

# Telesalud y Descarbonización: Una perspectiva para la región metropolitana de Porto Alegre

Alessandra Dahmer

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Professora Adjunta. Correo electrónico: adahmer@ufcspa.edu.br

Cláudia de Souza  
Libânio

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Professora Adjunta. Correo electrónico: claudiasl@ufcspa.edu.br

Leonardo Viapiana da  
Costa

**Autor de correspondencia:** Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Estudante. Correo electrónico: leoviapianasci@gmail.com  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-4109-8444>

Fecha de Recepción: 05 de diciembre de 2024 | Fecha de Aprobación: 23 de septiembre de 2025

## Resumen

El sector de la salud contribuye significativamente a las emisiones globales, con una parte importante proveniente de Brasil. La Telemedicina, al usar tecnologías para ofrecer atención remota, ayuda a reducir los desplazamientos de los pacientes y el impacto ambiental asociado. Este estudio analiza el papel de la Telemedicina en la descarbonización del sector salud en la región metropolitana de Porto Alegre, centrándose en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Objetivo: Evaluar cómo la Telemedicina puede reducir las emisiones de GEI en el sector salud de Porto Alegre. Metodología: Se realizó una revisión de 21 estudios recientes y una simulación de las emisiones de carbono evitadas por el programa TelessaúdeRS. Resultados: La simulación mostró que 199.492 consultas evitaron más de 14 millones de kilómetros de desplazamiento, ahorrando 1,8 millones de litros de combustible y 6 millones de reales. Esto resultó en una reducción de 1,9 toneladas de CO<sub>2</sub>e, equivalente al carbono secuestrado por 32.800 plántulas de árboles en 10 años. Conclusión: La Telemedicina es una herramienta clave para la descarbonización del sector salud, especialmente en Porto Alegre, al reducir emisiones y promover la sostenibilidad.

**Palabras clave:** Telemedicina, Huella de Carbono, efecto invernadero, tecnologías de la información, impacto ambiental.

## Abstract

### Telehealth and Decarbonization: A perspective for Porto Alegre's metropolitan region

The healthcare sector is a significant contributor to global emissions, with Brazil accounting for a notable share. Telehealth, using information technologies for remote care, helps reduce patient travel and its associated environmental impact. This study explores the role of telehealth in decarbonization within the metropolitan region of Porto Alegre, focusing on its potential to reduce greenhouse gas (GHG) emissions. Objective: To evaluate how telehealth can support decarbonization by reducing GHG emissions in Porto Alegre's healthcare sector. Methodology: An integrative literature review of 21 studies from the past five years was conducted, along with a simulation of the carbon emissions avoided by the TelessaúdeRS program in the region. Results: The findings show a strong relationship between reduced travel via telehealth and decreased GHG emissions. The simulation estimated that 199,492 consultations avoided over 14 million kilometers of travel, saving 1.8 million liters of fuel and reducing costs by 6 million reais. This resulted in a 1.9-ton reduction in CO<sub>2</sub>e emissions, equivalent to the carbon sequestered by 32,800 tree seedlings over 10 years. Conclusion: Telehealth demonstrates significant potential for decarbonizing healthcare, particularly in Porto Alegre, by reducing emissions and promoting sustainability.

**Key-words:** Telehealth, Carbon Footprint, Greenhouse effect, information technologies, environmental impact.

## Resumo

### Telessaúde e Descarbonização: Uma perspectiva para a região metropolitana de Porto Alegre

O setor de saúde contribui significativamente para as emissões globais, com uma parte expressiva vinda do Brasil. A Telessaúde, ao utilizar tecnologias para oferecer atendimento remoto, ajuda a reduzir as viagens dos pacientes e o impacto ambiental associado. Este estudo investiga o papel da Telessaúde na descarbonização do setor de saúde na região metropolitana de Porto Alegre, focando na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Objetivo: Avaliar como a Telessaúde pode contribuir para a redução das emissões de GEE no setor de saúde de Porto Alegre. Metodologia: Foi realizada uma revisão integrativa de 21 estudos dos últimos cinco anos e uma simulação das emissões de carbono evitadas pelo programa TelessaúdeRS na região. Resultados: A simulação mostrou que 199.492 consultas evitaram mais de 14 milhões de quilômetros de deslocamento, economizando 1,8 milhão de litros de combustível e 6 milhões de reais. Isso resultou em uma redução de 1,9 toneladas de CO<sub>2</sub>e, equivalente ao carbono sequestrado por 32.800 mudas de árvores ao longo de 10 anos. Conclusão: A Telessaúde se apresenta como uma ferramenta eficaz para a descarbonização do setor de saúde, especialmente em Porto Alegre, ao reduzir as emissões e promover práticas sustentáveis.

**Palavras-chave:** Telessaúde, Pegada de Carbono, efeito estufa, tecnologias da informação, impacto ambiental.

## INTRODUCCIÓN

La telesalud engloba diversas aplicaciones, como la teleconsulta, el telediagnóstico y las consultas remotas, que usan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para brindar servicios de salud a distancia<sup>1</sup>. En Brasil, sus orígenes se remontan a la década de 1980 evolucionando a través de los años con el Programa Nacional de Telesalud, cuyo objetivo era integrar la educación y la atención en el Sistema Único de Salud (SUS)<sup>2</sup>. Durante la pandemia de COVID-19, la telesalud resultó crucial para reducir el transporte de pacientes y la exposición al virus, a la vez que facilitaba el acceso a la atención médica<sup>3</sup>. Además de democratizar el acceso a la atención médica, especialmente en regiones con infraestructura deficiente, la telesalud reduce las distancias que recorren los pacientes y los profesionales de la salud<sup>1</sup>.

La descarbonización en el sector de salud se ha convertido en una preocupación cada vez más urgente, en particular en el Acuerdo de París, que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mitigar el cambio climático<sup>4</sup>. Brasil, séptimo mayor emisor mundial, se ha comprometido a reducir las emisiones en un 37 % para 2025 y un 43 % para 2030<sup>4</sup>. Si bien el sector de salud representa solo el 4,4 % de las emisiones globales de GEI, la telesalud parece ser una estrategia prometedora para la descarbonización, al reducir la necesidad de desplazamientos físicos, lo que podría reducir las emisiones relacionadas con el transporte. En 2022, las emisiones relacionadas con el transporte en Brasil ascendieron a 216.877.617 megatoneladas de CO<sub>2</sub>e<sup>5</sup>.

Referente a las emisiones de CO<sub>2</sub>, Rio Grande do Sul registró 77,6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq) en 2020, superando los objetivos mínimos establecidos en el Acuerdo de París, que establece metas de 43,8 millones de toneladas para 2025 y 34,8 millones de toneladas para 2030<sup>6</sup>. Para abordar este desafío, la Agenda PROclima 2050 del gobierno estatal busca reducir las emisiones de carbono en un 50% para 2030 y lograr la neutralidad total para 2050, con acciones divididas en cuatro pilares: transición energética, reducción de emisiones de GEI, educación ambiental y adaptación climática<sup>7</sup>. Si bien aún faltan planes específicos para la cadena de producción de atención médica, varias instituciones de atención médica ya están incorporando prácticas sostenibles en su planificación estratégica, con enfoque en la eficiencia energética y la gestión adecuada de residuos.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas se alinean con los esfuerzos de descarbonización, enfatizando la

importancia de garantizar la salud y el bienestar (ODS 3) y promover una energía asequible y no contaminante (ODS 7)<sup>8</sup>. Implementar acciones de alto impacto, como la transición a electricidad limpia y la adopción de una gestión sostenible de residuos, es esencial para lograr cero emisiones netas en el sector sanitario<sup>9</sup>.

La Región Metropolitana de Porto Alegre con 34 municipios y aproximadamente 4,4 millones de habitantes, es un área importante para la implementación de la telesalud. El Programa TelessaúdeRS, parte del Programa de Posgrado en Epidemiología de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), desempeña un papel crucial en el apoyo a los profesionales de la salud, recibiendo financiación de la Secretaría de Salud del Estado de Rio Grande do Sul<sup>10</sup> y del Ministerio de Salud hasta agosto de 2024. Por ejemplo, el Programa RegulaSUS busca reducir las listas de espera para atención médica especializada en SUS mediante el aprovechamiento de tecnologías que ayudan a los médicos de atención primaria a diagnosticar y tratar a los pacientes con base en protocolos de evidencia. Desde su lanzamiento en 2015, el Programa RegulaSUS ha realizado más de 930.000 regulaciones, resolviendo el 51% de los casos sin necesidad de consultas presenciales<sup>11</sup>.

En este contexto, este estudio tiene como objetivo examinar la relación entre la telesalud y la descarbonización en general y estimar la reducción de la huella de carbono alcanzada por el Programa TelessaúdeRS en la Región Metropolitana de Porto Alegre.

## METODOLOGÍA

### Revisión de literatura integradora

Según Whitemore y Knafl<sup>12</sup>, una revisión integradora es un método que resume la literatura empírica o teórica para proporcionar una comprensión integral de un fenómeno o problema de salud específico. Esta metodología consta de cinco pasos principales: 1) Identificación del problema; 2) Búsqueda bibliográfica; 3) Evaluación de datos; 4) Análisis de datos; y 5) Presentación de resultados.

No se requirió aprobación ética.

Siguiendo este marco, la metodología de este estudio se estructuró como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1:

Pasos para la revisión integradora de la literatura	Description
1) Identificación del problema, pregunta de investigación	La pregunta de investigación busca identificar: "¿Cuál es la relación entre la descarbonización y la telesalud?"
2) Búsqueda de literatura	Se realizaron búsquedas en las bases de datos PubMed, Scopus y VHL. Los términos de búsqueda utilizados fueron: <i>(telemedicine OR telehealth OR "remote consultation") AND (decarbonization OR "carbon footprint" OR "greenhouse gases" OR "environmental sustainability") and (telemedicina OR telessaúde OR "consulta remota") AND (descarbonização OR "pegada de carbono" OR "gases de efeito estufa" OR "sustentabilidade ambiental")</i> .
3) Evaluación de datos	Se aplicaron filtros para mostrar los artículos publicados en los últimos cinco años (2019-2024) en todas las bases de datos. Otros filtros adicionales incluyeron: solo artículos, exclusión de otros tipos de material, como capítulos de libros o ensayos, y la restricción de la selección a artículos de acceso abierto disponibles en texto completo de forma gratuita.
4) Análisis de datos	Los artículos seleccionados se evaluaron según criterios específicos para garantizar su relevancia y validez. Se analizaron el título y el resumen de cada artículo para verificar su coherencia con la pregunta de investigación.
5) Presentación de resultados	Los resultados se presentaron en formato de tabla (Apéndice A) y se analizaron en detalle en la sección Resultados.

### Simulaciones de emisiones para la Región Metropolitana de Porto Alegre

De acuerdo con los hallazgos de la revisión bibliográfica, se realizó una simulación de las emisiones evitadas mediante un programa de telesalud. Se utilizaron datos abiertos del Programa TelessaúdeRS, que contienen información sobre el número total de consultas de telesalud por municipio y período.

El período de recolección de datos siguió el mismo cronograma utilizado en la revisión bibliográfica, contando los últimos cinco años (de 2019 a septiembre de 2024). La selección de municipios se basó en la definición proporcionada por el Atlas Socioeconómico de Rio Grande do Sul para la Región Metropolitana de Porto Alegre, que comprende 34 municipios.

La simulación tuvo como objetivo estimar lo siguiente:

- Distancias de viaje evitadas;
- Consumo de combustible evitado (en cantidad y valor);
- Emisiones de CO<sub>2</sub>e evitadas.

Para medir las distancias, se estableció un punto de partida específico para cada municipio de la Región Metropolitana hacia la capital, Porto Alegre, mediante Google Maps. Se calcularon las distancias de ida y vuelta para todos los desplazamientos.

Para facilitar la simulación, se realizaron ciertas generalizaciones. Se eligió Porto Alegre como destino de todos los desplazamientos, dada su condición de ciudad más grande de la región y principal centro de servicios de salud. Además, se asumió que cada consulta evitaba un viaje de ida y vuelta y que todos los desplazamientos se habrían realizado en coche, con un consumo medio de combustible de 11,47 km/litro.

Estas generalizaciones excluyen la posibilidad de que las consultas sean realizadas en otros municipios metropolitanos, que los pacientes realicen múltiples consultas o que se utilicen medios de transporte alternativos (por ejemplo, autobuses, furgonetas, motocicletas, aviones). Tampoco se consideró el desplazamiento desde el domicilio del paciente hasta la Unidad Básica de Salud (UBS) o el centro de consulta remota. Esta limitación podría haber influido en los resultados, tanto positivos como negativos.

La distancia total evitada se calculó mediante esta fórmula:

$$DT = AT \times (d \times 2)$$

Donde:

- DT = Distancia total evitada;
- AT = Total de consultas en el municipio;
- d = Distancia entre el municipio y el destino (solo ida).

Para calcular las emisiones se utilizó la herramienta del Programa Brasileño del Protocolo de GEI, proporcionada por el Centro de Estudios de Sostenibilidad de la Fundación Getúlio Vargas (FGV). Esta herramienta, comúnmente empleada para inventarios de emisiones corporativas y organizacionales, se centra en la combustión móvil, que corresponde a las emisiones de los medios de transporte<sup>13</sup>.

El factor de emisión por litro de combustible ahorrado, definido por la herramienta, fue de 3,74 kg de CO<sub>2</sub>.

Finalmente, se ingresaron las distancias totales en la herramienta para estimar las emisiones evitadas y obtener los siguientes resultados:

- Litros de combustible ahorrados;
- Emisiones por litro;
- Emisiones totales evitadas.

Para el ahorro en combustible, se utilizó el precio promedio de reventa de los últimos cinco años (2019-septiembre de 2024) para Rio Grande do Sul, según lo publicado por la Agencia Nacional del Petróleo (ANP). El valor del multiplicador fue R\$ 5,28 por litro<sup>14</sup>.

Se obtuvieron escenarios equivalentes introduciendo los resultados en la Calculadora de Equivalencias de Gases de Efecto Invernadero<sup>15</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción general de los artículos

En la búsqueda en la base de datos Scopus realizada en septiembre de 2024, se identificaron inicialmente 755 publicaciones. Tras aplicar filtros, quedaron 191 artículos. De estos, tras un proceso de selección basado en el análisis del título y el resumen, se seleccionaron 9 artículos para la revisión. De igual manera, en la búsqueda en PUBMED/BVS realizada en agosto de 2024, se encontraron 29 publicaciones, que se redujeron a 22 después de ser filtradas y, finalmente, quedaron 12 artículos tras el análisis del título y el resumen. Por lo tanto, la revisión bibliográfica integradora consistió en un análisis detallado de 21 artículos, que proporcionó una visión general del problema de investigación y una variedad de datos e información.

Los artículos seleccionados se resumen en la Tabla 2

**Tabla 2**

Título	Autores	Lugar del estudio	Año
El potencial de las tecnologías de atención médica virtual para reducir la huella de carbono de los servicios de salud.	Usher, Kim; Williams, Jen; Jackson, Debra	Australia	2024
Explorando el impacto ambiental de la telemedicina: una evaluación del ciclo de vida.	Savoldelli, Anna; Landi, Daniele; Rizzi, Caterina	Italia	2024
Distancia de viaje entre participantes en sesiones de telemedicina en Estados Unidos con estimaciones de ahorro de emisiones: estudio observacional.	Cummins, Mollie R; Shishupal, Sukrut; Wong et al.	Estados Unidos	2024
Reducción de los contaminantes ambientales y la carga de viaje mediante un programa de consulta electrónica basado en un centro médico académico.	Moore, Susan L; Grim, Stephanie; Kessler, Rodger et al.	Estados Unidos	2024
Un centro de telemedicina reduce la huella de carbono integral en atención primaria: un estudio retrospectivo monocéntrico.	Schmitz-Grosz, Krisztina; Sommer-Meyer, Carsten; Berninger, Philipp et al.	Suiza	2023
El impacto ambiental de la telemedicina quirúrgica: evaluación del ciclo de vida de evaluaciones preoperatorias virtuales versus presenciales para la enfermedad benigna del intestino anterior.	Sillcox, Rachel; Gitonga, Baraka; Meiklejohn, Duncan A et al.	Estados Unidos	2023
Impacto económico y ambiental de las videoconsultas a través de aplicaciones de salud digital en el seguimiento de pacientes en cirugía ortopédica y traumatológica en Alemania: ensayo controlado aleatorizado.	Muschol, Jennifer; Heinrich, Martin; Heiss, Christian et al.	Alemania	2022
Evaluación de la huella de carbono de las intervenciones de salud digital: una revisión exploratoria.	Lokmic-Tomkins, Zerina; Davies, Shauna; Block, Lorraine J et al.	Australia	2022

Título	Autores	Lugar del estudio	Año
Telesalud: reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los pacientes en un departamento académico de psiquiatría.	Penaskovic, Kenan M; Zeng, Xiaoming; Burgin, Stacey et al.	Estados Unidos	2022
Una lista de verificación de transparencia para los cálculos de la huella de carbono aplicada en una revisión sistemática de intervenciones de atención virtual.	Lange, Oliver; Plath, Julian; Dziggel, Timo F et al.	Alemania	2022
Impacto ambiental positivo de la teleconsulta remota en urología durante la pandemia de COVID-19 en una zona densamente poblada.	Filfilan, A; Anract, J; Chartier-Kastler, E et al.	Francia	2021
No hay mal que por bien no venga: el beneficio medioambiental de la teledermatología durante la pandemia de COVID-19.	O'Connell, G; O'Connor, C; Murphy, M	Estados Unidos	2021
Análisis de las emisiones y variaciones de la telesalud en entornos de atención primaria: una revisión exploratoria	Rachel de Sain, Amanda Irwin	Australia	2024
Ahorro en emisiones de carbono y contaminación del aire mediante consultas de telesalud para cardiología	Gunn, Alexander H.; Murray, Evan M.; Patel, Manesh R et al.	Estados Unidos	2024
¿Reduce la telemedicina la huella de carbono de la atención sanitaria? Una revisión sistemática.	Purohit, Amy; Smith, James; Hibble, Arthur	Reino Unido	2021
Impacto ambiental de las visitas de telerehabilitación en un entorno urbano	Iaccarino, Mary Alexis; Paganoni, Sabrina; Tenforde, Adam et al.	Estados Unidos	2022
Atención sanitaria en zonas rurales: propuesta de un nuevo programa de telemedicina asistida desde los centros de salud de referencia, para una digitalización sostenible y su contribución a la reducción de la huella de carbono	Moncho-Santonja, Maria; Aparisi-Navarro, Silvia; Defez Garcia, Beatriz et al.	España	2022
Alta aceptabilidad, conveniencia y reducción de emisiones de carbono de los servicios ambulatorios de teleneurología en un centro de referencia regional en Kenia	Yakub, Fazal Abdulaziz; Shah, Jasmit; Sokhi, Dilraj Singh	Kenya	2023
Impacto de la monitorización cardíaca remota en las emisiones de gases de efecto invernadero	Bawa, Danish; Ahmed, Adnan; Darden, Douglas et al.	Estados Unidos	2023
Los impactos ambientales de la telemedicina en lugar de la atención presencial al paciente: una revisión sistemática	Ravindrane, Ramyadevi; Patel, Jay	Reino Unido	2022
Las visitas pediátricas de telemedicina reducen las emisiones de gases de efecto invernadero	Grabski, David F.; Meyer, Matthew J.; Gander, Jeffrey W.	Estados Unidos	2024

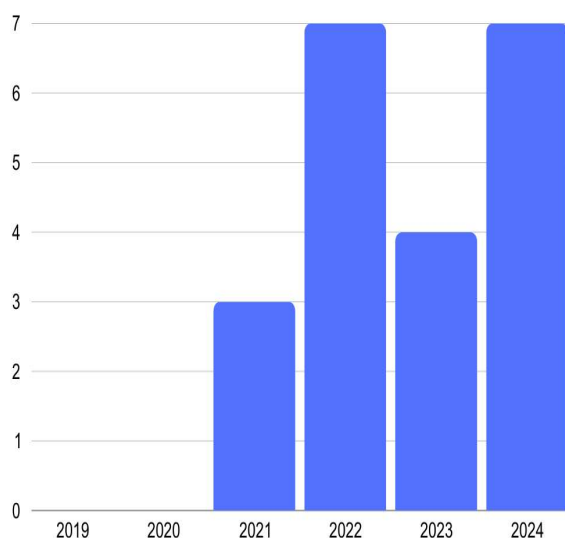
Entre los lugares de los estudios, Estados Unidos fue el más representado con nueve artículos, seguido de Australia (tres artículos), Alemania (dos artículos) y el Reino Unido (dos artículos). Se encontraron artículos individuales en Francia, Italia, Kenia y Suiza. No se identificaron artículos de Brasil ni de Latinoamérica.

El alcance temporal de esta revisión abarca el período de la pandemia de COVID-19, que transformó significativamente los servicios de salud y aceleró la adopción de la telesalud. Durante la pandemia, medidas como el distanciamiento social y las restricciones de viaje hicieron indispensable la telemedicina. Un informe de Medicare<sup>16</sup> reveló que, solo en Estados Unidos, las consultas de telemedicina se multiplicaron por

63, pasando de 840.000 en 2019 a 52,7 millones en 2020.

El impacto de la pandemia también influyó en la producción científica. Como se muestra en el gráfico a continuación, se observó un aumento progresivo de las publicaciones entre 2019 y 2024, aunque no se encontraron artículos relacionados con el tema de esta revisión en 2019 y 2020. Esto sugiere que el tema cobró relevancia tras el período crítico de la pandemia, a medida que los investigadores comenzaron a evaluar los cambios introducidos por las prácticas de telesalud. El aumento de las publicaciones en 2024 refleja la consolidación de la telesalud en la agenda científica, especialmente después de que la OMS declaró el fin de la emergencia sanitaria mundial en 2023. La Figura 1 ilustra esta situación:



**Figura 1**

Los artículos revisados mostraron una evidencia de la relación entre la telesalud y la descarbonización. Todos los estudios seleccionados indicaron que las prácticas de telesalud redujeron significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero.

### Principales causas de la reducción

El principal factor que contribuye a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> es la disminución de los desplazamientos de pacientes y profesionales sanitarios. Este aspecto fue el enfoque central de 18 de los 21 estudios.

Por ejemplo, Penaskovic et al.<sup>17</sup> evaluaron 7582 consultas en 26 clínicas de psiquiatría entre marzo y diciembre de 2020, de las cuales el 85 % se realizaron mediante telemedicina. Al analizar las distancias de viaje evitadas y las emisiones de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido, el estudio calculó un ahorro neto de 867 011 kg de CO<sub>2</sub>, equivalente a las emisiones de 189 coches en un año.

De forma similar, Filfilan et al. (2021) estudiaron a 80 pacientes de dos servicios de urología. Estimaron que las consultas presenciales habrían supuesto 6699 km de desplazamiento (83,7 km por paciente). Las teleconsultas evitaron 1,1 toneladas de emisiones totales de CO<sub>2</sub>e debido a la reducción de los desplazamientos.

Sin embargo, las emisiones de la infraestructura de teleconsulta ascendieron a 1,1 kg de CO<sub>2</sub>e por sesión, en comparación con los 0,5 kg de las consultas presenciales.

Los estudios de Savoldelli et al., Sillcox et al. y Tomkins et al.<sup>18-20</sup> reforzaron esta conclusión mediante el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) que consideró todos los factores

involucrados. Por ejemplo, Savoldelli et al.<sup>18</sup> evaluaron la sostenibilidad ambiental de las consultas virtuales frente a las presenciales para pacientes con insuficiencia cardíaca en un hospital italiano.

Su análisis reveló que la telemedicina generó 0,41 kg de CO<sub>2</sub>e por consulta, y el uso de internet representó el 74% de las emisiones totales. Por el contrario, las consultas presenciales generaron 9,77 kg de CO<sub>2</sub>e, y el 98% de las emisiones se atribuyeron al transporte de pacientes.

Estos hallazgos demuestran que, si bien la infraestructura de telemedicina puede generar emisiones comparables a las de las consultas presenciales en algunos casos (p. ej., Filfilan et al.<sup>21</sup>), el beneficio ambiental general es evidente cuando se consideran las emisiones del transporte.

### Resultados de la simulación de emisiones

La simulación de emisiones evitadas por el Programa TelessaúdeRS, basada en datos de 2019 a septiembre de 2024, reveló importantes impactos en la salud pública y el medio ambiente, lo que subraya el potencial de la telesalud como solución sostenible.

Durante este período, se registraron 199.492 consultas remotas en la Región Metropolitana de Porto Alegre. Estas consultas evitaron 14.821.144,60 kilómetros de desplazamiento, reduciendo la congestión urbana y la demanda de transporte, a la vez que mejoraron la calidad de vida de los ciudadanos.

Esta reducción también supuso un ahorro de 1.178.992,18 litros de combustible, lo que representa un ahorro financiero de R\$ 6.225.078,71, lo que demuestra la viabilidad financiera de un modelo de atención sanitaria más eficiente y sostenible.

En términos ambientales, el Programa evitó la emisión de 1.983,67 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e). Esta reducción es comparable a:

- Las emisiones anuales de 472 vehículos de pasajeros de gasolina;
- El consumo de electricidad de 391 hogares durante un año;
- La carga de 130.955.316 teléfonos inteligentes.

Estos resultados confirman el potencial de la telesalud no solamente para mejorar la accesibilidad a la atención médica, sino también para promover la descarbonización en el sector de la salud y combatir el cambio climático.

## CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio investigó el potencial de la telesalud como herramienta de descarbonización, con especial atención en la Región Metropolitana de Porto Alegre. Al reducir la necesidad de desplazamientos de pacientes y profesionales sanitarios, la telesalud ha demostrado su capacidad para reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a la vez que mejora el acceso a los servicios de salud.

Los hallazgos, respaldados por una revisión bibliográfica de 21 estudios y una simulación del impacto del Programa TelessaúdeRS, destacan los beneficios ambientales de la telesalud. Entre 2019 y septiembre de 2024, el programa realizó 199.492 consultas remotas, evitando más de 1,1 millones de litros de consumo de combustible y 1.983,67 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>e, equivalentes a las emisiones anuales de 472 vehículos. Estos resultados confirman el potencial de la telesalud para abordar los desafíos climáticos y, al mismo tiempo, generar ahorros financieros.

Sin embargo, hubo ciertas limitaciones que merecen la atención. El análisis se centró principalmente en la reducción de viajes como principal impulsor de la disminución de emisiones, ignorando impactos ambientales más amplios, como el consumo de energía y el comportamiento de los usuarios en entornos virtuales. Además, la variabilidad de las metodologías en los estudios revisados y la escasez de datos regionales, especialmente en América Latina, limitan la generalización de los hallazgos. La falta de datos detallados sobre las operaciones de telesalud y la dependencia de supuestos generalizados limitan aún más la precisión de las estimaciones de emisiones.

A pesar de estas limitaciones, la telesalud emerge como una herramienta crucial para alinear la atención médica con los objetivos globales de sostenibilidad, incluyendo el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Al aprovechar la tecnología, la telesalud no solo mejora la eficiencia y la accesibilidad de los servicios de salud, sino que también contribuye a mitigar el cambio climático. Para aprovechar plenamente su potencial, las investigaciones futuras deben incorporar datos específicos del contexto, perfeccionar las metodologías y explorar variables ambientales más amplias para proporcionar una comprensión más completa del impacto de la telesalud.

En conclusión, la telesalud representa un enfoque transformador para la descarbonización del sector sanitario, ofreciendo importantes

beneficios ambientales, financieros y sociales. Su integración en los sistemas sanitarios es esencial para construir un futuro más sostenible y resiliente.

## REFERENCIAS

1. Caetano R, Silva AB, Guedes ACCM, Paiva CCN, Ribeiro G, Santos DL, et al. Desafios e oportunidades para telessaúde em tempos da pandemia pela COVID-19: uma reflexão sobre os espaços e iniciativas no contexto brasileiro. *Cad Saúde Pública*. 2020;36(5).
2. Ministério da Saúde. Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; [citado 2024 dez 2]. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/programa\\_nacional\\_telessaude\\_bbrasil\\_redes\\_2015.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/programa_nacional_telessaude_bbrasil_redes_2015.pdf).
3. Paloski GR, Barlem JGT, Brum AN, Barlem ELD, Rocha LP, Castanheira JS. Contribuição do telessaúde para o enfrentamento da COVID-19. *Esc Anna Nery* [Internet]. 2020 Dec 11;24. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/bvYwTYJg5yBxJSG9TzKDKLL>.
4. Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Acordo de Paris [Internet]. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; 2017 [citado 2024 dez 2]. Disponível em: <https://www.gov.br/mctic/pt-br/acompanhe-o-mctic/acoes-e-programas/clima/acordo-de-paris>.
5. SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão de Gases. plataforma.seeg.eco.br [Internet]. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/?highlight=br-net-emissions-by-sector-nci&\\_gl=1](https://plataforma.seeg.eco.br/?highlight=br-net-emissions-by-sector-nci&_gl=1).
6. Pessoa ML. Combate às mudanças climáticas: a situação do RS no cumprimento das metas do ODS 13 [Internet]. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão; 2022 [citado 2024 dez 2]. 19 p. (Cadernos ODS). Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos//caderno-ods-13-combate-as-mudancas-climaticas-a-situacao-do-rs-no-cumprimento-das-metas-do-ods-13-dez-2022-1-1.pdf>.
7. ProClima2050 [Internet]. Disponível em: <https://www.proclima2050.rs.gov.br/inicial>.
8. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

- [Internet]. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>.
9. Health Care Without Harm, ARUP. Global Road Map for Health Care Decarbonization: A navigational tool for achieving zero emissions with climate resilience and health equity [Internet]. Disponível em: <https://healthcareclimateaction.org/sites/default/files/2021-09/Road%20Map%20for%20Health%20Care%20Decarbonization%20Executive%20Summary.pdf>.
  10. Katz N, Roman R, Rados DV, Oliveira EB, Schmitz CAA, Gonçalves MR, et al. Acesso e regulação ao cuidado especializado no Rio Grande do Sul: a estratégia RegulaSUS do TelessaúdeRS-UFRGS. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2020;25(4):1389–400.
  11. Consulta Município [Internet]. Shinyapps.io. 2024 [citado 2024 dez 2]. Disponível em: [https://telessauders.shinyapps.io/consulta\\_municipio/](https://telessauders.shinyapps.io/consulta_municipio/).
  12. Whittemore R, Knafl K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs* [Internet]. 2005 Dec;52(5):546–53. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16268861/>.
  13. Fundação Getulio Vargas. Programa Brasileiro GHG Protocol [Internet]. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>.
  14. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Preços de revenda de combustíveis no Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: ANP; 2024 [citado 2024 dez 2]. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMGM0NDhhMTUtMjQwZi00N2RILTk1M2UtYjYjZTlkNzYyZTl0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTExNGFmY2FkYzkyZkxMyj9>.
  15. United States Environmental Protection Agency (EPA). Greenhouse Gas Equivalencies Calculator [Internet]. 2015 [citado 2024 dez 2]. Disponível em: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator#results>.
  16. Medicare Beneficiary Use of Telehealth Visits: Early Data From the Start of the COVID-19 Pandemic [Internet]. ASPE. Disponível em: <https://aspe.hhs.gov/reports/medicare-beneficiary-use-telehealth-visits-early-data-start-covid-19-pandemic>.
  17. Penaskovic KM, Zeng X, Burgin S, Sowa NA. Telehealth: Reducing Patients' Greenhouse Gas Emissions at One Academic Psychiatry Department. *Acad Psychiatry*. 2022;46(5):569–73.
  18. Savoldelli A, Landi D, Rizzi C. Exploring the environmental impact of telemedicine: A life cycle assessment. *Stud Health Technol Inform*. 2024;296:72–9.
  19. Sillcox R, et al. The environmental impact of surgical telemedicine: life cycle assessment of virtual vs. in-person preoperative evaluations for benign foregut disease. *Surg Endosc*. 2023;37(7):5696–5702. doi:10.1007/s00464-023-10131-9.
  20. Lokmic-Tomkins Z, Davies S, Block LJ, et al. Assessing the carbon footprint of digital health interventions: a scoping review. *J Am Med Inform Assoc*. 2022;29(12):2128–39. doi:10.1093/jamia/ocac196.
  21. Filfilan A, Anract J, Chartier-Kastler E, et al. Positive environmental impact of remote teleconsultation in urology during the COVID-19 pandemic in a highly populated area. *Prog Urol*. 2021;31(16):1133–8. doi:10.1016/j.purol.2021.08.036.



**Declaración de responsabilidad:** Declaramos que todos los autores participaron activamente en la construcción y elaboración del artículo en cuestión. Cada autor contribuyó de manera significativa según se detalla a continuación: Leonardo Viapiana da Costa: Elaboración del proyecto de investigación, revisión bibliográfica, elección de la metodología, tratamiento de datos, realización de cálculos y simulaciones, compilación de los resultados y conclusiones.

Cláudia de Souza Libânio: Orientación general (contenido, estructura del texto, etc.), revisión, corrección, ajustes en la metodología, refinamiento de los resultados y conclusiones.

Alessandra Dahmer: Orientación general (contenido, estructura del texto, etc.), revisión, corrección, orientación técnica, sugerencia de mejoras y conclusión.

**Financiación:** Los autores declaran que no hubo fuentes de financiamiento para la realización del estudio.

**Conflicto de interés:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés en relación con esta investigación, su autoría o la publicación de este artículo.

**Cómo citar este artículo:** Costa, L. V., Libânio, C. S., Dahmer A. (2025). Telesalud y Descarbonización: Una perspectiva para la región metropolitana de Porto Alegre. *Latin American Journal of Telehealth*, Belo Horizonte, 2024; 11(2): 119-127. ISSN:2175-2990