

ARTÍCULO ORIGINAL

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

HIGHLIGHTS

1. 84.194 casos, 4.425 hospitalizaciones y 1.252 muertes registradas por COVID-19.
2. Tasa de hospitalización por cada 100 mil habitantes se redujo de 929,25 en 2021 a 135,77 en 2022.
3. Tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes. Bajó de 291,28 en 2021 a 43,99 en 2022.
4. El avance de la vacunación ha reducido las hospitalizaciones y la mortalidad.

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

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.

CÓMO REFERIRSE A ESTE ARTÍCULO:

Gaievski CA, Leandro GCW, Pieri FM, Nihei OK, Arcoverde MAM. Inmunización contra la COVID-19: impacto en las tasas de incidencia, hospitalización y mortalidad entre 2020 y 2022. Cogitare Enferm [Internet]. 2026 [cited "insert year, month and day"];31:e101048es. Available from: <https://doi.org/10.1590/ce.v31i0.101048es>

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.

INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 ha provocado profundas transformaciones en los sistemas de salud, culturales, financieros y gubernamentales, con un control inicial basado fuertemente en intervenciones no farmacéuticas¹. Entre ellas, se destaca el cierre total o parcial de las fronteras, adoptado en varias regiones, como la Unión Europea y América Latina, para restringir el movimiento de personas y mercancías²⁻³. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 afectó fuertemente a las regiones fronterizas terrestres de Brasil, donde el intenso flujo de personas y mercancías favoreció la rápida introducción y mayor incidencia de la enfermedad³⁻⁴.

Brasil ha registrado 38.694.221 casos confirmados y 710.966 muertes por COVID-19, de las cuales 2.997.201 infecciones y 46.667 muertes ocurrieron en Paraná⁵. En Foz do Iguaçu, un municipio fronterizo de la región occidental del estado, se registraron 87.249 casos y 1.308 muertes⁶. Ubicadas en la región fronteriza trinacional entre Brasil, Argentina y Paraguay, las ciudades de Foz do Iguaçu, Puerto Iguazú y Ciudad del Este también enfrentaron un inicio desigual de vacunación, como resultado de las diferentes políticas nacionales adoptadas por los tres países⁷.

El municipio de Foz do Iguaçu tiene el turismo como uno de sus principales ejes económicos, siendo el segundo destino brasileño más codiciado por extranjeros y hogar de la mayor zona franca de América Latina. En este contexto, el cierre de fronteras y las medidas de aislamiento social adoptadas durante la pandemia generaron repercusiones amplias e interdependientes. En el ámbito económico, la pérdida de empleos y la reducción de ingresos destacaban; En el ámbito sanitario, se observaron impactos directos en la salud de la población de la región fronteriza, con un aumento de los problemas físicos y mentales y una mayor presión sobre los servicios de salud locales⁸.

Esta disparidad, combinada con la insuficiencia de dosis para cubrir plenamente a los grupos prioritarios, puso de manifiesto la ausencia de una estrategia conjunta y cooperativa para la inmunización en la frontera⁷. Los análisis epidemiológicos muestran similitudes temporales en la propagación de la COVID-19 entre países de la región fronteriza, reforzando la interconexión transfronteriza en la transmisión del SARS-CoV-2⁹.

La literatura existente hasta la fecha indica, a través de un estudio ecológico realizado a nivel federal, que la vacunación contra la COVID-19 tuvo un impacto significativo en la reducción de casos y muertes entre 2020 y 2022¹⁰. Aunque existen estudios sobre el impacto de la vacunación en las regiones fronterizas, estos se centran principalmente en hospitalizaciones y muertes ocurridas entre 2020 y 2021¹¹, poniendo de manifiesto las lagunas en el conocimiento actual sobre los efectos de la vacunación en la reducción de casos en las regiones fronterizas.

En este sentido, el objetivo de este artículo fue analizar el impacto de la inmunización contra la COVID-19 en las tasas de incidencia, hospitalización y mortalidad en el municipio de Foz do Iguaçu, desde 2020 hasta 2022.

MÉTODO

Se trata de un estudio ecológico con análisis temporales basados en datos secundarios del sistema de notificación para casos sospechosos de COVID-19. El estudio se describió basándose en las directrices de la iniciativa *Strengthening the*

Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) ("Fortalecimiento de la Notificación de Estudios Observacionales en Epidemiología").

El estudio se llevó a cabo en Foz do Iguaçu, un municipio del oeste de Paraná, Brasil, con una superficie de 609,2 km², una densidad demográfica de 468,5 habitantes/km² y una población estimada de 295.500 habitantes en 2024. Tiene un Índice de Desarrollo Humano de 0,751, clasificado como desarrollo medio-alto¹². Foz do Iguaçu es una ciudad en la triple frontera con Argentina y Paraguay, caracterizada por un intenso flujo de población y gran diversidad cultural, con más de 80 grupos étnicos y una población flotante de más de un millón de personas¹³.

Se consideraron todos los casos confirmados, hospitalizaciones y muertes por COVID-19 registradas entre 2020 y 2022. Solo se incluyeron casos de COVID-19 entre los residentes de Foz do Iguaçu, confirmados por métodos de vigilancia, incluyendo confirmación en laboratorio, confirmación clínico-epidemiológica y confirmación basada en hallazgos clínicos y de imagen. La deduplicación de los registros se realizó mediante un procedimiento de *linkage* ("vinculación") determinista-probabilística, utilizando el nombre completo, la fecha de nacimiento y el nombre de la madre como variables de correspondencia. Tras el paso automatizado, también se realizaba una revisión manual de los pares sospechosos para corregir inconsistencias y resolver duplicados.

Se utilizaron las semanas epidemiológicas correspondientes a la fecha de inicio de los síntomas en los casos, la fecha de hospitalización para las hospitalizaciones y la fecha de desenlace para las muertes. La semana epidemiológica fue adoptada como unidad de análisis para reducir las fluctuaciones diarias en la notificación y proporcionar una representación más estable de la dinámica de la transmisión del SARS-CoV-2. También se recopiló información sobre el número de dosis de vacunas contra la COVID-19 aplicadas entre las semanas epidemiológicas de 2021 y 2022, considerando la fecha de administración de las dosis de la vacuna para la asignación de la semana epidemiológica correspondiente.

La información sobre el número de casos confirmados, hospitalizaciones y muertes por COVID-19 se obtuvo de la base de datos Notifica COVID-19 del municipio de Foz do Iguaçu. En Paraná, el Departamento de Salud del Estado (SESA/PR) desarrolló la plataforma — Notifica COVID-19 — destinada a monitorizar casos sospechosos y confirmados de COVID-19. Posteriormente, la información recogida por este mecanismo estatal se integró en la base de datos nacional de e-SUS Notifica, el sistema responsable de recibir los registros de casos no graves de COVID-19 a nivel federal¹⁴.

La información sobre las dosis de vacunas contra la COVID-19 aplicadas se obtuvo del Sistema Nacional de Información del Programa de Inmunización (SI-PNI), una plataforma oficial utilizada para el registro y seguimiento de las acciones de vacunación en todo el territorio nacional. Para calcular las tasas, utilizamos las estimaciones de población proporcionadas por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) para los años respectivos del periodo analizado¹².

Se calcularon las tasas de incidencia, hospitalización y mortalidad por cada 100.000 habitantes, utilizando como denominador las estimaciones de población proporcionadas por el IBGE para los años correspondientes. La información sobre la vacunación contra la COVID-19 se refiere al número acumulado de dosis aplicadas en el municipio por semana epidemiológica, independientemente del tipo de vacuna utilizada.

Se realizó un análisis temporal descriptivo basado en la serie histórica semanal, incluyendo la identificación de picos en la ocurrencia de casos, hospitalizaciones y muertes por COVID-19 a lo largo del periodo, según la semana epidemiológica.

Además, se examinó la evolución de tasas estandarizadas por cada 100.000 habitantes en asociación con el número acumulado de dosis de vacuna aplicadas, con el objetivo de caracterizar la dinámica epidemiológica de la enfermedad y la progresión de la cobertura vacunal en el municipio de Foz do Iguaçu. La organización, tratamiento y análisis de los datos se realizaron utilizando el lenguaje de programación Python (versión 3), utilizando las bibliotecas Pandas para la manipulación de bases de datos y Matplotlib para la construcción de visualizaciones gráficas.

La presente investigación fue analizada éticamente por el Comité de Ética para la Investigación que involucra a Seres Humanos de la Universidad Estatal del Oeste de Paraná, aprobada con un Certificado de Presentación de Apreciación Ética, número de opinión 6.785.772.

RESULTADOS

En el periodo analizado, Foz do Iguaçu (PR) registró 84.194 casos confirmados de COVID-19, 4.425 hospitalizaciones y 1.252 muertes. La distribución anual mostró un crecimiento en el número de casos, con 19.513 en 2020, 26.945 en 2021 y 37.736 en 2022. Las hospitalizaciones por COVID-19 fueron de 1.350 en 2020 y 2.683 en 2021, seguidas de una reducción significativa hasta 392 en 2022. Las muertes mostraron un patrón similar con una disminución al final del periodo, sumando 284 en 2020, 841 en 2021 y 127 en 2022. La campaña de vacunación comenzó en 2021, cuando se administraron 473.507 dosis, con un aumento de 206.778 en 2022 (Tabla 1).

Tabla 1. Número de casos, hospitalizaciones y muertes por COVID-19. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Variables	Año		
	2020	2021	2022
Cantidad (n)			
Casos	19.513	26.945	37.736
Hospitalizaciones	1.350	2.683	392
Fallecimientos	284	841	127
Dosis aplicadas	0	473.507	206.778
Población	288.726	290.453	291.906
Indicadores (por 100 mil habitantes)			
Incidencia	6.758,31	9.332,28	13.069,83
Hospitalización	467,57	929,25	135,77
Mortalidad	98,36	291,28	43,99

Fuente: Los autores (2022).

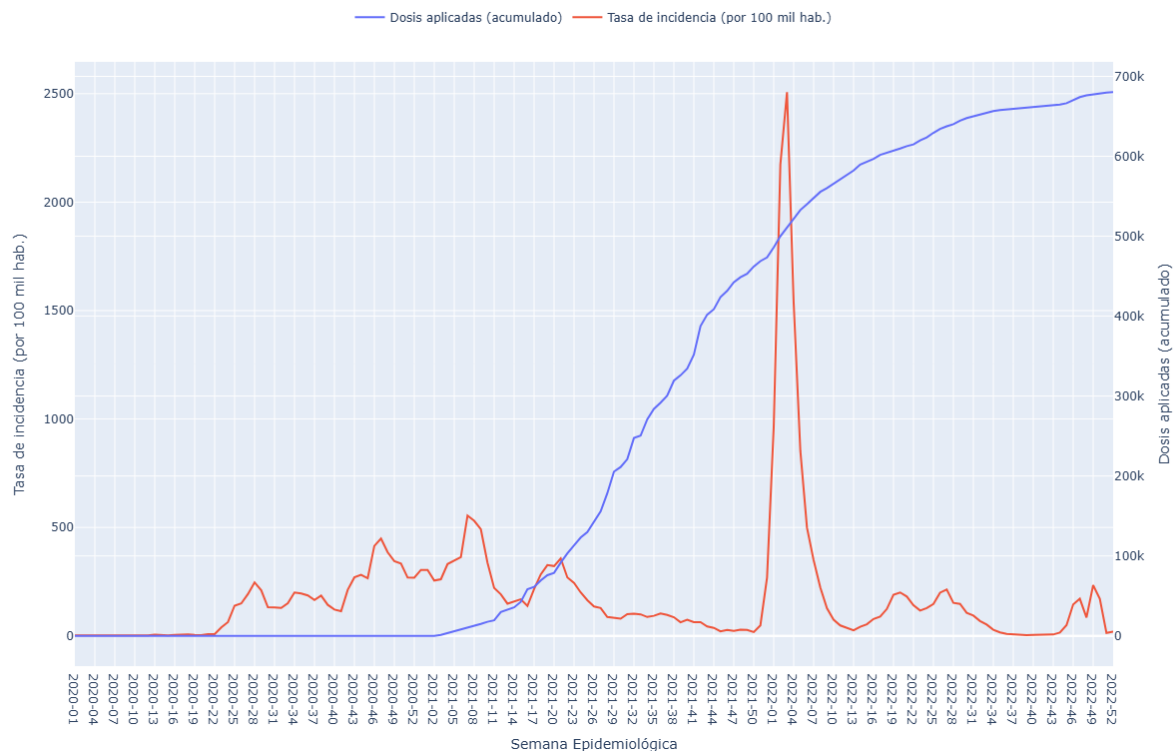
Entre 2020 y 2022, hubo variaciones en los picos de casos, hospitalizaciones y muertes. En 2020, hubo un pico de 1.296 casos y 85 hospitalizaciones en la semana epidemiológica 47, mientras que el pico de 24 muertes se produjo en la semana epidemiológica 53. En 2021, los picos se registraron en la semana epidemiológica 07 para casos (1.611), la semana epidemiológica 10 para hospitalizaciones (122) y la semana epidemiológica 12 para muertes (58). En 2022, el número de casos aumentó significativamente, con un pico en la semana epidemiológica 03 (7.319), seguida de 61 hospitalizaciones y 19 muertes en la semana epidemiológica 04 (Tabla 2).

Tabla 2. Semana epidemiológica con pico de casos, hospitalizaciones y muertes por COVID-19. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Variables	Año		
	2020	2021	2022
Picos	n	n	n
	(SE)	(SE)	(SE)
Casos	1.296	1.611	7.319
	(2020-47)	(2021-07)	(2022-03)
Hospitalizaciones	85	122	61
	(2020-47)	(2021-10)	(2022-04)
Fallecimientos	24	58	19
	(2020-53)	(2021-12)	(2022-04)

Fuente: Los autores (2022).

La Figura 1 ilustra la evolución temporal de la tasa de incidencia de casos de COVID-19 por cada 100.000 habitantes y el número acumulado de dosis de vacunas contra la COVID-19 aplicadas entre 2020 y 2024. Se registraron 84.194 casos en el periodo, con tres picos de casos: el primero en la semana epidemiológica 47 de 2020 con 1.296 casos, el segundo en la semana epidemiológica 07 de 2021 con 1.611 casos y el tercero en la semana epidemiológica 03 de 2022 con 7.319 casos y una tasa de 2.507,31 por cada 100 mil habitantes, periodo de circulación de la variante *ómicron*. La vacunación comenzó en la SE 3 de 2021, sumando, en el periodo, 680.285 dosis aplicadas, con hitos de 200 mil dosis en el EW 29 de 2021, 400 mil en el SE 43 de 2021 y 600 mil en el SE 17 de 2022 (Figura 1).

**Figura 1.** Tasa de incidencia de COVID-19 (por cada 100 mil habitantes) y número de dosis administradas contra COVID-19 (acumuladas) según la semana epidemiológica. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022

Fuente: Los autores (2022).

La Figura 2 muestra la evolución de la tasa de hospitalización por COVID-19 (por cada 100 mil habitantes) en relación con el número acumulado de dosis de vacuna aplicadas, según las semanas epidemiológicas entre 2020 y 2022. En ese periodo, se registraron 4.533 hospitalizaciones, con un pico en la SE 10 de 2021 (122 hospitalizaciones; 42,00 por cada 100 mil habitantes). El punto de intersección entre las curvas se produjo en la SE 29 de 2021, coincidiendo con la ampliación de la cobertura vacunal, especialmente en la población adulta, y el inicio de un cambio constante en el patrón de hospitalizaciones. Hasta entonces, se observaron picos bruscos y recurrentes, lo que sobrecargó el sistema sanitario. Tras este hito, hubo una reducción progresiva y sostenida de las hospitalizaciones. El último pico relevante se produjo en la Declaración Electrónica 07 de 2022, asociado con la propagación de la variante ómicron, pero, a pesar del aumento abrupto de casos, fue menos intenso y de menor duración en comparación con los anteriores, que ocurrieron antes de la expansión de la inmunización (Figura 2).

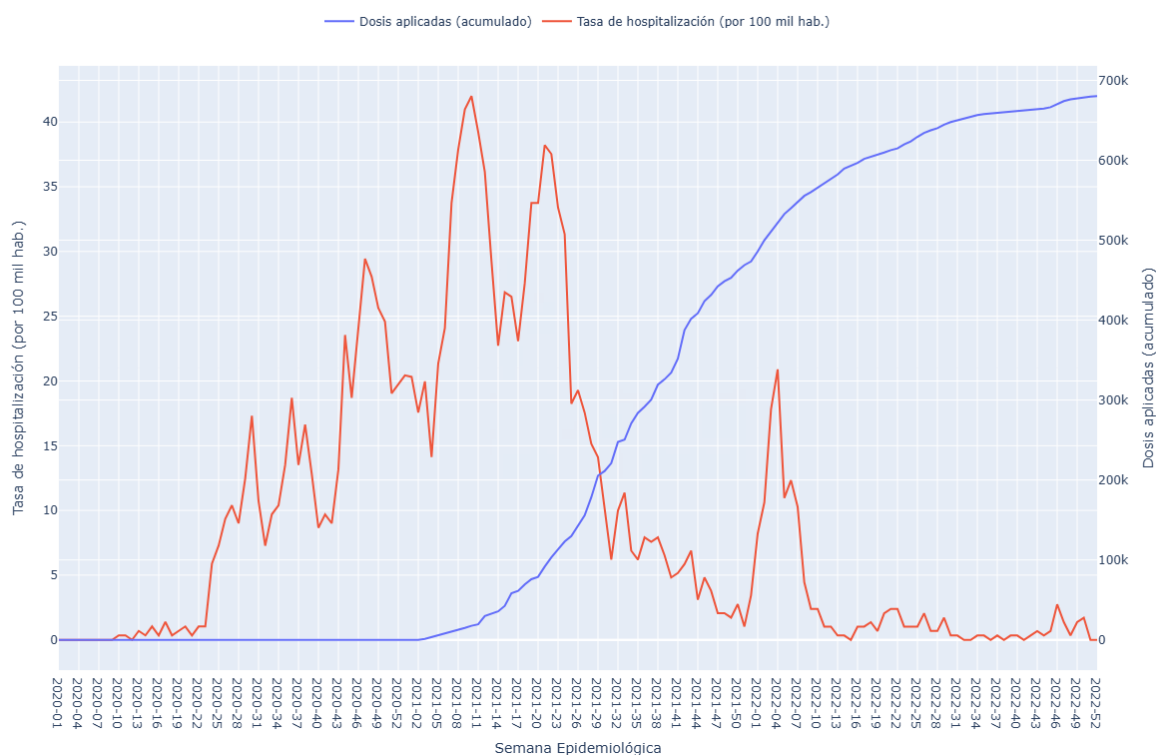


Figura 2. Tasa de hospitalización (por 100 mil hab.) por COVID-19 y número de dosis administradas contra COVID-19 (acumulado) según la semana epidemiológica. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2024

Fuente: Los autores (2022).

La Figura 3 muestra la evolución de la tasa de mortalidad por COVID-19 (por cada 100 mil habitantes) en relación con el número acumulado de dosis de vacuna aplicadas, según las semanas epidemiológicas entre 2020 y 2022. En ese periodo, se registraron 1.252 muertes, con un pico en la SE 12 de 2021 (58 fallecimientos; 19,97 por cada 100 mil habitantes). La SE 26 de 2021 marca el punto de cruce entre las curvas de mortalidad y cobertura vacunal, indicando una fase de transición en el escenario pandémico: la vacunación ya había alcanzado niveles significativos y comenzó a reflejar una tendencia constante a la baja en las tasas de mortalidad, tras meses de altos registros. El último pico relevante ocurrió en la SE 04 de 2022, durante la propagación de la variante Ómicron. Aunque se asoció con el aumento significativo de casos, la mortalidad no alcanzó la magnitud de periodos anteriores y fue menor y de menor duración en comparación con el periodo previo a la vacunación (Figura 3).

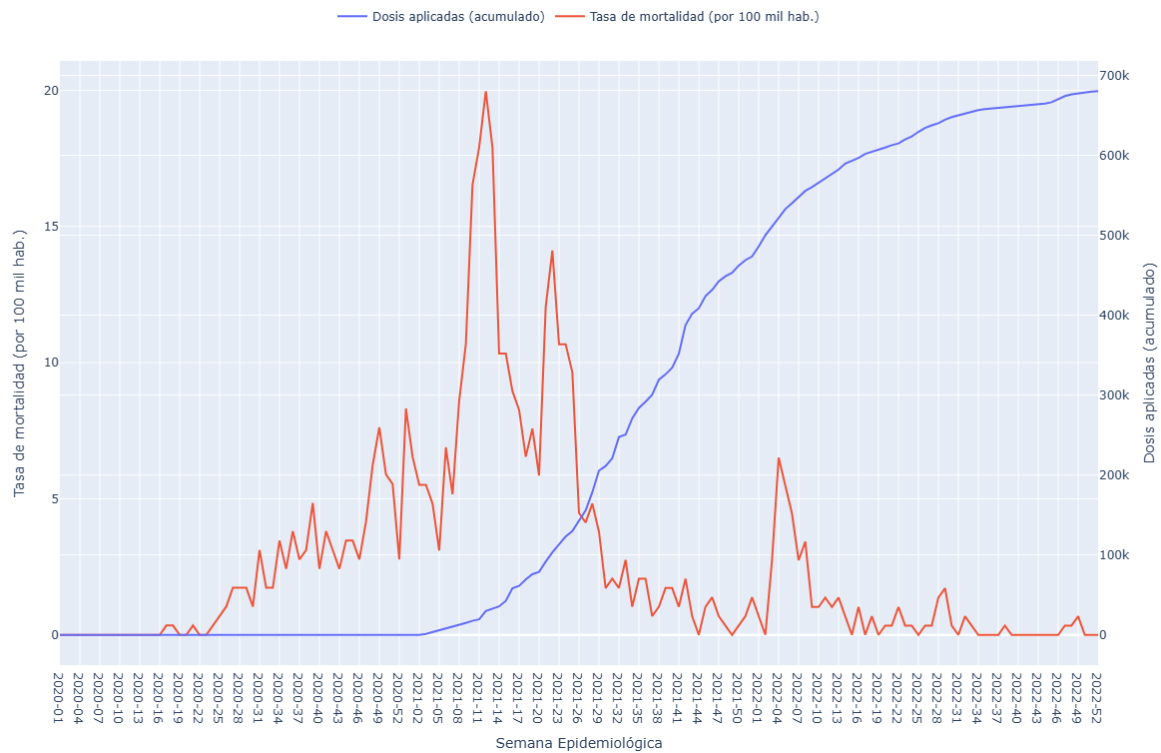


Figura 3. Tasa de mortalidad (por 100 mil hab.) por COVID-19 y número de dosis administradas contra COVID-19 (acumulada) según la semana epidemiológica. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2020-2022
Fuente: Los autores (2022).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio muestran la trayectoria de las tasas de incidencia, hospitalización y mortalidad por COVID-19 en Foz do Iguaçu entre 2020 y 2022, revelando tres oleadas sucesivas con diferentes magnitudes a lo largo del periodo. La segunda ola, en 2021, concentró los picos más altos de casos graves y fallecimientos, lo que indica una alta transmisión viral y un mayor deterioro clínico en ese momento. En 2022, aunque el mayor volumen de infecciones fue impulsado por la circulación de la variante ómicron, hubo un fuerte descenso en los resultados más graves, tras la ampliación de la cobertura vacunal que comenzó en el municipio en 2021. Este comportamiento demuestra una creciente disociación entre la incidencia de casos y la gravedad, lo que sugiere que el avance de la inmunización jugó un papel decisivo en la reducción de hospitalizaciones y muertes, incluso frente a una intensa difusión comunitaria¹⁰⁻¹¹.

El Estado de Paraná adoptó medidas estrictas para contener la COVID-19, con énfasis en el Decreto Estatal N.º 4.230 de marzo de 2020, mientras que el municipio de Foz do Iguaçu complementó estas acciones mediante el Decreto Municipal N.º 27.994/2020, incluso antes de la confirmación de casos locales, demostrando una postura preventiva que posteriormente fue ajustada con la relajación de las restricciones a partir de mayo de 2020. mediante el Decreto n.º 28,103, que comenzó a considerar la distribución espacial de morbilidad y mortalidad para definir acciones en áreas específicas de la ciudad^{9,11}.

Durante la primera ola de COVID-19 en Brasil, que ocurrió entre febrero y noviembre de 2020, la región Sur tuvo una tasa de incidencia de aproximadamente 200 a 300 casos por cada 100.000 habitantes en ese periodo¹⁰. Los hallazgos identificados en este estudio apuntan a una tasa de incidencia de 500 casos por cada 100 mil habitantes

durante la primera ola de COVID-19 en Foz do Iguaçu, lo que demuestra un mayor riesgo de infección en la frontera. Las encuestas serológicas basadas en población realizadas en Foz do Iguaçu indican una alta circulación de SARS-CoV-2 durante el mismo periodo, reforzando una alta transmisión del virus¹⁵.

Como respuesta a la pandemia de COVID-19, mediante el Decreto N.º 28.148 del 20 de mayo de 2020, se implementaron 17 barreras sanitarias en ubicaciones estratégicas de Foz do Iguaçu, teniendo en cuenta su perfil fronterizo y la presencia de transmisiones importadas y comunitarias. El objetivo era identificar los casos sospechosos a tiempo y contener la propagación de la enfermedad². Los indicadores de muertes por COVID-19 en Foz do Iguaçu presentaron valores ligeramente superiores a los observados en la región sur y Brasil¹⁰, pero con un comportamiento temporal diferente, caracterizado por el mantenimiento de casos entre mayo de 2020 y julio de 2021.

Durante este periodo, coincidiendo con las festividades de fin de año y Carnaval, el 95% de los hoteles de la ciudad estaban ocupados, así como un aumento significativo en la transmisibilidad y letalidad de la enfermedad, posiblemente asociado con la circulación de la variante Delta y nuevas variantes en el país¹¹. En este periodo, aproximadamente el 50% de las hospitalizaciones ocurridas en Foz do Iguaçu evolucionaron hasta la muerte. Ante la gravedad de la situación, se publicó el Decreto N.º 6983, que suspendió las clases presenciales, actividades no esenciales e instauró un toque de queda de 20:00 a 5:00, vigente hasta el 8 de marzo de 2021¹¹.

Tras la aprobación de emergencia de las vacunas CoronaVac® y AstraZeneca, la campaña de vacunación contra la COVID-19 comenzó en enero de 2021 en Brasil con un número limitado de dosis, inicialmente dirigidas a los grupos más expuestos a la enfermedad. En las zonas fronterizas urbanas, consideradas de alto riesgo de introducción de nuevas variantes, la vacunación masiva se implementó unos seis meses después del inicio de la campaña en el resto del país³. La vacunación en Foz do Iguaçu comenzó con profesionales sanitarios de primera línea y ancianos en instituciones de cuidados de larga duración. Al inicio de la vacunación, la región fronteriza entre Brasil, Paraguay y Argentina atravesaba la fase más grave de la pandemia, marcada por altas tasas de hospitalizaciones y fallecimientos por COVID-19¹¹.

Con el avance de la inmunización en el municipio, se produjo una fuerte reducción de los casos de COVID-19, especialmente tras alcanzar la aplicación de 100.000 dosis en junio de 2021. La evidencia a nivel federal indica un patrón similar, con una caída en los casos por encima del 30% de la cobertura vacunal¹⁰. El avance de la campaña de vacunación en Foz do Iguaçu se asoció con una reducción sustancial de los casos de hospitalización y muertes por COVID-19. Sin embargo, incluso con el aumento progresivo de la cobertura vacunal, no se pudo detener la aparición y dispersión de casos de la variante *Ómicron*, con alta potencia de transmisión, pero con menor letalidad, alcanzando más en la región Sur¹⁰.

Según los datos de este estudio, el pico de la tercera ola de COVID-19 se registró en la tercera semana epidemiológica de 2022, sumando un total de 7.319 casos. Luz y sus colegas, al analizar la incidencia de COVID-19 en la 9ª Regional de Salud y en las regiones vecinas de Paraguay y Argentina, identificaron que el pico de casos ocurrió en las mismas semanas: primero en la región brasileña, en la semana epidemiológica 3 de 2022; luego en Paraguay, también en la tercera semana; y finalmente, en Argentina, en la cuarta semana de 2022; demostrando la interconexión fronteriza en la propagación del SARS-CoV-2^{9,11}.

El cierre del Puente de la Amistad (Brasil-Paraguay) y del Puente de la Fraternidad (Brasil-Argentina), en marzo de 2020, fue una medida importante para contener el virus,

fomentando el distanciamiento social, tal y como recomienda la Organización Mundial de la Salud¹⁴. La reapertura de las fronteras con Paraguay y Argentina influyó en el aumento de los casos de COVID-19 en Foz do Iguaçu, debido a la mayor circulación de personas, aunque el impacto fue menor en la frontera con Argentina debido a las estrictas normas sanitarias y a una mayor inmunización de la población¹⁶.

Las investigaciones en Brasil y Argentina muestran que, aunque el cierre de fronteras ha ayudado a controlar la pandemia, ha causado daños a la economía y a la salud mental de quienes viven en estas regiones, caracterizadas por fuertes vínculos sociales y económicos¹⁴. En Paraguay, incluso con el control inicial de la pandemia mediante estricta cuarentena, la situación empeoró con la crisis migratoria en el Puente de la Amistad. A finales de abril, la entrada de paraguayos de Brasil fue liberada tras la presión humanitaria. Muchos fueron trasladados a refugios, donde aproximadamente el 80% dio positivo por Covid-19, contribuyendo al aumento de casos en las semanas siguientes¹⁷.

Estos eventos ponen de manifiesto la complejidad y las debilidades que enfrentan como desafíos para la salud en las regiones fronterizas, especialmente si se consideran las limitaciones de los servicios de salud para responder eficazmente a situaciones que implican desplazamientos poblacionales, emergencias sanitarias y vulnerabilidades sociales. Este problema se hizo aún más evidente con el Plan de Acción 2022: Estrategia de Vacunación en las Fronteras, que destaca la necesidad de estrategias específicas para garantizar un acceso justo a la vacunación y el control de enfermedades prevenibles por vacunación, especialmente en un contexto de disminución de la cobertura vacunal en Brasil desde 2016, agravada por la pandemia y el intenso movimiento de personas en estos territorios¹⁸⁻¹⁹. Es importante destacar que la baja cobertura vacunal en estas regiones representa un alto riesgo para la salud pública, exponiendo a la población a posibles brotes y epidemias, con impactos negativos en la comunidad y sobrecarga en los servicios de salud¹⁷.

Las regiones fronterizas, caracterizadas por una intensa movilidad poblacional, interacciones transnacionales continuas y marcadas desigualdades socioeconómicas, presentan desafíos particulares para los sistemas de salud. Estos factores aumentan las vulnerabilidades sanitarias y configuran determinantes territoriales que influyen directamente en la dinámica de las enfermedades³⁻⁴ en la triple frontera Brasil-Argentina-Paraguay. Estas especificidades se traducen en una mayor exposición a flujos migratorios, diferencias en las estrategias de vigilancia y capacidades de respuesta desiguales entre países. Sumados a las fragilidades sociales y presiones económicas típicas de estos territorios, como la dependencia de actividades transfronterizas, la alta informalidad laboral y las limitaciones en el acceso a servicios esenciales, estas asimetrías crean un entorno favorable para la rápida difusión viral y el consiguiente aumento de la demanda de servicios locales⁷⁻¹⁰.

Una limitación importante de este estudio es la calidad de los datos sobre el número de casos de COVID-19, afectados por varios factores, como la ausencia de pruebas masivas y la falta de registros detallados en los sistemas de información, especialmente en los primeros meses de la pandemia¹⁰. Sin embargo, hallazgos recientes indican un buen desempeño de los sistemas de vigilancia de la COVID-19 en la región sur del país, lo que reduce la limitación de la calidad de los datos utilizados en este estudio²⁰. Otra limitación relevante para entender el fenómeno fue la ausencia de distinción entre los tipos de vacunas aplicadas, lo que dificultaba analizar la relación entre la cobertura vacunal y los resultados de la COVID-19, debido a los cambios oficiales en los criterios para definir los calendarios de inmunización completos e incompletos durante el periodo estudiado. Cabe destacar que hay una falta de estudios que incorporen la variable frontera o que se apliquen a regiones fronterizas. Estos son esenciales para revelar

dinámicas específicas de inmunización y difusión viral, contribuyendo a la mejora de las políticas de vigilancia y a una respuesta más precisa de los sistemas sanitarios locales, especialmente en municipios trifronterizos. Una limitación importante de este estudio es la calidad de los datos sobre el número de casos de COVID-19, afectados por varios factores, como la ausencia de pruebas masivas y la falta de registros detallados en los sistemas de información, especialmente en los primeros meses de la pandemia¹⁰. Sin embargo, hallazgos recientes indican un buen desempeño de los sistemas de vigilancia de la COVID-19 en la región sur del país, lo que reduce la limitación de la calidad de los datos utilizados en este estudio²⁰. Otra limitación relevante para entender el fenómeno fue la ausencia de distinción entre los tipos de vacunas aplicadas. Esto dificultó el análisis de la relación entre la cobertura vacunal y los resultados de la COVID-19, debido a cambios oficiales en los criterios para definir los calendarios de inmunización completos e incompletos durante el periodo estudiado. Cabe destacar que existe una escasez de estudios que incorporen la variable fronteriza o que se apliquen a regiones fronterizas, que son esenciales para revelar dinámicas específicas de inmunización y difusión viral, contribuyendo a la mejora de las políticas de vigilancia y a una respuesta más precisa de los sistemas sanitarios locales, especialmente en municipios de la triple frontera.

El análisis epidemiológico de la COVID-19 en Foz do Iguaçu mostró la ocurrencia de tres olas epidémicas distintas, influenciadas por diferentes factores locales y contextuales. La primera ola reflejó la baja inmunidad de la población combinada con la presencia de grupos vulnerables. La segunda ola estuvo marcada por la reapertura del Puente Internacional de la Amistad y la circulación de más variantes transmisibles, lo que incrementó hospitalizaciones y muertes. La tercera ola coincidió con los periodos festivos y la propagación de la variante *Ómicron*, lo que resultó en un alto número de casos, pero con menor letalidad.

Se observó que el avance de la vacunación contribuyó significativamente a la reducción de hospitalizaciones y fallecimientos, a pesar de la persistencia de la transmisión viral en la región fronteriza. Además, el contexto de la triple frontera puso de manifiesto desafíos específicos relacionados con la movilidad poblacional y la vulnerabilidad de los servicios sanitarios locales. Estos hallazgos refuerzan la importancia de estrategias de vigilancia e inmunización adaptadas a las características particulares de las regiones fronterizas para mitigar los impactos de las pandemias.

CONCLUSIÓN

La investigación mostró que la inmunización desempeñó un papel estratégico en la reducción de hospitalizaciones y muertes en los territorios trifronterizos, donde el intenso flujo poblacional y la heterogeneidad de las políticas sanitarias entre países aumentan los desafíos y refuerzan la necesidad de estrategias que amplíen la cobertura vacunal, califiquen el seguimiento y refuercen la cooperación entre países vecinos. Los hallazgos señalan implicaciones directas para la vigilancia sanitaria subnacional y transfronteriza, reforzando la necesidad de modelos de monitorización articulados, el intercambio oportuno de información y respuestas coordinadas entre municipios y países vecinos. La vacunación se reafirma no solo como instrumento de protección individual, sino como un eje estructurador de la seguridad sanitaria regional, contribuyendo a mitigar consecuencias graves y ofreciendo bases más sólidas para políticas públicas alineadas con las especificidades territoriales.

REFERENCIAS

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(Supl 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/169219681464dcdcfce3a68d.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, Cicchelero 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, Cicchelerio 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.

*Artículo extraído de la tesis de maestría: "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.

Recibido en: 30/08/2025

Aprobado en: 15/12/2025

Editor asociado: Dra. Cremilde Aparecida Trindade Radovanovic

Autor correspondiente:

Carmensita Aparecida Gaievski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

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

E-mail: carmensitagaievski@gmail.com

Contribución de los autores:

Contribuciones sustanciales a la concepción o diseño del estudio; o la adquisición, análisis o interpretación de los datos del estudio - **Gaievski CA, Leandro GCW, Pieri FM, Nihei OK, Arcoverde MAM**. Elaboración y revisión crítica del contenido intelectual del estudio - **Leandro GCW, Pieri FM, Nihei OK, Arcoverde MAM**. Responsable de todos los aspectos del estudio, asegurando las cuestiones de precisión o integridad de cualquier parte del estudio - **Gaievski CA, Leandro GCW, Pieri FM, Arcoverde MAM**. Todos los autores aprobaron la versión final del texto.

Conflicto de intereses:

Los autores no tienen conflictos de intereses que declarar.

Disponibilidad de datos:

Los autores declaran que todos los datos están completamente disponibles en el cuerpo del artículo.

ISSN 2176-9133



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).