

COLEÇÃO
ESTUDOS
CARIOCAS

Mobilidade cotidiana por táxi na Cidade do Rio de Janeiro: explorando o padrão espaço-temporal das viagens no aplicativo TAXI.RIO

Daily mobility by taxi in the city of Rio de Janeiro: exploring the spatiotemporal pattern of trips on the TAXI.RIO application

Movilidad cotidiana en taxi en la ciudad de Río de Janeiro: explorando el patrón espacio-temporal de los viajes en la aplicación TAXI.RIO

Juciano Martins Rodrigues¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rua Antônio Barros de Castro, 119, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, Brasil CEP: 21941-853, <https://orcid.org/0000-0001-5187-0899>, e-mail: juciano@ippur.ufrj.br

Resumo

O serviço de táxis desempenha papel fundamental no sistema de mobilidade urbana da cidade do Rio de Janeiro. Este estudo usa dados dos registros de viagens solicitados através do aplicativo TAXI.RIO para analisar a distribuição espacial dos embarques e desembarques ao longo de uma semana. O objetivo é analisar a mobilidade cotidiana por táxi a partir da identificação das principais origens e destinos, traçar os principais fluxos de viagens entre partes da cidade e mapear as tendências de aglomeração espacial. A análise revela também um padrão temporal relacionado à dinâmica econômica da cidade.

Palavras-chave: mobilidade, táxi, app, TAXI.RIO.

Abstract

The taxi service plays a fundamental role in the urban mobility system of the city of Rio de Janeiro. This study uses data from trip records requested through the TAXI.RIO app to analyze the spatial distribution of pick-ups and drop-offs over the course of a week. The goal is to examine daily mobility by taxi by identifying the main origins and destinations, outlining the primary travel flows between different parts of the city, and mapping spatial clustering trends. The analysis also reveals a temporal pattern related to the city's economic dynamics.

Keywords: mobility, taxi, app, TAXI.RIO.

Resumen

El servicio de taxis desempeña un papel fundamental en el sistema de movilidad urbana de la ciudad de Río de Janeiro. Este estudio utiliza datos de los registros de viajes solicitados a través de la aplicación TAXI.RIO para analizar la distribución espacial de los embarques y desembarques a lo largo de una semana. El objetivo es analizar la movilidad cotidiana en taxi a partir de la identificación de los principales orígenes y destinos, trazar los principales flujos de viajes entre diferentes partes de la ciudad y mapear las tendencias de aglomeración espacial. El análisis también revela un patrón temporal relacionado con la dinámica económica de la ciudad.

Palabras clave: movilidad, taxi, app, TAXI.RIO.

Volume
13

Edição
3

*Autor(a) correspondente
juciano@ippur.ufrj.br

Submetido em 27 mai 2025

Aceito em 14 jul 2025

Publicado em 24 jul 2025

Como Citar?

RODRIGUES, J. M.

Mobilidade cotidiana por táxi na Cidade do Rio de Janeiro: explorando o padrão espaço-temporal das viagens no aplicativo TAXI.RIO.

Coleção Estudos Cariocas, v. 13, n. 3, 2025.

DOI: 10.71256/19847203.13.3.146.2025

O artigo foi originalmente submetido em PORTUGUÊS.

As traduções para outros idiomas foram revisadas e validadas pelos autores e pela equipe editorial. No entanto, para a representação mais precisa do tema abordado, recomenda-se que os leitores consultem o artigo em seu idioma original.



1 Introdução

A cidade do Rio de Janeiro tem em torno de 6,2 milhões de habitantes, distribuídos em um território de 1.200,329 quilômetros quadrados. É o principal município e núcleo de uma metrópole de 12 milhões de pessoas (IBGE, 2022). Seu sistema de transporte se estrutura a partir dos serviços coletivos oferecidos através das linhas de ônibus (BRT's e convencionais), de três linhas de metrô e de um sistema de trens metropolitanos. Estes serviços são responsáveis por grande parte das viagens e são complementadas por um serviço de Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT), localizada em parte restrita de sua área central, por um sistema de bicicleta compartilhadas, uma linha de bonde turístico e por veículos do chamado transporte alternativo (Vans, Kombis e mototáxis).

Também de forma complementar, o serviço de transporte público individual oferecido através dos táxis cumpre papel fundamental no sistema de mobilidade urbana. Mais do que opção de transporte para habitantes e turistas, encontra enorme aceitação e adesão social. Tradicionalmente nas cores amarelo e azul, os táxis na cidade do Rio de Janeiro compõem parte da paisagem e ocupa lugar relevante na cultura e na história urbana¹.

O mercado de táxi na cidade se estrutura de forma semelhante a outros lugares, onde prevalece três segmentações características do serviço, os mesmos mapeados pela OCDE (2007) e destacados por Binenbojm (2016): (1) o segmento de pontos de táxi, conhecido na literatura como *taxi rank*; (2) o segmento do mercado de rua, chamado de *hailing*; e (3) o segmento de viagens pré-agendadas porta a porta, referido frequentemente na literatura internacional como *pre-booking, taxi-booking ou phone booking*. Nesta última modalidade, o passageiro consegue rastrear o movimento do veículo e pagar pela viagem através de cartão de crédito, mesmas facilidades encontradas nos serviços de viagem solicitadas por aplicativos de celular, dominantes hoje no mercado de transportes individual.

Como em outras partes do mundo, o serviço por aplicativos se popularizou rapidamente, alterando o mercado do transporte individual na cidade do Rio de Janeiro e em sua região metropolitana. Além de uma adesão em massa pelo público, a entrada dos aplicativos no mercado e sua natureza disruptiva desafiaram a racionalidade regulatória do serviço de transporte individual, até então monopolizado pelos táxis (Binenbojm, 2016). Isso tem exigido do poder público soluções de governança e de regulação para acomodar os interesses dos motoristas desses serviços, dos profissionais taxistas e, em alguma medida, as necessidades e preferências do público em geral.

O desenvolvimento do aplicativo TAXI.RIO pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro se encaixa nesse tipo de solução e está inserido em um contexto de mudanças institucionais mais amplas. Nesse contexto, o poder público se viu obrigado a enfrentar problemas relacionados à governança do setor de transportes, incluindo, principalmente, tentativas de regulação dos aplicativos de transporte individual remunerado².

Desse modo, o TAXI.RIO, enquanto facilitador das viagens por táxis, assume grande importância para o sistema de transporte e para a gestão da mobilidade na cidade. Em primeiro lugar porque criou condições para que o serviço tradicional de táxis regulado pela autoridade municipal continuasse operando em condições reais de competitividade e garantia dos direitos adquiridos. Em segundo lugar porque,

¹ Desde o dia 29 de maio de 2017, o serviço de táxi comum (com os tradicionais veículos nas cores amarelo e azul) é definido oficialmente como patrimônio cultural da cidade.

² Em 2021, a Prefeitura do Rio de Janeiro publicou um decreto para regulamentar o transporte individual privado remunerado por meio de aplicativos, com base nos artigos 11-A e 11-B da Lei Federal 12.587 de 2012 (Lei da Mobilidade Urbana). O instrumento previa a criação de um Fundo Municipal de Mobilidade Urbana Sustentável, com a arrecadação de 1,5% do valor cobrado dos passageiros e a instituição de um Comitê para Estudos e Regulamentação Viária de Aplicativos (Cerva). No entanto, nem a arrecadação, nem o comitê foram efetivados e, em março de 2021, o decreto foi revogado.

mesmo considerando que há consenso sobre a necessidade de se priorizar o transporte coletivo e os meios ativos (caminhada e bicicleta), não há dúvidas que o serviço de táxi enquanto transporte individual de caráter público leva vantagens em relação ao deslocamento baseado em veículos individuais de propriedade particular. Trata-se de um modo de transporte que oferece, entre outras vantagens, comodidade, conforto e sensação de segurança. Ao mesmo tempo, o táxi, na medida que pode ser compartilhado por várias pessoas ao longo do dia, gera resultados mais positivos do ponto de vista coletivo em comparação com o transporte individual de propriedade privada, contribuindo para a redução do tráfego, da poluição e do impacto ambiental.

Além de sua importância para o planejamento e a gestão do transporte, o estudo das viagens realizadas através do serviço TAXI.RIO apoia-se no potencial metodológico de exploração de dados individualizados de viagens, cada vez mais disponíveis e acessíveis nos âmbitos acadêmico e corporativo. Para além disso, coloca-se que a análise espaço-temporal dessas viagens é um oportuno ponto de partida para preencher as lacunas na produção de conhecimento sobre a mobilidade por táxi. Em alguma medida, essa análise pode contribuir também para o entendimento de componentes importantes da mobilidade cotidiana da população, que se expressa nas diversas e complexas interações entre locais de moradia, trabalho, lazer e outras atividades do dia-a-dia.

Assim, motivado também pela oportunidade específica de maior compreensão sobre o papel do táxi no sistema de mobilidade urbana da cidade do Rio de Janeiro, este trabalho tem como objetivo principal explorar o padrão espaço-temporal das viagens solicitadas através do aplicativo TAXI.RIO. Para isso, analisa-se a distribuição temporal e espacial dos pontos de embarque e desembarque das viagens realizadas ao longo de uma semana de referência (01/03/2020 a 07/03/2020). Considera-se que o recorte desse subconjunto específico não compromete a análise, dado que as viagens de táxi apresentam padrões que se repetem semanalmente, o que já foi demonstrado em trabalhos com propósitos semelhantes (Qian e Ukkusuri, 2015)

Com a informação geolocalizada de cada ponto de origem e destino, busca-se entender o comportamento das viagens através do mapeamento dos fluxos entre as partes da cidade, mais especificamente entre as cinco áreas de planejamento (divisão oficial utilizada no planejamento das ações públicas do poder municipal) e entre os 199 recortes espaciais utilizados para a divulgação de resultados censitários. Ainda, como parte do estudo, produziu-se visualizações a partir da agregação dos dados em uma malha de hexágonos utilizadas em estudos de políticas de transporte (11.916 no total). Essa escala de representação permite uma visualização mais detalhada sobre as localizações das origens e destinos e sua possível relação com a configuração socioespacial da cidade (distribuição da população, da renda per capita e dos empregos). Por fim, o trabalho inclui o cálculo de um índice de autocorrelação espacial para detectar as tendências de aglomeração de embarques e desembarques nas áreas de ponderação ao longo do dia.

Nota-se que são dados de um período anterior à pandemia de COVID-19, oficializada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em 11 de março de 2020. Apesar da defasagem de tempo em relação à data atual, a escolha dessa semana de referência se justifica em primeiro lugar pela possibilidade inédita de trazer conhecimento sobre a mobilidade por táxi na cidade do Rio de Janeiro. Embora seja evidente a impossibilidade de considerar tais dados como reflexo da dinâmica atual, o registro do período marca um tempo base para futuras comparações, considerando, inclusive, possíveis impactos da pandemia sobre a dinâmica de deslocamento através desse modo de transporte. Por fim, vale registrar que a opção por este recorte temporal se deve a aspectos relacionados à qualidade dos dados disponibilizados pela Prefeitura do Rio de Janeiro, considerando características como completude e integralidade das informações.

Além desta introdução e da conclusão, o artigo está estruturado em três seções. Na primeira, apresenta-se um panorama da investigação sobre mobilidade por táxi e seus padrões espaço-temporais através de uma breve revisão da literatura. Na segunda, faz-se uma descrição da metodologia e os dados utilizados no estudo. Em seguida, apresenta-se os resultados da análise centrada na distribuição espacial e temporal das viagens de táxi.

2 Panorama das investigações sobre mobilidade por táxi e seus padrões espaço-temporais de uma segunda seção

Com a difusão e a relativa popularização de tecnologias que permitem o registro e o compartilhamento de dados sobre localização e trajetória espacial, ampliaram-se também as possibilidades para o estudo da mobilidade humana em diferentes contextos (González et al., 2008; Veloso et al., 2011). O exemplo mais conhecido desse tipo de tecnologia é o GPS (*global positioning system*), presente, hoje, em diversos dispositivos de uso pessoal e corporativos. A adoção dessas tecnologias e o registro de grandes volumes de dados com ampla cobertura, boa continuidade e baixo custo de coleta (Tang, et al., 2017) têm transformado radicalmente a gestão e o planejamento em transportes, incluindo o monitoramento e a projeção de cenários de intervenção no trânsito.

A difusão dessa tecnologia colocou também os estudos sobre padrões de viagens e sua relação com a estrutura urbana na vanguarda da pesquisa sobre mobilidade urbana (Liu et al. 2015). A maior disponibilidade de registros de viagens espacialmente referenciadas têm possibilitado, também, a realização de um número crescente de estudos sobre mobilidade por táxi (Veloso et al., 2011; Peng et al., 2012; Liu et al., 2015; Mao et al., 2015; Zhang, 2015; Qian e Ukkusuri, 2015; Bischoff et al., 2015; Kumar et al., 2016; Hochmair, 2016; Tang et al., 2017; Zhang, 2018; Yang, 2018; Liu, 2020; Wang et al., 2023; , Wang et al., 2024) e outros modos de transporte (Braga, et al., 2020; Arias-Molinares et al., 2021). Esse tipo de registro contém propriedades espaço-temporais precisas dentro do espaço urbano, fornecendo uma base sólida para refletir sobre aspectos relevantes da estrutura e do funcionamento das cidades (Liu et al., 2015) e, conseqüentemente, sobre a mobilidade cotidiana da população.

Mobilidade cotidiana, nesse caso, se refere aos deslocamentos diários e rotineiros das pessoas entre seus domicílios e outros espaços de realização e reprodução da vida cotidiana (locais de trabalho, de estudo, de lazer, de saúde, de consumo, de encontros sociais etc.) (Legroux, 2021). Neste artigo, se considera, portanto, mobilidade cotidiana como sinônimo de deslocamento físico, considerando as viagens por táxis solicitadas através do aplicativo TAXI.RIO.

No contexto brasileiro, são escassos os estudos sobre mobilidade cotidiana por táxi e, especialmente, sobre o padrão espaço-temporal das viagens. Os poucos trabalhos disponíveis sobre esse modo do transporte tratam de aspectos relacionados ao funcionamento do serviço, abordando, por exemplo, métodos ou considerações a respeito do cálculo tarifário (Dias, 2009; Oliveira, 2009, Gonçalves e Kneib, 2009), desempenho e eficiência (Drumond, 2017), monitoramento (Galvão e Almeida, 2009), modelo de negócio (Hino et al., 2018) e reorganização e reestruturação do serviço (Gonçalves, et al., 2011; Monteiro et al., 2016). Além desses, aparecem estudos que tratam de questões específicas e variações do serviço de táxi pouco aplicáveis em outros contextos. Brasileiro e Xavier (1996), por exemplo, investigaram a operação e as características do serviço de táxi sem taxímetro na cidade de Ilha Solteira-SP. Já Estolano et al. (2009) trataram da implementação de serviço de táxi oferecido com bilhetagem antecipada para realização de roteiros turísticos do tipo City Tour em Recife-PE.

Considerando o crescente uso dos serviços de táxi sob demanda e a maior disponibilidade de dados provenientes de GPS embarcado, é razoável supor um aumento significativo de estudos que possam preencher as lacunas em termos de

pesquisa sobre mobilidade por táxi no país. Mesmo em países onde essa tecnologia é mais difundida, a quantidade de estudos nessa área ainda é limitada, o que evidencia a existência de uma agenda de pesquisa em construção.

A maioria dos estudos existentes não se aprofunda na investigação específica do padrão espaço-temporal das viagens de táxi, concentrando-se em formas de tratamento e em métodos de modelagem matemática ou na avaliação da eficiência operacional e no desempenho individual dos motoristas (Tang et al., 2017). De todo modo, os trabalhos disponíveis fornecem insights valiosos sobre o comportamento das viagens de táxi e demonstram a existência de padrões recorrentes em diferentes cidades. Por exemplo, um estudo realizado em Singapura por Kumar et al. (2016), utilizando um método de clusterização dos pontos de embarque e desembarque, identificou um padrão predominante caracterizado pelo maior número de viagens com destino ao centro de negócios da cidade. Em pesquisa sobre as trajetórias de viagens de táxi em Xangai, conduzida por Liu et al. (2012), foram encontrados dois padrões distintos. Primeiro, observou-se uma regularidade temporal consistente, com a maioria das viagens ocorrendo durante a semana. Segundo, foram identificados padrões espaço-temporais estáveis, indicando que certas localidades têm uma alta probabilidade de serem tanto origem quanto destino ao longo do dia.

Em outro estudo realizado também sobre Xangai, Liu et al. (2015) descobriram uma estrutura regular na qual as interações espaciais de curta distância predominam, evidenciando uma demanda fortemente relacionada à mobilidade cotidiana. Em um estudo mais abrangente, que incluiu a análise de fatores que influenciam a demanda por táxis urbanos, como as variáveis de renda e escolaridade, Qian e Ukkusuri (2015) demonstraram que áreas com mais empregos, especialmente em Manhattan, é o destino mais popular para viagens de táxi em Nova York. Com dados de Washington, DC, Yang et al. (2018) investigaram a demanda por táxi e encontraram que a ocorrência de embarques está fortemente relacionada com a densidade residencial e de emprego. Por sua vez, Bischoff et al. (2015) estudaram as viagens de táxi em Berlim durante duas semanas específicas em 2013 e 2014, observando maiores picos de demanda nas manhãs durante os dias de semana e nas noites dos finais de semana. Em termos de padrão espacial, embora tenham notado o Aeroporto de Tegel como uma origem e destino importante, identificaram que a maior parte das viagens ocorre no centro da cidade. Vale ressaltar que, ao contrário de outros estudos, esses autores encontraram evidências de uma correlação entre a demanda por táxis e as interrupções no transporte público.

Tang et al. (2017) analisaram o comportamento individual de motoristas classificados como de alto desempenho em Wuhan (China), com base na proporção de tempo em que o táxi esteve ocupado. Em relação ao padrão espacial, os autores concluíram que esses motoristas, em comparação com aqueles menos eficientes. Além disso de concentrarem as viagens em zonas comerciais e importantes polos de transporte urbano, esses motoristas conseguem identificar mais facilmente as áreas operacionais com boas condições de trânsito e alta demanda por passageiros em diferentes horários, tanto no meio como nos finais de semana.

Em estudo sobre Qingdao (China), Liu et al. (2020) encontrou resultados semelhantes a outros trabalhos, indicando que nas horas de pico há algumas diferenças na demanda por viagens de táxis entre os dias úteis e os fins de semana, além do fato de que a densidade residencial e os preços das habitações tendem a favorecer o aumento no número de viagens de táxi. Giraldo-Forero et al (2019), embora com enfoque na aplicação de modelagem matemática, exploram as viagens de táxi em Manizales, Colômbia, e concluem também que os picos de demanda coincidem com os horários de entrada no trabalho, horário de almoço e fim do expediente.

Embora contextualize os resultados em relação à configuração socioespacial, este artigo sobre a cidade do Rio de Janeiro centra-se apenas na exploração do padrão espaço-temporal das viagens, sem avançar na investigação detalhada da influência de fatores socioeconômicos e do uso do solo no comportamento das viagens. Pretende-se investigar os efeitos explicativos na demanda e na trajetória das viagens em estudos futuros, levando em consideração, inclusive, aspectos que são próprios da heterogeneidade espacial e do contexto metropolitano e regional da cidade.

Nessa linha, para além da capacidade evidente de se produzir conhecimento de forma inédita sobre o funcionalmente e o papel do serviço TAXI.RIO, este estudo busca avançar e contribuir em termos metodológicos dadas as condições de replicabilidade em contextos em que serviços semelhantes já operam ou venham a ser operados. Nesse contexto, reforça-se que explorar os padrões espaço-temporais de viagens de táxi a partir destes dados é útil para entender também o funcionamento da cidade, observando, por exemplo, quando e onde há maior demanda por serviços de transporte individual. Entende-se também que o maior conhecimento desses dados pode contribuir com o planejamento e a gestão do tráfego e as políticas de uso e ocupação do solo em médio e longo prazos. Mais que isso, este estudo apoia-se na ideia de que estudos sobre viagens de táxi podem contribuir para identificar aspectos relevantes dos padrões de mobilidade humana como parte da dinâmica urbana geral (Sang et al. 2011).

3 Dados e Metodologia

Os dados utilizados no artigo cobrem os registros de embarque e desembarque realizados nos limites do município do Rio de Janeiro e foram fornecidos pela IPLAN/RIO³, empresa pública municipal responsável pelo desenvolvimento e gerenciamento do aplicativo TAXI.RIO. O conjunto de dados contém os registros de 166.337 viagens iniciadas e finalizadas entre os dias 1 de março de 2020 (domingo) e 7 de março de 2020 (sábado) e inclui, originalmente, as seguintes variáveis:

- identificador da viagem;
- data e o horário do embarque;
- coordenadas do ponto de embarque;
- coordenadas do ponto de desembarque.

Foram implementadas duas etapas de pré-processamento para a limpeza e validação dos dados fornecidos e a inclusão de variáveis calculadas e adicionadas ao conjunto de dados. Todos os procedimentos envolvidos nessas etapas foram realizados através da utilização de funções de pacotes desenvolvidos na Linguagem R.

Na primeira etapa foram incorporadas como unidades temporais de análises o dia da semana e o intervalo de hora de início da viagem (faixa de horário). A primeira foi calculada a partir da data da viagem fornecida originalmente, enquanto a segunda foi adicionada a partir da informação de hora, minuto e segundos, também contida no conjunto de dados original. A variável distância foi calculada com ferramentas do pacote *sf*, solução computacional para tratamento de dados espaciais desenvolvido por Pebesma et al. (2018). Esse procedimento foi fundamental para identificar as viagens que, embora classificadas como finalizadas, tinham distância com valor igual a zero. Essas, juntamente com as viagens com distância de até 100 metros, foram eliminadas. Esse procedimento se baseia no fato de que o registro de viagens curtas ou cujo valor é zero, podem ser frequentemente resultado de operações nulas ou problemas na transferência de dados, como já registrado pela literatura (Liu et al., 2012; Veloso et al., 2011). Com isso, o número final de observações analisadas neste artigo corresponde ao conjunto de 154.267 viagens com trajetória acima de 100 metros iniciadas entre a

³ Empresa municipal responsável pela administração dos recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação da cidade do Rio de Janeiro. Criada por meio da Lei nº 140 de 14/11/1979.

primeira hora do dia 1 de março de 2020 e a última hora do dia 7 de março de 2020. Além desse total, a tabela 1 mostra o número de viagens por data e dia da semana do embarque.

Tabela 1: Número de viagens por data e dia da semana do embarque

Data	Dia da Semana	Nº de viagens
01/03/2020	Domingo	11.547
02/03/2020	Segunda-feira	22.085
03/03/2020	Terça-feira	22.453
04/03/2020	Quarta-feira	22.848
05/03/2020	Quinta-feira	24.695
06/03/2020	Sexta-feira	26.386
07/03/2020	Sábado	24.253
Total	—	154.267

Fonte: IPLAN-RIO

Na segunda etapa realizou-se procedimentos para permitir a identificação dos três níveis espaciais utilizados na análise, com a inclusão de três outras variáveis relacionadas à localização geográfica dos pontos. Foram, portanto, identificadas as Áreas de Planejamento definidas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, as Áreas de Ponderação do Censo Demográfico de 2010 e uma grade espacial de hexágonos acessada através de ferramenta desenvolvida por Pereira et al. (2022). A definição dessas variáveis partiu do cruzamento entre a localização de cada ponto de embarque e desembarque e a malha poligonal de cada tipo de área. Isso foi feito através de um procedimento de junção espacial (*Spatial Join*) com a utilização da função *st_join* do pacote *sf* da Linguagem R (Pebesma et al., 2018).

As Áreas de Planejamento (AP's) da cidade do Rio de Janeiro são uma divisão administrativa do município criada para fins administrativos e de planejamento do uso e ocupação do solo. Elas foram estabelecidas pelo Plano Diretor da cidade e dividem o território carioca em cinco grandes áreas, numeradas com um código de 1 a 5. Cada Área de Planejamento abrange um conjunto determinado de bairros da cidade (163 ao todo), agrupados por critérios como características socioeconômicas, geográficas e urbanísticas. A divisão em AP's é utilizada por diferentes órgãos da prefeitura e do governo estadual para fins de gestão territorial, planejamento urbano, transporte, saúde, educação, entre outros. Em situações de pesquisa a utilização das AP's é importante porque representa uma macro divisão social e espacial da cidade. Além disso, permite uma análise mais coerente com a prática de planejamento e a execução de políticas públicas em nível local.

A Área de Planejamento 1 corresponde à zona central da cidade, incluindo o bairro Centro e adjacências. A Área de Planejamento 2 (AP 2) inclui bairros da chamada zona sul (como Copacabana, Ipanema, Flamengo, Laranjeiras, entre outros) e da área conhecida como Grande Tijuca e corresponde à região de maior renda, embora conte com a presença de uma das favelas mais importantes e populosas, a Rocinha. A Área de Planejamento 3 (AP 3) reúne bairros da zona norte da cidade e apresenta densidade populacional relativamente alta. Embora com menor renda, dentro dos seus limites encontram-se bairros importantes para o comércio e outras atividades econômicas, como Méier, Cachambi e Ilha do Governador, onde está o maior aeroporto da cidade, além de dois grandes complexos de favela: Alemão e Maré. A Área de Planejamento 4 (AP 4), por sua vez, tem como principal centralidade a Barra da Tijuca, um dos maiores bairros em extensão e que nas últimas décadas se consolidou como a principal área de expansão imobiliária da cidade. Por fim, a Área de Planejamento 5 (AP 5) corresponde à parte da cidade

conhecida como zona oeste. Trata-se de uma área extensa e populosa, onde estão localizados bairros importantes do ponto de vista populacional como Campo Grande, Bangu e Realengo.

As áreas de ponderação do Censo Demográfico de 2010 são unidades geográficas utilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para realizar a estimativa e divulgação de dados coletados através do questionário amostral do levantamento censitário em nível intraurbano. Sua definição é feita de modo a garantir que a amostra seja representativa da população em um recorte geográfico intermediário entre o setor censitário e o município. A divisão da cidade por áreas de ponderação é fundamental para captar a diversidade e a heterogeneidade do espaço urbano, sendo utilizada para diversos fins, incluindo a gestão, o planejamento urbano e o monitoramento de indicadores sociais. Essa escala, além de permitir um razoável nível de detalhe em termos de visualização dos dados, tem como vantagem a possibilidade de ser vinculada a dados demográficos e socioeconômicos produzidos nos censos demográficos.

No caso do Rio de Janeiro, esses recortes, 199 no total, se assemelham ao recorte espacial dos bairros oficiais da cidade, expressando também questões relacionadas à identidade cultural e histórica e reforçando sua adoção como um recurso importante de organização e representação territorial da cidade. A divisão da cidade nas Áreas de Planejamento oficiais e em áreas de ponderação (traços em cinza escuro) pode ser visualizada na Figura 1.

A divisão do espaço em hexágonos corresponde a uma grade estatística que permite uma visão geral da distribuição de pontos no território e vem sendo amplamente utilizada em estudos de avaliação de políticas de transporte e acesso à oportunidades urbanas (Pereira, 2018; Braga et. al, 2020, Pereira, 2022), bem como em estudos sobre o padrão espaço-temporal de viagens por táxi e outros transportes (Veloso et. al., 2011; Liu et. al, 2015, Patel & Chandan, 2015; Arias-Molinares et al, 2021, Wang, 2023). Esse nível geográfico foi utilizado na visualização e na análise descritiva dos dados.

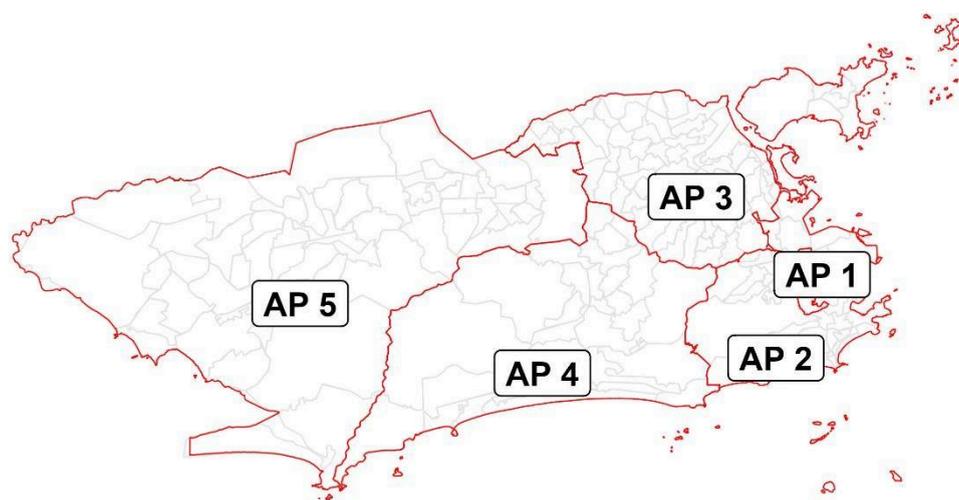


Figura 1: Divisão da cidade do Rio de Janeiro em Áreas de Planejamento e áreas de ponderação do Censo Demográfico.

Fonte: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na etapa de análise o estudo utilizou métodos e métricas tradicionais de estatística descritiva, da análise exploratória de dados e da análise de dados espaciais, incluindo os recursos de visualização através de mapas. Ainda nessa etapa, calculou-se dois tipos de índices de autocorrelação espacial para avaliar as tendências de aglomeração das origens e destino das viagens. Primeiramente, foi calculado o Índice de Moran Global (Anselin, 1995), medida estatística usada para avaliar a autocorrelação espacial de variáveis na área geográfica estudada, nesse

caso todo o município do Rio de Janeiro. Um valor positivo do Índice Global de Moran indica que há uma autocorrelação espacial positiva, ou seja, valores semelhantes da variável tendem estar agrupados em áreas próximas umas das outras, enquanto um valor negativo indica uma autocorrelação espacial negativa, ou seja, valores diferentes da variável estão agrupados em áreas próximas umas das outras. Calculou-se a estatística univariada do índice para todas as origens e destinos separadamente no nível da Área de Ponderação. Isso serviu para entender melhor o comportamento geral das viagens em faixas de tempo específicas e pré-estabelecidas (entre 7h e 10h e 17h e 20h). Para efeito de comparação, calculou-se também o índice para os demais horários. Além disso, o Índice Local de Moran (LISA) univariado foi calculado para mapear as tendências específicas de concentração de embarque e desembarque ao longo do tempo. O cálculo desse índice e seu mapeamento são úteis para identificar agrupamentos (clusters) onde os valores da variável de interesse são significativamente diferentes do que seria esperado se estivessem distribuídos aleatoriamente, identificando, no nosso caso, se embarques e desembarques estão concentrados em padrões específicos e se esses padrões se alteram ao longo do dia. Tanto a estatística global quanto a estatística local que gerou os clusters foram calculadas usando uma matriz de peso de contiguidade de primeira ordem, ou seja, que considera apenas as unidades de vizinhança imediata.

O pré-processamento dos dados, a análise estatística e a representação espacial dos resultados foram realizadas com a linguagem de programação R (R Core Team, 2018). Para os procedimentos que tornaram possíveis analisar a distribuição temporal das viagens, a distribuição espacial dos pontos de embarque e desembarque, os fluxos entre as partes da cidade e o índice de autocorrelação espacial, o estudo apoiou-se na abordagem proposta e descrita por Lovelace et al. (2019). Tal abordagem sugere a integração de ferramentas da geografia, geoinformática, geocomputação e estatística espacial para a análise aplicada de dados espaciais com a linguagem R, baseada nos princípios de código-fonte aberto, dados abertos e reprodutibilidade.

4 Explorando o padrão espaço-temporal das viagens do aplicativo TAXI.RIO

4.1 Padrão temporal das viagens

A distribuição temporal dos embarques indica padrões muito semelhantes durante os dias do meio da semana. Em primeiro lugar, os dados mostram que as viagens de táxi ocorrem muito mais durante o dia do que à noite. Em segundo, é possível detectar dois picos mais claros ao longo do dia, um no período da manhã e outro no fim da tarde (Figura 2). Além deles, é possível observar, entre segunda e sexta-feira, um terceiro pico no volume de embarques em torno de meio dia⁴. A concentração das viagens no meio da semana e os picos regulares no início da manhã e no fim da tarde sugerem que o deslocamento por táxi pode estar bastante relacionado às idas e vindas do trabalho. Esse comportamento se assemelha ao encontrado para outras cidades, como apontam os estudos que analisaram viagens por táxis em Nova York (Patel e Chandan, 2015), Shanghai (Liu et al., 2012, Mao et al., 2015), Singapura (Kumar et al. 2016) e Qingdao (Liu, 2020).

No final de semana, os dois picos característicos não são tão evidentes, o que pode sugerir que o deslocamento não é determinado pelos motivos predominantes no meio de semana. Tal constatação reforça a configuração de uma mobilidade cotidiana menos associada ao trabalho como motivação. No sábado, o

⁴ Como é possível notar na Figura 2, esse pico é mais evidente na quinta-feira, se diferenciando do padrão encontrado nos outros dias. Investigou-se detalhadamente essa diferença, mas não se encontrou, contudo, motivos que pudessem explicar esse comportamento, já que não houve qualquer evento interveniente nessa data e horário na cidade. Além disso, não foram detectados problemas de ordem técnica nos dados que pudessem gerar tal diferença.

comportamento é caracterizado pelo crescimento no número de embarques ao longo do dia, com dois picos mais evidentes: um no meio e outro no fim da tarde. Se trata de um comportamento não registrado em estudos sobre outras cidades, sugerindo uma situação específica da cidade do Rio de Janeiro. No domingo, dia com menor volume de registros, os dois horários com maior número de viagens são por volta de meio-dia, provavelmente quando as pessoas buscam algum restaurante para o almoço ou mesmo vão almoçar na casa de parentes. Além disso, foi detectado um maior movimento no final da tarde, quando as pessoas provavelmente estão voltando de atividades realizadas durante o dia.

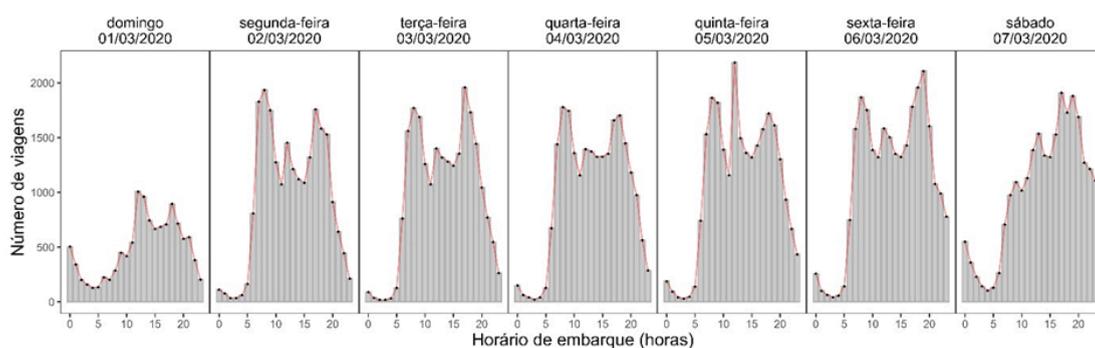


Figura 2: Número de embarques segundo o horário e o dia da semana.
Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLANRIO.

4.2 Padrão temporal das viagens

A Figura 3 mostra a distribuição das origens e destinos considerando o total de viagens realizadas na semana de referência. Além da clara concentração em determinadas partes da cidade, é possível notar, visualmente, uma localização coincidente entre áreas com mais embarques e mais desembarques. Isso sugere que a circulação de táxi tende a manter uma regularidade espacial circunscrita a determinados espaços da cidade, ou seja, parece predominar, durante toda a semana de referência, as viagens que saem e chegam às mesmas regiões. Essa tendência é confirmada pelo gráfico que mostra a correlação entre a quantidade de embarques e desembarques nos hexágonos (Figura 4). As cores mais escuras, que representam as áreas com maior quantidade de embarques e desembarques, estão predominantemente localizadas nas AP's 1 e 2, além de uma pequena parte da AP 3 na fronteira com essas duas áreas.

As áreas em que predominam as origens e destinos coincidem parcialmente com as áreas de maior renda, como é possível perceber na Figura 5. A exceção é a região da Barra da Tijuca, onde, mesmo sendo uma zona de alta renda, não se verifica forte incidência de partidas e chegadas de viagens na semana de referência em comparação com outras áreas da cidade. A explicação para a diferença em relação ao verificado em outros bairros de alta renda pode estar no próprio perfil social, nas características urbanísticas e na tipologia residencial da região. O bairro da Barra da Tijuca é conhecido por uma cultura fortemente voltada ao uso do automóvel particular. Além disso, a região conta com uma infraestrutura urbana caracterizada por vias largas, condomínios fechados e estacionamentos abundantes, o que incentiva o uso de veículos particulares em detrimento de transportes públicos, modos ativos ou, até mesmo, de táxis.

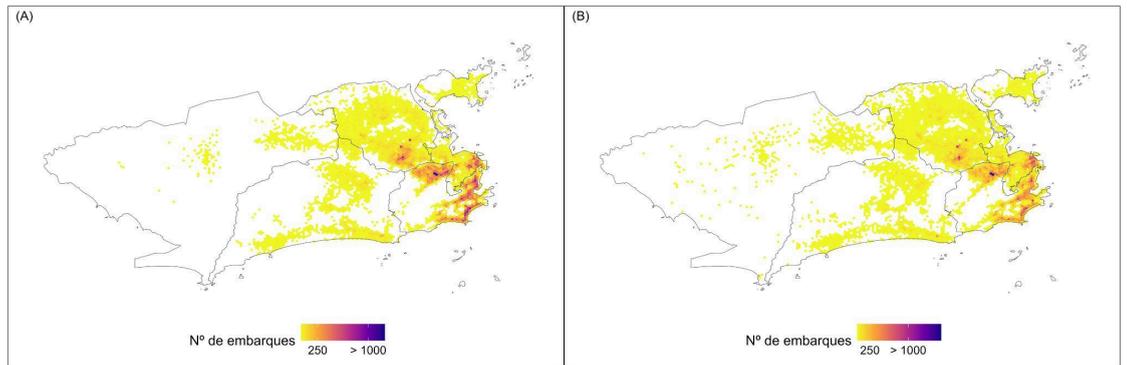


Figura 3: Distribuição espacial dos pontos de embarque (A) e desembarque (B) na semana de referência.

Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLANRIO.

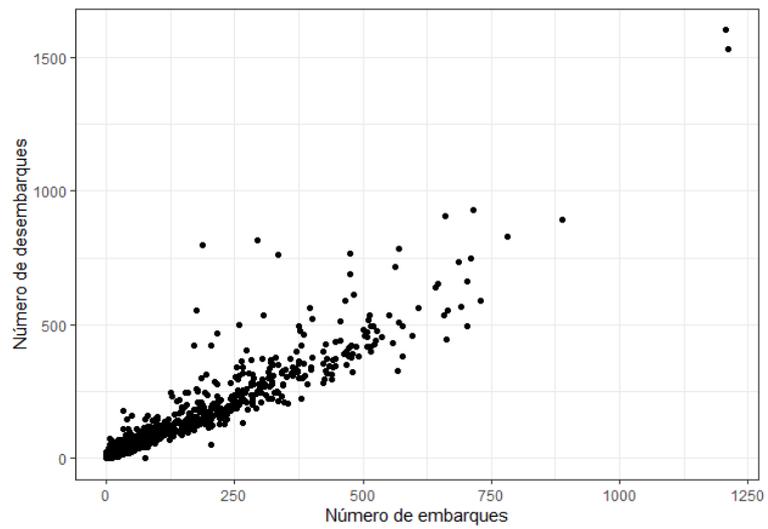


Figura 4: Gráfico de dispersão quantidade de embarques e desembarques nos hexágonos na semana de referência.

Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLANRIO

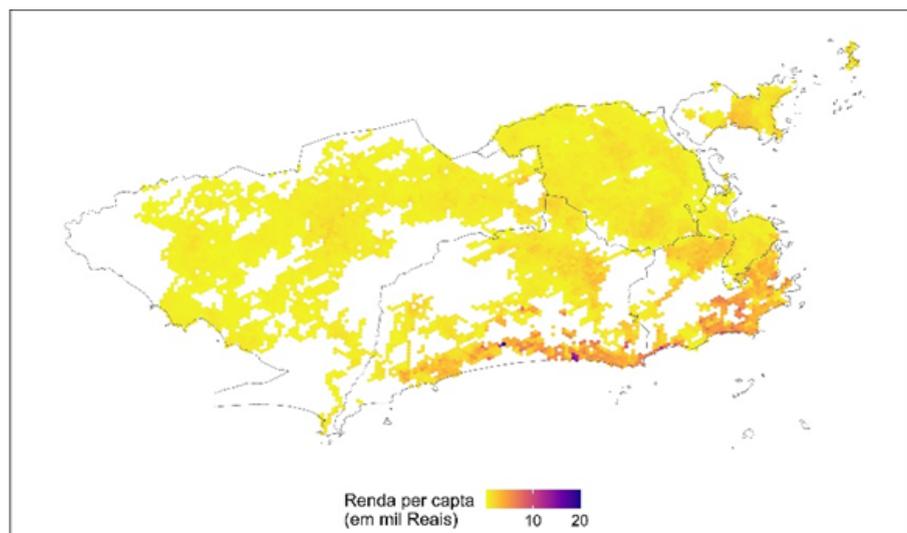


Figura 5: Distribuição espacial da renda per capita no município do Rio de Janeiro - 2010.

Fonte: Elaboração do autor com dados do IPEA.

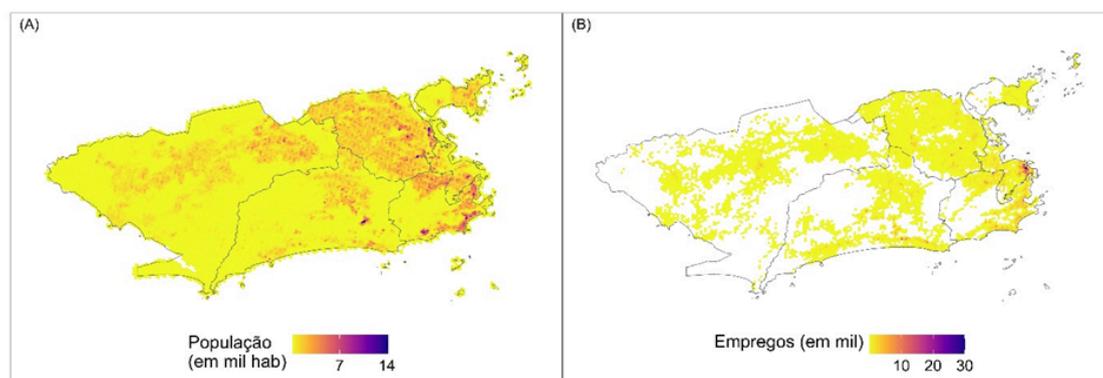


Figura 6: Distribuição espacial da população (A) e empregos (B) no município do Rio de Janeiro - 2010.

Fonte: Elaboração do autor com dados do IPEA.

4.3 Mapeando os principais fluxos origens-destinos

A análise da distribuição dos pontos de embarques e desembarques agregados nas AP's possibilita uma visão mais geral dos dados. Esse procedimento permite também o mapeamento do macro comportamento de todas as viagens a partir dos fluxos ocorridos dentro de uma mesma área ou entre áreas diferentes. Primeiramente, a análise encontrou que 63,4% das viagens foram iniciadas e finalizadas dentro de uma mesma AP, enquanto 36,6% tiveram como origem e destino AP's diferentes, o que já era esperado no caso da mobilidade por táxi, onde as viagens tendem a ser mais curtas (Liu et al., 2012). Além disso, o estudo detectou que 55,7% das viagens foram iniciadas e finalizadas no interior das AP's 2 ou 3, sendo 37,9% e 17,8%, respectivamente. Já em relação ao fluxo entre as AP's, destaca-se o conjunto de viagens realizadas entre a AP 2 e a AP 1, que correspondem a 10,4% do total, e o fluxo na direção contrária (AP 1 para AP 2), que somaram 7,3% das viagens na semana de referência.

Além desse comportamento que reforça a tendência de uma macro concentração das viagens nas AP's 1, 2 e 3, a mobilidade por táxi na cidade do Rio de Janeiro é marcada pela baixa participação da AP 5. Essa região, apesar de concentrar 27% da população e abarcar 47% da área do município, tem apenas 0,25% das viagens iniciando e terminando nos seus limites. Ademais, nenhum outro fluxo que tenha essa AP como origem ou destino representa percentual maior do que esse. Isso é relevante porque revela que a distribuição das viagens de táxi tende a acompanhar a divisão social da cidade, com uma macro concentração de ocorrências nas áreas de maior renda (Figura 5). Esse quadro sugere que nessa região o atendimento do serviço de táxi pelo aplicativo TAXI.RIO é praticamente inexistente. Além disso, sua posição na configuração urbana na cidade é marcada pela distância em relação à zona central e pela dependência da população em relação ao transporte público por trens e ônibus prestados de forma precária e insuficiente. A baixa oferta de serviços de táxi, nesse caso, parece ser também um reflexo dos problemas gerais de acesso a serviços públicos coletivos presentes na região, incluindo o transporte público (Pereira, 2019).

O mapeamento dos fluxos a partir das 199 áreas de ponderação permitiu, por sua vez, obter uma visão mais detalhada do comportamento espacial dessas viagens em termos de suas trajetórias. Com esse procedimento, o estudo encontrou ao todo 10.532 fluxos, incluindo os deslocamentos que iniciaram e terminaram dentro de uma mesma área. Esse fluxo interno nas áreas de ponderação é importante porque, em primeiro lugar, representam 6,5% de todas as viagens realizadas na semana referência e, em segundo, porque 50% dessas viagens acontecem em apenas 16 das 199 áreas, reforçando mais uma vez a tendência de concentração do serviço de táxi em certa porção da cidade. Entre essas áreas, cinco se localizam na AP 2 (nos bairros de Ipanema, Gávea/Jardim Botânico, Laranjeiras/Cosme Velho, Grajaú e Vila Isabel), cinco na AP 3 (nos bairros de

Engenho Novo, S. Francisco Xavier/Riachuelo/Rocha/Sampaio/Jacaré, Méier, Cachambi, Engenho de Dentro, Maria da Graça/Del Castilho/Higienópolis), duas na AP 4 (Barra da Tijuca e Freguesia) e, por fim, duas áreas na AP 1 (Centro e São Cristóvão/Vasco da Gama). É importante destacar que ao todo 599 viagens se iniciaram e terminaram dentro dos limites do Centro, maior valor registrado para esse tipo de fluxo entre todas as áreas de ponderação. Chama a atenção também a presença de Méier e Cachambi nessa lista, o que ajuda a explicar o grande número de viagens ocorridas no interior da AP 3. Ambos constituem sub-centralidades dos setores econômicos de serviço e comércio, sendo que no Cachambi está localizado um dos maiores shopping centers da cidade.

Além de ter o maior fluxo interno, o Centro da cidade também é o principal destino dos fluxos que partem de outras áreas. A figura 7 ilustra essa informação ao representar os fluxos origem-destino com mais viagens (acima de 11) entre as áreas. Os pontos representam o centro de cada área. Essa informação é complementada pela tabela 2, que mostra os 10 principais fluxos. Entre eles, nota-se, seja como origem ou destino, a ausência da área da Barra da Tijuca que, como informado, está entre aquelas com maior fluxo interno.

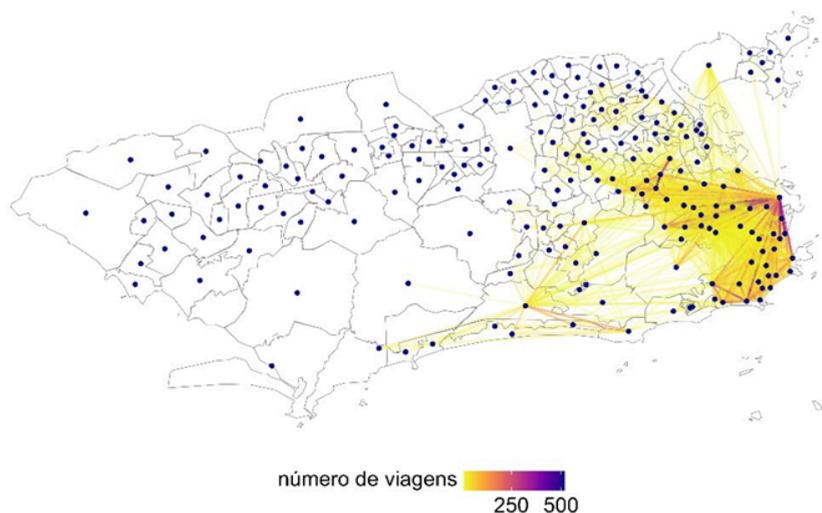


Figura 7 - Principais fluxos de viagens entre as áreas.

Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLANRIO.

Tabela 2: Principais fluxos de viagens entre as áreas de ponderação

Origem	Destino	Viagens
Laranjeiras/Cosme Velho	Centro	519
Vila Isabel	Centro	475
Cachambi	Méier	466
Ipanema	Centro	451
Maracanã	Centro	390
Méier	Cachambi	388
Flamengo	Centro	380
Glória	Centro	376
Flamengo	Centro	352
Grajaú	Centro	332

Fonte: Elaboração própria com dados do Aplicativo Taxi.Rio

5 Padrão espaço-temporal das viagens por táxi na cidade do Rio de Janeiro

Nessa seção, analisa-se a distribuição e as tendências de aglomeração dos pontos segundo dois intervalos distintos de tempo, definidos segundo o registro do horário de embarque: entre 7:00 e 10:00 (faixa da manhã) e 17:00 e 20:00 (faixa da tarde/noite). As áreas mais escuras dos mapas da Figura 8 destacam os lugares com maior ocorrência de embarques e desembarques de táxi nos intervalos considerados. É possível observar que as áreas com maior número de embarques na faixa da manhã estão em uma mancha que cobre praticamente toda a AP 2 e uma parte menor e mais clara da AP 3. Por outro lado, as manchas que representam os locais com maior número de desembarques na mesma faixa de horário aparecem com mais destaque na área central da cidade, com alguma ocorrência dispersa em outras partes.

Já em relação à faixa da tarde, os embarques se distribuem de forma um pouco mais dispersa, no entanto com uma mancha mais escura e destacada na área central semelhante à verificada para os desembarques na faixa da manhã. Esse comportamento sugere mais uma vez que o padrão espaço-temporal das viagens de táxi está fortemente relacionado à mobilidade para o trabalho.

Com a identificação de uma quantidade maior de embarques nas áreas predominantemente residenciais no período da manhã e de desembarques nas áreas concentradoras de empregos essa hipótese tende a se confirmar (Figura 6). Além disso, o comportamento no período da tarde parece confirmar essa tendência, já que os embarques estão concentrados na área central e os desembarques em áreas predominantemente residenciais. Ao mesmo tempo, a presença maior de pontos de embarque também nas áreas predominantemente residenciais no pico da tarde indica que nesse horário pode haver viagens como motivos mais variados. Destaca-se as viagens em direção a locais com alta concentração de atividades de comércio e entretenimento, como shopping centers, por exemplo.

Como mostra os mapas, os pontos de desembarque na faixa da tarde coincidem espacialmente com os pontos de embarque na faixa da manhã. Isso é reforçado pelo Figura 8, que representa visualmente a associação entre o número de embarques e desembarques nesses períodos específicos e pelo cálculo da correlação entre essas duas variáveis, cujo resultado é positivo e altamente correlacionado (0,82 em uma escala máxima de 1). Esse resultado sugere que os espaços de onde partem as viagens pela manhã tendem a ser os mesmos que recebem as viagens pela tarde. Ao mesmo tempo, esse comportamento aponta a presença de um padrão pendular de viagens de táxi na cidade do Rio de Janeiro, pelo menos no que diz respeito a esses horários.

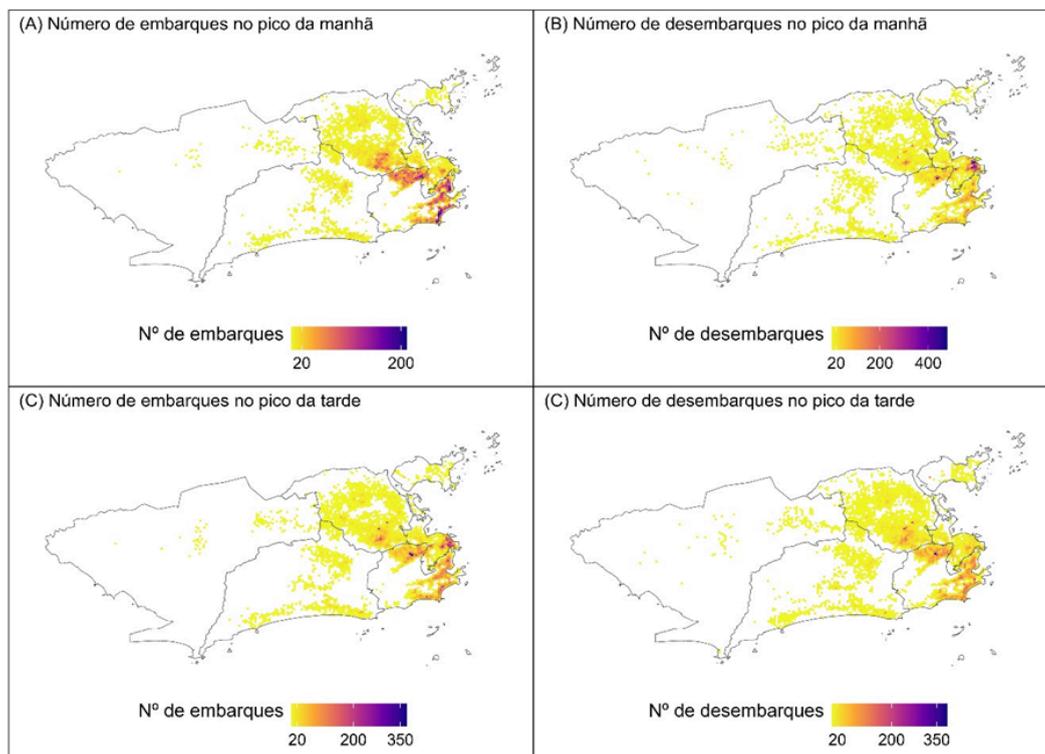


Figura 8: Distribuição espacial dos pontos de embarque e desembarque na semana de referência segundo os horários de pico.

Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLAN/RIO.

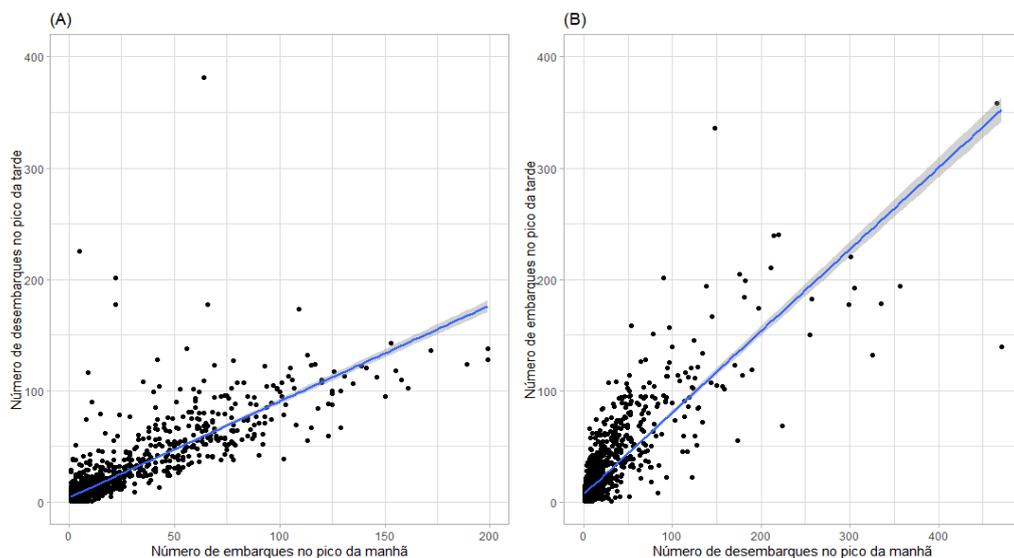


Figura 9: Gráfico de dispersão do número de embarques na faixa da manhã e desembarques na faixa da tarde (A) e Gráfico de dispersão do número de desembarques na faixa da manhã e número de embarques na faixa da tarde (B).

Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLAN/RIO.

Para melhor compreender a dinâmica espaço-temporal da mobilidade por táxi, foi calculado o Índice de Moran Global univariado das quantidades de embarque e desembarque agregadas no nível da área de ponderação para cada faixa de horário, cujos resultados podem ser vistos na Figura 10. O Índice de Moran Global calculado para os embarques no pico da manhã apresenta o resultado de 0,75 e indica que os dados apresentam uma alta autocorrelação espacial, sugerindo uma forte tendência de aglomeração nesse horário. Na mesma faixa, o resultado do cálculo para as quantidades de desembarque praticamente tende a uma situação de ausência de autocorrelação espacial, com um índice de 0,213. Esse resultado é

expressão da extrema concentração de pontos de desembarque em áreas da parte central da cidade, que, apesar da quantidade elevada de desembarques em seus limites, não encontram vizinhos com valores semelhantes a ponto de influenciar no resultado do índice global. Assim, é possível dizer que, embora essa concentração seja suficiente para gerar, como se observará, um *cluster* de concentração de desembarques, nesse horário não ocorre uma tendência global em termos de formação de aglomerados significativos.

Por sua vez, o resultado do índice dos embarques na faixa das 17h às 20h (0,705) é próximo daquele encontrado para os embarques na faixa de horário da manhã, sugerindo um comportamento muito semelhante, pelo menos em termos de tendência à formação de aglomerações. Nos demais horários, os resultados tanto para os embarques como para os desembarques (0,589 e 0,57, respectivamente) expressam uma autocorrelação positiva moderada, indicando também que áreas com quantidades semelhantes tendem a ser vizinhas umas das outras, mas não no mesmo nível de aglomeração dos embarques no período da manhã e dos desembarques no período da tarde.

Em resumo, os resultados mais relevantes do Índice Global de Moran apontam para um padrão geral caracterizado por uma tendência de aglomeração das origens no período da manhã e dos destinos no período da tarde em comparação com as demais faixas de horário observadas, apontando, portanto, para um comportamento geral viagens do tipo pendular.

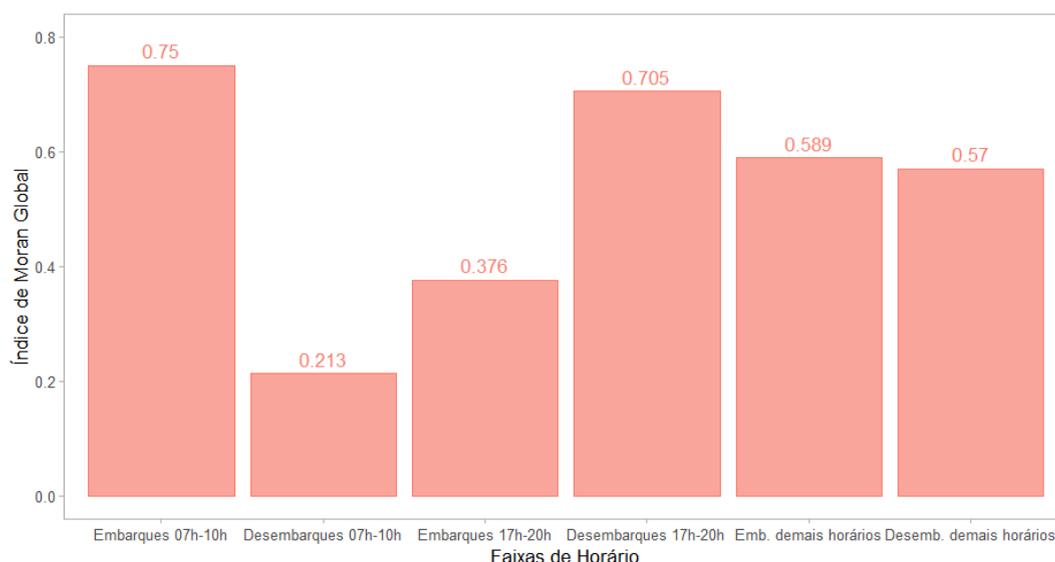


Figura 10: Índice Global de Moran nas faixas de horário.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do aplicativo TAXI.RIO.

Conforme anunciado na seção de métodos, além das visualizações através dos mapas e do índice global, calculou-se o Índice de Moran Local. Essa medida permite detectar a presença de aglomerados de origem e destino no nível da área de ponderação com o objetivo de explorar e melhor qualificar as tendências já identificadas. Os mapas da Figura 11 mostram os clusters estatisticamente significantes. As regiões em vermelho representam aglomerações do tipo HH (da expressão em inglês *High-High*), onde áreas com valores altos estão cercadas por outras com valores altos. As partes em azul escuro mostram o contrário, ou seja, cluster do tipo LL (do inglês *Low-Low*) onde ocorre uma associação espacial com concentração de áreas com valores baixos. Já os clusters do tipo HL (do inglês *High-Low*) ocorrem quando áreas com valores altos estão cercadas por áreas com valores baixos. Isso indica uma dissociação espacial onde áreas com características diferentes estão próximas umas das outras, o que caracteriza também os clusters do tipo LH (*Low-High*), que ocorrem quando áreas com valores

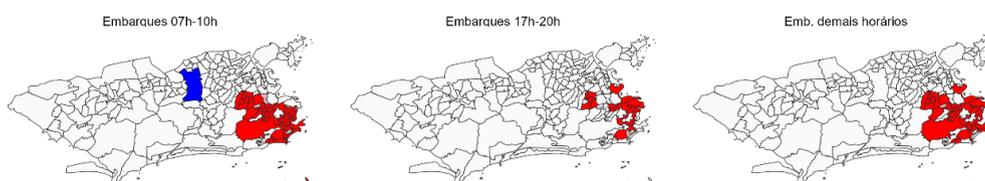
baixos estão cercadas por áreas com valores altos.

Neste estudo, foram identificados apenas clusters significativos dos tipos HH, LL e LH, portanto não existem áreas com alta quantidade de origens ou destinos das viagens cercadas por áreas com baixos valores em nenhuma das faixas de horário consideradas. É possível perceber que, no período da manhã, o cluster HH de embarques é caracterizado por uma região contínua formada predominantemente por áreas localizadas na AP2 e algumas áreas da AP3. Para os desembarques, por sua vez, o cluster HH identificado está restrito a áreas dentro da AP1, que corresponde à região central da cidade do Rio de Janeiro. Tais resultados reforçam a existência de um padrão caracterizado por viagens que iniciam em áreas predominantemente residenciais e finalizam na área com maior concentração de postos de trabalho.

Esse padrão é confirmado pelo cluster de embarques na faixa de horário das 17h às 20h, quando é possível perceber a formação de uma aglomeração que inclui o Centro, suas vizinhanças imediatas e algumas áreas equivalentes a bairros como Lagoa, Botafogo, Flamengo, entre outros, todos localizados na chamada Zona Sul da cidade. Essa configuração se deve provavelmente ao número elevado de pessoas que buscam o serviço de táxi para retornarem do trabalho para casa. Além disso, foi identificado um cluster na AP 3 formado por áreas equivalentes aos bairros o Cachambi, Todos os Santos, Engenho Novo, Lins de Vasconcelos e parte do Méier, todos com grande concentração de atividades comerciais, incluindo um dos maiores shopping center da cidade.

Parte dessas áreas compõem também os clusters dos desembarques na faixa de horário da tarde. Nesse caso, o aspecto mais importante é a ausência do Centro, que não tem quantidades significantes de desembarques, reforçando uma das principais características do padrão de viagens por táxi na cidade do Rio de Janeiro: seu papel de principal destino das viagens no período da manhã e de origem no período da tarde, quando as atividades de trabalho se encerram.

Embarques



Desembarques

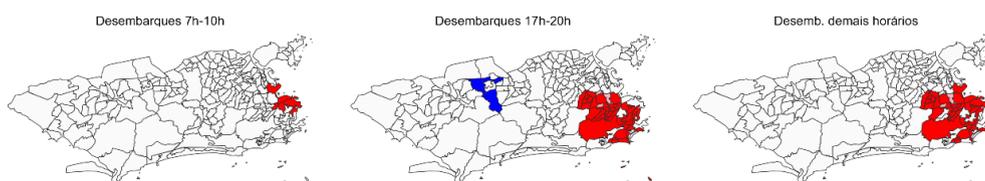


Figura 11: Clusters espaciais dos embarques e desembarques segundo as faixas de horário com base no Índice Moran Local.
Fonte: Elaboração do autor com dados da IPLAN/RIO.

6 Conclusão

Esse artigo teve como objetivo analisar o padrão espaço-temporal das viagens de táxis no município do Rio de Janeiro solicitadas através do aplicativo TAXI.RIO. Para isso, foram utilizados métodos e métricas da estatística descritiva, da análise exploratória de dados e da análise de dados espaciais, incluindo os recursos de visualização através de mapas e o cálculo de índices de autocorrelação espacial.

Antes da análise foi importante contextualizar a implementação do aplicativo enquanto recurso tecnológico relacionado a uma dimensão institucional importante do transporte na cidade. Sua institucionalização enquanto solução pública para um problema de transporte aponta para questões que envolvem também a governança da mobilidade, permitindo também acomodar os interesses dos profissionais taxistas, que viram suas receitas financeiras caírem bruscamente desde a entrada dos serviços privados concorrentes. Nesse sentido, com a implementação do aplicativo ocorreu uma espécie de reinstitucionalização do táxi como serviço público individual de transporte na cidade do Rio de Janeiro. A Prefeitura passou, portanto, a oferecer garantias institucionais para a continuidade do serviço através da implementação desta tecnologia. Essa constatação evidencia a importância do TAXI.RIO como objeto de pesquisa no campo não só no campo dos transportes, mas também do planejamento urbano e das políticas públicas, justificando o aprofundamento dessa questão em estudos futuros.

Na análise constatou-se a existência de um padrão espaço-temporal com regularidade diária significativa durante a semana de referência. Primeiramente, é possível apontar regularidades espaço-temporais que caracterizam um padrão predominante, embora uma das principais características do serviço de táxi seja a capacidade de se adaptar às necessidades do passageiro, uma vez que não está limitado a percursos ou locais de embarque e desembarque pré-definidos. Esse padrão é, ao mesmo tempo, caracterizado por picos de origem e destino espacialmente concentrados. No período da manhã, essa demanda aparece localizada especificamente em áreas predominantemente residenciais, com os destinos aglomerados em torno da área central e suas adjacências. Embora não tenhamos avançado nesse nível de detalhe, é razoável supor que muitas instalações públicas, estações ferroviárias, aeroportos, parques e shopping center sejam pontos importantes de atração de viagens. Em pesquisas futuras sobre o padrão espaço-temporal das viagens por táxi será fundamental aprofundar a investigação dessas características espaciais específicas.

Este estudo também mostrou que o uso de táxi apresenta padrões significativamente diferentes nos dias úteis e nos fins de semana, aspecto que se pretende investigar mais a fundo, também, em oportunidade futura. Todavia, vale destacar que, assim como em outros estudos (Liu et al., 2015), a exploração dos dados da cidade do Rio de Janeiro mostra uma tendência de domínio de interações espaciais de curta distância, evidenciando que a demanda e a trajetória das viagens por táxi estão fortemente relacionadas à mobilidade cotidiana. Ao mesmo tempo, os resultados mostram que os destinos mais populares estão localizados nas áreas com mais empregos, como também demonstram Qian e Ukkusuri (2015) e Patel e Chandan (2015), para Nova Iorque e Yang et al. (2018), para Washington, DC. Além dessa tendência relacionada à localização dos empregos, a análise dos dados das viagens de táxi na cidade do Rio de Janeiro também mostram que o padrão temporal está fortemente associado aos horários de funcionamento dos estabelecimentos econômicos. Isso coincide com os achados em outras cidades, como casos de Manizales (Giraldo-Forero et al., 2019) e Berlim (Bischoff et al., 2015).

Considera-se que para além de seu valor metodológico, resultados como aqueles apresentados neste artigo podem ser incorporados ao escopo do planejamento do transporte público, ao identificar demandas não captadas por dados gerados pelo

movimento de passageiros. Além disso, esforços de mapeamento do padrão espaço temporal podem contribuir com subsídios para as políticas públicas de gestão do trânsito e de implementação de infraestruturas de circulação, considerando, inclusive, a interação do uso do táxi com outros modos de transporte.

Por fim, é preciso considerar que os dados de táxi inevitavelmente encontram questões de representatividade, ou seja, passageiros de táxi e usuários do aplicativo não são amostras suficientemente aleatórias da população usuária do transporte. No caso do Rio de Janeiro tais dados podem, sem dúvida, indicar aspectos importantes da dinâmica urbana e do funcionamento dos transportes, mas não são representativos de um padrão geral de mobilidade. Uma das principais limitações se refere ao possível viés gerado pela diferença de perfil dos usuários de táxi em comparação com a população em geral, considerando que estes tendem a ser usuários de alta renda e residirem em zonas específicas da cidade. Em que pese essa ressalva, espera-se que o estudo possa ser usado para informar políticas públicas relacionadas ao transporte por táxi cidade, contribuindo para melhorar a eficiência e a conveniência do sistema de transporte como um todo. Ao se apropriar de estudos sobre os padrões de demanda por táxi na cidade, as autoridades podem tomar decisões informadas sobre onde e quando implementar melhorias no transporte público, como a expansão de linhas de ônibus ou a construção de estações de metrô em áreas de alta demanda.

Referências

- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association—LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93–115, 1995. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x.
- ARIAS-MOLINARES, D. et al. Exploring the spatio-temporal dynamics of moped-style scooter sharing services in urban areas. **Journal of Transport Geography**, v. 96, p. 1-15, 2021. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103193.
- BINENBOJM, G. Novas tecnologias e mudanças regulatórias nos transportes públicos municipais de passageiros: um estudo a partir do caso Uber. **Revista de Direito da Cidade**, v. 8, n. 4, p. 1690-1706, 2016. DOI: 10.12957/rdc.2016.26051.
- BISCHOFF, J.; MACIEJEWSKI, M.; SOHR, A. Analysis of Berlin's taxi services by exploring GPS traces. In: **MODELS AND TECHNOLOGIES FOR INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS**, 2015, Budapeste. Proceedings [...]. Budapeste: MT-ITS, 2015. p. 209-215.
- BRAGA, C.; LOUREIRO, C.; PEREIRA, R. Analisando a variabilidade de estimativas de acessibilidade por transporte público a partir de dados de GPS. **Transportes**, v. 28, n. 5, p. 169-184, 2020.
- BRASILEIRO, L. A.; XAVIER, A. G. Caracterização do serviço de táxi sem taxímetro: caso da cidade de Ilha Solteira, SP. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 18, n. 3, p. 45-56, 1996.
- DIAS, F. A. O. P. Contribuição metodológica para o cálculo das tarifas de táxi: um estudo de caso em Brasília. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 32, n. 4, p. 25-36, 2009.
- DRUMOND, R. A. Análise da produtividade do serviço de táxi de Belo Horizonte. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 21., 2017, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: ANTP, 2017. p. 1-7.
- ESTOLANO, B. et al. Porto Táxi – Um retrato de Recife. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 17., 2009, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: ANTP, 2009. p. 1-6.
- GALVÃO, R. R.; ALMEIDA, A. R. Monitoração do mercado de táxi e remuneração pelo desempenho padrão. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 11., 1997, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: ANTP, 1997. p. 1-11.

- GIRALDO-FORERO, A. F. et al. A spatiotemporal analysis of taxis demand: a case study in the Manizales City. In: NYSTRÖM, I.; HERNÁNDEZ HEREDIA, Y.; MILIÁN NÚÑEZ, V. (org.). **Progress in pattern recognition, image analysis, computer vision, and applications: CIARP 2019**. Cham: Springer, 2019. (Lecture Notes in Computer Science, v. 11896). DOI: 10.1007/978-3-030-33904-3_48. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33904-3_48. Acesso em: 27 jun. 2025.
- GONÇALVES, A. O.; BARBOSA, A. E. F.; LUCATO, B. L. Táxi – Um salto de qualidade por meio da reorganização do serviço. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 18., 2011, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: ANTP, 2011. p. 45-48.
- GONÇALVES, A. R.; KNEIB, E. C. Caracterização do serviço de táxi: elementos para a revisão tarifária do Distrito Federal. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 17., 2009, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: ANTP, 2009. p. 1-11.
- GONZÁLEZ, M.; HIDALGO, C.; BARABÁSI, A. L. Understanding individual human mobility patterns. **Nature**, v. 453, n. 7196, p. 779–782, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature06958>. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature06958>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- HINO, M. C. et al. Mudança em modelos de negócios consolidados: o estudo das cooperativas de rádio táxi no Brasil após a inclusão dos aplicativos no mercado. **Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 15, p. 1-19, 2018. DOI: 10.4301/S1807-1775201815009.
- HOCHMAIR, H. H. Spatiotemporal pattern analysis of taxi trips in New York city. **Transportation Research Record**, v. 2542, p. 45-56, 2016. DOI: 10.3141/2542-06.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- KUMAR, D. et al. Understanding urban mobility via taxi trip clustering. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE DATA MANAGEMENT**, 17., 2016, Porto. Proceedings [...]. Porto: IEEE, 2016. p. 318-324. DOI: 10.1109/MDM.2016.54.
- LIU, Y. et al. Understanding intra-urban trip patterns from taxi trajectory data. **Journal of Geographical Systems**, v. 14, n. 4, p. 463-483, 2012. DOI: 10.1007/s10109-012-0166-z.
- LIU, X. et al. Revealing travel patterns and city structure with taxi trip data. **Journal of Transport Geography**, v. 43, p. 78-90, 2015. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.01.016.
- LIU, X. et al. Spatial variation of taxi demand using GPS trajectories and POI data. **Journal of Advanced Transportation**, v. 2020, p. 1-20, 2020. DOI: 10.1155/2020/7621576.
- LEGROUX, J. A triplicidade do espaço e das práticas cotidianas de mobilidade para o estudo da fragmentação socioespacial. **GEOgraphia**, v. 23, n. 51, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/47518>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- LOVELACE, R.; NOWOSAD, J.; MUENCHOW, J. **Geocomputation with R**. London: CRC Press, 2019.
- MAO, F.; JI, M.; LIU, T. Mining spatiotemporal patterns of urban dwellers from taxi trajectory data. **Frontiers of Earth Science**, v. 10, n. 2, p. 205-221, 2016. DOI: 10.1007/s11707-015-0525-4.
- MONTEIRO, P. R. S.; MIGLIORINI, V. L.; PAULA, A. Q. Metodologia para reestruturação do serviço de táxi em cidades de pequeno e médio porte. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 20., 2015, Santos. Anais [...]. Santos: ANTP, 2015. p. 1-9.

- OECD. **Taxi services regulation and competition: roundtables on competition policy** nº 81. Paris: OECD, 2007. Disponível em: <https://www.oecd.org/daf/competition/41472612.pdf>. Acesso em: 27 maio 2023.
- OLIVEIRA, F. Metodologia de cálculo das tarifas de táxi – Belo Horizonte. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**, 17., 2009, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: ANTP, 2009. p. 1-16.
- PATEL, U.; CHANDAN, A. **NYC taxi trip and fare data analytics using BigData**. ResearchGate, [S.l.], out. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287205718_NYC_Taxi_Trip_and_Fare_Data_Analytics_using_BigData. Acesso em: 27 jun. 2025.
- PENG, C. et al. Collective human mobility pattern from taxi trips in urban area. **PLoS ONE**, v. 7, n. 8, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/annotation/f0d48839-ed4b-4cb2-822a-d449a6b4fa5d>.
- PEBESMA, E. Simple features for R: standardized support for spatial vector data. **The R Journal**, v. 10, n. 1, p. 439–446, 2018. DOI: 10.32614/RJ-2018-009. Disponível em: <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- PEREIRA, R. H. M. Transport legacy of mega-events and the redistribution of accessibility to urban destinations. **Cities**, v. 81, p. 45-60, 2018. DOI: 10.1016/j.cities.2018.03.013.
- PEREIRA, R. H. M. Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras – 2019. Brasília: Ipea, 2020. (Texto para Discussão, n. 2535). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9586>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- PEREIRA, R. H. M. et al. Estimativas de acessibilidade a empregos e serviços públicos via transporte ativo, público e privado nas 20 maiores cidades do Brasil em 2017, 2018, 2019. Brasília: Ipea, 2022. (**Texto para Discussão, n. 2800**). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/td2800>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- PEREIRA, R. H. M. Justiça distributiva e equidade no transporte: legado dos megaeventos e desigualdades de acesso a oportunidades no Rio de Janeiro. Brasília: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n. 2464). Disponível em: <https://bit.ly/2S7smes>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- QIAN, X.; UKKUSURI, S. V. Spatial variation of the urban taxi ridership using GPS data. **Applied Geography**, v. 59, p. 31-42, 2015. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.02.011.
- R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 27 maio 2023.
- SANG, S.; O’KELLY, M.; KWAN, M. P. Examining commuting patterns: results from a journey-to-work model disaggregated by gender and occupation. **Urban Studies**, v. 48, n. 5, p. 891–909, maio 2011. DOI: 10.1177/0042098010368576. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0042098010368576>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- TANG, L. et al. Uncovering distribution patterns of high performance taxis from big trace data. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 6, n. 5, art. 134, 2017. DOI: 10.3390/ijgi6050134. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi6050134>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- VELOSO, M.; PHITHAKKITNUKON, S.; BENTO, C. Urban mobility study using taxi traces. In: **TRAJECTORY DATA MINING AND ANALYSIS**, 2011, New York. Proceedings of the 2011 international workshop on Trajectory Data Mining and Analysis. New York: ACM, 2011. p. 23–30.
- VELOSO, M. et al. Exploratory study of urban flow using taxi traces. In: **WORKSHOP ON PERVASIVE URBAN APPLICATIONS – PURBA**, 1., 2011, San Francisco. Proceedings [...]. San Francisco: ACM, 2011.

WANG, J. et al. How do taxi usage patterns vary and why? A dynamic spatiotemporal analysis in Beijing. **Computational Urban Science**, v. 3, art. 11, 2023. DOI: 10.1007/43762-023-00087-w. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/43762-023-00087-w>. Acesso em: 27 jun. 2025.

WANG, N. et al. Ride-hailing origin-destination demand prediction with spatiotemporal information fusion. **Transportation Safety and Environment**, v. 6, n. 2, p. tdad026, abr. 2024. DOI: 10.1093/tse/tdad026. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/tse/tdad026>. Acesso em: 27 jun. 2025.

YANG, Z. et al. Analysis of Washington, DC taxi demand using GPS and land-use data. **Journal of Transport Geography**, v. 66, p. 35-44, 2018. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2017.10.021.

ZHANG, D. et al. Understanding taxi service strategies from taxi GPS traces. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 16, n. 1, p. 123-135, 2015. DOI: 10.1109/TITS.2014.2328231.

ZHANG, W.; HONNAPP, H.; UKKUSURI, S. V. Modeling urban taxi services with e-hailings: a queueing network approach. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRANSPORTATION AND TRAFFIC THEORY – ISTTT**, 23., 2018. Proceedings [...]. p. 751-771.

Sobre o Autor

Juciano Martins Rodrigues é Professor do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Estudos Populacionais e Pesquisa Social pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE/IBGE) e Doutor em Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (PROURB/UFRJ).

Agradecimentos

O autor reconhece as contribuições da Empresa Municipal de Informática (IPLANRIO) na disponibilização dos dados utilizados neste artigo.

Contribuições do Autor

Conceituação, J.M.R.; metodologia, J.M.R.; análise formal, J.M.R.; investigação, J.M.R.; curadoria de dados, J.M.R.; redação—preparação do rascunho original, J.M.R.; redação—revisão e edição J.M.R.; visualização, J.M.R.; supervisão, J.M.R.; administração do projeto, J.M.R.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Sobre a Coleção Estudos Cariocas

A Coleção Estudos Cariocas (ISSN 1984-7203) é uma publicação de estudos e pesquisas sobre o Município do Rio de Janeiro, vinculada ao Instituto Pereira Passos (IPP) da Secretaria Municipal da Casa Civil da Prefeitura do Rio de Janeiro.

Seu objetivo é divulgar a produção técnico-científica sobre temas relacionados à cidade do Rio de Janeiro, bem como sua vinculação metropolitana e em contextos regionais, nacionais e internacionais. Está aberta a quaisquer pesquisadores (sejam eles servidores municipais ou não), abrangendo áreas diversas - sempre que atendam, parcial ou integralmente, o recorte espacial da cidade do Rio de Janeiro.

Os artigos também necessitam guardar coerência com os objetivos do Instituto, a saber:

1. Promover e coordenar a intervenção pública sobre o espaço urbano do Município;

2. Prover e integrar as atividades do sistema de informações geográficas, cartográficas, monográficas e dados estatísticos da Cidade;
3. Subsidiar a fixação das diretrizes básicas ao desenvolvimento socioeconômico do Município.

Especial ênfase será dada no tocante à articulação dos artigos à proposta de desenvolvimento econômico da cidade. Desse modo, espera-se que os artigos multidisciplinares submetidos à revista respondam às necessidades de desenvolvimento urbano do Rio de Janeiro.