



COLEÇÃO
ESTUDOS
CARIOCAS

El transporte como inductor territorial: análisis de las transformaciones urbanas en la ciudad de Río de Janeiro

Transportation as a territorial driver: analysis of urban transformations in the city of Rio de Janeiro

O transporte como indutor territorial: análise das transformações urbanas na cidade do Rio de Janeiro

Luiz Henrique de Carvalho Freires¹, Leonardo Vieira Barbalho^{2*}
y Fernando Rodrigues Lima³

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP 21941-909, ORCID: 0009-0003-5887-4608, luizfreires@poli.ufrj.br

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP 21941-909; Universitat Politècnica de València, Camí de Vera, s/n, 46022 València, España, ORCID: 0000-0003-2938-7934, leonardovb@poli.ufrj.br

³Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP 21941-909, ORCID: 0000-0001-6244-1117, frlima@poli.ufrj.br

Resumen

El estudio analiza la correlación entre la expansión de la infraestructura de transporte público y las transformaciones en el uso y ocupación del suelo en Río de Janeiro entre 2009 y 2019. La metodología empleó análisis espacial en SIG, delimitando las áreas de influencia de los modos Metro, BRT y VLT. La clasificación cruzada indicó que aproximadamente el 20% de las áreas analizadas presentaron modificaciones relevantes. Los resultados muestran que la relación entre demanda y transformación territorial está influenciada por factores socioespaciales y evidencian el papel estructurador del transporte y la necesidad de políticas integradas de movilidad y ordenamiento urbano.

Palabras clave: movilidad urbana, transporte público colectivo, policentralidad

Abstract

The study examines the correlation between the expansion of public transport infrastructure and changes in land use and occupation in Rio de Janeiro from 2009 to 2019. The methodology employed spatial analysis in GIS, delineating the areas of influence of the Metro, BRT, and VLT systems. Cross-classification revealed that approximately 20% of the analyzed areas underwent significant modifications. The results indicate that the relationship between transport demand and territorial transformation is influenced by socio-spatial factors, highlighting the structuring role of transport and the need for integrated mobility and urban planning policies.

Keywords: urban mobility, public transport, polycentrality

Resumo

O estudo analisa a correlação entre a expansão da infraestrutura de transporte público e as transformações no uso e ocupação do solo no Rio de Janeiro entre 2009 e 2019. A metodologia empregou análise espacial em SIG, com a delimitação das áreas de influência dos modais Metrô, BRT e VLT. A classificação cruzada indicou que cerca de 20% das áreas analisadas sofreram modificações relevantes. Os resultados apontam que a relação entre demanda e transformação territorial é influenciada por fatores socioespaciais e evidenciam o papel estruturador do transporte e a necessidade de políticas integradas de mobilidade e ordenamento urbano.

Palavras-chave: mobilidade urbana, transporte público coletivo, policentralidade

Volumen
13

Número
4

*Autor(a) correspondiente
leonardovb@poli.ufrj.br

Envío 10 nov 2025

Aceptación 8 dic 2025

Publicación 26 dic 2025

¿Cómo citar?

FREIRES, L. H. C.;
BARBALHO, L. V.; LIMA, F.
R.. El transporte como
inductor territorial: análisis
de las transformaciones
urbanas en la ciudad de Río
de Janeiro. *Coleção
Estudos Cariocas*, v. 13, n.
4, 2025.

DOI: 10.71256/19847203.13.4.190.2025

El artículo fue
originalmente enviado en
PORTUGUÉS. Las
traducciones a otros
idiomas fueron revisadas
y validadas por los
autores y el equipo
editorial. Sin embargo,
para una representación
más precisa del tema
tratado, se recomienda
que los lectores
consulten el artículo en
su idioma original.



1 Introducción

La movilidad urbana constituye uno de los principales desafíos contemporáneos de las grandes metrópolis brasileñas, configurándose como un elemento estructurador del desarrollo territorial y determinante para la calidad de vida de la población (Carvalho, 2016). La relación entre transporte y uso del suelo, aunque ampliamente reconocida en el campo de la planificación urbana, aún enfrenta dificultades para su implementación efectiva en las políticas públicas municipales y metropolitanas (Lima Neto; Galindo, 2015).

En el contexto brasileño, la promulgación de la Ley n.º 12.587/2012, que instituyó la Política Nacional de Movilidad Urbana (PNMU), representó un importante hito regulatorio al establecer directrices para la integración entre las políticas de transporte y el uso del suelo. Los Planes de Movilidad Urbana (PMU), instrumentos previstos por esta legislación, tienen como objetivo orientar las acciones e inversiones en movilidad en los municipios brasileños con población superior a 20 mil habitantes. Sin embargo, como demuestran Lima Neto y Galindo (2015), la efectividad de estos planes como instrumentos de política pública sigue siendo limitada, con bajas tasas de elaboración e implementación en los municipios legalmente obligados.

La Región Metropolitana de Río de Janeiro (RMRJ) presenta características territoriales y de movilidad que evidencian la urgencia de políticas integradas (Silva, 2013). Históricamente estructurada de forma monocéntrica, con una fuerte concentración de empleos y actividades económicas en el núcleo central de la ciudad de Río de Janeiro, la región ha experimentado procesos de policentralidad que modifican los patrones de desplazamiento y generan nuevas demandas de transporte (Mello, 2019). La ocupación territorial fue históricamente viabilizada por los sistemas de transporte público, inicialmente tranvías y trenes, que estructuraron el crecimiento urbano de forma radial, conectando los suburbios con el centro (Abreu, 2013).

Mello (2019) demuestra que la policentralidad en la RMRJ está intrínsecamente relacionada con los patrones de circulación y movilidad, dado que la forma urbana y sus efectos impactan directamente en el tiempo y la distancia de los desplazamientos. En estructuras monocéntricas, los tiempos y distancias medias de los desplazamientos hogar-trabajo tienden a ser mayores, especialmente para la población periférica que no logra proximidad al centro. A medida que se consolidan nuevos destinos, surge la policentralidad, creando demandas de desplazamiento diferenciadas y viajes de carácter tangencial, ya no exclusivamente radiales.

En lo que respecta a la planificación y financiación de la movilidad urbana en la RMRJ, Luft (2020) identifica una serie de desafíos relacionados con la gobernanza metropolitana, la discontinuidad de las políticas públicas y la falta de integración entre los distintos niveles federativos. La autora destaca la desarticulación entre los diversos planes elaborados para la región, como el Plan Director de Transporte Urbano (PDTU-2015) y el Plan Estratégico de Desarrollo Urbano Integrado (PEDUI-2018), que a menudo representan intereses contradictorios y carecen de mecanismos efectivos de financiación e implementación.

La cuestión de los transbordos en los sistemas integrados de transporte público también merece especial atención. Estudios sobre las penalidades asociadas a los transbordos demuestran que la necesidad de múltiples transferencias entre modos de transporte impacta negativamente en la percepción de la calidad del servicio y aumenta los tiempos de viaje, especialmente para las poblaciones periféricas que dependen de la articulación entre distintos modos para acceder a oportunidades de trabajo y servicios (Cavalcanti et al., 2012). La integración física, tarifaria y operativa de los sistemas de transporte constituye, por lo tanto, un elemento fundamental para la efectividad de la política de movilidad urbana.

En la última década y media, Río de Janeiro experimentó transformaciones significativas en su red de transporte público, motivadas en gran medida por los

megaeventos celebrados en la ciudad, como la Copa del Mundo de 2014 y los Juegos Olímpicos de 2016. Se implementaron nuevos modos de transporte, como el BRT (*Bus Rapid Transit*) y el VLT (Vehículo Ligero sobre Rieles), además de la expansión de la red de metro. Estas intervenciones, aunque ampliaron la cobertura del transporte masivo, se realizaron con una consideración limitada de sus impactos sobre el uso y la ocupación del suelo y sin la debida articulación con las políticas de desarrollo urbano.

El municipio de Río de Janeiro, así como toda su región metropolitana, posee una morfología urbana altamente compleja (Barbalho et al., 2023), lo que exige una planificación del transporte que acompañe eficazmente la dinámica territorial. La red de transporte público es extensa; sin embargo, en muchos casos no es efectiva, lo que demanda una investigación histórica sobre cómo este factor ha interferido en el uso del suelo y en la evolución urbana del municipio.

La accesibilidad proporcionada por la implantación de nuevos modos de transporte constituye un factor esencial para el surgimiento de nuevos emprendimientos, lo que altera el uso y la ocupación de determinadas áreas (Campos; Melo, 2005). En este contexto, resulta fundamental comprender de qué manera las modificaciones recientes en el sistema de transporte público han influido en las transformaciones del uso y la ocupación del suelo urbano en la ciudad de Río de Janeiro.

1.1 Objetivos

El objetivo general de este trabajo es analizar la correlación entre las transformaciones del uso y la ocupación del suelo y la expansión de la infraestructura de transporte en el período de 2009 a 2019, con énfasis en la disposición espacial de las estaciones y de los nuevos modos de transporte (BRT, VLT y Metro) como posibles inductores del surgimiento de nuevas centralidades urbanas.

1.2 Justificación

La relevancia de este estudio se fundamenta en múltiples aspectos. En primer lugar, la integración entre la planificación del transporte y el uso del suelo constituye una premisa fundamental para el desarrollo urbano sostenible, conforme a lo establecido tanto por la Política Nacional de Movilidad Urbana (Ley 12.587/2012) como por el Plan Director de Desarrollo Urbano Sostenible de Río de Janeiro (Ley Complementaria 270/2024) y el Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Municipio (Decreto Río 45.781/2019).

En segundo lugar, la efectividad de los Planes de Movilidad Urbana como instrumentos de política pública ha sido cuestionada por la literatura especializada (Lima Neto; Galindo, 2015), destacándose la necesidad de estudios que evalúen empíricamente los impactos de las intervenciones en el sistema de transporte sobre la dinámica territorial. La baja tasa de implementación de los PMU en los municipios brasileños y la discontinuidad de las políticas públicas señalan la urgencia de evidencias que demuestren la importancia de esta integración.

En tercer lugar, el contexto metropolitano de Río de Janeiro, caracterizado por procesos de policentralidad y significativas desigualdades socioespaciales (Mello, 2019), demanda políticas de movilidad que consideren la diversidad de patrones de desplazamiento y las especificidades territoriales. La comprensión de cómo las intervenciones en el transporte público afectan el uso del suelo puede orientar futuras políticas que promuevan una mayor equidad en el acceso a las oportunidades urbanas.

En cuarto lugar, los desafíos de planificación y financiación de la movilidad urbana en la RMRJ (Luft, 2020), incluida la desarticulación entre distintos planes y la falta de integración entre niveles federativos, refuerzan la necesidad de estudios que proporcionen insumos técnicos para una gobernanza metropolitana más efectiva y para la formulación de políticas públicas más cohesionadas y sostenibles.

Por último, el período analizado (2009–2019) es particularmente relevante por abarcar las transformaciones asociadas a los megaeventos y sus legados urbanos, y permite evaluar en qué medida las inversiones produjeron los efectos territoriales esperados y si estuvieron acompañadas de políticas adecuadas de ordenamiento del uso del suelo.

2 Marco Teórico

2.1 La relación entre transporte y uso del suelo

En la actualidad, la planificación del transporte está compuesta por diversos modelos estadísticos que consideran la interdependencia entre transporte y uso del suelo en su formulación (Nigriello; Oliveira, 2013). Las visiones contemporáneas dentro del urbanismo tienden a situar el transporte en una posición fundamental para la planificación urbana (Melo, 2013).

Los distintos aspectos del uso del suelo generan diferentes demandas de movilidad en el espacio urbano. La oferta de un determinado modo de transporte puede interferir directamente en la categoría de uso y ocupación de un área, ya que la accesibilidad que el transporte posibilita es un factor esencial para la localización de diversos tipos de emprendimientos (Campos; Melo, 2005). Por otro lado, la descentralización de las actividades económicas permite la generación de viajes cortos y medios, en lugar de los viajes largos característicos de regiones con dependencia económica centralizada.

Existe una reflexión sobre el dinamismo de la red de transporte de un municipio en cuanto a la forma de operación del sistema y a la flexibilidad de los modos de transporte. Una línea de autobús puede ver modificado su recorrido, ser suprimida o pasar a ser ofrecida por otro modo de transporte debido a la disminución de la demanda o a la interrupción de una vía por obras o eventos de larga duración. Una línea puede ser creada o extendida debido al aumento de la demanda o para alimentar otro modo de transporte, como trenes y metro. Un nuevo modo de transporte puede ser creado para atender un objetivo específico. Todos estos factores son ocasionados por cambios en el uso del suelo o provocan dichas modificaciones.

La implantación de nuevas infraestructuras de transporte conlleva un potencial de transformación urbana cuando va acompañada de la valorización inmobiliaria derivada de la ampliación de la accesibilidad a determinadas áreas de la ciudad (Rolnik; Klintowitz, 2011). El transporte influye de manera decisiva en las dinámicas inmobiliarias y en los patrones de uso del suelo (Nigriello; Oliveira, 2013), lo que se ejemplifica en la proximidad de los ejes de transporte de alta capacidad a las infraestructuras inmobiliarias.

2.2 Los planes de movilidad urbana como instrumentos de política pública

La Política Nacional de Movilidad Urbana, instituida por la Ley 12.587/2012, establece el Plan de Movilidad Urbana como instrumento para la implementación de la política de movilidad. El Estatuto de la Ciudad ya exigía la elaboración de estos planes para los municipios con más de 500.000 habitantes. A partir de la PNMU, la exigencia pasó a seguir los mismos criterios utilizados para los planes directores urbanos (municipios con población superior a 20.000 habitantes).

Lima Neto y Galindo (2015) evalúan la efectividad de estos instrumentos y destacan la baja adhesión de los municipios con más de 500.000 habitantes: sólo 13 de los 36 municipios habilitados (según la población del Censo 2010) habían elaborado planes de movilidad. Los autores señalan los desafíos municipales en este contexto, como las limitaciones técnicas, financieras y de capacidad institucional.

Como se ha señalado, la elaboración de los planes de movilidad enfrenta diversos obstáculos, desde dificultades de articulación interinstitucional hasta cuestiones relacionadas con la financiación y la continuidad de las políticas públicas. Muchos

municipios carecen de datos actualizados, personal técnico cualificado y recursos para la contratación de consultorías especializadas. Además, la baja participación social y la falta de integración con otros instrumentos de planificación urbana comprometen la efectividad de estos planes.

2.3 Policentralidad y movilidad en la Región Metropolitana de Río de Janeiro

Mello (2019) analiza la policentralidad y la movilidad en la RMRJ, enfatizando el establecimiento de agrupamientos espaciales de centralidad con base en la capacidad de atracción de desplazamientos de la región metropolitana. La evaluación de las centralidades se basa en un análisis histórico comparativo de los datos de origen y destino; el autor cuantifica los desplazamientos atraídos por cada región y evalúa si la estructura monocéntrica aún existe plenamente y si los motivos de viaje contribuyen de manera diferenciada al proceso de policentralidad.

La policentralidad está relacionada con los patrones de circulación y con los intereses individuales y colectivos del viaje, dado que la forma urbana y sus efectos impactan directamente en el tiempo y la distancia de los desplazamientos. Los tiempos y las distancias medias de los desplazamientos hogar-trabajo tienden a ser mayores en los aglomerados monocéntricos debido a la gran proporción de población periférica que no logra proximidad al centro.

A medida que se consolidan nuevos destinos, surge la policentralidad, un fenómeno que crea demandas de desplazamiento diferenciadas, haciendo que el volumen total de desplazamientos deje de concentrarse en un único punto. Los patrones de los viajes diarios tienden a volverse tangenciales y ya no predominantemente radiales en gran parte de las áreas metropolitanas.

2.4 Planificación y financiación de la movilidad urbana en la RMRJ

En el ámbito institucional de la gobernanza metropolitana, el municipio de Río de Janeiro integra el Consejo Deliberativo del Instituto Rio Metrópole (IRM), que es el órgano gestor responsable de la coordinación de las políticas metropolitanas en la Región Metropolitana de Río de Janeiro (Rio de Janeiro, 2018).

Luft (2020) investiga las políticas públicas de transporte urbano en la RMRJ mediante el análisis de las articulaciones entre distintos niveles federativos y sus agentes (públicos o privados) en la formulación de políticas y planes metropolitanos. La autora identifica la falta de continuidad entre políticas de una misma esfera y la discontinuidad entre planes elaborados en diferentes periodos, desafíos que el IRM busca resolver.

Un ejemplo destacado es la implantación del Plan Estratégico de Desarrollo Urbano Integrado (PEDUI), financiado mediante un préstamo del Banco Mundial, que incluía un capítulo dedicado a la movilidad urbana y proponía una serie de obras de infraestructura que no se alineaban con el PDTU 2015, lo que evidenciaba la falta de coherencia entre instrumentos de planificación elaborados en periodos distintos y bajo diferentes contextos políticos y financieros (Luft, 2020).

El PEDUI fue institucionalizado como Ley Estatal n.  11.021 en 2025 y establece la obligatoriedad de compatibilizar los planes directores municipales y los planes sectoriales con las directrices metropolitanas (Rio de Janeiro, 2025). Esta elevación del PEDUI a la condición de norma legal representa un avance en el marco regulatorio de la gobernanza metropolitana, crea mecanismos de coordinación entre las distintas esferas de la planificación territorial y aborda los conflictos de competencia y la desarticulación institucional.

2.5 Evolución del sistema de transportes en Río de Janeiro

En Río de Janeiro, la red de transportes fue inicialmente planificada en un formato radial, con líneas ferroviarias y de tranvías que conectaban el área central con los arrabales, y con ferris que establecían la conexión con Niter i (Abreu, 2013). En el entorno de la mayoría de las estaciones ferroviarias se originaron las funciones

económicas de los barrios y, más recientemente, las centralidades locales y regionales.

La ocupación del suelo fuera del centro de la ciudad fue viabilizada por el transporte público: primero en el propio centro, en un radio de hasta 10 km; luego entre 10 y 15 km; después entre 15 y 25 km; y, finalmente, en el entorno de la red de tranvías y trenes instalada, a distancias superiores a 25 km del centro. Con las actividades económicas menos centralizadas, los desplazamientos se fueron estratificando, con la aparición de demandas de conexión intrarregional (Paiva Neto, 2018).

En los últimos quince años, el transporte público de Río de Janeiro ha sido ampliamente reestructurado debido a los grandes eventos celebrados en la ciudad, especialmente mediante la ampliación de la red de metro y la implantación de nuevos modos (BRT y VLT), lo que configura un escenario propicio para el análisis de las transformaciones recientes en la estructura de la movilidad urbana.

3 Metodología

La metodología adoptada en este estudio se basa en un enfoque analítico-descriptivo, con el objetivo de identificar y cuantificar las transformaciones en el uso y la ocupación del suelo asociadas a la expansión de la infraestructura de transporte masivo en la ciudad de Río de Janeiro. El recorte temporal abarca el período de 2009 a 2019, correspondiente a las principales intervenciones urbanas realizadas en el contexto de la preparación de la ciudad para grandes eventos internacionales.

Las etapas metodológicas propuestas se describen a continuación:

- a) Mapear y cuantificar los cambios en el uso y la ocupación del suelo ocurridos entre 2009 y 2019 en las áreas de influencia de las nuevas estaciones de transporte masivo;
- b) Identificar los patrones de transformación territorial asociados a las variaciones en la demanda de origen y destino del transporte masivo derivadas de la implantación de los nuevos modos (Metro, BRT y VLT);
- c) Evaluar el porcentaje de cambio en las áreas impactadas por las intervenciones durante el período analizado.

Para la ejecución de los análisis se utilizaron datos espaciales de uso y ocupación del suelo y de la red de transporte colectivo, incluyendo la localización de las estaciones y los trazados de los modos Metro, BRT y VLT correspondientes a los años 2009 y 2019. Estos datos representan, respectivamente, el escenario anterior y posterior a las principales intervenciones en la red de transporte público.

3.1 Datos Utilizados

El análisis se basó en tres conjuntos de datos: uso y ocupación del suelo; red y estaciones de metro, BRT y VLT; y sus respectivas demandas de pasajeros. Todos los datos fueron tratados en un entorno SIG, adoptando el sistema de referencia SIRGAS 2000:

- a) Uso y ocupación del suelo: Obtenidos del Instituto Pereira Passos (IPP), a través del repositorio de datos DATA RIO, para los años 2009 y 2019, a escala 1:10.000. La clasificación se definió en 12 categorías: Residencial, Comercio y Servicios, Industrial, Institucional, Transporte, Educación y Salud, Ocio, Explotación Mineral, Favela, No edificado, Área de Protección Ambiental y Otros Usos.

Para el análisis de este trabajo, las clases se reagruparon en: Urbanizado (Residencial, Comercio y Servicios, Industrial, Institucional, Transporte, Educación y Salud, Ocio, Explotación Mineral y Favela) y No urbanizado (No edificado y Área de Protección Ambiental).

b) Red de transporte público: Localización georreferenciada de las estaciones y trazado de los ejes de los modos Metro (Línea 4), BRT (Transoeste, Transcarioca y Transolímpica) y VLT, obtenidos de la Secretaría Municipal de Transportes (SMTR) y del IPP, para el año 2019.

c) Demanda de pasajeros: Transacciones de billete electrónico en las estaciones, proporcionadas por la SMTR y la Superintendencia Municipal de Transportes Urbanos (SMTU), consolidadas mensualmente para: BRT (2012–2019), VLT (2016–2019) y Línea 4 del Metro (2016-2019).

3.2 Definición de las áreas de influencia

Para establecer las áreas de influencia de las estaciones de transporte masivo, se adoptaron criterios basados en la literatura especializada sobre accesibilidad peatonal y alcance de los modos de transporte público (Cervero; Kockelman, 1997; Dittmar; Ohland, 2004; Rio de Janeiro, 2019):

- Estaciones de metro: radio de 800 metros, debido a la mayor capacidad y cobertura territorial atendida por este modo;
- Estaciones de BRT y VLT: radio de 400 metros, lo que refleja la mayor capilaridad de estos modos de transporte y su papel de alimentación y distribución dentro del sistema de transporte.

Estos parámetros se definieron considerando la relevancia atribuida por especialistas a la comodidad del desplazamiento de la población en general, reconociendo las limitaciones de accesibilidad universal que merecen atención en estudios futuros.

3.3 Geoprocesamiento

Inicialmente, se elaboraron mapas temáticos de uso y ocupación del suelo en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG), sobre los cuales se superpuso la red de transporte implantada a partir de 2009 (Figuras 1 y 2). Para la delimitación de las áreas de influencia se utilizó la herramienta Buffer del software ArcMap 10.8, aplicando los radios previamente definidos alrededor de las estaciones inauguradas en el período analizado.

Posteriormente, se aplicó la herramienta *Intersect* para filtrar los datos de uso y ocupación del suelo de los dos períodos considerados, restringiendo el análisis a las áreas situadas dentro de los radios de influencia previamente definidos. A continuación, los datos resultantes se convirtieron al formato ráster para su procesamiento en el complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) del software QGIS 3.28.

La clasificación cruzada de los datos se realizó mediante el complemento SCP y dio como resultado 144 relaciones entre clases de uso y ocupación del suelo en los dos períodos.

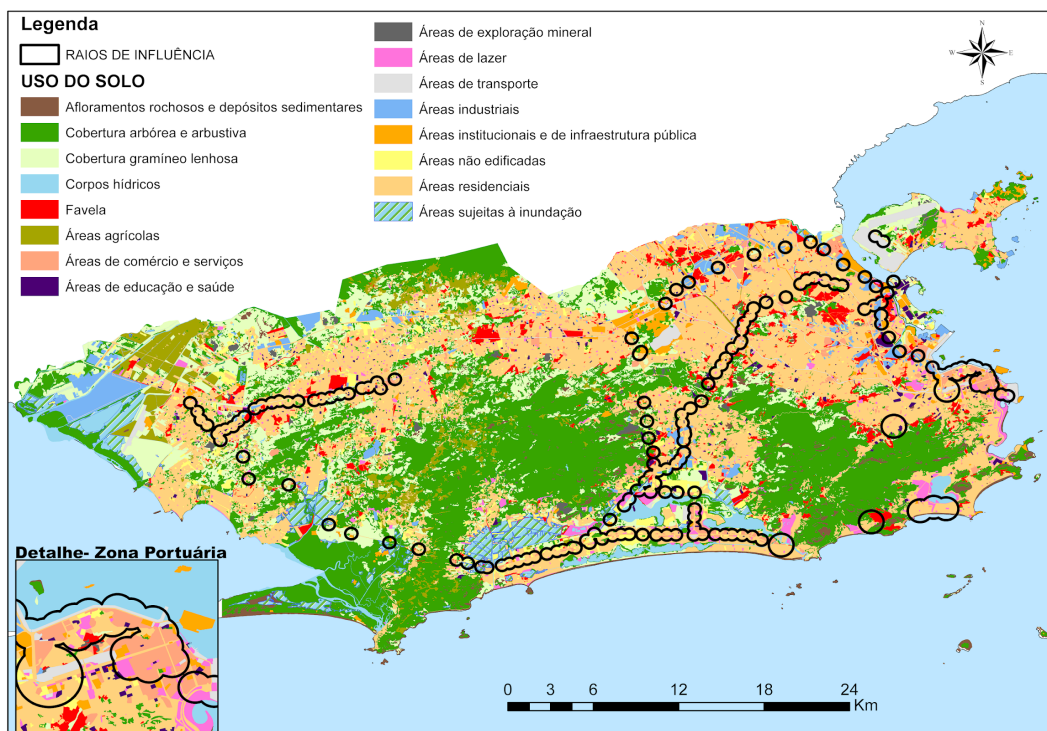


Figura 1: Mapa de uso del suelo – 2009
Fuente: Los autores, con datos del Instituto Pereira Passos (2025)

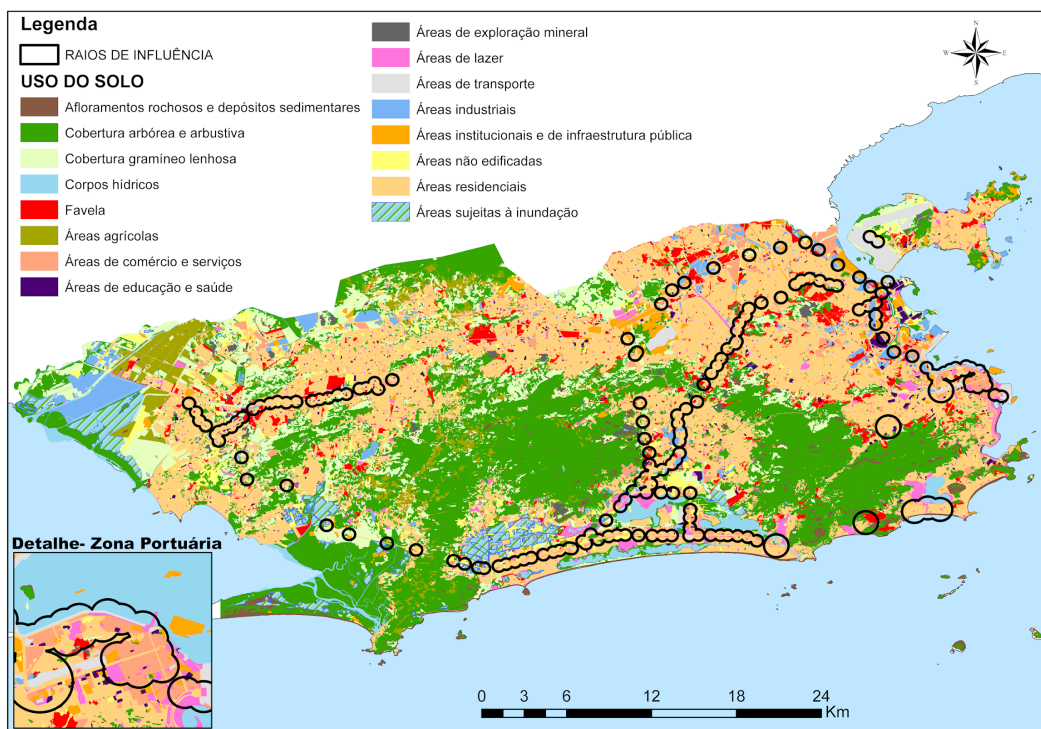


Figura 2: Mapa de uso del suelo – 2019
Fuente: Los autores, con datos del Instituto Pereira Passos (2025)

4 Resultados obtenidos

4.1 Análisis de las transformaciones

La clasificación cruzada (cross-tabulation) compara dos imágenes clasificadas de diferentes períodos, identificando los píxeles que permanecieron en la misma clase (sin cambio) y los píxeles que transitaron entre clases (con cambio) (Pontius et al., 2004).

La clasificación dio lugar a una matriz de transición que relaciona las 12 clases de 2009 con las 12 clases de 2019, generando 144 combinaciones posibles. Cada celda representa el área (m²) que transitó de una clase en 2009 a otra en 2019.

La matriz fue reclasificada en las siguientes categorías:

- a) Sin cambio: píxeles que permanecieron en la misma clase en ambos períodos;
- b) Con cambio: píxeles que transitaron entre clases, subdivididos en:
 - i. Urbanizadas: No urbanizado → Urbanizado;
 - ii. Desurbanizadas: Urbanizado → No urbanizado;

El recorte ilustrativo presentado en la Figura 3 muestra la clasificación de las áreas que presentaron o no cambios en el uso y la ocupación del suelo entre 2009 y 2019. Las áreas destacadas en verde representan las modificaciones, mientras que las áreas destacadas en rojo indican las regiones que permanecieron inalteradas.

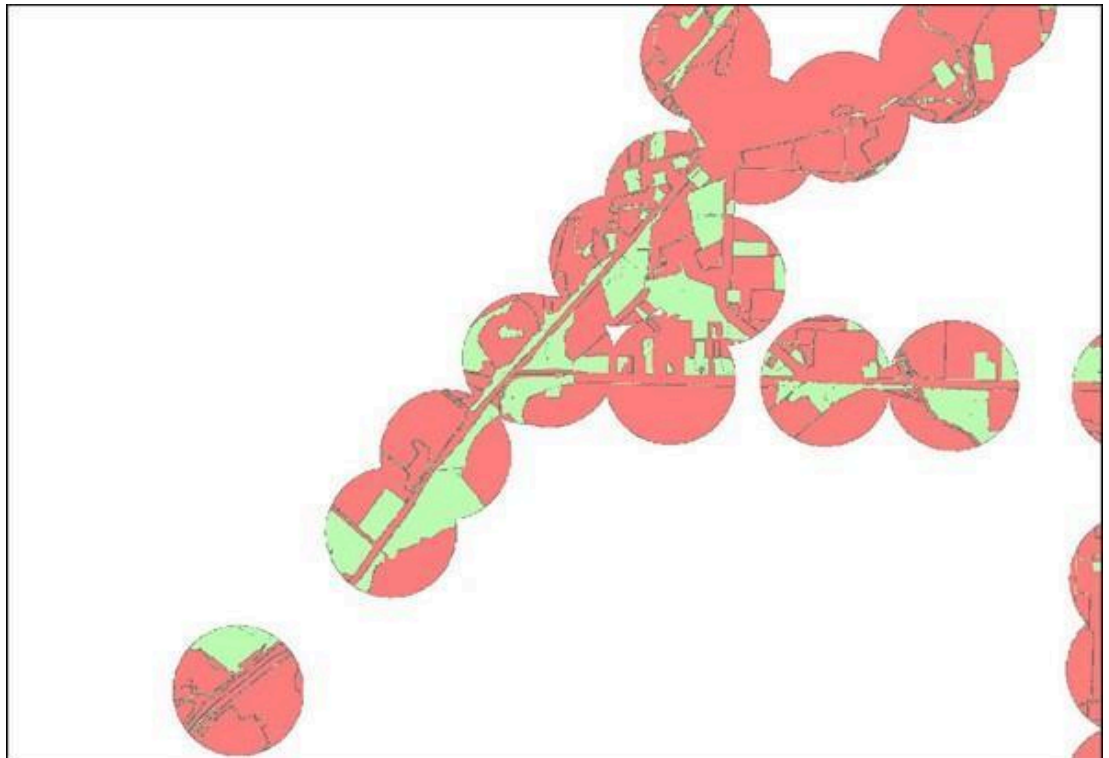


Figura 3: Recorte de la clasificación de los cambios. En verde, las áreas que sufrieron modificaciones en el uso del suelo; en rojo, las áreas cuyo uso se mantuvo.

Fonte: Los autores, con datos del Instituto Pereira Passos (2025)

A partir de los resultados de la clasificación, se identificaron las áreas que sufrieron transiciones entre grupos, es decir, de urbanizado a no urbanizado o viceversa. Con base en un nuevo conjunto de datos, fue posible evaluar las áreas urbanas que pasaron de usos no edificados o residenciales a otras formas de ocupación urbana. La cuantificación de las áreas en metros cuadrados y el cálculo de los porcentajes correspondientes a cada categoría de transformación se realizaron mediante el software de geoprocésamiento QGIS 3.28.

4.2 Panorama del transporte público

El análisis de la demanda de transporte en el período 2009–2019 contextualiza las transformaciones territoriales observadas. El transporte por autobús representa aproximadamente el 75% del total de pasajeros, mientras que el metro representa el 14% y el tren el 11%, lo que refuerza la importancia estructural del sistema de autobuses en la movilidad de Río de Janeiro.

Se observó un aumento acumulado de la demanda hasta 2015–2016: aproximadamente un 50% en los autobuses, un 53% en el metro y un 37% en el tren. Posteriormente, se registró una caída del 27% en la demanda de autobuses (2015–2019), del 0,79% en el metro (2016–2019) y del 9% en el tren (2016–2019). Esta inflexión coincide con el período posterior a los megaeventos y con el inicio de la crisis económica estatal, lo que evidencia la relación entre la actividad económica y el uso del sistema de transporte. La Figura 4 presenta el total de pasajeros transportados por los medios de transporte terrestre en la ciudad.

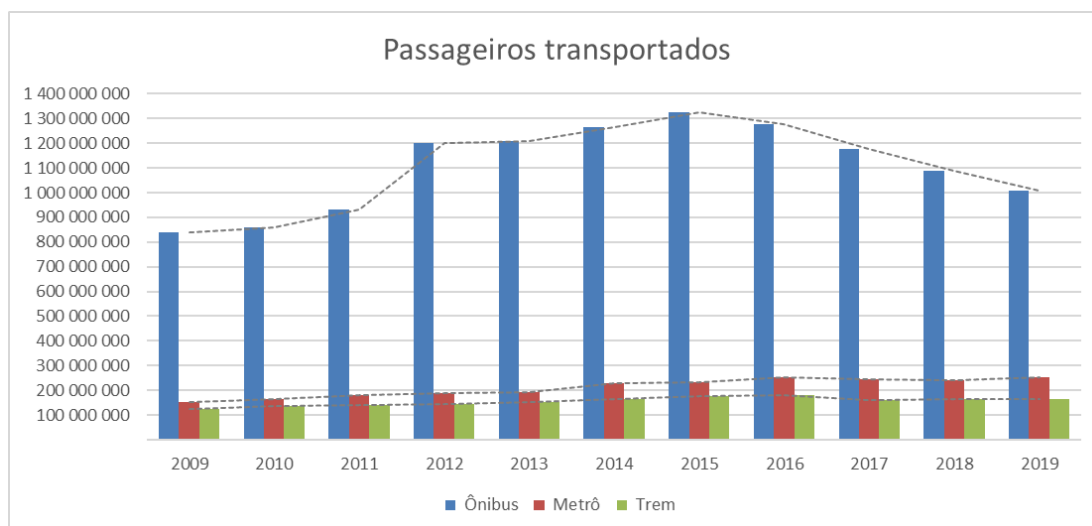


Figura 4: Gráfico con el total de pasajeros transportados por medios de transporte terrestre en la ciudad de Río de Janeiro.

Fonte: Los autores, con datos del Instituto Pereira Passos (2025)

El gráfico evidencia la predominancia del transporte por autobús, que representa aproximadamente el 75% del total de pasajeros transportados entre 2009 y 2019. El metro es responsable del 14% de la demanda y el tren de aproximadamente el 11%. Este patrón refuerza la importancia estructural del sistema de autobuses en la movilidad urbana de Río de Janeiro, incluso con la implementación de nuevos modos de transporte masivo.

El análisis también muestra, durante el período, el aumento de la demanda en los tres modos: un crecimiento acumulado de aproximadamente el 50% en los autobuses hasta 2015, del 53% en el metro y del 37% en el tren hasta 2016. Entre 2015 y 2019, el transporte por autobús presentó una caída del 27% en la demanda, y entre 2016 y 2019 la demanda del metro disminuyó un 0,79% y la del tren alrededor de un 9%. Esta inflexión a partir de 2015–2016 coincide con el período posterior a los megaeventos y con el inicio de la crisis económica que afectó al estado de Río de Janeiro, lo que sugiere una relación entre la actividad económica, los desplazamientos urbanos y el uso del sistema de transporte.

4.3 Demanda de los nuevos modos de transporte

A partir de los datos de transacciones, es decir, los pagos realizados mediante billete electrónico en las estaciones de los ejes del BRT, VLT y metro, se llevó a cabo un análisis de la demanda de pasajeros en el período considerado, a medida que se inauguraban nuevos corredores dedicados y exclusivos. Las Figuras 5, 6 y 7 ilustran la evolución de la demanda en los tres principales corredores del BRT.

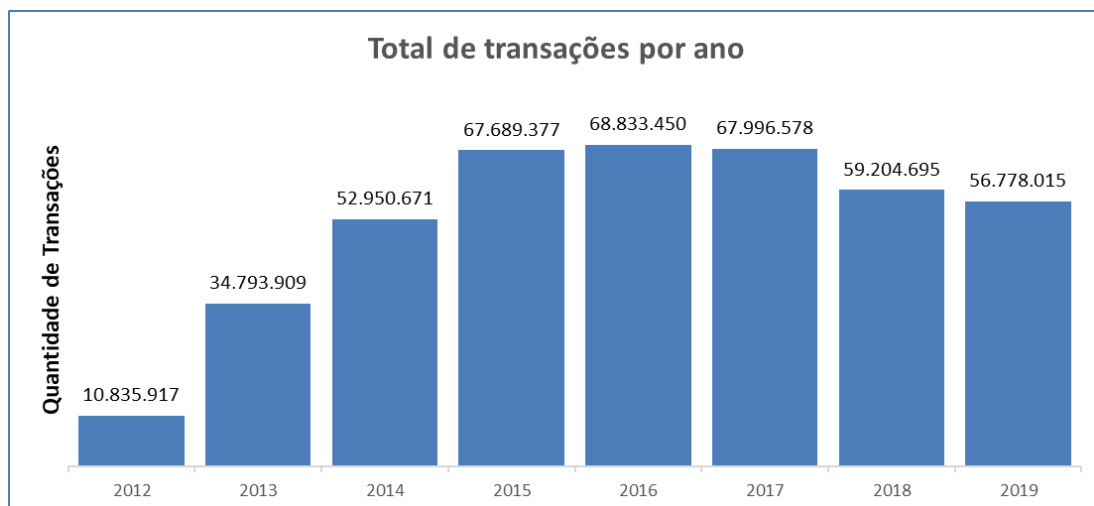


Figura 5: Gráfico com o total de transações realizadas no corredor Transoeste.
 Fonte: Los autores, con datos de la Secretaría Municipal de Transportes de Río de Janeiro (2025)

El corredor Transoeste, el primero en ser implantado (2012), presenta un crecimiento hasta 2015, seguido de una estabilización y un descenso después de 2016, lo que refleja tanto la maduración del sistema como los impactos de la crisis económica regional.

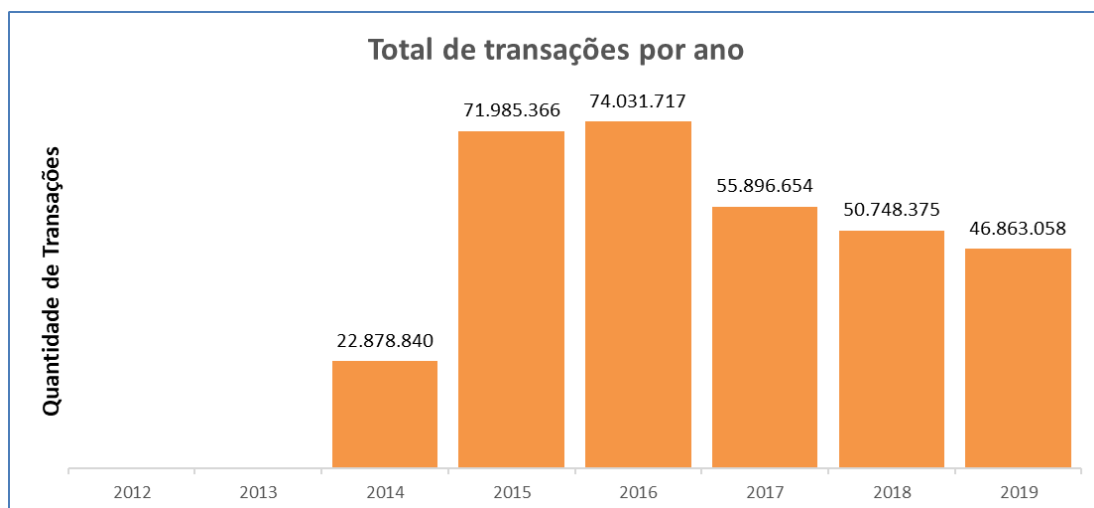


Figura 6: Gráfico con el total de transacciones realizadas en el corredor Transcarioca.

Fonte: Los autores, con datos de la Secretaría Municipal de Transportes de Río de Janeiro (2025)

El corredor Transcarioca, inaugurado en 2014, conecta Barra da Tijuca con el Aeropuerto Internacional Tom Jobim, atendiendo una importante demanda de conexión entre zonas de expansión urbana y el principal equipamiento aeroportuario de la ciudad, con un pico de demanda en 2016 y un descenso posterior.

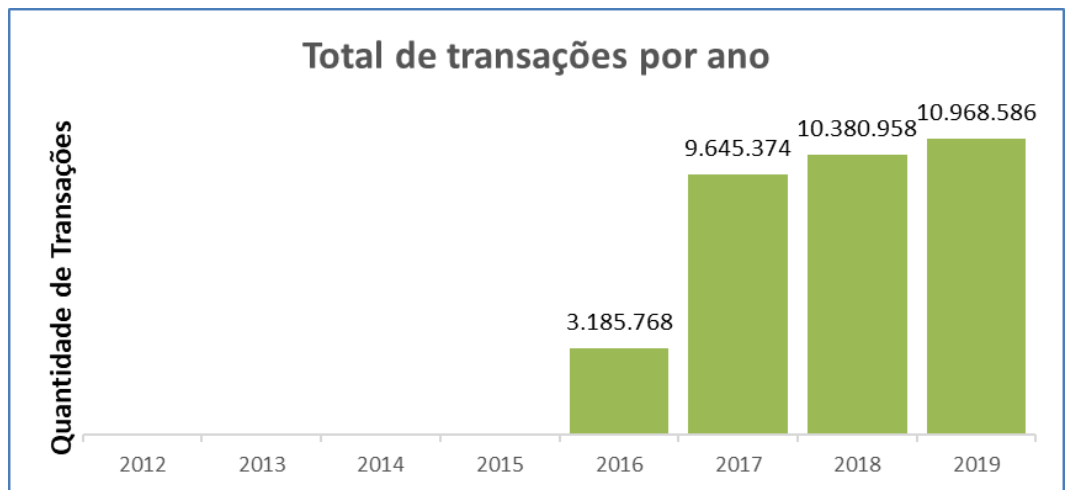


Figura 7: Gráfico con el total de transacciones realizadas en el corredor Transolímpica.

Fonte: Los autores, con datos de la Secretaría Municipal de Transportes de Río de Janeiro (2025)

El corredor Transolímpica, el más reciente de los tres corredores e inaugurado en 2016, presenta volúmenes de demanda inferiores a los de los demás corredores. Esto puede estar relacionado con el perfil de ocupación de las áreas atendidas y con el menor tiempo de operación considerado en el análisis. El descenso observado en los tres corredores a partir de 2015–2016 coincide con el período posterior a los megaeventos y con el inicio de la crisis económica estatal.

Mientras que los corredores del BRT desempeñan un papel estructurador en ejes de media y larga distancia, el VLT (vehículo ligero sobre rieles) concentra su actuación en desplazamientos de corta distancia, articulándose principalmente con los demás modos en el centro de la ciudad.

El VLT, inaugurado en 2016 en el área central de Río de Janeiro, presenta un patrón de demanda que refleja su función en la movilidad intracentral, con volúmenes significativos, aunque inferiores a los de los sistemas de media y alta capacidad. El sistema desempeña un papel importante en la revalorización del área portuaria y central de la ciudad.

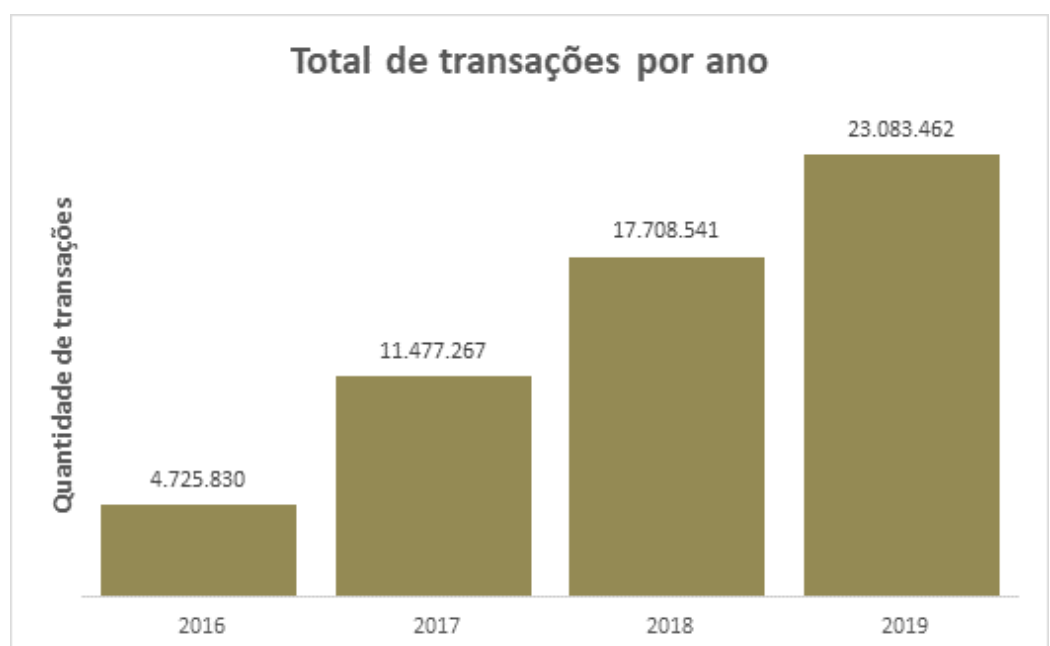


Figura 8: Gráfico con el total de transacciones realizadas en el VLT..

Fonte: Los autores, con datos de la Secretaría Municipal de Transportes de Río de Janeiro (2025)

De forma complementaria a los sistemas de superficie, los modos de alta capacidad, como el metro, refuerzan la integración de la red y amplían la conectividad entre las áreas centrales y periféricas de la ciudad. Las estaciones que componen la línea 4 del metro registraron volúmenes expresivos de demanda, lo que demuestra la atraktividad del modo y su papel estructurador en la conexión del eje Barra da Tijuca con las demás áreas de la ciudad.

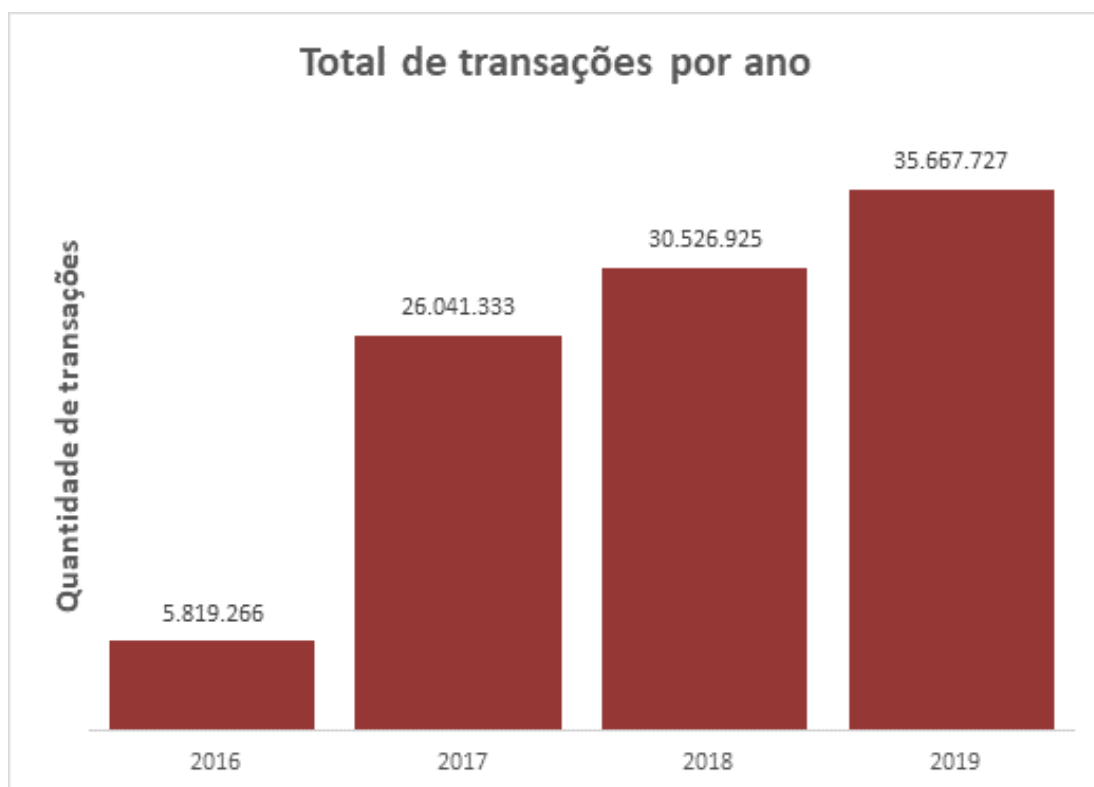


Figura 9: Gráfico con el total de transacciones realizadas en las nuevas estaciones del metro.

Fuente: El autor, con datos de la Secretaría Municipal de Transportes de Río de Janeiro (2024)

4.4 Transformaciones en el uso del suelo en las áreas de influencia

El resultado del análisis comparativo entre las clasificaciones de uso y ocupación del suelo de 2009 y 2019 en las áreas de influencia de las estaciones de transporte público seleccionadas permitió cuantificar las áreas que experimentaron, o no, cambios durante el período observado. El porcentaje correspondiente se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Cambios en el uso del suelo

Tipo	Área (m ²)	%
Con cambio en el uso del suelo	15 930 000	19,76
Sin cambio en el uso del suelo	64 690 000	80,24

Fuente: Los autores (2025)

Los datos revelan que aproximadamente una quinta parte (19,76%) del área total de influencia de las nuevas estaciones de transporte de masa experimentó cambios en el uso del suelo durante el período de diez años analizado. Aunque este porcentaje puede parecer modesto a primera vista, representa una transformación territorial significativa si se considera la escala de la intervención (aproximadamente 16 km² de área modificada) y el corto intervalo temporal. Es importante destacar que, según la literatura especializada, los cambios en el uso del suelo en áreas urbanas consolidadas tienden a ser procesos graduales, y porcentajes superiores al 15% en una década indican transformaciones sustanciales (Nigriello; Oliveira, 2013).

4.5 Análisis por estación y demanda de pasajeros

La Tabla 2 ilustra el análisis de las áreas de entorno de las estaciones con mayor demanda acumulada entre 2009 y 2019, ubicadas en uno de los ejes que recibieron intervenciones estructurales del sistema de transporte público. La investigación de estas áreas busca identificar indicios de correlación entre la intensidad de uso de las estaciones y las transformaciones en el uso y ocupación del suelo en las zonas de influencia. Este enfoque se fundamenta en el supuesto teórico de que la implantación y expansión de la infraestructura de transporte actúan como vectores de reorganización territorial, promoviendo cambios en la dinámica urbana y en la distribución espacial de las actividades económicas (Cervero; Landis, 1997; Bertolini; Spit, 1998; Campos; Melo, 2005).

Tabla 2: Eje BRT, estaciones con mayor demanda de pasajeros

Estación	Pasajeros transportados en el período	Área que presentó cambios (m ²)
Terminal Alvorada	72 551 948	26 017,56
Madureira (Terminal Paulo da Portela)	40 431 086	44 243,19
Terminal Jardim Oceânico	33 191 874	239 773,36
Mato Alto	36 145 029	103 720, 01
Terminal Santa Cruz	29 821 486	43 671,41

Fuente: Los autores (2025)

El análisis del eje BRT revela el siguiente comportamiento: el terminal Jardim Oceânico, a pesar de no presentar la mayor demanda de pasajeros, registra la mayor área de transformación territorial. Este fenómeno puede estar relacionado con el perfil socioeconómico de la región (Barra da Tijuca), donde existe una mayor disponibilidad de terrenos para el desarrollo inmobiliario y una mayor presión por la verticalización. En contraste, el terminal Alvorada, que presenta la mayor demanda de pasajeros del sistema, muestra un área de transformación relativamente menor, lo que se justifica por la consolidación urbana preexistente en la región.

La Tabla 3 ilustra el análisis de las áreas de entorno de las estaciones del VLT con mayor demanda acumulada entre 2009 y 2019.

Tabla 3: Eje VLT, estaciones con mayor demanda de pasajeros

Estación	Pasajeros transportados en el período	Área que sufrió cambios (m ²)
Cinelândia	5 106 735	54 637,93
Colombo	4 825 114	249 810,80
Central	4 257 392	317 685,61
Carioca	4 187 177	249 810,80
Sete de Setembro	3 995 519	225 058,91

Fuente: los autores (2025)

En el caso del VLT, se observa que la estación Central presenta la mayor área de transformación, lo que está directamente relacionado con el proyecto de revitalización de la zona portuaria de Río de Janeiro (Porto Maravilha), que modificó sustancialmente el uso del suelo en la región. Las estaciones Colombo, Carioca y Sete de Setembro también presentan transformaciones significativas, todas ellas ubicadas en el área central, que pasó por un intenso proceso de recualificación urbana durante el período analizado.

La Tabla 4 ilustra el análisis de las áreas de entorno de las estaciones de la línea 4 del metro con mayor demanda acumulada entre 2009 y 2019.

Tabla 4: Eje metro, estaciones de la línea 4 con mayor demanda de pasajeros

Estación	Pasajeros transportados en el período	Área que sufrió cambios (m ²)
Jardim Oceânico	42 911 877	239 773,36
Antero de Quental	16 543 631	99 498,80
Nossa Senhora da Paz	14 839 407	63 193,67
Jardim de Alah	12 172 642	95 792,28
São Conrado	11 587 692	167 878,28

Fuente: los autores (2025)

En el análisis del eje de la línea 4 del metro, se destaca la estación Jardim Oceânico, que integra el sistema con el BRT TransOeste y presenta tanto la mayor demanda de pasajeros como una de las mayores áreas de transformación. Las estaciones de la Zona Sur (Antero de Quental, Nossa Senhora da Paz y Jardim de Alah) presentaron áreas de transformación moderadas, lo que refleja restricciones a la verticalización en áreas residenciales consolidadas. La estación São Conrado, por su parte, registra una transformación territorial significativa, asociada a nuevos emprendimientos inmobiliarios y a la mejora de la accesibilidad del entorno.

4.6 Categorías de cambio en el uso del suelo

Las áreas de influencia de las estaciones fueron cuantificadas y categorizadas según los cambios en el uso del suelo y aquellas que permanecieron sin alteraciones. La Tabla 5 presenta los resultados de la clasificación para el período analizado.

Tabla 5: Cambios en la categoría de uso del suelo

Categoría	Área (m ²)	%
Se mantuvieron urbanizadas	5 933 000	37
Fueron urbanizadas	5 715 000	36
Fueron desurbanizadas	3 660 000	23
Se mantuvieron no urbanizadas	624 300	4

Fuente: los autores (2025)

Los resultados presentados en la Tabla 5 evidencian los procesos territoriales desencadenados por las nuevas infraestructuras de transporte. Del total de áreas que sufrieron cambios (15,93 km²), el 37% fue efectivamente urbanizado, lo que demuestra el papel inductor del transporte público sobre la ocupación del suelo. Este proceso confirma la teoría clásica del urbanismo sobre la capacidad estructuradora de los sistemas de transporte.

Por otro lado, se destaca el porcentaje del 23% de áreas que pasaron por un proceso de desurbanización. Este fenómeno puede estar relacionado con diversos factores, entre ellos: (i) la remoción de comunidades para la implantación de las obras de transporte; (ii) la creación de áreas de protección ambiental; (iii) demoliciones para futuros emprendimientos; o (iv) errores de clasificación en los datos originales, un aspecto que merece una investigación más profunda en estudios futuros.

No obstante, este factor requiere un análisis más cuidadoso debido a la posibilidad de errores en la fotointerpretación. Por ejemplo, la existencia de obras paralizadas, conocidas popularmente como “esqueletos urbanos”, puede influir en una interpretación inexacta, clasificándolas como suelo expuesto o áreas no edificadas.

El 37% de áreas que se mantuvieron urbanizadas pero cambiaron de función indica una intensificación del uso del suelo en las proximidades de las estaciones, con una probable sustitución de usos residenciales de baja densidad por actividades comerciales, de servicios o usos mixtos de mayor densidad. Este patrón es coherente con el proceso de formación de centralidades identificado por Paiva Neto (2018) al analizar la red de transporte público como elemento estructurador de centralidades en la ciudad de Río de Janeiro.

4.7 Transformaciones específicas del uso del suelo

Finalmente, entre las áreas que permanecieron clasificadas como urbanizadas, se identificaron aquellas que presentaron cambios funcionales, con alteraciones desde usos predominantemente residenciales o no edificados hacia categorías asociadas a actividades económicas o infraestructuras urbanas, tales como comercio, industria, institucional, transporte, educación, salud o explotación minera. La distribución de estas transformaciones se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6: Cambios de áreas residenciales o no urbanizadas hacia otras funciones

Cambio de Uso	Área (m ²)	%
Residencial a no edificado	866.200	14,60
No edificado a residencial	235.400	3,97
Residencial a comercio y servicios	166.100	2,80
No edificado a ocio	140.100	2,36
No edificado a institucional	122.900	2,07
Residencial a institucional	97.140	1,64
Asentamiento informal a residencial	91.300	1,54
Residencial a industrial	84.480	1,42
No edificado a industrial	77.090	1,30
No edificado a asentamiento informal	75.890	1,28
No edificado a transporte	72.920	1,23
Residencial a ocio	68.450	1,15
No edificado a comercio y servicios	65.030	1,10
Residencial a asentamiento informal	56.320	0,95
No edificado a explotación minera	56.060	0,94
Asentamiento informal a no edificado	50.890	0,86
Residencial a educación y salud	50.920	0,86
Residencial a transporte	41.540	0,70
Asentamiento informal a industrial	41.210	0,69
Asentamiento informal a transporte	38.930	0,66
No edificado a educación y salud	38.310	0,65
Asentamiento informal a institucional	38.050	0,64
Asentamiento informal a explotación minera	33.100	0,56
Asentamiento informal a ocio	30.680	0,52
Asentamiento informal a educación y salud	30.000	0,51
Asentamiento informal a comercio y servicios	24.050	0,41

Fuente: los autores (2025)

La Tabla 6 ofrece un panorama detallado de las transformaciones específicas del uso del suelo y revela patrones relevantes:

a. Transiciones desde asentamientos informales: Aproximadamente el 5,4% del total de áreas modificadas corresponde a transformaciones originadas en áreas clasificadas como asentamientos informales. Los principales usos de destino fueron residencial formal (1,54%), institucional (0,64%) y transporte (0,66%), lo que sugiere procesos de regularización fundiaria, implantación de equipamientos públicos y, posiblemente, remociones asociadas a obras de movilidad y megaeventos.

b. Urbanización de áreas no edificadas: Las transiciones desde áreas no edificadas representan el 9,9% del total de cambios. Destacan las conversiones a uso residencial (3,97%), ocio (2,36%) e institucional (2,07%), lo que indica un proceso de expansión urbana en las áreas de influencia de las nuevas estaciones. La

conversión significativa a uso residencial demuestra la atracción ejercida por la proximidad al transporte de masa.

c. Transformaciones de áreas residenciales: El resultado más expresivo es la conversión de áreas residenciales a no edificadas (14,60%), equivalente a 866.200 m². Este fenómeno, aunque paradójico frente a las expectativas teóricas de densificación en áreas próximas a estaciones de transporte, no debe interpretarse de manera inmediata como una oposición a los efectos de densificación esperados en áreas influenciadas por sistemas de transporte (Cervero; Landis, 1997).

La literatura señala que las transformaciones del uso del suelo asociadas a inversiones en transporte público suelen presentar un desfase temporal entre la implantación de la infraestructura y la consolidación de los procesos de densificación y diversificación funcional (Bertolini; Spit, 1998). En el contexto de las intervenciones analizadas, este porcentaje puede estar asociado a: (i) demoliciones de edificaciones existentes para la implantación de desarrollos de mayor porte y densidad; (ii) expropiaciones realizadas para obras de movilidad urbana y áreas operativas adyacentes, incluyendo corredores exclusivos, estaciones y equipamientos de apoyo; (iii) remociones de asentamientos precarios para la construcción de corredores de transporte, conforme documentado por Faulhaber y Azevedo (2015), quienes identificaron más de 22.000 familias removidas en el contexto de las intervenciones urbanas asociadas a los megaeventos en Río de Janeiro; y (iv) un período de severa crisis económica estadual (2016–2019), que impactó significativamente el mercado inmobiliario y la actividad constructiva en el municipio (Rolnik; Klintowitz, 2011).

Por lo tanto, aunque este porcentaje de desurbanización merece atención e investigación más profunda en estudios futuros, su interpretación como un contrapunto definitivo a los procesos de urbanización inducidos por el transporte debe relativizarse. La conversión a comercio y servicios (2,80%), aunque cuantitativamente menos expresiva, indica un proceso de diversificación funcional característico de la formación de centralidades urbanas, como lo identifica Paiva Neto (2018) al analizar la red de transporte público como estructuradora de centralidades en Río de Janeiro.

Cabe destacar también que la clasificación cruzada fue realizada de forma automática mediante una herramienta SIG, utilizando datos proporcionados por el Instituto Pereira Passos. Por lo tanto, existe la posibilidad de errores de clasificación, especialmente en la transición de la categoría Residencial a No edificado, lo que requiere validación visual en áreas críticas como Recreio, Vargens o la Zona Portuaria, para confirmar si se trata de demoliciones reales o diferencias en la fotointerpretación.

d. Diversificación funcional: Se observa una diversificación significativa de usos, con conversiones hacia educación y salud (2,02%), institucional (3,71%) y ocio (3,68%), lo que sugiere que las áreas próximas a las estaciones atrajeron no solo actividades económicas, sino también equipamientos públicos y espacios de convivencia, elementos fundamentales para barrios completos y sostenibles.

5 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos confirman la correlación entre la expansión de la infraestructura de transporte público y las transformaciones en el uso y la ocupación del suelo urbano, lo que corrobora el marco teórico adoptado. La magnitud de los cambios observados (aproximadamente el 20% del área de influencia) en un período relativamente corto (10 años) evidencia el papel estructurador que los sistemas de transporte masivo desempeñan en la dinámica territorial. Asimismo, el análisis de la demanda de pasajeros por estación debe considerarse conjuntamente con otros criterios, como el perfil socioeconómico de la región, la disponibilidad de suelo y la regulación urbanística, para comprender los procesos de transformación territorial.

5.1 Implicaciones para la planificación integrada

Los resultados refuerzan la necesidad de políticas públicas que integren de manera efectiva la planificación de la movilidad urbana y el ordenamiento territorial, conforme a lo establecido por la Política Nacional de Movilidad Urbana y los instrumentos municipales de planificación. La constatación de que el 37% de las áreas experimentaron cambios demuestra que las intervenciones en el transporte público generan oportunidades para orientar el crecimiento urbano de forma sostenible.

Sin embargo, como advierten Lima Neto y Galindo (2015), la mera existencia de instrumentos legales, como los Planes de Movilidad Urbana, no garantiza su efectividad. Es fundamental que estos planes se acompañen de mecanismos de captura de la valorización inmobiliaria para financiar mejoras urbanas, instrumentos de control del uso del suelo que eviten la gentrificación y la exclusión socioespacial, una participación social efectiva en la planificación y la articulación con políticas de vivienda y desarrollo económico.

5.2 Policentralidad y patrones de desplazamiento

La diversificación de usos observada en las áreas de influencia de las nuevas estaciones, con aumento de actividades comerciales (2,80% de las conversiones desde áreas residenciales), servicios y equipamientos institucionales (3,71%), corrobora el proceso de policentralidad identificado por Mello (2019) en la Región Metropolitana de Río de Janeiro (RMRJ). A partir de datos de origen y destino, Mello (2019) demuestra que la RMRJ experimenta una descentralización de actividades, con la consolidación de centralidades basadas en la atracción de desplazamientos. Aunque la estructura monocéntrica sigue siendo relevante, nuevos destinos han generado demandas diferenciadas y viajes tangenciales.

Paiva Neto (2018) identifica que en el entorno de las principales estaciones han surgido funciones económicas diversificadas, configurando centralidades locales y regionales. La accesibilidad proporcionada por el transporte es un factor determinante para la localización de emprendimientos, promoviendo la concentración de actividades en las áreas de influencia.

El proceso de policentralidad es gradual y requiere un período superior a los diez años analizados. Bertolini y Spit (1998) señalan que las transformaciones territoriales pueden tardar entre 15 y 25 años en consolidarse plenamente. En este estudio deben considerarse dos momentos clave: la finalización de las primeras intervenciones en la infraestructura de movilidad urbana en 2016 y el período posterior, coincidente con una grave crisis económica estatal que atenuó las transformaciones territoriales.

Para que la policentralidad se consolide plenamente, es necesario que las nuevas centralidades ofrezcan no solo diversidad de usos, sino también empleos cualificados, servicios especializados y amenidades urbanas capaces de reducir efectivamente la dependencia de desplazamientos de larga distancia. Los datos presentados en las Tablas 2, 3 y 4 indican que este proceso está en curso, aunque todavía de forma incipiente. Estaciones como Jardim Oceânico y aquellas del corredor del VLT en el área central presentan potencial para consolidarse como centralidades efectivas, lo que dependerá de políticas activas de desarrollo económico local y de un ordenamiento territorial adecuado.

5.3 Desafíos de la gobernanza metropolitana

Los desafíos de planificación y financiamiento de la movilidad urbana identificados por Luft (2020) se hacen evidentes al analizar la desarticulación entre las transformaciones territoriales observadas y la ausencia de políticas integradas que las orienten. La falta de coordinación entre los distintos niveles de gobierno y la discontinuidad entre planes elaborados en períodos diferentes generan transformaciones territoriales descontroladas, que pueden agravar las

desigualdades en lugar de mitigarlas.

Desde la perspectiva del Plan Director de 2011 (LC 111/2011), este estudio no contempla el nuevo Plan Director de Desarrollo Urbano Sostenible del Municipio de Río de Janeiro (Ley Complementaria n.º 270/2024). El nuevo marco regulatorio municipal incorpora directrices específicas para la integración entre movilidad urbana y ordenamiento territorial.

Las intervenciones analizadas estuvieron mayoritariamente motivadas por los megaeventos, con cronogramas acelerados y objetivos de corto plazo, lo que comprometió la planificación integrada de largo plazo. La desarticulación entre el PDTU-2015 y el PEDUI-2018, identificada por Luft (2020), ejemplifica cómo la insuficiencia de mecanismos de coordinación intergubernamental resultó en políticas fragmentadas y, en ocasiones, contradictorias. La creación del Instituto Rio Metrópole (IRM) y la institucionalización del PEDUI como Ley Estatal representan avances en el marco regulatorio de la gobernanza metropolitana, al establecer estructuras de coordinación entre los instrumentos de planificación municipal y metropolitana.

En el ámbito municipal, la aprobación de la Ley Complementaria n.º 270/2024, que instituye la revisión del Plan Director de Desarrollo Urbano Sostenible de Río de Janeiro, establece directrices para su compatibilización con el PEDUI e incorpora instrumentos urbanísticos orientados a la integración entre movilidad y uso del suelo en las áreas de influencia de las estaciones de transporte masivo. Aunque estos avances normativos no estaban vigentes durante el período analizado (2009–2019), constituyen elementos fundamentales para orientar futuras intervenciones en transporte público y mitigar los procesos de transformación territorial desarticulados observados en este estudio.

5.4 Equidad y justicia espacial

Las transformaciones en áreas de asentamientos informales requieren especial atención desde la perspectiva de la equidad urbana y la justicia espacial. Los datos indican que el 5,4% de las transformaciones se originaron en áreas clasificadas como asentamientos informales, con destinos diversos. Si bien algunos procesos pueden representar mejoras reales, como la regularización del suelo (conversión a uso residencial formal, 1,54%) y el acceso a equipamientos públicos (conversión a uso institucional, 0,64%), es fundamental analizar en qué medida las remociones y desplazamientos poblacionales asociados a las obras de movilidad respetaron el derecho constitucional a la vivienda y a la ciudad.

Estudios sobre las intervenciones urbanas en el contexto de los megaeventos en Río de Janeiro documentan que miles de familias fueron removidas, muchas de ellas reubicadas en áreas periféricas con menor acceso a transporte, empleo y servicios (Faulhaber; Azevedo, 2015). La conversión del 0,66% de las áreas de asentamientos informales a uso de transporte (38.930 m²) sugiere que parte de las transformaciones observadas se deriva directamente de remociones para la implantación de las obras.

La valorización inmobiliaria inducida por la proximidad al transporte masivo también puede generar procesos de gentrificación indirecta, incluso sin remociones forzadas. El aumento de los precios inmobiliarios y del costo de vida puede expulsar a poblaciones de bajos ingresos hacia áreas periféricas con menor accesibilidad, reproduciendo desigualdades socioespaciales. Este fenómeno resulta particularmente preocupante considerando que el 14,60% de las transformaciones corresponden a la conversión de áreas residenciales a suelo no edificado, lo que puede indicar procesos especulativos que agravan la crisis habitacional.

En este contexto, las políticas de uso del suelo deben incorporar mecanismos sólidos de protección social, tales como: (i) la reserva obligatoria de un porcentaje significativo de vivienda de interés social en emprendimientos cercanos a estaciones de transporte; (ii) controles de precios o subsidios habitacionales en los

perímetros de influencia de las estaciones; (iii) programas de regularización del suelo que garanticen la permanencia de la población original; y (iv) la participación efectiva de las comunidades afectadas en las decisiones sobre proyectos urbanos.

6 Considerações finais

Este estudio investigó las transformaciones en el uso y la ocupación del suelo en la ciudad de Río de Janeiro derivadas de los cambios en el sistema de transporte público entre 2009 y 2019, con énfasis en las áreas de influencia de las nuevas estaciones de metro, BRT y LRT. Los resultados confirman la correlación entre la expansión de la infraestructura de transporte y las transformaciones en la dinámica territorial.

A partir de los datos obtenidos, se observa que se produjo una cantidad significativa de cambios en el uso del suelo en las áreas de influencia de las nuevas estaciones, afectando aproximadamente el 20% del área total de influencia. De estas áreas, el 36% fue urbanizado y el 37% se mantuvo urbanizado, aunque con cambio de función, lo que evidencia una diversificación funcional característica de centralidades locales. Estos patrones son consistentes con el proceso de policentralidad identificado por Mello (2019), en el cual nuevos destinos se consolidan a través de la accesibilidad proporcionada por el transporte.

La diversificación observada, con conversiones hacia usos comerciales y de servicios (2,80%), institucionales (1,64%) y de educación y salud (0,86%), indica que las áreas de influencia atraen actividades económicas y equipamientos urbanos, consolidándose como subcentralidades.

El porcentaje de desurbanización (23%) y la conversión de áreas residenciales a suelo no edificado (14,60%) requieren una interpretación contextualizada. Una parte significativa de estos cambios está asociada a procesos transitorios de renovación urbana, expropiaciones, remociones y especulación inmobiliaria en un contexto de crisis económica. La literatura señala que los procesos de densificación presentan una defasaje temporal de entre 15 y 25 años (Bertolini; Spit, 1998).

Considerando que las intervenciones se concluyeron en 2016 y que el período posterior estuvo marcado por una crisis económica estatal, los datos capturan una fase inicial de un proceso de transformación aún en curso.

Los desafíos señalados por la literatura especializada en relación con la efectividad de los Planes de Movilidad Urbana como instrumentos de política pública, las dificultades de la gobernanza metropolitana y la desarticulación entre distintas escalas de planificación se manifiestan empíricamente en las transformaciones observadas. Sin políticas integradas que orienten los cambios territoriales inducidos por las infraestructuras de transporte, aumenta el riesgo de profundizar las desigualdades socioespaciales y comprometer la sostenibilidad urbana.

Para la continuidad de este estudio, se sugieren las siguientes líneas de profundización:

- Ampliación temporal del análisis: Investigar períodos posteriores al intervalo de este estudio (hasta 2030 y 2035) para verificar si las áreas no edificadas se convierten en usos más densos y confirmar o refutar la hipótesis de una fase transitoria. Combinar análisis cuantitativo con estudios de campo para comprender procesos específicos.
- Consolidación de centralidades: Analizar si las áreas con diversificación funcional se han consolidado como centralidades con capacidad de atracción de desplazamientos.
- Incorporación de variables socioeconómicas: Evaluar impactos diferenciados sobre distintos grupos poblacionales, incluyendo ingresos, raza, género y vulnerabilidad social.
- Análisis de otros modos de transporte: Incluir autobuses convencionales, transporte complementario y movilidad activa para una comprensión más amplia de la relación transporte–territorio.

- Estudos de valorização imobiliária: Investigar cómo los cambios en el uso del suelo se relacionan con la valorización del suelo y de los inmuebles.
- Evaluación de procesos de gentrificación: Analizar desplazamientos poblacionales y cambios en el perfil socioeconómico de los residentes en las áreas transformadas.
- Modelización predictiva: Desarrollar modelos capaces de prever transformaciones territoriales futuras a partir de intervenciones planificadas en el sistema de transporte, apoyando la planificación integrada.
- Análisis comparativo: Comparar los patrones observados en Río de Janeiro con otras metrópolis brasileñas e internacionales para identificar especificidades y tendencias generales.

Por lo tanto, para la construcción de un modelo de planificación integrada con una calibración más ajustada, es necesario estudiar otros parámetros y su influencia en la ocupación del suelo urbano. Se enfatiza la importancia de la continuidad de las investigaciones y del perfeccionamiento metodológico para el desarrollo de instrumentos efectivos orientados a la planificación urbana sostenible y equitativa en las metrópolis brasileñas.

Referencias

VASCONCELOS, P. de A. ABREU, Maurício de. A evolução urbana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPLANRIO; Zahar, 1987. 147 p. **RUA: Revista de Urbanismo e Arquitetura**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2008. DOI: 10.9771/rua.v1i0.3073.

BARBALHO, Leonardo Vieira. **Os desafios na implantação de um Cadastro Territorial Multifinalitário no município do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

BARBALHO, Leonardo Vieira; LIMA, Fernando Rodrigues; COELHO FILHO, Luiz Carlos Teixeira. Challenges of implementing a land cadastre in Rio de Janeiro: the Bangu case study. **Municipal Engineer**, v. 176, n. 4, p. 245-256, jul. 2023. DOI: 10.1680/jmuen.22.00040.

BERTOLINI, L.; SPIT, T. **Cities on Rails: the Redevelopment of Railway Stations and their Surroundings**. Routledge, London. 1998. DOI: 10.4324/9780203980439.

BRASIL. **Lei nº 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Brasília, DF: [s.n.], 3 jan. 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa; MELO, Bruna Pinheiro de. Estratégias integradas de transporte e uso do solo visando a redução de viagens por automóvel. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES**, 15., 2005, Goiânia. Anais [...]. Goiânia: ANPET, 2005.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Desafios da mobilidade urbana no Brasil. **Texto para Discussão**. n. 2198. Brasília: IPEA, 2016.

CAVALCANTI, Sávio Alves et al. Estimativa das penalidades associadas com os transbordos em sistemas integrados de transporte público. In: **CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES**, 26., Joinville. Anais [...]. Joinville: ANPET, 2012.

CERVERO, Robert; KOCKELMAN, Kara. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 2, n. 3, p. 199-219, 1997. DOI: 10.1016/S1361-9209(97)00009-6.

CERVERO, Robert; LANDIS, John. Twenty years of the Bay Area Rapid Transit system: Land use and development impacts. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 31, n. 4, p. 309-333, 1997. DOI: 10.1016/S0965-8564(96)00027-4.

COSTELHA, Laís de Andrade; BARBALHO, Leonardo Vieira; MARTINS ALVES, Rosane. Acessibilidade ao transporte público e uso do solo utilizando ferramentas

de geoprocessamento: bairro do Rio Comprido (RJ). **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 38, n. 38, out. 2023. ISSN 2595-6531. DOI: 10.46675/bgppe.v38i38.1039.

DITTMAR, Hank; OHLAND, Gloria (Org.). **The New Transit Town: Best Practices in Transit-Oriented Development**. Washington, DC: Island Press, 2004. ISBN 978-1559639187.

FAULHABER, Lucas; AZEVEDO, Lena. **SMH 2016: Remoções no Rio de Janeiro Olímpico**. Rio de Janeiro: Mórula Editorial, 2015. ISBN 978-85-65679-47-7.

LIMA NETO, Vicente Correia; GALINDO, Ernesto Pereira. Planos de mobilidade urbana: instrumento efetivo da política pública de mobilidade?. **Paranoá**, [S. l.], v. 6, n. 9, 2013. DOI: 10.18830/issn.1679-0944.n9.2013.12291.

LUFT, Rosângela Maria. **Planejamento e financiamento da mobilidade urbana na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional), Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

MELLO, Bernardo Patta de Albuquerque. **Policentralidade e mobilidade na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Programa de Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MELO, Francisco de Assis da Silva. **Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

NIGRIELLO, Andreina; OLIVEIRA, Rafael Henrique. A rede de transporte e a ordenação do espaço urbano. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, São Paulo, v. 35, n. 133, p. 101-116. 2013.

PAIVA NETO, José Brandão de. **A rede de transporte público como estruturadora de centralidades: análise da cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Programa de Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. 164 p.

PONTIUS, R. Gil et al. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 101, n. 2-3, p. 251-268, 2004. DOI: 10.1016/j.agee.2003.09.008.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei Complementar nº 184, de 27 de dezembro de 2018. Dispõe sobre a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sua composição, organização e gestão, define as funções públicas e serviços de interesse comum, cria a autoridade executiva da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 28 dez. 2018.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 11.021, de 16 de janeiro de 2025. Institui o Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - PEDUI e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 17 jan. 2025.

RIO DE JANEIRO (Município). Decreto Rio nº 45.781, de 3 de abril de 2019. Institui o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável do Município do Rio de Janeiro - PMUS-Rio. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 4 abr. 2019.

RIO DE JANEIRO (Município). Lei Complementar nº 270, de 16 de janeiro de 2024. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 17 jan. 2024

ROLNIK, Raquel; KLINTOWITZ, Danielle. Mobilidade na cidade de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 89-108, 2011. DOI: 10.1590/S0103-40142011000100007.

SILVA, Robson Dias da. **Possibilidades e limites do planejamento e da gestão metropolitana: a experiência da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional), Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente**. Barueri: Manole, 2013. ISBN 978-85-204-3539-2.

Sobre los Autores

Luiz Henrique de Carvalho Freires es Ingeniero Cartógrafo (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), con experiencia en la recolección, el tratamiento y el análisis de datos geográficos, así como habilidades en modelado espacial y en el desarrollo de soluciones para las áreas de planificación urbana, ambiental y de movilidad urbana. Es estudiante de maestría en Ingeniería Urbana en la Universidade Federal do Rio de Janeiro, con investigación orientada a la identificación de áreas de vulnerabilidad a desastres ambientales mediante técnicas de geoprocésamiento.

Leonardo Vieira Barbalho es doctorando en Ingeniería Geomática por la Universitat Politècnica de València y magíster en Ingeniería Urbana por la Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Es licenciado en Ingeniería Cartográfica por la Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) y cuenta con formación técnica en Agrimensura por el SENAI-MG. También posee especializaciones en las áreas de Geoprocésamiento, Sensoriamento Remoto y Topografía. Es Profesor Asistente de la Escuela Politécnica de la Universidade Federal do Rio de Janeiro (POLI/UFRJ). Tiene experiencia profesional en las áreas de cartografía digital, geoprocésamiento y topografía. Es investigador en las áreas de planificación y gestión territorial y catastro multifinalitario.

Fernando Rodrigues Lima posee doctorado en Ingeniería de Producción por la Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEP/COPPE/UFRJ, 1993), maestría en Ingeniería de Producción por la misma institución (PEP/COPPE/UFRJ, 1987), especialización en Altos Estudios en Política y Estrategia (CAEPE) por la Escuela Superior de Guerra (ESG, 1997) y licenciatura en Arquitectura y Urbanismo por la Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ, 1985). Es Profesor Titular de la Escuela Politécnica de la Universidade Federal do Rio de Janeiro (POLI/UFRJ) y docente permanente del Programa de Posgrado en Ingeniería Urbana (PEU). Fue coordinador de dos Proyectos de Intercambio Internacional con la Université de Technologie de Compiègne (UTC): BRAFITEC/CAPES (2011–2018) y PVE/CSF/CNPq (2014–2016). Desde 2021 participa en el Grupo de Trabajo de Infraestructura, Medio Ambiente y Áreas Verdes del Plan Director 2030 de la UFRJ y, desde 2021, en el Grupo de Investigación del CNPq sobre Smart Campus junto con la Universidade de Brasília (UnB).

Contribuciones de los Autores

Conceptualización, [L.H.C.F.]; metodología, [L.V.B., L.H.C.F.]; software [L.H.C.F., L.V.B., F.R.L.]; validación, [L.V.B.]; análisis formal, [L.H.C.F.]; investigación, [L.H.C.F., L.V.B.]; redacción—preparación del borrador original, [L.H.C.F.]; redacción—revisión y edición [L.V.B., F.R.L.]; supervisión, [L.V.B., F.R.L.]. Todos los autores leyeron y aprobaron la versión publicada del manuscrito.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Sobre la *Coleção Estudos Cariocas*

La *Coleção Estudos Cariocas* (ISSN 1984-7203) es una publicación dedicada a estudios e investigaciones sobre el Municipio de Río de Janeiro, vinculada al Instituto Pereira Passos (IPP) de la Secretaría Municipal de la Casa Civil de la Alcaldía de Río de Janeiro.

Su objetivo es divulgar la producción técnico-científica sobre temas relacionados con la ciudad de Río de Janeiro, incluyendo sus conexiones metropolitanas y su inserción en contextos regionales, nacionales e internacionales. La publicación está abierta a todos los investigadores (sean empleados municipales o no), abarcando áreas diversas — siempre que aborden, parcial o totalmente, el enfoque espacial de la ciudad de Río de Janeiro.

Los artículos también deben alinearse con los objetivos del Instituto, a saber:

1. promover y coordinar la intervención pública en el espacio urbano del Municipio;
2. proveer e integrar las actividades del sistema de información geográfica, cartográfica, monográfica y de datos estadísticos de la Ciudad;
3. apoyar el establecimiento de las directrices básicas para el desarrollo socioeconómico del Municipio.

Se dará especial énfasis a la articulación de los artículos con la propuesta de desarrollo económico de la ciudad. De este modo, se espera que los artículos multidisciplinarios enviados a la revista respondan a las necesidades de desarrollo urbano de Río de Janeiro.