

ANÁLISE EVOLUTIVA DA CAUSALIDADE ENTRE AS DESIGUALDADES SOCIOESPACIAIS NA ACESSIBILIDADE E PADRÕES DE MOBILIDADE EM FORTALEZA

Davi Garcia Lopes Pinto
Carlos Felipe Grangeiro Loureiro
Universidade Federal do Ceará
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

RESUMO

Compreender as relações entre a problemática de desigualdades socioespaciais na acessibilidade e padrões de deslocamento é uma etapa fundamental dentro do processo de planejamento urbano para a promoção de um paradigma de mobilidade justa e sustentável. Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa de doutorado é realizar uma análise evolutiva dessas relações nos últimos 20 anos na cidade Fortaleza. Espera-se atingir esse objetivo através de uma adequada caracterização das desigualdades socioespaciais no acesso às oportunidades de trabalho na cidade, seguida de um diagnóstico dos efeitos das restrições do uso do solo e dos transportes sobre essa problemática, assim como dos seus efeitos sobre as mudanças ocorridas nos padrões de mobilidade de diferentes grupos socioeconômicos nas últimas décadas. Espera-se contribuir para processo de planejamento urbano, de modo a embasar as tomadas de decisão de políticas públicas efetivas no combate a essa problemática.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA DAS QUESTÕES DE PESQUISA

Nos últimos anos, tem-se ampliado os esforços para a promoção de padrões de mobilidade mais sustentáveis. Enquanto a comunidade acadêmica tem contribuído para a construção de um arcabouço teórico para o tema (Banister, 2008), metrópoles brasileiras vêm implementando ações para um maior incentivo aos modos ativos e ao transporte público, porém em um contexto de aumento da dependência dos modos individuais motorizados. Tais padrões de deslocamentos resultam no agravamento das externalidades sociais, ambientais e econômicas associadas, que tendem a se distribuir de forma desigual entre os indivíduos, normalmente impactando de maneira mais intensa grupos socialmente vulneráveis (Martens et al., 2012). Conceitos como o de “*Mobility Justice*” (Sheller, 2020) e “*Transport Poverty*” (Lucas et al., 2016), assim como os princípios de justiça distributiva, vêm sendo defendidos como balizadores para avaliar o impacto de intervenções de transportes (Pereira et al., 2017). A incorporação desses princípios no processo de planejamento integrado demanda uma mudança paradigmática, introduzindo o acesso às atividades como objeto central (Bertolini et al., 2005) e reconhecendo a problemática das desigualdades socioespaciais na acessibilidade como principal determinante da ocorrência de padrões de mobilidade injustos e insustentáveis (Garcia et al., 2018).

A compreensão dessa problemática requer, entretanto, uma adequada caracterização dos fenômenos inerentes aos subsistemas de uso do solo e transportes (Soares, 2014). Em Fortaleza, adotada como estudo de caso desta tese, observa-se uma forte concentração das oportunidades de trabalho na região central da cidade, além da concentração da população de baixa renda predominantemente nas áreas periféricas (Andrade et al., 2020). Tal configuração territorial é um dos principais indutores da ocorrência de desigualdades socioespaciais no acesso às oportunidades de emprego. Considerando as lacunas metodológicas e fenomenológicas acerca da representação da distribuição espacial dos empregos formais e informais e seu impacto sobre a problemática de interesse, a primeira questão de pesquisa desse trabalho é: como caracterizar as desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho formal e informal em Fortaleza?

Além deste, um dos principais desafios metodológicos para a adequada caracterização das condições de acessibilidade de distintos grupos socioeconômicos consiste na seleção de um indicador que capture a multiplicidade de elementos e relações envolvidas nesse fenômeno. Representar a variação espacial, temporal e entre indivíduos de desigualdades na acessibilidade utilizando apenas um indicador é uma tarefa complexa (Geurs, 2020). Isso fica evidente diante da variedade de indicadores utilizados para a caracterização dessa problemática no contexto de grandes cidades brasileiras (Pereira, 2019; Boisjoly et al., 2020; Barboza et al., 2021; Souza et al., 2020). Diante das lacunas ainda existentes acerca da seleção do indicador mais adequado que incorpore o efeito dos diferentes componentes da acessibilidade, propõe-se então a seguinte questão de pesquisa: quais métricas permitem uma melhor representação e avaliação das desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza?

Além das contribuições metodológicas, esta pesquisa busca melhor compreender os fenômenos das inadequações no uso do solo e das ineficiências na oferta de transportes como determinantes dessa problemática em Fortaleza. Evidências empíricas mostram que, apesar dos investimentos realizados nas últimas duas décadas em infraestrutura de transportes, observa-se um agravamento das condições de desigualdade na acessibilidade ao trabalho (Sousa, 2019). Logo, a adequada compreensão dos mecanismos causais que contribuíram para essa evolução é fundamental para a formulação de políticas públicas, nos níveis estratégico e tático, eficazes para a mitigação dessa problemática. Portanto, propõe-se um esforço de modelagem baseado na Teoria da Inferência Causal (Pearl, 2000) para se responder a seguinte questão de pesquisa: quais os efeitos causais das inadequações no uso do solo e das ineficiências na oferta de transportes sobre as desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza?

Por fim, reconhecendo a acessibilidade como principal determinante das decisões de viagens (Siqueira, 2020), é possível hipotetizar que a evolução insustentável dos padrões de mobilidade em Fortaleza e, conseqüentemente, a distribuição injusta das externalidades associadas resultam da ocorrência de desigualdades socioespaciais na acessibilidade. Portanto, diagnosticar essas relações, identificando o efeito causal de cada um dos componentes da acessibilidade sobre os padrões de mobilidade e como eles se diferenciam entre os distintos grupos socioeconômicos pode embasar o processo de tomada de decisão para a implementação de políticas mais efetivas para a promoção da mobilidade sustentável. Diante dessa lacuna fenomenológica, propõe-se a quarta e última questão de pesquisa deste trabalho: quais os efeitos causais dos componentes da acessibilidade sobre os padrões de mobilidade de diferentes grupos socioeconômicos nos últimos 20 anos em Fortaleza?

2. OBJETIVOS

Diante da contextualização apresentada, o objetivo geral desta pesquisa de doutorado é realizar uma análise evolutiva das relações de causalidade entre a problemática das desigualdades socioespaciais na acessibilidade em Fortaleza e os resultantes padrões de mobilidade de diferentes grupos socioeconômicos. Para isso, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a problemática das desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho formal e informal em Fortaleza;
- Comparar a representação das desigualdades socioespaciais no acesso às oportunidades de emprego em Fortaleza através da utilização de diferentes tipos de indicadores;
- Diagnosticar estrategicamente os efeitos das inadequações no uso do solo e das

ineficiências na oferta de transportes sobre as desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza;

- Diagnosticar as mudanças ocorridas nos padrões de mobilidade de diferentes grupos socioeconômicos ao longo dos últimos 20 anos em Fortaleza.

3. PROPOSTA METODOLÓGICA E CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

O primeiro desafio metodológico desta pesquisa consistiu no desenvolvimento de um método para estimar a distribuição espacial dos empregos formais e informais em Fortaleza, dadas as dificuldades na obtenção de dados oficiais contendo esse tipo de informação (Pinto et al., 2020). Nesse sentido, a primeira etapa do método proposto foi o desenvolvimento e validação de um método alternativo para estimar essa distribuição de maneira indireta, através da utilização de bases oficiais disponibilizadas anualmente (RAIS, PNAD-C e POF). Foram caracterizadas as condições de *spatial mismatch* através da distribuição estimada e dos dados da Pesquisa OD Domiciliar de Fortaleza, realizada em 2019, para a validação do método proposto. Em seguida, caracterizou-se as condições de desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho formal e informal, com o intuito de identificar eventuais diferenças entre as duas representações. Para o cálculo da acessibilidade foi utilizado um indicador de oportunidades cumulativas, considerando as oportunidades acessíveis em intervalos de 30 e 60 minutos.

Como segunda contribuição metodológica da tese, buscando-se identificar métricas mais adequadas para representar a problemática da acessibilidade urbana, foi realizada uma análise comparativa da caracterização das desigualdades no acesso ao trabalho obtida através de diferentes indicadores, que incorporassem aspectos distintos do fenômeno, de acordo com a classificação proposta por Geurs e Van Wee (2004). Foram escolhidos quatro indicadores para análise: tempo de viagem médio às oportunidades de trabalho; oportunidades cumulativas; tempo de equilíbrio emprego-população (Barboza et al., 2021); e indicador baseado em *logsum*. As representações obtidas foram comparadas de acordo com três critérios: diferenças nos padrões espaciais entre indivíduos do mesmo grupo socioeconômico; diferenças nos padrões espaciais entre grupos socioeconômicos distintos; e diferenças nos valores médios e na variabilidade por região da cidade.

Superadas as lacunas metodológicas, a etapa seguinte consistiu em uma análise baseada em inferência causal dos efeitos, no nível estratégico, de restrições no uso do solo e na oferta de transportes sobre as desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza. Primeiramente, foi feita a construção de um diagrama causal, que representasse de forma gráfica as hipóteses de causalidade estabelecidas (Siqueira et al., 2022). Ainda nesta fase, foram definidas as variáveis para a construção de cada um dos indicadores representados no diagrama. A estimativa da magnitude dos efeitos causais hipotetizados foi realizada através de modelagem SEM (*Structural Equations Modeling*), com a formulação de variáveis latentes para a representação de indicadores difíceis de se mensurar explicitamente (Hoyle, 2012).

Também será utilizada a inferência causal para a análise evolutiva dos padrões de mobilidade de diferentes grupos socioeconômicos nos últimos 20 anos. Através de uma revisão sistemática da literatura acerca dos determinantes desses padrões, no nível individual, e da evolução desses determinantes em Fortaleza nos últimos anos, estão sendo estabelecidas hipóteses de relações de causalidade envolvidas nesse fenômeno, na forma de um diagrama causal. Nesta última

etapa, serão estimados modelos SEM multigrupos, com o intuito de avaliar as diferenças nesse processo causal entre grupos de baixa e alta renda, entre os anos 1999 e 2019.

Espera-se que os conhecimentos metodológicos e empíricos produzidos nesta tese de doutorado proporcionem uma análise robusta da evolução do fenômeno das desigualdades socioespaciais na acessibilidade ao trabalho em Fortaleza, e de seus impactos sobre a ocorrência de padrões de mobilidade injustos e insustentáveis, de modo a embasar o processo de tomada de decisão para a promoção de políticas públicas efetivas no combate à problemática das desigualdades socioespaciais, foco central do planejamento urbano integrado do uso do solo e transportes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, B. R.; C. F. G. Loureiro; F. F. L. M. Sousa; A. S. Lopes (2020) Efeitos da Periferização nos Níveis de Acessibilidade aos Empregos da População de Baixa Renda em Fortaleza. *Transportes*, 28(3), p. 46-60.
- Banister, D. (2008) The Sustainable Mobility Paradigm. *Transport Policy*, v. 15, n. 2, p. 73-80.
- Barboza, M. H.; M. S. Carneiro; C. Falavigna; G. Luz e R. Orrico (2021) Balancing Time: Using a New Accessibility Measure in Rio de Janeiro. *Journal of Transport Geography*, v. 90, p. 102924.
- Bertolini, L.; F. Clercq; L. Kapoen (2005) Sustainable Accessibility: A Conceptual Framework to Integrate Transport and Land Use Plan-Making. Two Test-Applications in the Netherlands and a Reflection on the Way Forward. *Transport Policy*, v. 12, n. 3, p. 207-220.
- Boisjoly, G.; A. I. Moreno-Monroy; A. El-Geneidy (2017) Informality and accessibility to jobs by public transit: Evidence from the São Paulo Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, v. 64, p. 89-96.
- Garcia, C. S. H. F.; R. Macário; E. D. A. G. Menezes; C. F. G. Loureiro (2018) Strategic Assessment of Lisbon's Accessibility and Mobility Problems from an Equity Perspective. *Networks Spatial Economics*, v. 18, p. 415-439.
- Geurs, K. T. e B. Van Wee (2004) Accessibility Evaluation of Land-Use and Transport Strategies: Review and Research Directions. *Journal of Transport Geography*, v. 12, n.2, p. 127-140.
- Geurs, K. (2020) Accessibility and Transport Appraisal: Approaches and Limitations. *International Transport Forum Discussion Papers*, n. 2020/22, OECD Publishing, Paris.
- Hoyle, R. H. (2012) *Handbook of Structural Equation Modeling*. New York: The Guilford Press.
- Lucas, K.; G. Mattioli; E. Verlinghieri e A. Guzman (2016) Transport Poverty and its Adverse Social Consequences. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport*, v. 169, n. 6, p. 353-365.
- Martens, K., A. Golub e G. Robinson (2012) A Justice-Theoretic Approach to the Distribution of Transportation Benefits: Implications for Transportation Planning Practice in the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 46, n. 4, p. 684-695.
- Pearl, J. (2000) *Causality: Models, Reasoning, and Inference*, ed. 1, Cambridge University Press, New York, US.
- Pereira, R. H. M.; T. Schwanen; D. Banister (2017) Distributive Justice and Equity in Transportation. *Transport Reviews*, v. 37, n. 2, p. 170-191.
- Pereira, R. H. M.; D. Banister; T. Schwanen e N. Wessel (2019) Distributional effects of transport policies on inequalities in access to opportunities in Rio de Janeiro. *Journal of Transport and Land Use*, v. 12, n. 1, p. 741-764.
- Pinto, D. G. L., C. F. G. Loureiro, F. F. L. M. Sousa e B. Motte-Baumvol (2020) Caracterização Espacial da Acessibilidade ao Trabalho Formal e Informal da População de Baixa Renda em Fortaleza. *Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET*, v.1, p. 2106-2118.
- Sheller, M. (2020) Mobility Justice. In: Buscher M.; M. Freudendal-Pedersen; S. Kesselring e N. G. Kristensen (eds.) *Handbook of Research Methods and Applications for Mobilities*. Cheltenham, UK.
- Siqueira, M. F. (2020) *Metodologia de Análise dos Determinantes da Demanda por Transportes no Paradigma da Inferência Causal*. Dissertação. Universidade Federal do Ceará.
- Siqueira, M. F.; D. G. L. Pinto; M. C. C. Belo; C. F. G. Loureiro e F. F. L. M. Sousa (2022) Análise dos Efeitos Causais das Restrições de Uso do Solo e Transportes sobre as Desigualdades Socioespaciais na Acessibilidade em Fortaleza. *Anais do 36º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET*.
- Soares, F. D. P. (2014) *Proposta Metodológica de Compreensão da Problemática das Relações entre Uso do Solo e Transportes no Planejamento Urbano Integrado*. Dissertação. Universidade Federal do Ceará.
- Sousa, F. F. L. M. (2019) *Diagnóstico Estratégico das Desigualdades Socioespaciais ao Trabalho em Fortaleza*.

Tese. Universidade Federal do Ceará.
Souza, H. H. H.; F. M. O. Neto e C. F. G. Loureiro (2020) Caracterização da Acessibilidade aos Empregos Percebida pelos Usuários do Sistema Metroferroviário da Região Metropolitana de Fortaleza. *Transportes*, v. 28, n. 1, p. 33-49.