



SEGREGAÇÃO URBANA INDIVIDUAL NOS ESPAÇOS DE ATIVIDADES DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (ST 01: PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E REGIONAL)

Lucas dos Santos Rocha

Universidade Federal do ABC | lucas.rocha@aluno.ufabc.edu.br

Flávia da Fonseca Feitosa

Universidade Federal do ABC | flavia.feitosa@ufabc.edu.br

Flávia Seixas Lisboa

Universidade Federal do ABC | seixaslisboa@gmail.com

Joana Xavier Barros

University College London | j.barros@ucl.ac.uk

Sessão Temática 01: Produção do espaço urbano e regional

Resumo: A segregação urbana, devido aos prejuízos que causa à população, tem se tornado objeto de estudo em diversos campos das ciências sociais. Entretanto, grande parte das análises ainda adota uma abordagem residencial, limitando-se ao local de moradia dos indivíduos. Este trabalho utiliza uma metodologia inovadora, proposta por Lisboa (2022), que adota uma perspectiva individual para analisar a segregação decorrente das atividades realizadas em diferentes períodos (dia e noite). Com base no índice de exposição/isolamento de Lisboa (2022) e nos microdados da Pesquisa Origem-Destino 2017 da Região Metropolitana de São Paulo, o estudo identifica tipologias de perfis de segregação individual e as compara com atributos socioeconômicos e demográficos. Os resultados revelam que, embora a renda seja um fator importante na análise da segregação urbana, outros elementos sociodemográficos também desempenham um papel significativo, destacando diferenças nas experiências de segregação mesmo entre indivíduos de uma mesma classe social.

Palavras-chave: segregação urbana; indicadores de segregação baseados no indivíduo; espaços de atividade; análise de agrupamentos

INDIVIDUAL URBAN SEGREGATION IN THE ACTIVITY SPACES OF THE METROPOLITAN REGION OF SÃO PAULO

Abstract: *Urban segregation, due to its harmful impacts on the population, has become a subject of study in various fields of social sciences. However, most analyses still adopt a residential perspective, focusing solely on individuals' places of residence. This study employs an innovative methodology developed by Lisboa (2022), which adopts an individual perspective to analyze segregation resulting from activities conducted during different periods (day and night). Based on Lisboa's (2022) exposure/isolation index and microdata from the São Paulo Metropolitan Region's Origin-Destination Survey, the study identifies typologies of individual segregation profiles and compares them with socioeconomic and demographic attributes. The results show that while income plays a significant role in urban segregation analysis, other sociodemographic factors also contribute, revealing differences in segregation experiences even among individuals within the same social class.*

Keywords: *urban segregation; individual-based segregation; activity spaces; cluster analysis*

SEGREGACIÓN URBANA INDIVIDUAL EN LOS ESPACIOS DE ACTIVIDAD DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Resumen: *La segregación urbana, debido a sus efectos perjudiciales en la población, se ha convertido en un tema de estudio en diversos campos de las ciencias sociales. Sin embargo, la mayoría de los análisis aún adopta una perspectiva residencial, limitándose al lugar de residencia de los individuos. Este estudio utiliza una metodología innovadora propuesta por Lisboa (2022), que adopta una perspectiva individual para analizar la segregación resultante de las actividades realizadas en diferentes momentos del día (diurno y nocturno). Basado en el índice de exposición/aislamiento de Lisboa (2022) y los microdatos de la Encuesta Origen-Destino de la Región Metropolitana de São Paulo, el estudio identifica tipologías de perfiles de segregación individual y las compara con atributos socioeconómicos y demográficos. Los resultados revelan que, aunque los ingresos desempeñan un papel importante en el análisis de la segregación urbana, otros factores sociodemográficos también son relevantes, destacando diferencias en las experiencias de segregación incluso entre individuos de la misma clase social.*

Palabras clave: *segregación urbana; indicadores de segregación basados en el individuo; espacios de actividad; análisis de conglomerados*

INTRODUÇÃO

A segregação urbana é definida na literatura como a separação de grupos sociais no espaço urbano, e amplamente reconhecida como um fenômeno que acentua desigualdades e limita o acesso de determinados grupos às oportunidades disponíveis no âmbito urbano. A segregação dificulta as relações e as articulações que movem a vida urbana (Sposito, 2013), materializando o que Villaça (2011) aponta como sendo a maior manifestação espacial urbana da desigualdade que impera em nossa sociedade. Ela impacta não apenas a construção de valores e identidades de uma sociedade, mas também o acesso a equipamentos, serviços e oportunidade de empregos; a troca de informação e conhecimento; o aumento da violência e

discriminação; e uma exposição desigual a desastres naturais e doenças, que serão sentidos particularmente pelos grupos populacionais menos privilegiados (Feitosa, 2005).

O uso de medidas de segregação permite avanços na análise de padrões de distribuição dos diferentes grupos sociais no espaço urbano, possibilitando tanto a avaliação de seu grau de intensidade na área de estudo como um todo em diferentes escalas (no caso das medidas globais), quanto a análise de sua variação nas diferentes áreas que compõem a cidade ou região estudada (no caso das medidas locais) (Feitosa et al., 2007; Jing Yao et al., 2019).

A aplicação destas medidas é útil tanto para fins acadêmicos, permitindo contrapor evidências empíricas a construções teóricas sobre o fenômeno, quanto para fins programáticos, nos quais padrões de segregação são analisados e monitorados em relação à distribuição de equipamentos urbanos e outras ações decorrentes de políticas públicas. Dessa forma, essas medidas contribuem para avanços na reflexão teórica sobre o fenômeno e no direcionamento de políticas públicas voltadas à sua mitigação e promoção de uma distribuição mais equitativa de recursos e oportunidades.

Contudo, embora a importância de mensurar a segregação seja amplamente reconhecida, trata-se de uma tarefa complexa e, por isso, tem sido considerada como um desafio para os estudos urbanos (Feitosa, Lisboa e Barros, 2023). Boa parte dessa complexidade advém da própria definição de segregação, um conceito que é fundamentalmente contextual (Maloutas e Fujita, 2012). Isso implica que a separação entre grupos populacionais ocorre em graus variados e assume efeitos e significados distintos, dependendo da estrutura intraurbana e das características socioeconômicas de cada localidade. Como resultado, diversos aspectos e dimensões da segregação podem ser explorados, o que se reflete na ampla variedade de medidas de segregação presentes na literatura. Cada medida captura um aspecto específico do fenômeno e reflete uma interpretação particular da segregação urbana (Feitosa, Lisboa e Barros, 2023).

O desenvolvimento das medidas de segregação tem, quando possível, buscado acompanhar a evolução do debate conceitual sobre o fenômeno. À medida que o conceito de segregação urbana evolui, ganhando novas nuances e formas de manifestação, as medidas utilizadas para avaliá-lo também precisam ser adaptadas, para que, sejam capazes de captar e mensurar, mesmo que parcialmente, o fenômeno. Com o acesso a novos dados e ferramentas computacionais, tornou-se possível construir representações mais complexas da segregação urbana, que expandem uma perspectiva tradicionalmente restrita ao espaço residencial para incluir múltiplos espaços de atividades e, mais recentemente, experiências individualizadas e dinâmicas da segregação. Nesse contexto, não apenas o espaço, mas também o tempo passa a desempenhar um papel central, no qual a cidade como um todo - suas ruas, locais de trabalho e infraestruturas de transporte - assume tanto a função de palco quanto de agente da segregação, moldando e refletindo as experiências dos indivíduos ao longo de suas atividades diárias.

Neste contexto, o presente trabalho parte da aplicação das medidas de segregação propostas por Lisboa (2022), de natureza individual e temporal, com o objetivo duplo de analisar padrões de segregação individual na Região Metropolitana de São Paulo, considerando espaços frequentados de dia e de noite, e explorar relações entre esses padrões e características populacionais. Nesse sentido, busca-se investigar algumas questões fundamentais como se indivíduos com atributos socioeconômicos semelhantes tendem a interagir predominantemente com pessoas com características similares. Além disso, procura-se compreender, no caso de indivíduos com atributos semelhantes, mas que vivenciam experiências distintas de exposição e isolamento, quais características pessoais e dos espaços de atividades frequentados poderiam explicar essas diferenças. Como hipótese, temos que as características socioeconômicas dos indivíduos como a classe social são importantes, mas não são as únicas características que explicam o fenômeno da segregação urbana na RMSP. Espera-se que este trabalho enriqueça os estudos sobre segregação urbana, ao destacar a natureza individual e temporal do fenômeno nos espaços de atividade. Ao adotar essa perspectiva, busca-se revelar a complexidade da segregação, evidenciando características além da renda que desempenham um papel crucial na experiência vivida pelos indivíduos.

TRÊS GERAÇÕES DE ÍNDICES E MÉTRICAS DE SEGREGAÇÃO

Feitosa, Lisboa e Barros (2023) realizaram um esforço de síntese sobre a evolução dos índices de segregação ao longo de sete décadas, desde os estudos pioneiros que mensuraram a segregação urbana nos Estados Unidos na década de 1950 até os dias atuais. As autoras classificam essa evolução em três gerações de índices e métricas, destacando o impacto da revolução tecnológica, especialmente com a popularização do uso de computadores nas ciências sociais e urbanas. Esses avanços ampliaram o horizonte metodológico e impulsionaram o desenvolvimento de novas abordagens, desafiando os índices tradicionais e redefinindo entendimentos prévios sobre a segregação.

Os primeiros índices de segregação surgiram na década de 1950, nos Estados Unidos, com o objetivo de analisar a intensidade da segregação racial entre brancos e negros, utilizando dados populacionais agregados, como censos (Feitosa et al., 2007; Reardon & Firebaugh, 2002). Os índices de exposição/isolamento de Bell (1954) e Lieberson (1981) são exemplos dessas medidas pioneiras e que, até hoje, representam as medidas de segregação mais amplamente utilizadas. Essas medidas são comumente referidas como “globais”, pois resultam em um único valor representativo da segregação da área de estudo como um todo. Apesar de sua originalidade e relevância, sendo utilizada até os dias atuais ¹, a primeira

¹ Ver Boterman et al. (2020)

geração de índices limitou-se apenas a considerar apenas a localização residencial, desconsiderando outras dimensões da vida urbana.

O final do século XX foi marcado por uma revolução tecnológica significativa, caracterizada pelo aumento do acesso a computadores, o desenvolvimento dos primeiros softwares de geoprocessamento e a crescente disponibilidade de dados espaciais digitais. Nesse cenário, a segunda geração de índices emergiu como uma resposta às limitações dos índices de primeira geração, incorporando uma análise mais sofisticada da segregação e ressaltando a dimensão espacial do fenômeno (Reardon & O'Sullivan, 2004; Feitosa et al., 2007; algum artigo do Wong). Enquanto os índices de primeira geração ignoravam a proximidade espacial entre as unidades de área, concentrando-se apenas na composição dos grupos populacionais dentro de cada unidade e tratando-as como entidades independentes, a segunda geração buscou capturar a complexidade das interações sociais e a distribuição espacial de diferentes grupos populacionais em áreas urbanas (Feitosa, Lisboa e Barros, 2023).

A terceira geração de índices surge como crítica da ênfase dos estudos na segregação residencial. Autores como Palmer et al. (2013), Park e Kwan (2018), Phillips (2007), Piekut (2021), Schnell e Yoav (2001), van Kempen e Wissink, (2014), e Wong e Shaw (2011), apontam que as pesquisas sobre segregação residencial abordavam apenas uma das várias formas de vivenciar a segregação urbana, ignorando espaços como locais de trabalho, estudo e lazer. Embora essas análises revelem o grau de segregação nas vizinhanças com base na composição dos grupos sociais, elas tendem a homogeneizar as experiências individuais. Como alternativa, a terceira geração dos índices de segregação adota uma abordagem mais ampla, incorporando diversos espaços e considerando o tempo, tanto em termos de duração quanto de horários das atividades. Essa abordagem reconhece que a experiência de segregação pode variar entre os indivíduos, mesmo entre aqueles que residem nas mesmas áreas (Feitosa, Lisboa e Barros, 2023).

Uma das inovações introduzidas por essa geração de índices é a incorporação do conceito de "espaço de atividades", em oposição ao foco exclusivo no local de residência observado nos índices anteriores. Esse conceito considera os diferentes espaços em que os indivíduos realizam suas atividades cotidianas. Introduzido na década de 1970, esse enfoque foi impulsionado pelos geógrafos comportamentais nos Estados Unidos, que se dedicaram a investigar o comportamento espacial dos indivíduos em contextos ambientais urbanos de larga escala, concentrando-se, em grande parte, nas percepções dos lugares que frequentavam (Golledge, 1997). Entretanto, foi somente com o recente aumento do acesso a dados individuais georreferenciados que o interesse pelo desenvolvimento de medidas capazes de representar essa perspectiva da segregação se ampliou.

O conceito de espaço de atividades abrange o conjunto de locais onde o indivíduo realiza suas atividades diárias, sendo utilizado por pesquisadores para delimitar o ambiente social no qual a segregação é analisada. Dada a ausência de uma dimensão espacial explícita no conceito,

sua definição varia entre os estudos (Feitosa, Lisboa e Barros, 2023). Alguns autores enfocam espaços específicos, como o local de residência e de trabalho (Lisboa e Feitosa, 2016, 2017, 2018; Hall et al., 2019); outros consideram o conjunto mais amplo de espaços visitados (Wong e Shaw, 2011; Jones e Pebley, 2014; Järv et al., 2015); enquanto alguns exploram a circulação e a extensão da área percorrida (Farber et al., 2012; Wang et al., 2012; Palmer et al., 2013). Adicionalmente, outros estudos incorporaram explicitamente a dimensão temporal em suas análises, utilizando o arcabouço conceitual e metodológico da Geografia Temporal (Time Geography) de Hägerstrand (1970) para representar o espaço de atividades, explorando a segregação em função das interações humanas no espaço e no tempo (Lee e Kwan, 2011; Farber et al., 2015; van Ham e Tammaru, 2016; Park e Kwan, 2018; Shen, 2019). Dessa maneira, a análise baseada nos espaços de atividade permite identificar o quão diferente são as dinâmicas espaciais e os locais em que os diferentes grupos sociais realizam suas atividades (Lisboa, 2022; Wang; Li, 2012).

O trabalho de Lisboa (2022) é pioneiro no Brasil ao propor um índice de segregação baseada no indivíduo e nos espaços de atividade. A autora adaptou o índice de Exposição/Isolamento, originalmente desenvolvido por Bell (1954) e Lieberman (1981), que foi concebido para medir a segregação sob a perspectiva residencial. Em sua formulação original, este índice avalia o potencial de interação entre membros de grupos distintos (ou do mesmo grupo, no caso do isolamento) nos locais de residência. No caso do Índice Individual de Exposição/Isolamento proposto por Lisboa (2022), a medida indica, para cada indivíduo, sua probabilidade de interagir com indivíduos de outros grupos sociais, ou do próprio grupo social (isolamento), no espaço onde realiza suas atividades em diferentes períodos do dia. Assim, a análise desloca-se do ambiente residencial para os locais de atividade, considerando-os como entidades espaciais principais.

O Índice Individual de Exposição/Isolamento é calculado por meio dos microdados da Pesquisa Origem e Destino – Pesquisa OD 2017 (Metrô, 2017). Além de informações sobre o deslocamento dos indivíduos na Região Metropolitana de São Paulo, a Pesquisa OD também fornece informações sobre atributos socioeconômico dos indivíduos, como renda, sexo e idade. Como resultado da aplicação do índice em contextos temporais diferentes, foi observado que níveis de isolamento dos grupos sociais na RMSP diminuem durante o dia, enquanto aumentam os índices de exposição entre eles, visto que é nesse período que há maior circulação dos indivíduos para outras localidades para a realização de suas atividades. Também foram identificados padrões distintos de exposição e isolamento entre os grupos sociais nos diferentes períodos do dia, com elevado grau de isolamento das classes mais altas, seguida das classes mais baixas, e uma tendência maior de exposição entre indivíduos de classe econômicas próximas, tanto no período da noite quanto do dia (Lisboa, 2022).

Buscando expandir as análises conduzidas por Lisboa (2022), este trabalho tem como objetivo geral identificar e analisar tipologias de perfis individuais de exposição a grupos

sociais e sua relação com atributos socioeconômicos (tais como idade, sexo, escolaridade e tipo de ocupação). Além disso busca compreender se indivíduos com atributos socioeconômicos semelhantes tendem a se expor predominantemente a pessoas com características similares e, no caso dos indivíduos que possuem atributos semelhantes, mas experiências distintas de exposição e isolamento, identificar quais características pessoais e dos espaços de atividades frequentados poderiam explicar essas diferenças. Para isso, foi realizado uma análise de agrupamento de dados não-supervisionado, como será exposto na seção de metodologia.

METODOLOGIA

Este estudo utiliza o Índice Individual de Exposição/Isolamento (E_i) desenvolvido por Lisboa (2022), calculado para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Para o cômputo do índice E_i é necessário estimar o total de indivíduos dos distintos grupos sociais presentes nas diferentes localidades (contexto geográfico) para a realização de suas atividades ao longo do dia. No caso deste trabalho, foram consideradas as atividades de maior permanência realizadas no período do dia e da noite (contexto temporal). Formalmente, a exposição de um indivíduo i ao grupo m no período h é expressa da seguinte maneira:

$$E_{i(m)}^h = \frac{P_{(m)}^h}{p^h}$$

, onde $P_{(m)}^h$ é o total de indivíduos do grupo m presentes na localidade onde i realiza sua(s) atividade(s) de maior permanência no período h (dia ou noite), p^h é o total de indivíduos presentes na localidade onde i realiza sua(s) atividade(s) de maior permanência no período h . O índice equivale à proporção de indivíduos do grupo m na localidade frequentada pelo indivíduo para a realização de suas atividades de maior permanência. O índice varia entre 0 e 1 e indica, respectivamente, o mínimo de exposição e a máxima exposição de um indivíduo de determinado grupo a indivíduos dos demais grupos, ou ao próprio grupo, no caso de isolamento.

ETAPA 1 – CONSTRUÇÃO DE TIPOLOGIAS DE SEGREGAÇÃO INDIVIDUAL

A etapa 1 realiza a construção de tipologias de segregação individual a partir das variáveis que representam os níveis individuais de exposição a cada um dos grupos sociais (A, B1, B2, C1, C2 e D-E) nas áreas frequentadas de dia e de noite. Por intermédio destas tipologias pretende-se diferenciar, por exemplo, indivíduos que têm alta exposição a grupos mais pobres, de dia e de noite, daqueles que têm alta exposição a grupos mais pobres de noite, mas que durante o dia frequentam espaços diversificados. Diferentes métodos de

agrupamento foram testados para a construção das tipologias, incluindo os baseados em particionamento (k-means, PAM e CLARA) e baseados em modelo.

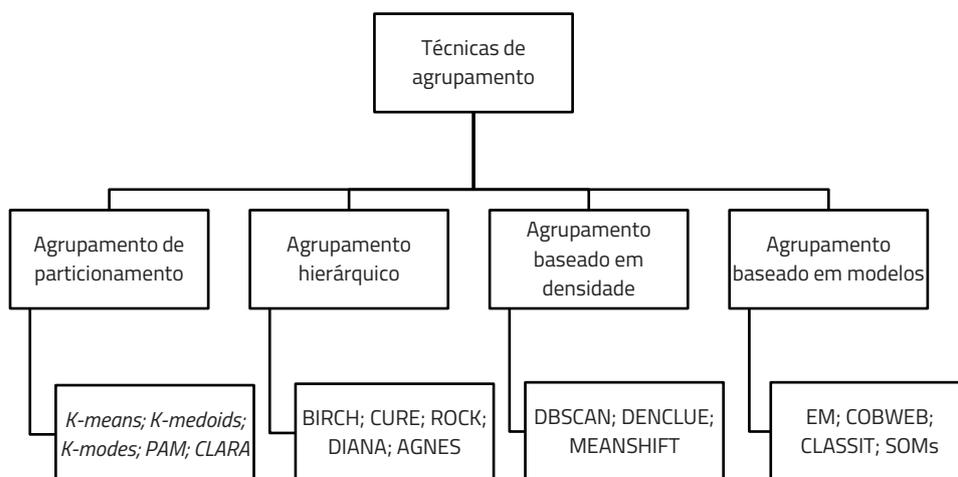
O pré-processamento constituiu na organização da base de dados. Com base no computo dos índices de exposição/isolamento realizado por Lisboa (2022) a partir dos dados da Pesquisa Origem e Destino do Metrô de 2017 (Pesquisa OD 2017), foi possível medir, para cada indivíduo, o potencial de encontro com indivíduos de outros grupos sociais, ou com membros do próprio grupo social (isolamento), no espaço onde realiza suas atividades de dia e de noite. Ou seja, os locais de atividade são considerados como a entidade espacial de análise.

Lisboa (2022) utiliza como variável para compor os grupos populacionais o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), que é feita com base na posse de bens de consumo, tais como geladeira, fogão, carro etc.; grau de instrução do chefe de família e acesso a serviços públicos (água encanada e pavimentação da rua do domicílio). Na CCEB de 2017, ano em que foi realizada a Pesquisa OD, eram seis as classes para representar a segmentação econômica: A, B1, B2, C1, C2, D–E. Para o cômputo dos índices de segregação, considerou-se apenas indivíduos com idade igual ou superior a 18 anos. Variáveis relacionadas com o sexo e escolaridade dos indivíduos também foram selecionadas para investigar diferenças dos níveis de segregação entre indivíduos da mesma classe econômica.

Para a realização das técnicas de agrupamento, foi utilizado as variáveis de exposição individual a cada grupo populacional computadas por Lisboa (2022). Tem-se, assim, o valor que indica a exposição de cada indivíduo ao Grupo A, B1, B2, C1, C2 e DE, com valores separados para o dia e para a noite (total de 12 variáveis). Lembrando que quanto mais próximo a 1 maior, significa que proporção de pessoas do grupo m nos locais de atividade deste indivíduo é igual à proporção do grupo m na área de estudo. Isto representa, portanto, uma situação de baixa segregação. Valores abaixo de 1 representam baixa exposição e acima de um representam alta exposição (ou isolamento, caso o indivíduo seja membro do grupo analisado).

A escolha do método de agrupamento a ser aplicado para a identificação das tipologias não é trivial. Até o momento, mais de 100 algoritmos de agrupamento foram propostos e estudados (Kaushik, 2018). Ghosal et al., (2020) organizam todas as técnicas de agrupamento em quatro subconjuntos principais, conforme indicado na figura 1.

Figura 1: Conjunto de técnicas de agrupamento



Fonte: Adaptado de Ghosal et al., (2020).

Com base em uma revisão da literatura sobre as técnicas de agrupamentos mais conhecidas e na experimentação das técnicas com o conjunto de dados da pesquisa foi possível escolher a técnica mais compatível com o tipo e tamanho do dado e com os resultados almejados. Nesse sentido, optou-se por utilizar a técnica de agrupamento CLARA (Kaufman e Rousseeuw, 1990). A técnica de agrupamento CLARA é parte dos agrupamentos de particionamento, caracterizados por organizar os itens em um determinado número de grupos, maximizando uma função de objetivo específica que captura a estrutura de agrupamento. Os agrupamentos de particionamento levam em consideração duas premissas: i) cada cluster deve conter pelo menos um ponto de dados; ii) cada ponto de dados deve ser atribuído a pelo menos um cluster (Ghosal et al., 2020).

Na técnica de agrupamento CLARA um agrupamento é representado pelo ponto mais centralizado dentro do cluster, conhecido como medóide (Bindra, Mishra, e Suryakant, 2019). O medóide demonstra uma maior eficácia na mitigação dos efeitos adversos provocados por valores discrepantes (outliers) quando comparado aos centróides, devido ao fato de que o algoritmo K-means utiliza a média para determinar o centro do cluster, o que pode resultar na influência de outliers, enquanto a técnica de utilizar o medóide calcula o centro do cluster usando um ponto real. O objetivo desse algoritmo é minimizar a dissimilaridade média dos objetos em relação ao objeto selecionado mais próximo (Bindra, Mishra, e Suryakant, 2019; Halkidi, Batistakis e Vazirgiannis, 2001; Kassambara, 2017). Usualmente, as técnicas que utilizam o medóide são muito custosas do ponto de vista computacional, uma vez que o cálculo dos medóides é computacionalmente mais pesado do que o cálculo dos centróides (Giordani, Ferraro e Martella, 2020). É justamente para mitigar o uso computacional excessivo que o algoritmo CLARA foi criado por Kaufman e Rousseeuw (1990) já que ele emprega a técnica de amostragem, na qual várias amostras são extraídas do conjunto de dados original.

ETAPA 2 – TIPOLOGIAS DE SEGREGAÇÃO INDIVIDUAL E ATRIBUTOS SOCIOECONÔMICOS

Essa etapa consistiu na análise das tipologias de segregação individual e da relação entre estas e os atributos socioeconômicos dos indivíduos. Para essa análise, foi considerado um conjunto de variáveis disponíveis nos dados da Pesquisa OD: sexo, escolaridade e renda.

Realizou-se uma análise comparativa das tipologias de segregação individual considerando as variáveis socioeconômicas selecionadas. Para subsidiar as análises, foram computadas estatísticas descritivas, gerados gráficos (histogramas e box-plots) e realizados testes estatísticos de diferença de médias e proporções.

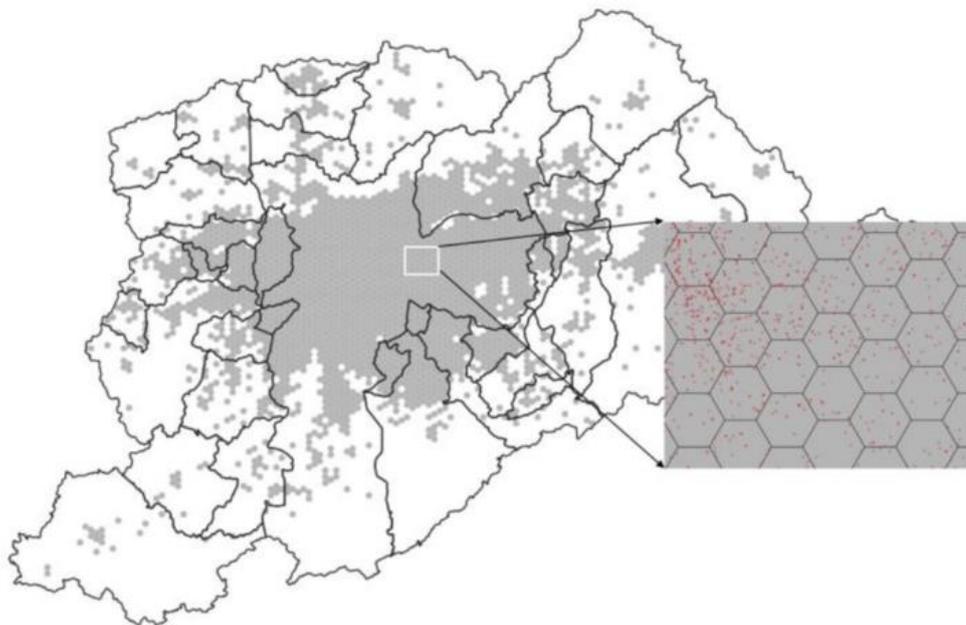
A aplicação das técnicas de agrupamento, bem como a análise descritiva e comparativa dos resultados, foi realizada utilizando o software estatístico R (R Core Team, 2022) no ambiente de desenvolvimento integrado RStudio (RStudio Team, 2020), e os códigos que permitem a reprodutibilidade da metodologia serão disponibilizados no GitHub.

ETAPA 3 – PADRÕES ESPACIAIS DAS TIPOLOGIAS DE SEGREGAÇÃO INDIVIDUAL

Após a classificação dos indivíduos em distintas tipologias de segregação, os resultados foram espacializados e analisados. Os indivíduos classificados foram representados espacialmente na forma de pontos, considerando tanto sua localização no período noturno quanto no diurno. Com o auxílio de camadas de informações adicionais, como a presença de infraestruturas de transporte, analisou-se a relação entre a concentração de indivíduos pertencentes a uma determinada tipologia e as características dos locais de atividade.

A análise espacial foi constituída por meio de pontos referentes às localizações das atividades individuais a partir de coordenadas geográficas. Os pontos de destino durante o dia podem ser considerados como os locais de atividade e trabalho. Já os pontos de destino durante a noite representam, em sua maioria, os locais de residência dos indivíduos. De modo a interpretar o padrão espacial das tipologias foi elaborado uma estratégia para visualização das localidades onde os indivíduos de cada tipologia realizam suas atividades diurnas e noturnas que consiste na utilização de células de uma grade hexagonal, a partir das quais foram imputadas as localizações das atividades de cada indivíduo com base em suas coordenadas geográficas (Figura X). Posteriormente, contou-se a quantidade de indivíduos de cada tipologia em cada hexágono (Figura 2). Por fim, a quantidade de pessoas por tipologia em cada célula foi apresentada em forma de porcentagem, calculada através da divisão da quantidade de indivíduos de cada tipologia pelo número total de indivíduos no hexágono multiplicado por 100.

Figura 2 - Grade hexagonal e pontos referentes às localizações das atividades individuais a partir de coordenadas geográficas.

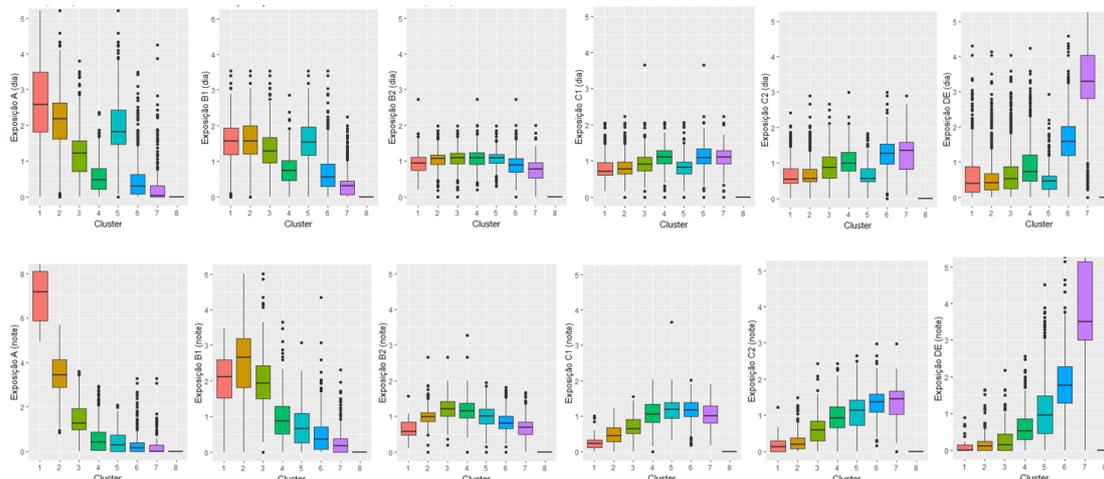


Fonte: os autores.

RESULTADOS

A análise de agrupamento resultou em sete tipologias de perfil de segregação individual. Essa análise visa identificar alguns padrões de segregação individual da população da RMSP. A característica da exposição das tipologias aos grupos de renda tanto de dia quanto de noite pode ser vista na figura 3.

Figura 3: Exposição de cada tipologia a cada grupo de renda de dia (linha 1) e de noite (linha 2)



Fonte: os autores.

O resultado das tipologias em relação a exposição aos grupos de renda permitiu identificar que as maiores disparidades de níveis de exposição entre tipologias são observadas na exposição ao Grupo A (maior para o *cluster* 1 e menor para o *cluster* 7) e ao Grupo DE (maior para o *cluster* 7 e menor para o *cluster* 1). A exposição ao grupo B2, por outro lado, é a que apresenta menor disparidade entre os clusters.

Ao comparar a exposição entre o período diurno e o noturno, observa-se um aumento significativo na disparidade de exposição ao Grupo A com o cluster 1 estando de duas a oito vezes mais expostos do que as demais tipologias. De maneira similar, o cluster 7 apresenta um aumento expressivo na disparidade em relação ao grupo DE no período noturno. Adicionalmente, os grupos de renda B2, C1 e C2, que durante o dia apresentam níveis reduzidos de disparidade, registram um aumento considerável dessas desigualdades entre os diferentes clusters à noite. Esses resultados ressaltam a dinâmica desigual da exposição ao longo do dia, particularmente no período noturno.

A Tabela 1 apresenta a distribuição de cada grupo de renda em cada uma das tipologias identificadas, bem como o total de indivíduos e a porcentagem de cada classe de renda na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Tabela 1: Distribuição percentual de indivíduos por classe social e tipologias de perfil de segregação na RMSP

Classe social	Tipologias de perfil							RMSP
	1	2	3	4	5	6	7	
A	56%	30%	12,4%	4,1%	5,6%	2%	0,84%	15,3%
B1	19,6%	26%	20,4%	8,5%	8,9%	4,6%	2,65%	13,4%
B2	17,3%	30,3%	38,4%	35,7%	33,8%	24,8%	18,64%	29,9%
C1	4,6%	9,7%	17,2%	29,3%	30,4%	32,2%	26,12%	22,1%
C2	2%	3,2%	10,2%	18,6%	17,3%	26%	26,66%	14,6%
DE	0,5%	0,6%	1,3%	3,7%	4%	10,4%	25,09%	4,7%
Total de indivíduos	5.393	7.777	6.492	9.690	5.804	9.647	1.658	46.461

Fonte: os autores.

Os indivíduos da tipologia 1 apresentam uma exposição significativamente maior (de 6 a 9 vezes) à classe de renda A em comparação com as demais tipologias, sendo mais da metade desses indivíduos (56%) pertencem à própria classe A, conforme apresentado na tabela 1. Trata-se, portanto, de uma tipologia composta por indivíduos hiperisolados, especialmente durante a noite.

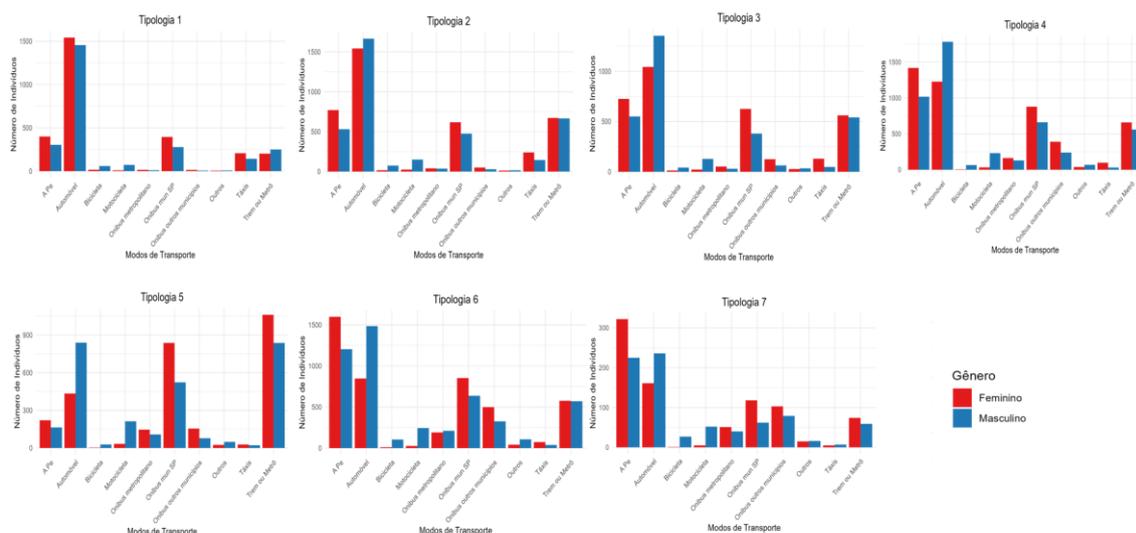
Esse fenômeno de hiperisolamento também é observado na tipologia 7 em relação à classe DE, indicando um isolamento de indivíduos de baixa renda em relação às demais tipologias. No caso da população dessa população, o isolamento apresenta uma diferença notável: ele permanece praticamente inalterado nos locais de atividade ao longo do dia e da noite, o que pode indicar tanto uma imobilidade dos indivíduos dessa tipologia na metrópole, quanto pode indicar a pouca atração de seus locais de atividade para outros grupos sociais.

A análise conjunta da figura 3 com a tabela 1 também evidenciou a existência de duas tipologias (4 e 5) que, apesar da composição de classes sociais muito semelhantes, possuem perfis de segregação individual muito distintos. Assim, surge-se o questionamento de quais fatores sociodemográficos para além da renda que são importantes para diferenciar as duas tipologias?

Um primeiro atributo dos indivíduos que diferenciam as tipologias 4 e 5 diz respeito ao modo de transporte utilizado em seus deslocamentos (figura 4). A tipologia 4 apresenta um elevado número de deslocamentos tanto a pé quanto por automóvel. Embora a tipologia 5 também utilize o automóvel, ela se sobressai pelo volume significativo de indivíduos que optam por trem ou metrô, registrando, ao mesmo tempo, um número reduzido de deslocamentos a pé. Essa observação sugere que a tipologia 5, embora com composição populacional muito semelhante à tipologia 4, difere-se por ser caracterizada por indivíduos que saem de suas áreas de residência em direção a zonas mais centrais, cuja acessibilidade é facilitada pela disponibilidade de infraestrutura de transporte de média e alta capacidade, e que resulta em uma maior exposição a espaços também frequentados por grupos sociais de maior status.

As tipologias 1 e 2, de maior renda e exposição aos grupos A e B1 e menor exposição ao grupo DE, utilizam predominantemente o automóvel como meio de transporte, seja na condição de motoristas ou passageiros. Em contrapartida, os indivíduos das tipologias 6 e 7, de menor renda, maior exposição aos grupos DE e menor exposição ao grupo A, deslocam-se principalmente a pé, especialmente as mulheres. É importante mencionar que o significado dos deslocamentos a pé varia conforme o contexto socioterritorial do indivíduo. Eles podem representar um aspecto positivo, indicando um bom nível de acessibilidade aos locais de atividade, ou um aspecto negativo, evidenciando um baixo nível de acessibilidade, onde caminhar se torna uma limitação que restringe oportunidades e experiências

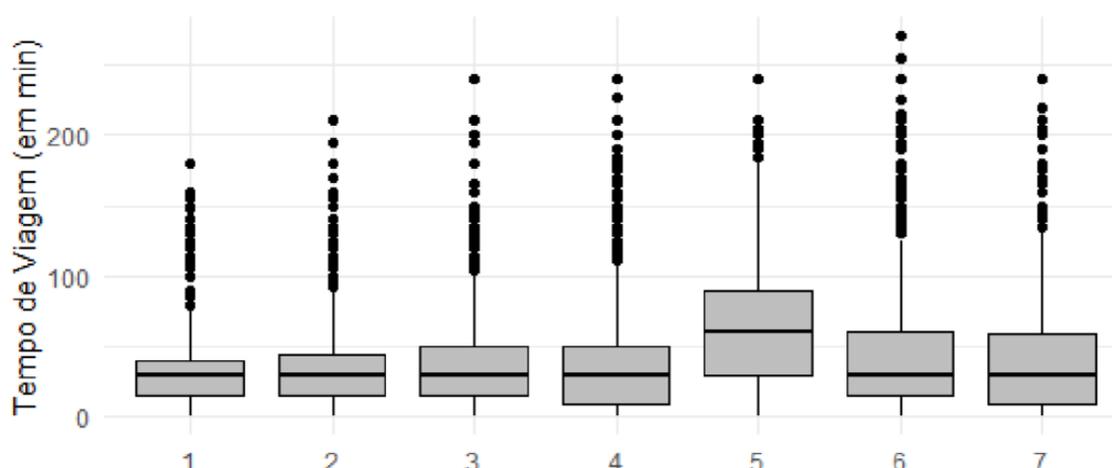
Figura 4: Distribuição por modo de transporte e sexo por tipologia



Fonte: os autores.

Além do modo de transporte utilizado, os microdados da Pesquisa OD também disponibiliza o tempo gasto desses deslocamentos. A figura 5 indica que para os indivíduos chegarem no destino de maior permanência durante o dia o tempo gasto de deslocamento por tipologia. Assim, é possível identificar que os indivíduos da tipologia 5 são os que realizam os maiores deslocamentos para acessarem seus locais de atividade.

Figura 5: Box-plot tempo de viagem (em min) por tipologia



Fonte: os autores.

Em relação a educação, a análise de agrupamentos revelou que indivíduos com ensino superior estão mais presentes em tipologias associadas a maiores exposições a grupos de alta renda (tabela 2). Contudo, essa característica não parece ser determinante para distinguir as tipologias 4 e 5, já que ambas apresentam percentuais semelhantes por nível educacional. Ainda assim, observa-se uma presença mais expressiva de indivíduos com ensino superior completo na tipologia 5.

Tabela 2: Distribuição percentual de indivíduos por classe social e tipologias de perfil de segregação na RMSP

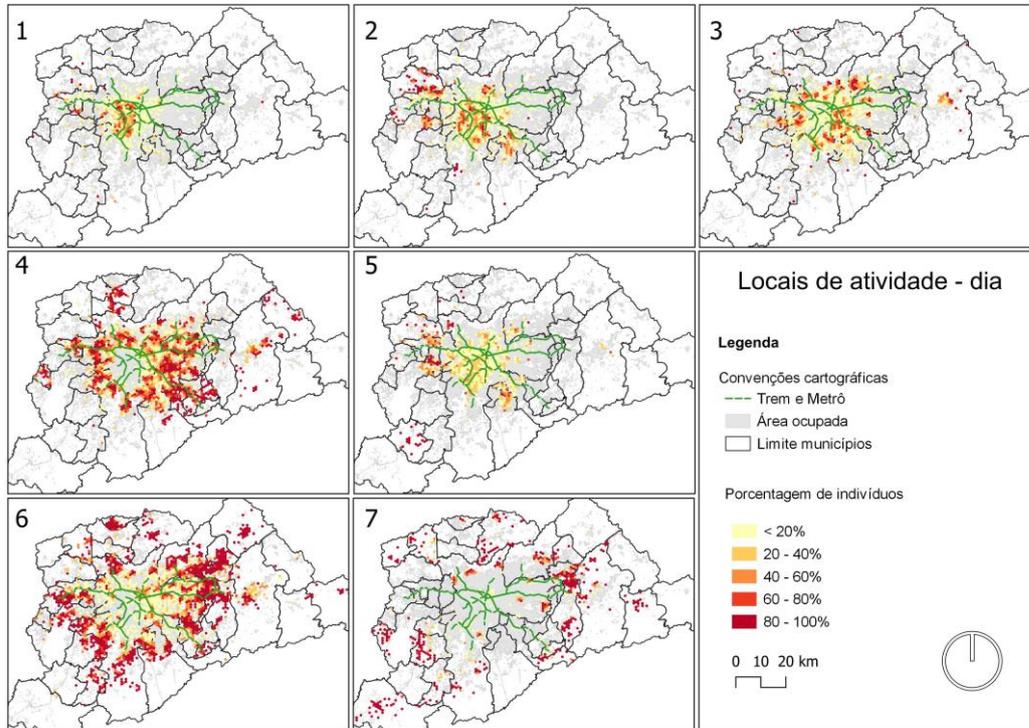
Nível Educacional	Tipologias de perfil						
	1	2	3	4	5	6	7
Superior completo	70,4%	62,5%	42,2%	19,1%	26,7%	11,5%	7,2%
Superior Incompleto / Médio completo	23,7%	29,6%	41,0%	49,8%	47,2%	47,3%	44,7%
Médio incompleto / Fundamental II completo	3,0%	4,6%	8,1%	14,5%	11,7%	17,0%	17,1%
Fundamental II incompleto / Fundamental I completo	1,9%	2,2%	5,4%	10,3%	9,4%	14,0%	18,0%
Fundamental I incompleto / Não Alfabetizado /	0,8%	1,1%	3,3%	6,3%	4,9%	10,1%	13,0%

Fonte: os autores.

ANÁLISE ESPACIAL

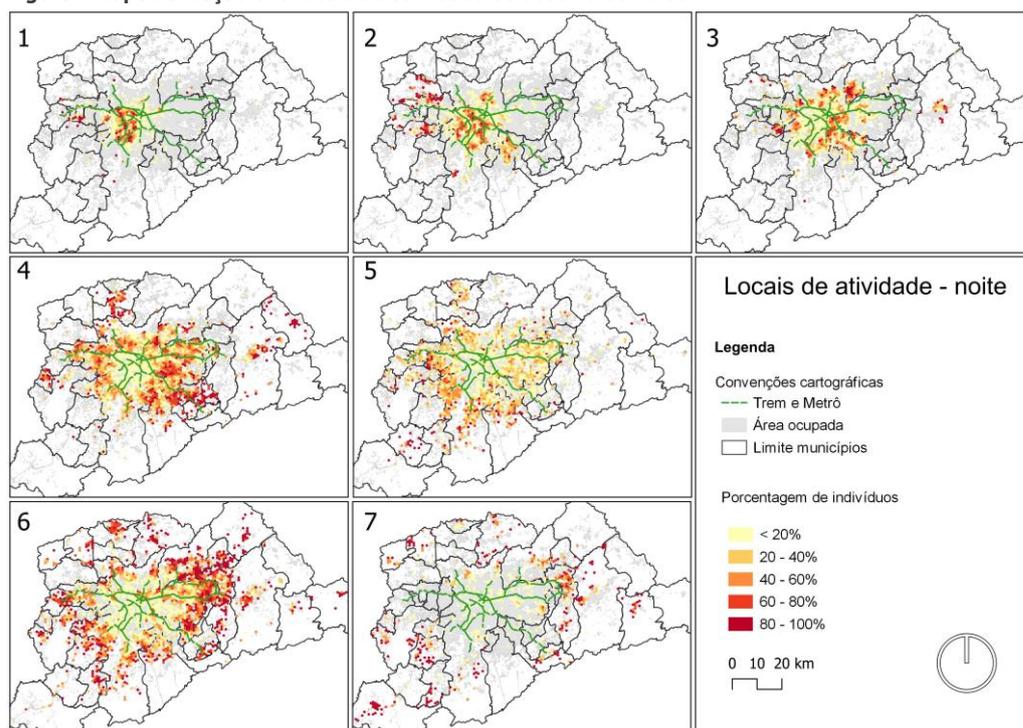
O resultado da espacialização (figuras 6 e 7) apontou uma variedade no padrão espacial das tipologias, indicando a importância dos locais de atividade de dia e de noite na experiência de exposição ou isolamento na RMSP.

Figura 6: Espacialização dos locais de atividade (destino de dia)



Fonte: os autores.

Figura 7: Espacialização dos locais de atividade de destino de noite



Fonte: os autores.

A espacialização das tipologias reforçou algumas hipóteses já anunciadas com base nos dados dos indivíduos. Os indivíduos da tipologia 1 têm seus locais de atividade nas áreas mais centrais da metrópole, tanto no período do dia como da noite. Já a tipologia 7, além de ser hiperisolada, também pode ser denominada de hiperperiférica na medida em que vivem nas franjas da região metropolitana em locais com acesso extremamente limitado a empregos, serviços, equipamentos e infraestrutura de transporte de média e alta capacidade, com quase nenhuma alteração entre o dia e a noite como já analisado anteriormente nos gráficos.

A comparação da espacialização das Tipologias 4 e 5 revela padrões semelhantes durante a noite, com locais de residência concentrados, mas completamente distintos durante o dia. Os indivíduos da Tipologia 4 tendem a frequentar espaços de atividade localizados fora das áreas centrais da cidade de São Paulo, como evidenciado pelo vazio espacial observado no centro no mapa 6. Em contraste, os indivíduos da Tipologia 5 deslocam-se quase exclusivamente para as áreas centrais, o que os expõe a interações mais frequentes com grupos de maior renda. Observa-se ainda que, embora ambas as tipologias residam em proximidade à infraestrutura metroferroviária, essa característica tem se mostrado funcional apenas para os indivíduos da Tipologia 5.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A análise de agrupamento realizada teve como objetivo identificar tipologias relacionadas aos perfis de exposição e isolamento na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). As sete tipologias identificadas evidenciaram distintos padrões de segregação e exposição, permitindo uma compreensão mais aprofundada dessas diferenças à luz das características socioeconômicas e espaciais dos indivíduos que compõem cada tipologia.

Em geral, a literatura converge para o entendimento de que pessoas com atributos socioeconômicos parecidos tendem a estar mais expostos com seus semelhantes. As tipologias de perfil 1 e 7 corroboram com essa hipótese. Os resultados indicaram que a tipologia 1 é formada por indivíduos com elevada exposição às classes mais altas e baixa exposição as demais e que os indivíduos que compõe essa tipologia também são das classes altas, o que indica perfis de indivíduos mais isolados, que tendem a estar mais expostos a indivíduos com as mesmas características sociais.

A tipologia 7 é formada por indivíduos das classes mais baixas e que estão mais expostos à indivíduos da mesma classe social e proximidade espacial, formam também uma tipologia marcada pelo isolamento. A tipologia 7 parece reunir indivíduos que habitam o que Torres e Marques (2001) denominam de "hiperperiferia". Segundo os autores, as características desses grupos sociais remetem a uma população "excluída" ou fragilmente integrada ao sistema econômico, mesmo que de forma marginal. Esses indivíduos apresentam um forte imobilismo, conceito proposto por Santos (1990), que se refere à condição de permanecer em seu bairro devido às limitações socioeconômicas, residindo em áreas com serviços deficientes e distantes de equipamentos, serviços e oportunidades. Esse imobilismo se evidencia no alto número de deslocamentos a pé por parte dos indivíduos dessa tipologia, corroborando a pesquisa de Alves (2024) e o estudo do Observatório das Metrôpoles (2005), que documentaram o aumento do deslocamento a pé na RMSP por falta de recursos. Segundo Alves, o crescimento dos deslocamentos a pé entre os grupos mais marginalizados limita seu acesso a oportunidades de crescimento, restringindo suas experiências ao percurso casa-trabalho (quando existe) ou casa-trabalho-escola.

A análise também evidenciou que as características socioeconômicas não são os únicos fatores que explicam as experiências de segregação urbana na RMSP. Uma vez que a tipologia 4 e 5 é constituída por indivíduos com praticamente a mesma composição de grupo de renda, mas com diferenças nos níveis de exposição/isolamento, produziu a hipótese de que há outros fatores para além da renda que importam.

O modo de transporte emergiu como o fator mais relevante além da renda na análise da segregação urbana. Observou-se que os indivíduos da tipologia 5 utilizam predominantemente o trem e o metrô, o que sugere uma maior diversidade de interações sociais ao acessarem locais de atividade frequentados por grupos de diferentes classes sociais, reduzindo, assim, seu isolamento em relação às classes mais altas durante o dia. No entanto, essa redução no isolamento tem um custo: os indivíduos da tipologia 5 enfrentam os deslocamentos mais longos, gastando, em média, o dobro do tempo em relação às outras tipologias, incluindo a tipologia 4.

Os resultados apresentados referem-se a um estudo em andamento. Ainda que preliminares, eles já evidenciam a relevância de abordar a segregação urbana sob uma perspectiva individual, destacando disparidades significativas entre os locais de atividade durante o dia e a noite. Com o avanço deste trabalho, espera-se identificar outros atributos socioeconômicos, demográficos e espaciais que influenciam as experiências de isolamento e exposição dos indivíduos na RMSP, contribuindo para uma compreensão mais ampla e detalhada do fenômeno.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelas bolsas de pesquisa nº 23006.012521/2023-50 e 23006.014382/2024-80.

REFERÊNCIAS

AHMED, S. T. et al. A Generalized Study on Data Mining and Clustering Algorithms. Em: SMYS, S. et al. (Eds.). **New Trends in Computational Vision and Bio-inspired Computing: Selected works presented at the ICCVBIC 2018**, Coimbatore, India. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 1121–1129.

APURVA VASHIST. Different Clustering Algorithms in Data Mining. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology**, p. 387–391, 19 abr. 2022.

BINDRA, K.; MISHRA, A.; SURYAKANT. Effective Data Clustering Algorithms (K. Ray et al., Eds.) **Soft Computing: Theories and Applications. Anais...: Advances in Intelligent Systems and Computing**. Singapore: Springer, 2019

BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C. Interactive spatial data analysis. Essex, England: **Longman Scientific & Technical**, 1995.

BÓGUS, L. M.M; PASTERNAK, S. **São Paulo: Transformações na Ordem Urbana**. Luiz Cesar de Queiroz Ribeiro (Org.). Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. v. 1. 331p.

BELL, W. A probability model for the measurement of ecological segregation. **Social Forces**, v. 32, n.4, 1954, p. 337-364.

BROWNING, C; CALDER, C; KRIVO, L; SMITH, A; BOETTNER, B. Socioeconomic Segregation of Activity Spaces in Urban Neighborhoods: Does Shared Residence Mean Shared Routines? **RSF: The Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences**, v. 3, n. 2, p. 210, 2017.

FARBER, S; PÁEZ, A; MORENCY, C. Activity spaces and the measurement of clustering and exposure: a case study of linguistic groups in Montreal. **Environment and Planning**, v.44, 2012, p. 315–332.

FARBER, S.; O'KELLY, M.; MILLER, H. J.; NEUTENS, T. Measuring segregation using patterns of daily travel behavior: A social interaction based model of exposure. **Journal of Transport Geography**, v.49, 2015, p.26–38.

FEITOSA, F. F. **Índices Espaciais para Mensurar Segregação Residencial**: O caso de São José dos Campos (SP). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005.

FEITOSA, F. et al. Measuring Changes in Residential Segregation in São Paulo in the 2000s. Em: VAN HAM, M. et al. (Eds.). *Urban Socio-Economic Segregation and Income Inequality*. The Urban Book Series. Cham: **Springer International Publishing**, 2021. p. 507–523.

FEITOSA, F. D. F.; LISBOA, F. S.; BARROS, J. Índices de segregação urbana: sete décadas de avanços e desafios. **I Simposio Iberoamericano de Geografía y segregación socioespacial urbana**. 2023.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. DA; ROCHA, E. C. DA. Classificando regimes políticos utilizando análise de conglomerados. **Opinião Pública**, v. 18, p. 109–128, jun. 2012.

GAN, G.; MA, C.; WU, J. *Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications*. [s.l.] **Society for Industrial and Applied Mathematics**, 2007.

GHOSAL, A. et al. A Short Review on Different Clustering Techniques and Their Applications (J. K. Mandal & D. Bhattacharya, Eds.) **Emerging Technology in Modelling and Graphics**. Anais...: *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Singapore: Springer, 2020.

GIORDANI, P.; FERRARO, M. B.; MARTELLA, F. **An Introduction to Clustering with R**. Singapore: Springer Singapore, 2020. v. 1

GOLLEDGE, R.G.; STIMSON, R.J. *Spatial Behavior: a geographic perspective*. **The Guilford Press**. New York, 1997, 620p.

HALKIDI, M.; BATISTAKIS, Y.; VAZIRGIANNIS, M. On Clustering Validation Techniques. **Journal of Intelligent Information Systems**, v. 17, n. 2, p. 107–145, 1 dez. 2001.

HONG, S-Y.; SADAHIRO, Y.; CHO, S-J. Investigating the Effects of Activity Space on the Measurement of Segregation using FEATHERS Simulation Data. **GIScience**. Vienna, Austria, 2014, p. 23-26.

JÄRV, O.; MÜÜRSEPP, K.; AHAS, R.; DERUDDER, B.; WITLOX, F. Ethnic differences in activity spaces as a characteristic of segregation: A study based on mobile phone usage in Tallinn, Estonia. **Urban Studies**, v. 52, n. 14, 2015, p. 2680–2698.

JAIN, A. K. Data clustering: 50 years beyond K-means. **Pattern Recognition Letters**, v. 31, n. 8, p. 651–666, jun. 2010.

JAIN, A. K.; MURTY, M. N.; FLYNN, P. J. Data clustering: a review. **ACM Computing Surveys**, v. 31, n. 3, p. 264–323, set. 1999a.

___. Data clustering: a review. **ACM Computing Surveys**, v. 31, n. 3, p. 264–323, set. 1999b.

KASSAMBARA, A. **Practical Guide to Cluster Analysis in R: Unsupervised Machine Learning**. [s.l: s.n.].

LI, F.; WANG, D. Measuring urban segregation based on individuals' daily activity patterns: A multidimensional approach. **Environment and Planning A**, v. 49, n. 2, p. 467486, 2017.

LIEBERSON, S. An Asymmetrical Approach to Segregation. In: Peach, C.; Robinson, V.; Smith, S. ed. *Ethnic segregation in cities*. London: **Croom Helm Ltd.**, 1981. p. 61-82.

LISBOA, F. **Para além da perspectiva residencial: Novas abordagens para análise da segregação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do ABC, 2017.

LISBOA, F. **Representações da Segregação Urbana Para Além do Espaço Residencial: Integrando abordagens people-based e place-based**. Relatório de Pesquisa, Universidade Federal do ABC, 2022.

MARICATO, E. Metrôpole, legislação e desigualdades. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 48, 2003, p. 151- 166.

MARQUES, E. Estrutura social e segregação em São Paulo: transformações na década de 2000. **Dados, Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p.675-710, 2014.

MARQUES, Eduardo. **Redes sociais, segregação e pobreza em São Paulo**. São Paulo: Editora Unesp; Centro de Estudos da Metrôpole, 2010.

MARQUES, Eduardo. Os espaços sociais na metrôpole nos 2000. In: MARQUES, Eduardo (org.). **A metrôpole de São Paulo no século XXI**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2015. p. 456

MOOSES, V.; SILM, S.; AHAS, R. Ethnic Segregation During Public and National Holidays: a Study Using Mobile Phone Data. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography*, v. 98, n. 3, p. 205– 219, 2016.

NETTO, V. M.; SOARES, M. P.; PASCHOALINO, R. Segregated Networks in the City. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 39, n. 6, p. 1084–1102, 2015a.

PALMER, J. R. B. **Activity-Space Segregation: Understanding Social Divisions in Space and time**. Dissertation, Princeton University, 2013.

PARK, Y. M.; KWAN, M.-P. Beyond residential segregation: A spatiotemporal approach to examining multi-contextual segregation. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 71, p. 98–108, 2018.

RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston, MA: RStudio, PBC., 2020.

SANTOS, M. **Metrópole corporativa fragmentada: o caso de São Paulo**. São Paulo, Secretaria de Estado da Cultura/Nobel, 1990.

SILM, S.; AHAS, R. Ethnic differences in activity spaces: a study of out-of-home nonemployment activities with mobile phone data. *Ann. Assoc.Am.Geogr.* 104, 2014, p.542–559.

SILM, S.; AHAS, R.; MOOSES, V. Are younger age groups less segregated? Measuring ethnic segregation in activity spaces using mobile phone data. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, v. 44, n. 11, p. 1797–1817, 2018.

SPOSITO, M. E. B. Segregação socioespacial e centralidade urbana. In: Pedro de Almeida Vasconcelos; Roberto Lobato Corrêa; Silvana Maria Pintaudi. (Org.). **A cidade contemporânea: Segregação Espacial**. São Paulo: Contexto, v.1, 2013, p. 61-93.

TORRES, H. G.; MARQUES, E.; FERREIRA, M. P.; BITAR, S. Pobreza e espaço: padrões de segregação em São Paulo. *Estudos Avançados*, v. 17, n. 47, p. 13-42, 2003.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 1998.

VILLAÇA, F. São Paulo: segregação urbana e desigualdade. *Estudos Avançados*, v.25, n.71, 2011, p. 37-58.

WANG, D.; LI, F.; CHAI, Y. Activity spaces and sociospatial segregation in Beijing. *Urban Geogr.* v.33, 2012, p.256–277.

WANG, D.; LI, F. Daily activity space and exposure: A comparative study of Hong Kong's public and private housing residents' segregation in daily life. **Cities**, v. 59, p. 148–155, 2016

WONG, D.; SHAW, S.-L. Measuring segregation: an activity space approach. **Journal of Geographical Systems**, v.13, 2011, p.127-145.