Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

Modelado predictivo de la cobertura y el tráfico del servicio móvil personal (SMP) como Instrumento para el desarrollo tecnológico municipal

Modelado predictivo de la cobertura y el tráfico del servicio móvil personal (SMP) como instrumento para el desarrollo tecnológico municipal.

Henrique Dias Gomes

Resumen

La expansión de la conectividad móvil ha incrementado la importancia de la infraestructura de telecomunicaciones para el desarrollo tecnológico, económico y social de los municipios.
En este contexto, la predicción de la cobertura y el tráfico del Servicio Móvil Personal (SMP) es una herramienta relevante para la planificación y optimización de redes, ya que permite identificar patrones de distribución de señal, estimar la demanda de conectividad y respaldar decisiones relacionadas con la expansión de la infraestructura.
Este estudio tiene como objetivo analizar la importancia de la predicción de la cobertura y el tráfico del SMP a nivel municipal y su contribución al desarrollo tecnológico y la inclusión digital. Para ello, se abordan aspectos relacionados con la evolución de la telefonía móvil en Brasil, las características de los servicios de comunicación móvil y los principales modelos de propagación utilizados en la estimación de la cobertura, con énfasis en los modelos de Lee, Okumura y Hata. El análisis muestra que el uso de modelos predictivos, combinado con información sobre cobertura y tráfico, puede brindar apoyo para la planificación de la infraestructura de telecomunicaciones y para la identificación de áreas prioritarias de inversión. Se concluye que mejorar la capacidad analítica y predictiva de las redes móviles puede contribuir a una mejor conectividad, reducir las desigualdades territoriales en el acceso y fortalecer el desarrollo tecnológico a nivel municipal.

Palabras clave: Telefonía móvil; Servicio móvil personal; Cobertura de red; Tráfico de datos; Predicción.

Abstracto

La expansión de la conectividad móvil ha incrementado la importancia de la infraestructura de telecomunicaciones para el desarrollo tecnológico, económico y social de los municipios. En este contexto, la predicción de la cobertura y el tráfico del Servicio Móvil Personal (SMP) representa una herramienta relevante para la planificación y optimización de la red, permitiendo la identificación de patrones de distribución de la señal, la estimación de la demanda de conectividad y el apoyo a las decisiones relativas a la expansión de la infraestructura. Este estudio tiene como objetivo analizar la importancia de predecir la cobertura y el tráfico del SMP a nivel municipal y su contribución al desarrollo tecnológico y la inclusión digital. Para ello, el estudio aborda aspectos relacionados con la evolución de la telefonía móvil en Brasil, las características de los servicios de comunicación móvil y los principales modelos de propagación utilizados para la estimación de la cobertura, con énfasis en los modelos de Lee, Okumura y Hata. El análisis indica que el uso de modelos predictivos, combinado con información sobre la cobertura y el tráfico de la red, puede brindar un apoyo relevante para la planificación de la infraestructura de telecomunicaciones y para la identificación de áreas que requieren inversiones prioritarias. Se concluye que la mejora de las capacidades analíticas y predictivas de las redes móviles puede contribuir a una mayor conectividad, la reducción de las desigualdades territoriales en el acceso a los servicios digitales y el fortalecimiento del desarrollo tecnológico a nivel municipal.

Palabras clave: Telefonía móvil; Servicio móvil personal; Cobertura de red; Tráfico de datos; Predicción; Desarrollo tecnológico.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la conectividad móvil es uno de los componentes principales de la infraestructura.
La tecnología necesaria para el funcionamiento de la sociedad y las actividades económicas.
La expansión de los dispositivos móviles, los servicios digitales y el acceso a Internet ha ampliado
Aumento significativo de la dependencia de redes de comunicación capaces de proporcionar cobertura.
Adecuada, disponible y con capacidad compatible con la demanda de los usuarios.
En este contexto, el rendimiento de las redes de telefonía móvil tiene implicaciones que van más allá de...
comunicación individual, que abarca actividades comerciales, servicios públicos, educación,
comercio, acceso a la información y diferentes procesos relacionados con el desarrollo
tecnológico.
A nivel municipal, la disponibilidad y la calidad de la infraestructura de comunicaciones móviles.
Estos factores son particularmente importantes, dadas las diferencias en la cobertura y la capacidad de la red.
Pueden influir en el acceso de la población a los servicios digitales y limitar el uso de
oportunidades asociadas con la transformación tecnológica. Identificar las condiciones para
La cobertura y la intensidad del uso de la red permiten comprender mejor la distribución.
Conectividad territorial e identificación de regiones que puedan requerir inversiones adicionales.
en infraestructura.
En este escenario, predecir la cobertura y el tráfico del Servicio Móvil Personal (SMP) constituye
Una herramienta relevante para la planificación y gestión de redes de telecomunicaciones.
El análisis predictivo permite estimar el comportamiento de la señal en diferentes áreas y evaluar...
La relación entre la infraestructura disponible y la demanda de servicios de comunicación.
Esta información puede respaldar las decisiones relacionadas con la ampliación de la cobertura, para
dimensionar la capacidad de la red y priorizar las inversiones, contribuyendo a la
Mejorar la calidad de los servicios ofrecidos al público.
El uso de modelos de propagación y técnicas de análisis de datos también permite,
Considere las particularidades geográficas y urbanísticas de cada territorio. Características como
relieve, uso del suelo, presencia de edificios, vegetación, distribución de la población y
La ubicación de la infraestructura puede interferir con la propagación de la señal y la utilización de la red.
Por lo tanto, el análisis de la cobertura y el tráfico debe tener en cuenta las características específicas del municipio.
estudiado, evitando evaluaciones basadas exclusivamente en parámetros generales.
Más allá de la perspectiva técnica, el estudio de la conectividad móvil es relevante para...
Desarrollo tecnológico e inclusión digital. Una infraestructura de telecomunicaciones.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

Un acceso adecuado puede mejorar el acceso a los servicios digitales para la población, promoviendo actividades económicas y contribuir a la integración de los municipios en los flujos de información. y a las nuevas tecnologías. En este sentido, comprender la distribución y la capacidad de las redes es crucial. El mobiliario puede proporcionar subvenciones para estrategias de desarrollo que tengan en cuenta... necesidades tecnológicas específicas de cada ubicación.

Dado este contexto, el objetivo general de este estudio es analizar la importancia de Predicción de la cobertura y el tráfico del Servicio Móvil Personal (SMP) a nivel municipal. considerando su contribución a la planificación de la infraestructura de telecomunicaciones. El objetivo es, por lo tanto, resaltar cómo el uso de la información relacionada con la cobertura y La demanda de servicios móviles puede ayudar a identificar las necesidades de expansión. conectividad y contribuir al desarrollo tecnológico, la inclusión digital y Fortalecimiento de las condiciones económicas y sociales del municipio analizado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El sector de las telecomunicaciones y la estructura de los servicios de comunicación móvil en Brasil

Según la información proporcionada por la Asociación Brasileña de Telecomunicaciones - TELEBRASIL (2017), el sector de telecomunicaciones está incluido en el sector de tecnología de Información y Comunicación – TIC. En Brasil, el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística - El IBGE, en la Encuesta Anual de Servicios (PAS), clasifica los Servicios de Información de la siguiente manera: manera:

• Servicios de telecomunicaciones: Incluyen telefonía fija, telefonía móvil y PYMES. (Troncalización), Telecomunicaciones por satélite, Proveedores de acceso a Internet, Transmisión y Recepción de señal de televisión y radio, servicios de instalación y más.

• Servicios de tecnología de la información: Estos incluyen desarrollo de software, procesamiento de datos, datos, consultoría, venta de equipos y software, subcontratación, soporte y mantenimiento de software y otras cosas.

• Servicios audiovisuales: Incluye publicidad y comercialización en televisión y radio, Programación de televisión por suscripción, proyecciones de películas y servicios de producción auxiliares. programas de televisión.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

• Otros servicios: incluyen publicación, publicación integrada impresa, agencias de noticias y Servicios periodísticos.

Según TELEBRASIL (2017), los servicios de telecomunicaciones implican la transmisión, transmisión o recepción de símbolos, caracteres, signos, escritos, imágenes, sonidos o información de de cualquier naturaleza, por medio de cables, radio, electricidad, medios ópticos o cualquier otro proceso electromagnético. La prestación de estos servicios la llevan a cabo agentes que poseen concesión, permiso o autorización. El sector de las telecomunicaciones se define como: sector de la economía que abarca los servicios de telecomunicaciones, los servicios de valor agregado y productos utilizados para prestar estos servicios.

Según los datos obtenidos a través de la Agenda Legislativa de Telecomunicaciones (2017), en En los últimos años, el sector de las telecomunicaciones ha sido una de las ramas de infraestructura que más ha crecido. Invierten en el país, representando el 4,2% del Producto Interno Bruto (PIB) de Brasil y generando aproximadamente 500.000 empleos. TELEBRASIL (2017) clasifica el Sector como Las telecomunicaciones en tres segmentos:

• Segmentos Agentes privados - Empresas de servicios de telecomunicaciones qué Poseen una concesión o autorización para prestar servicios, como telefonía fija, Comunicaciones móviles, comunicaciones multimedia, televisión de pago, radiodifusión y otras.

• Productos y servicios para proveedores de servicios de telecomunicaciones de proveedores de equipos y servicios que respaldan la prestación de Servicios de Telecomunicaciones, incluidos los proveedores de capacidad espacial.

• Servicios de valor añadido: empresas que prestan servicios que tienen como soporte principales servicios de telecomunicaciones.

Entre estos tres segmentos, los servicios de telecomunicaciones incluyen una variedad de servicios, siendo La telefonía celular es el servicio de comunicación móvil más destacado.

Este servicio se caracteriza por la movilidad del usuario y es prestado en Brasil por titulares. autorización para el Servicio Móvil Personal - SMP, regulado en 2010 por Anatel, permitiendo la existencia de proveedores virtuales (ANATEL, 2018).

Además, existen otros servicios de comunicación móvil, como el servicio móvil. Servicio Móvil Especializado (SME), Servicio Especial de Radiolocalización Móvil (SER), Servicio Móvil Global por satélite (SMGS), Servicio Móvil Aeronáutico (SMA) y Servicio Móvil Marítimo (SMM) (TELEBRASIL, 2017).

Los servicios de comunicación móvil son proporcionados por licenciatarios a... prestación de servicios. En el caso de SMP, hasta cuatro empresas pueden prestar servicio en cada

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

región del país. Los proveedores de servicios se consolidan en los siguientes grupos: Vivo, Claro, Tim, Oi, CTBC y Sercomtel (MOURA FILHO; 2021).

2.2 Evolución histórica de la telefonía móvil en Brasil

La implementación de la telefonía móvil en Brasil se produjo gradualmente y representa una de las Hitos clave en la expansión de las tecnologías de la comunicación en el país. La introducción comercial.

Este servicio se implementó por primera vez a principios de la década de 1990, siendo Río de Janeiro la primera ciudad en incorporarlo.

La primera ciudad brasileña en ofrecer telefonía móvil, en 1990. Al año siguiente, el servicio fue... establecida en Brasilia, iniciando un proceso de expansión que más tarde llegaría otras ciudades brasileñas importantes, incluidas Belo Horizonte, Goiânia, São Paulo y Campo Grande (MOURA FILHO, 2021).

Los primeros años de la telefonía móvil se caracterizaron por un número de usuarios todavía limitado. de usuarios. Datos de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) indican que, en En 1990, había aproximadamente 667 líneas de telefonía celular en el país. En tan solo un año, Esta cifra aumentó hasta aproximadamente 6.700 líneas y, en 1992, superó la marca de las 30.000. unidades, lo que pone de manifiesto el rápido crecimiento de la demanda de este nuevo medio de comunicación. (RAPPAPORT, 2009).

La expansión de la telefonía móvil se intensificó a lo largo de la década de 1990 y principios de la de 2000. 2000, tras las transformaciones estructurales que se produjeron en el sector de las telecomunicaciones. Brasileño. En febrero de 2004, el país ya tenía 47.865.593 teléfonos celulares registrados, un resultado de un proceso de crecimiento sostenido por la expansión de la infraestructura, por la difusión de los dispositivos y los cambios promovidos en la organización del mercado (MOURA FILHO, 2021).

La reestructuración institucional del sector fue un factor decisivo en este proceso. La década El año 1990 estuvo marcado por la privatización de las empresas de telecomunicaciones y la creación de una Nuevo modelo regulatorio, establecido a partir de la Ley General de Telecomunicaciones. Este hito La ley promovió cambios significativos en la organización del sector y creó la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL), responsable de la regulación, supervisión y monitoreo de las actividades de telecomunicaciones en el territorio nacional (ALMEIDA, 2019).

En las primeras etapas del desarrollo de la telefonía móvil, la prestación de servicios era... estructurado en diferentes bandas de radiofrecuencia. Según Quintella y Costa (2009), el

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

Los operadores utilizaron las bandas A y B, con la primera abarcando desde 825,03 hasta 834,99. MHz, correspondiente a los canales 1 a 333, y el segundo ubicado entre 835,02 y 844,98 MHz, que abarca los canales 334 a 666. Esta configuración formaba parte de la estructura tecnológica y Marco regulatorio utilizado para organizar el funcionamiento de los servicios de comunicación móvil en esa región. período.

La introducción de la banda B representó un cambio significativo en el panorama competitivo de mercado. El servicio se puso a disposición inicialmente en este formato en el Distrito Federal, en 1997, contribuyendo a la apertura del mercado a la competencia. Este proceso fue favorecida por la Ley N° 9.295, del 16 de julio de 1996, que estableció las condiciones para la expansión. y reorganizó los servicios de telecomunicaciones, creando así las bases para una mayor participación. de los agentes privados del sector (MOURA FILHO, 2021).

Junto con los cambios regulatorios, nuevas empresas comenzaron a participar en Mercado brasileño de telefonía móvil. Telesp Celular, que comenzó sus operaciones en 1993, Se destacó entre las empresas responsables de expandir el servicio, utilizando sistemas. telefonía celular digital en sus operaciones (ALMEIDA, 2019). Posteriormente, la apertura La reorganización del mercado favoreció la entrada y consolidación de diferentes grupos. oportunidades de negocio, aumentando la competencia y contribuyendo a la expansión de la oferta de servicios. muebles.

La evolución tecnológica de la telefonía celular brasileña también puede entenderse a partir de de la sucesión de diferentes generaciones de redes móviles. Oliveira (2013) presenta esta trayectoria. considerando las tecnologías empleadas por los operadores y las transformaciones resultantes de Evolución de los sistemas de comunicación. La transición entre generaciones permitió el aumento. aumento progresivo de la capacidad de la red, velocidad de transmisión de datos y variedad de servicios ofrecidos a los usuarios.

Con la apertura y expansión del mercado, diferentes empresas comenzaron a operar en la prestación de servicios. Servicios de comunicación móvil en Brasil. Entre los grupos y marcas que han formado parte de su trayectoria. Las empresas del sector incluyen TIM, Claro, CTBC, Oi, Porto Seguro Conecta, Vivo, Sercomtel y Nextel. en diferentes períodos y configuraciones empresariales. La expansión del número de proveedores de servicios. contribuyó a intensificar la competencia, estimular la expansión de la cobertura y diversificar la formas alternativas de acceder a los servicios de comunicación móvil.

En este contexto, la prestación de servicios de comunicación móvil ha llegado a implicar no solo los operadores directamente responsables de la infraestructura y la prestación de servicios, pero también diferentes modelos operativos y socios comerciales. Autorización regulatoria y

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

La estructura de prestación de servicios constituyó, por lo tanto, elementos fundamentales para la expansión de la telefonía móvil y consolidación de las redes de comunicación en diferentes regiones del territorio brasileño.

Por lo tanto, la trayectoria histórica de la telefonía móvil demuestra una transformación significativa. en la infraestructura de telecomunicaciones brasileña. De un servicio inicialmente restringido a unos pocos. Con los usuarios concentrados en áreas urbanas específicas, la comunicación móvil ha evolucionado hasta convertirse en una Una infraestructura territorial de amplio alcance, esencial para el acceso a las comunicaciones y a conectividad digital. Esta evolución hace que el análisis de la cobertura y... sea particularmente relevante. Tráfico en redes de Servicio Móvil Personal (SMP), dada la distribución territorial de La infraestructura y la intensidad de la utilización del servicio pueden proporcionar información. importante para la planificación tecnológica y para identificar las necesidades de Ampliar la conectividad en los municipios brasileños.

2.3 Evolución tecnológica, características y aplicaciones de la telefonía móvil

El desarrollo de las tecnologías de la comunicación ha traído consigo profundas transformaciones. en las formas de interacción entre individuos y en el acceso a la información. En este proceso, la telefonía La tecnología móvil se ha consolidado como una tecnología caracterizada por su capacidad de comunicación. sin necesidad de una conexión física permanente, lo que permite al usuario establecer contacto. con otras personas y acceder a la información independientemente de su ubicación y, a gran escala medida, desde el momento en que se necesitan estos recursos (NOVO, 2011).

La expansión de la conectividad móvil ha ido de la mano del crecimiento del acceso a internet en Brasil. En 2013, aproximadamente 75 millones de brasileños usaron Internet, lo que corresponde a alrededor del 40% de la población. En ese momento, el país ocupaba una posición destacada entre los naciones con el mayor número absoluto de usuarios conectados a la World Wide Web (LUNARDI; DOLCI; WENDLAND, 2013). Paralelamente, el mercado de la telefonía móvil Estaba experimentando una fuerte expansión, alcanzando más de 250 millones de líneas activas, una cifra que Esto pone de manifiesto el alcance que han alcanzado los servicios de telefonía móvil en todo el país.

Este crecimiento estuvo asociado a una combinación de diferentes factores, incluida la evolución. aspectos tecnológicos de las redes, inversiones realizadas en infraestructura de telecomunicaciones, reducción progresiva de los costos de acceso y la creciente demanda de la población por servicios de comunicación y conectividad. La popularización de los dispositivos móviles, especialmente Los teléfonos inteligentes y las tabletas también contribuyeron significativamente a la expansión del número de

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

usuarios y diversificar las formas en que se utilizan las redes móviles.

La trayectoria tecnológica de la telefonía móvil brasileña se ha caracterizado por la sustitución progresiva de equipos. de sistemas de primera generación, basados en tecnologías analógicas como AMPS, por Estándares digitales capaces de ofrecer mayor capacidad, calidad y diversidad de servicios. En este proceso destacan tecnologías como GSM, 3G, 4G y, posteriormente, 5G, cuyas La evolución amplió no solo la capacidad de comunicación por voz, sino también la de transmisión. datos y acceso a aplicaciones que dependen de la conectividad móvil (ALMEIDA, 2019).

La expansión de las redes móviles también se vio favorecida por la competencia entre los proveedores de servicios. servicios de telecomunicaciones. La competencia por el mercado ha estimulado la creación de diferentes diferentes tipos de planes, paquetes de datos y servicios, ampliando las alternativas disponibles para consumidores y contribuyendo a la difusión de la conectividad móvil (MOURA FILHO, 2021).

Los efectos de esta expansión trascendieron el ámbito de la comunicación interpersonal. Telefonía Los dispositivos móviles han llegado a desempeñar un papel importante en el acceso a la información y el uso de servicios. tecnologías digitales, en el desarrollo de aplicaciones, en las actividades empresariales y en la comunicación. profesional. La expansión de la conectividad móvil también favoreció el crecimiento de comercio electrónico y la creación de nuevos modelos de negocio basados en aplicaciones y servicios digitales (ANATEL, 2016).

La relevancia de los dispositivos móviles se ha vuelto aún más evidente con el cambio en Estándares de acceso a Internet. Con la expansión de los teléfonos inteligentes y las redes móviles, el acceso El acceso a Internet a través de dispositivos portátiles ha experimentado un crecimiento significativo en en relación con el uso tradicional de ordenadores de sobremesa. Este proceso contribuyó a la Fortalecer el comercio móvil y desarrollar sistemas y aplicaciones diseñados específicamente para entornos caracterizados por la movilidad (SILVA JÚNIOR, 2013).

Las características de la telefonía móvil e Internet pueden analizarse desde tres perspectivas. Dimensiones complementarias: usuario, entorno y sistema (KELLER et al., 2019). Bajo el Desde la perspectiva del usuario, los dispositivos móviles ofrecen un alto grado de personalización y Individualización. Los teléfonos inteligentes y las tabletas se utilizan generalmente como dispositivos personales. permaneciendo cerca de sus dueños durante gran parte del día. Esta característica Permite el acceso continuo a información, redes sociales, aplicaciones y servicios de comunicación. y contenido personalizado.

La dimensión ambiental está relacionada con la movilidad y la disponibilidad de conectividad.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

A diferencia de los sistemas de acceso fijo tradicionales, las tecnologías móviles permiten que
El usuario establece una conexión a Internet mientras viaja o se encuentra en diferentes lugares.
localidades. Esta característica amplía significativamente las posibilidades de uso de la
servicios digitales, ya que la conectividad ya no está necesariamente vinculada a un
punto físico específico. Sin embargo, desde un punto de vista sistémico, los dispositivos móviles
Tradicionalmente tienen limitaciones en comparación con el equipo utilizado en
Entornos de Internet fijos. Problemas relacionados con la capacidad de procesamiento y la autonomía.
El consumo de energía, el tamaño de la pantalla, el almacenamiento y la disponibilidad de recursos pueden influir en...
experiencia del usuario con los servicios móviles. Aun así, la evolución de los dispositivos y...
Las redes han reducido progresivamente algunas de estas limitaciones, permitiendo la ejecución de
aplicaciones cada vez más complejas (LUNARDI; DOLCI; WENDLAND, 2013).

La diversidad de aplicaciones disponibles en entornos móviles se puede agrupar en tres categorías.
Categorías principales: comercio, comunicación y contenido. La categoría de comercio incluye:
servicios como banca móvil, pagos electrónicos y compras
de productos y servicios. La comunicación incluye recursos como correo electrónico y mensajería.
Mensajería instantánea, llamadas y plataformas interactivas. La categoría de contenido incluye noticias,
Información sobre tráfico, datos financieros, descargas y otro contenido que pueda ser...
disponible según la hora o ubicación del usuario (MOURA FILHO,
2021; ALMEIDA, 2019).

En Brasil, la expansión de las posibilidades de uso de la telefonía móvil ha cobrado un nuevo impulso.
con el despliegue de redes de tercera generación (3G), disponibles comercialmente en el país.
A partir de 2007, la introducción de esta tecnología representó un cambio significativo en el perfil.
el uso de redes móviles, ya que permitía una mayor capacidad de transmisión de datos y
Esto permitió el desarrollo y la popularización de servicios que requerían mayor conectividad.
rápido y estable (RAPPAPORT, 2009).

Entre las características favorecidas por la expansión de las redes 3G, destacó el acceso a Internet en [ubicación].
Velocidades superiores a las disponibles en generaciones anteriores, videollamadas y uso
de aplicaciones móviles más sofisticadas. La expansión de la capacidad de transmisión de datos.
Esto cambió gradualmente el comportamiento de los usuarios que comenzaron a utilizar los dispositivos.
Los teléfonos móviles no son solo para llamadas y mensajes, sino también para acceder a
información, usar servicios digitales, consumir contenido y realizar diferentes actividades diarias (SILVA JÚNIOR,
2013).

Posteriormente, la evolución a redes de cuarta y quinta generación amplió aún más la

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

posibilidades para utilizar la conectividad móvil, con mayor capacidad para transmisión de datos, reducción de latencia y soporte para un número creciente de dispositivos y aplicaciones conectadas. En este escenario, la telefonía móvil dejó de entenderse. exclusivamente como un servicio destinado a la comunicación de voz y se convirtió en parte fundamental para la infraestructura digital contemporánea.

Esta transformación pone de relieve la importancia de la infraestructura de comunicaciones móviles para la sociedad y para el desarrollo tecnológico. La calidad y disponibilidad de los servicios Dependen directamente de la capacidad de las redes, la distribución territorial de las estaciones y la La adecuación de la infraestructura a la demanda existente. En consecuencia, variables relacionadas con Los datos de cobertura y tráfico de las redes móviles se vuelven relevantes para comprender los patrones de uso de servicios y para subvencionar estrategias para ampliar la conectividad, especialmente en municipios con diferentes niveles de desarrollo y necesidades tecnológicas.

2.4 Modelos de predicción de cobertura en redes de comunicación móvil

Estimar la cobertura de una red de comunicación móvil es un paso esencial en... Planificación y optimización de sistemas celulares. La predicción permite evaluar la distribución. análisis espacial de la señal, estimación de los niveles de potencia recibidos e identificación de regiones donde la La calidad de la comunicación puede verse comprometida. Por lo tanto, los modelos de propagación... Juegan un papel relevante en el dimensionamiento de la infraestructura y en la definición. estrategias para expandir o adaptar redes.

A lo largo del desarrollo de las telecomunicaciones, se han utilizado diferentes modelos de propagación. formulado con el objetivo de representar el comportamiento de las ondas electromagnéticas en diferentes entornos. La selección del modelo más adecuado depende de las características de la zona. analizado, en función de la frecuencia de operación, las propiedades del terreno y la distancia entre transmisor y receptor y otros parámetros asociados a la infraestructura de red. Modelos Los métodos empíricos y semiempíricos son particularmente útiles en este contexto porque permiten estimaciones basadas en mediciones experimentales y parámetros ajustados a las características de ciertos entornos.

La caracterización del entorno de propagación es, por lo tanto, un aspecto importante para la obtener resultados fiables. En general, las áreas se pueden clasificar en tres Categorías principales: rural o abierta, suburbana y urbana. Las regiones rurales se caracterizan, en En comparación con los entornos urbanos, hay menos edificios y obstáculos capaces de...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

para interferir significativamente con la propagación de la señal. En las zonas suburbanas, se observa una
Ocupación intermedia, caracterizada por la presencia de viviendas, vegetación y otros
Los obstáculos se distribuyen de forma menos concentrada. Los entornos urbanos, por otro lado, presentan...
alta densidad de edificios, estructuras y vegetación, que pueden producir fenómenos como
reflexión, difracción, dispersión y sombreado de la señal (VINHAL, 2020).

Entre los modelos utilizados para estimar la propagación en redes móviles se encuentra el...
Modelo de Lee, desarrollado por WCY Lee a partir de mediciones experimentales.
en diferentes entornos. Este es un modelo empírico, también asociado con modelos
Patrones de propagación estadísticos o estocásticos, utilizados para estimar la intensidad de la señal recibida.
y ayudar en la planificación de sistemas de comunicación móvil (ALMEIDA, 2019).

El modelo Lee se desarrolló en la década de 1980 y tiene aplicaciones particularmente buenas.
asociado con frecuencias cercanas a 900 MHz y entornos con características topográficas específicas
relativamente regular. Su uso en regiones montañosas o con condiciones de
una propagación significativamente diferente de la observada en los experimentos originales puede
lo que produce resultados que difieren de los valores teóricos, requiere atención a la calibración de parámetros.
utilizado. Una de las características del modelo de Lee es la posibilidad de realizar estimaciones.
sin necesidad de representar en detalle todos los elementos presentes en la morfología.
de la región. El modelo utiliza información relacionada con el tipo de entorno y parámetros.
métodos de propagación específicos, lo que permite su aplicación en diferentes escenarios. Los estudios
Los experimentos experimentales que constituyeron la base de su formulación permitieron establecer parámetros para
condiciones tales como entornos urbanos y suburbanos, áreas con vegetación más densa y regiones
cerca de cuerpos de agua. Esta característica hace que el modelo sea relativamente alternativo.
sencillo para el análisis de cobertura, especialmente cuando no se dispone de información.
información detallada sobre la distribución de los edificios (VINHAL, 2020).

Otro modelo utilizado tradicionalmente para estimar la propagación de señales en entornos
Entre los factores externos se incluye el Modelo Okumura, desarrollado por Yoshihisa Okumura a partir de una extensa investigación.
campañas de medición realizadas en Japón durante la década de 1960. Porque posee
Basándose en evidencia empírica, el modelo se construyó utilizando observaciones del mundo real de
intensidad de la señal en diferentes condiciones de propagación y se convirtió en una referencia para
Estudios de cobertura en sistemas de comunicación móvil. El modelo de Okumura presenta
aplicación principalmente en entornos urbanos y suburbanos, donde los efectos causados
La presencia de edificios y el uso del suelo ejercen una influencia significativa en
propagación. Su uso implica parámetros relacionados con la frecuencia de operación, la altura

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

desde la antena de la estación transmisora y la distancia entre la estación base y el terminal móvil. Aunque Si bien puede utilizarse en diferentes condiciones, su precisión tiende a ser menor en ciertos entornos. situaciones rurales en comparación con las situaciones para las que fue desarrollado originalmente (VINHAL, 2020).

Basándose en el trabajo de Okumura, Masaharu Hata desarrolló un modelo en 1980. Modelo matemático diseñado para representar de forma más sencilla los resultados obtenidos por el modelo. El modelo de Hata constituye así una formulación empírica derivada de las curvas y originales. Las mediciones de Okumura permiten su uso en cálculos de propagación sin necesidad de... consultar directamente los gráficos experimentales que caracterizan el modelo original. Una de las principales ventajas del modelo Hata es su simplicidad. matemáticas y facilidad de implementación en herramientas de simulación computacional y Planificación de redes. Sin embargo, su aplicación está sujeta a plazos determinados. frecuencia, altura de las antenas y distancias entre la estación base y el terminal móvil. De esta forma, debe verificarse la idoneidad del modelo según sus características. específico del escenario analizado (VINHAL, 2020).

Por lo tanto, los modelos de Lee, Okumura y Hata presentan características y niveles diferentes. Son complejos, pero comparten el objetivo común de estimar el comportamiento de la señal. ondas de radio bajo condiciones de propagación específicas. La elección entre estos enfoques debe considerando las características geográficas y urbanas de la región, los parámetros operativos de Disponibilidad de red y datos para la calibración.

En el contexto del análisis de la cobertura del Servicio Móvil Personal (SMP), el uso de modelos La propagación permite transformar las características físicas y técnicas de la red en estimaciones. datos cuantitativos sobre la distribución de la señal. Estas estimaciones pueden asociarse con información de tráfico y uso de la red, lo que permite análisis más completos de la relación entre infraestructura disponible, demanda de conectividad y distribución territorial de los servicios comunicación móvil. Por lo tanto, la modelización de la cobertura es un paso fundamental. para estudios centrados en la predicción y planificación de infraestructura de telecomunicaciones en escala municipal.

CONCLUSIÓN

Este estudio puso de relieve la importancia de la telefonía móvil como componente fundamental. de infraestructura tecnológica contemporánea y como elemento directamente relacionado con

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

Mayor conectividad y desarrollo socioeconómico. La expansión de las redes.

El mobiliario en Brasil ha cambiado significativamente la forma en que nos comunicamos y accedemos a la información.
y el uso de servicios digitales, lo que convierte la conectividad móvil en parte integral de las actividades.
aspectos personales, profesionales y económicos de la población.

El análisis realizado nos permitió observar que las características de movilidad, accesibilidad y
La disponibilidad de dispositivos y servicios móviles ha contribuido a ampliar las posibilidades.
comunicación y acceso a internet. Además de la comunicación interpersonal, las redes móviles
Han llegado a dar soporte a una amplia variedad de aplicaciones relacionadas con el comercio y la prestación de servicios.
desde los servicios, hasta el entretenimiento, la difusión de información y las actividades profesionales,
reforzando así su relevancia para la sociedad y la economía.

En este contexto, la calidad y la disponibilidad de la cobertura de red son factores clave.
Entre los factores clave para la eficacia de la conectividad móvil se encuentra la distribución espacial de la señal.
La cantidad de energía recibida y las características físicas y urbanas de las ubicaciones atendidas influyen
impacta directamente en el rendimiento de la red. Por esta razón, la predicción de cobertura es una
Una herramienta importante para la planificación, el dimensionamiento y la optimización de infraestructuras.
telecomunicaciones.

El análisis de los modelos de propagación presentados en este estudio, especialmente los modelos de
Lee, Okumura y Hata demostraron la existencia de diferentes enfoques para estimar la
Comportamiento de la señal en diferentes entornos de propagación. Aunque cada modelo presenta
Estas metodologías proporcionan características, parámetros y condiciones de aplicación específicas.
Subsidios relevantes para evaluar la cobertura en áreas urbanas, suburbanas y rurales. A
La elección del modelo debe tener en cuenta las características del territorio, la frecuencia de uso y la
La infraestructura disponible y las condiciones específicas del entorno que se analiza.

La evolución de las redes móviles, desde las primeras tecnologías analógicas hasta las últimas generaciones.
Los acontecimientos recientes demuestran que la planificación de infraestructuras debe mantenerse al día no solo con
crecimiento en el número de usuarios, pero también la creciente demanda de capacidad de
transmisión de datos. En este sentido, la expansión de las redes de quinta generación representa una
Una nueva etapa en el desarrollo de las telecomunicaciones, con potencial para aumentar la velocidad.
transmisión, reducir la latencia y habilitar aplicaciones que dependen de una mayor capacidad y
Fiabilidad de la conexión.

Identificar las zonas que aún tienen una cobertura limitada o carecen de ella.
Las tecnologías más avanzadas, como el 5G, deben entenderse como un elemento importante.
para la planificación de futuras acciones de expansión de infraestructura. La mejora de

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

La conectividad puede contribuir a reducir las desigualdades territoriales en el acceso a la tecnología.
digitalizar y ampliar las condiciones necesarias para el desarrollo de servicios y actividades.
Soluciones económicas y tecnológicas en los municipios.
En el caso específico de Maranhão, las discusiones involucran a organismos y entidades públicas.
Los reguladores y los representantes de las empresas de telecomunicaciones demuestran la relevancia de
Coordinación entre los diferentes agentes involucrados en la prestación de los servicios. Iniciativas de este tipo.
La naturaleza puede contribuir a identificar deficiencias, definir prioridades y
desarrollar estrategias destinadas a mejorar la cobertura y la calidad de los servicios
comunicación móvil.
Por lo tanto, se puede concluir que la expansión de la telefonía móvil debe ir acompañada de
mecanismos de planificación capaces de considerar simultáneamente la distribución de
infraestructura, características territoriales, niveles de cobertura y demanda efectiva de
Conectividad. El uso de modelos predictivos, combinado con el análisis de datos de cobertura.
y el tráfico de Servicio Móvil Personal (SMP), se presenta como un enfoque relevante para
para respaldar las decisiones relacionadas con la planificación y expansión de las redes.
Finalmente, el estudio refuerza la idea de que la mejora continua de la infraestructura de telecomunicaciones es fundamental.
Es fundamental mantenerse al día con la creciente demanda de conectividad y promover...
Desarrollo tecnológico de los municipios. Análisis predictivo de cobertura y tráfico.
Esto puede contribuir no solo a mejorar la eficiencia de la red, sino también a...
Identificar áreas de inversión prioritarias, proporcionando información capaz de respaldar
Políticas públicas y estrategias para ampliar la conectividad móvil en Brasil.

REFERENCIAS

ALMEIDA, Yan Ribeiro de et al. Privatizaciones, concentración de mercado y sus impactos en el sector de las telecomunicaciones: un enfoque a la telefonía móvil. 2019.

Anatel – Indicadores de acceso a la comunicación multimedia, 2016. Disponible en: http://www.anatel.gov.br.

KELLER, Clara Iglesias et al. Regulación nacional de los servicios de Internet: excepción, legitimidad y el papel del Estado. Uerj, 2019.

MCOM - Ministerio de Comunicaciones. MCom coordinará un análisis conjunto sobre el servicio móvil en Maranhão. [Noticia]. 14 de julio de 2023.

MOURA FILHO, Ronaldo Neves. Impactos de la licitación 5G en el escenario de prestación de servicios de telecomunicaciones en Brasil: diversificación de los actores. IDP, 2021.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 24/12/2025 | Aceptado: 27/12/2025 | Publicación: 30/12/2025

OLIVEIRA, Lucía Lippi. Signos de modernidad en la Era Vargas: vida literaria, cine y radio. V.2. Río de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.
RAPPAPORT, THEODORES. Comunicaciones inalámbricas: principios y prácticas. 2.ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

VINHAL, Matheus Padilha. Evolución de la telefonía celular móvil, cumplimiento de las leyes y análisis de modelos de propagación. 2020 82 p. Tesis de licenciatura (Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones) – Universidad Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2020.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.