilancia-epidemiologica-covid-19/view>
15. Viana K, Zarpelon L, Leandro A, Terencio M, Lopes R, Martins C, et al. Infection in asymptomatic carriers of SARS-CoV-2 can interfere with the achievement of robust immunity on a population scale.

J Gen Virol [Internet]. 2021 Nov 17 [cited 2025 Aug 2];102(11):001684. Available from: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001684>

16. Suprinyak FH, Benito GAV, Nihei OK. Efeitos da reabertura de fronteiras terrestres na evolução espacial e temporal da COVID-19 em Foz do Iguaçu, 2020-2021. Hygeia Rev Bras Geogr Méd Saúde [Internet]. 2025 [cited 2025 Aug 1];21:e2131. Available from: <https://doi.org/10.14393/hygeia2174219>

17. Oliveira LK. Pandemia na fronteira: Foz do Iguaçu, Puerto Iguazú e Ciudad del Este. La Espada [Internet]. 2020 Jul [cited 2025 Aug 1];24:4-5. Available from: <https://portal.unila.edu.br/revistas/la-espada>

18. Nascimento LMD, Araújo ACM, Souza PCA, Matozinhos FP, da Silva TPR, Fernandes EG. Estratégia do Ministério da Saúde do Brasil para aumento das coberturas vacinais nas fronteiras. Rev Panam Salud Publica [Internet]. 2024 [cited 2025 Aug 1];48:e31. Available from: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.31>

19. Brasil. Ministério da Saúde. Plano de ação: estratégia de vacinação nas fronteiras - Agenda 2022 [Internet]. 2nd ed. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2022b [cited 2025 Aug 1]. Available from: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vacinacao-imunizacao-pni/plano-de-acao-estrategia-de-vacinacao-nas-fronteiras-agenda-2022/view>

20. Leandro GCW, Cicchelero LM, Massago M, Oliveira DG, Bortoli DM, Murillo RSG, et al. Evaluation of the acute respiratory infections surveillance system and associated factors: a cross-sectional study, Brazil, 2009-2021. Epidemiol Serv Saúde [Internet]. 2025 [cited 2025 Aug 2];34:e20240555. Available from: <https://doi.org/10.1590/S2237-9622025v34e20240555.en>

Immunization against COVID-19: impact on incidence, hospitalization, and mortality rates between 2020 and 2022*

ABSTRACT

Objective: To analyze the impact of COVID-19 immunization on incidence, hospitalization, and mortality rates between 2020 and 2022. **Method:** Ecological time series study using secondary data from the Notifica COVID-19 and National Immunization Program systems. All confirmed cases, hospitalizations, and deaths were considered, with rates calculated per 100,000 inhabitants. The indicators were compared with the evolution of vaccination coverage over time, measured by the cumulative number of doses administered per epidemiological week. **Results:** There were 84,194 cases, 4,425 hospitalizations, and 1,252 deaths. Hospitalization fell from 929.25 in 2021 to 135.77 in 2022, while mortality decreased from 291.28 to 43.99 per 100,000 inhabitants. A temporal association was found between vaccination progress and reductions in indicators. **Conclusion:** Immunization was instrumental in reducing hospitalizations and deaths, reinforcing the importance of specific strategies in border regions.

DESCRIPTORS: COVID-19; Vaccination; Incidence; Mortality; Hospitalization.

Imunización contra la COVID-19: impacto en las tasas de incidencia, hospitalización y mortalidad entre 2020 y 2022*

RESUMEN

Objetivo: Analizar el impacto de la inmunización contra la COVID-19 en las tasas de incidencia, hospitalización y mortalidad entre 2020 y 2022. **Método:** Estudio ecológico del análisis temporal con datos secundarios de los sistemas: Notifica COVID-19 y Programa Nacional de Imunizações ("Programa Nacional de Inmunización"). Se consideraron todos los casos confirmados, hospitalizaciones y muertes, con el cálculo de tasas por cada 100 mil habitantes. Los indicadores se compararon con la evolución de la cobertura vacunal según el número acumulado de dosis aplicadas por semana epidemiológica. **Resultados:** Hubo 84.194 casos, 4.425 hospitalizaciones y 1.252 muertes. Las hospitalizaciones bajaron de 929,25 en 2021 a 135,77 en 2022, mientras que la mortalidad disminuyó de 291,28 a 43,99 por cada 100 mil habitantes. Se observó una asociación temporal entre el avance de la vacunación y la reducción de los indicadores. **Conclusión:** La inmunización fue fundamental para reducir hospitalizaciones y muertes, reforzando la importancia de estrategias específicas en las regiones fronterizas.

DESCRIPTORES: COVID-19; Vacunación; Incidencia; Mortalidad; Hospitalización.

*Artigo extraído da dissertação do mestrado: "Vacinação contra a COVID-19 em região de fronteira: análise individual e populacional, em Foz do Iguaçu, no período de 2021 a 2022", Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2025.

Recebido em: 30/08/2025

Aprovado em: 15/12/2025

Editor associado: Dra. Cremilde Aparecida Trindade Radovanovic

Autor Correspondente:

Carmensita Aparecida Gaievski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Av. Tarquínio Joslin dos Santos, 1300, Foz do Iguaçu, PR

E-mail: carmensitagaievski@gmail.com

Contribuição dos autores:

Contribuições substanciais para a concepção ou desenho do estudo; ou a aquisição, análise ou interpretação de dados do estudo - **Gaievski CA, Leandro GCW, Pieri FM, Nihei OK, Arcoverde MAM**. Elaboração e revisão crítica do conteúdo intelectual do estudo - **Leandro GCW, Pieri FM, Nihei OK, Arcoverde MAM**. Responsável por todos os aspectos do estudo, assegurando as questões de precisão ou integridade de qualquer parte do estudo - **Gaievski CA, Leandro GCW, Pieri FM, Arcoverde MAM**. Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

Conflitos de interesses:

Os autores declaram não haver conflitos de interesse a serem divulgados.

Disponibilidade de dados:

Os autores declaram que os dados estão disponíveis de forma completa no corpo do artigo.

ISSN 2176-9133



Este obra está licenciada com uma [Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).