

ESTUDO DE VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DA QUALIDADE PERCEBIDA COMO CONTRIBUTOS PARA A DEMANDA DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Marianna Lucinda de Oliveira
Josiane Palma Lima
Universidade Federal de Itajubá

RESUMO

Melhorar a demanda do Transporte Público Urbano (TPU) é uma importante estratégia para promover o desenvolvimento sustentável. O trabalho tem como objetivo avaliar a influência de variáveis socioeconômicas, do ambiente construído e da qualidade percebida na demanda pelo TPU através da variável dependente frequência do uso. Propõe-se desenvolver um modelo de regressão logística multinomial suportado por dados adquiridos através de pesquisa de satisfação com usuários de ônibus municipais em Itajubá-MG e dados estimados através de análises em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para a determinação das variáveis de percepção da qualidade foi realizado um levantamento bibliográfico dos principais indicadores utilizados para avaliar a qualidade do TPU, resultando em 25 indicadores. As variáveis do ambiente construído serão desenvolvidas por meio de fatores locais, densidade populacional, uso do solo e índices de segurança, considerando que estes fatores possuem potenciais de inferência na demanda do TPU.

1. INTRODUÇÃO

O uso do Transporte Público Urbano (TPU) torna-se uma prioridade no mundo atual frente ao crescimento urbano contínuo, as questões ambientais, a competição por espaços limitados, as longas distâncias de deslocamento e a necessidade social de promoção da equidade e da igualdade (Abenoza *et al.*, 2017). Com o intuito de restringir a propriedade e o uso de veículos particulares muitos governos em todo o mundo buscam melhorar seus serviços de TPU e mesmo com sistemas adequados e incentivos constantes o uso permanece baixo (Chiou *et al.*, 2015). No Brasil, segundo a NTU (2018), o transporte por ônibus sofre com queda na demanda nos últimos 20 anos, tendo um agravamento de 2014 a 2018 com uma redução média acumulada de 25,9% dos usuários pagantes, que deixaram de utilizar totalmente o ônibus ou diminuíram a frequência do uso.

Uma maneira apropriada de melhorar a demanda por bens ou serviços específicos é aumentando o número de clientes, bem como a frequência de viagens (Ekinci *et al.*, 2018). Para Dell'Olio *et al.* (2011) é essencial assimilar os desejos do cliente para realizar políticas sustentáveis de transporte, conhecendo e quantificando as variáveis mais influentes em sua disposição de utilizar o TPU. Este relatório de dissertação tem como objetivo avaliar a influência de variáveis socioeconômicas, do ambiente construído e da qualidade percebida na demanda por TPU através da variável dependente frequência do uso. Para isto propõe-se desenvolver um modelo de regressão logística multinomial suportado por dados adquiridos através de pesquisa de satisfação e dados estimados através de análises em SIG. O modelo será aplicado em Itajubá-MG para a análise, utilizando dados quantitativos e qualitativos sobre os usuários de TPU por ônibus municipais.

2. LITERATURA PRELIMINAR

2.1. Importância do Transporte Público Urbano

Os acidentes de trânsito, congestionamento, ruído, poluição do ar e restrições de mobilidade são exemplos de problemas urbanos considerados mundiais que têm como causa ou estão relacionados ao transporte (Rodrigues da Silva *et al.*, 2015). Por exemplo, em termos de poluição ambiental, o setor de transporte representou 24% das emissões globais de CO₂

ocasionadas pela combustão de combustível em 2015, sendo que o setor rodoviário corresponde a três quartos dessas emissões de transporte (IEA, 2017). Em relação aos modos de transporte, Vasconcellos *et al.* (2011) observa que o transporte privado emite 15 vezes mais poluentes locais e quase duas vezes mais CO₂ quando comparado ao transporte público. Os trabalhos de Yang *et al.*, (2018); Ye *et al.*, (2017) e Hickman *et al.*, (2013) realçam os problemas da emissão de poluentes pelo setor de transporte e buscam propor soluções que minimizam esses efeitos com o uso do TPU.

Para Vij *et al.* (2013), políticas que buscam uma transferência de modo de viagem defrontam-se com estilos de vida e hábitos altamente enraizados e edificados em torno do uso do automóvel. O congestionamento e suas consequências imediatas e mais amplas no clima estão direcionando governos a instaurarem políticas sustentáveis de transporte (Dell'olio *et al.*, 2011). Portanto, considerando os problemas relacionados ao transporte e principalmente ao uso de veículos particulares, é necessário compreender os fatores que são relevantes para a utilização do TPU, tal como os motivos e frequência do uso.

2.1. Determinantes na demanda pelo TPU

Os modelos tradicionais de demanda muitas vezes carecem de análise comportamental. (Vij *et al.*, 2013). É sabido que o comportamento de escolha é influenciado pelas características individuais de cada passageiro, como gênero, escolaridade e ocupação, que são motivados por desigualdades culturais (Han *et al.*, 2018). As variáveis socioeconômicas e demográficas são variáveis explícitas que buscam retratar os atributos da população. Questões relacionadas a viagem, como o tempo, custo, proposta da viagem, distância e frequência são extremamente importantes para determinar o comportamento dos usuários diante de suas necessidades de locomoção. (Han *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2018). As variáveis latentes têm o objetivo de representar elementos subjetivos influentes no comportamento e nas percepções individuais e não possuem escala de mensuração (Yáñez *et al.*, 2010). Os aspectos relacionados a qualidade percebida são frequentemente associados ao seu comportamento, por exemplo os fatores como confiabilidade, segurança, conforto, acessibilidade, custo e pontualidade, abordados pelos autores Han *et al.*, (2018); Yang *et al.*, (2018) e He e Thøgersen, (2017). As variáveis do ambiente construído também possuem uma grande relevância no comportamento dos usuários, como densidade residencial ou populacional, uso misto do solo, distancia ao TPU e parada de ônibus demonstrado nos estudos de Wang & Lin, 2013 e Yu *et al.*, 2018. Dada a importância dessas variáveis, busca-se compreender suas relações com o uso do TPU.

3. METODOLOGIA

A metodologia consiste em uma análise exploratória da influência das variáveis explicativas na demanda por TPU, com dados coletados sobre os usuários de TPU por meio de entrevista. Faz-se uso da modelagem, aplicando o modelo de regressão logística multinomial, devido às variáveis explicativas apresentarem diferentes dimensões e tipologias, especialmente as de qualidade percebida, sendo necessária a transformação das mesmas para uma escala uniforme (ex.: transformação logarítmica). A pesquisa está sendo realizada na cidade de Itajubá-MG, onde o foco empírico é o TPU por ônibus municipais. No contexto das variáveis pertinentes para a modelagem, serão abordados três grupos principais: características socioeconômicas, da qualidade percebida e do ambiente construído. Inicialmente foi estruturado e aplicado o questionário junto aos usuários. A coleta dos dados, já realizada, ocorreu de forma aleatória, em diversos pontos da cidade, objetivando uma amostra heterogênea. O cálculo do tamanho da amostra foi realizado pela equação (1), utilizada quando é necessário estimar um valor médio populacional, com um desvio padrão populacional (σ) desconhecido e tamanho da

população conhecido e finito (Pinheiro *et al.*, 2012).

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot S}{d} \right)^2}{1 + \left(\frac{\left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot S}{d} \right)^2}{N} \right)} \quad (1)$$

O grau de confiança adotado foi de 95% ($Z_{\alpha/2}=1,96$) e o valor máximo tolerável entre estimativa e parâmetro (d) de 0,2. O valor de S corresponde ao desvio padrão amostral de cada valor médio de satisfação obtido. A população ($N=9411$) corresponde a demanda média diária, segundo dados históricos da empresa operadora. Assim, foi necessária a aplicação de 220 questionários. A próxima etapa, será o levantamento das variáveis do ambiente construído, buscando, por meio do SIG, relacionar a origem e destino dos principais deslocamentos (trabalho e estudo) dos usuários à fatores de segurança (índice de criminalidade e de acidentes de trânsito), densidade populacional e de uso do solo. Posteriormente, a análise estatística multivariada dos dados será realizada, verificando a relação das variáveis e a inserção destas no modelo de regressão logística multinomial.

4. RESULTADOS INICIAIS

O quadro 1 apresenta os dados coletados com a aplicação do questionário aos usuários. Os atributos para avaliar a qualidade percebida do nível de serviço foram desenvolvidos por meio do levantamento bibliográfico e questionado o nível de satisfação dos usuários, por meio da escala *Likert* variando de 1 a 5, sendo: 1-Péssimo, 2-Ruim, 3-Razoável, 4-Bom e 5-Excelente.

Quadro 1: Dados analisados com a aplicação do questionário

Características socioeconômicas	Características das viagens	Qualidade percebida
Idade, Gênero	Origem e destino	Indicadores para medir o Nível de Satisfação (25 indicadores)
Renda, escolaridade, ocupação	Distância, tempo	
Mobilidade reduzida	Motivo da Viagem	
Forma de pagamento	Razões de utilizar o TPU	
Posse de outros veículos	Frequência de utilização TPU	

Como resultado da primeira etapa, tem-se a obtenção de 25 indicadores de percepção da qualidade definidos por meio da identificação da frequência em que foram utilizados na literatura para avaliar a qualidade do TPU. As constatações iniciais que se destacaram sobre os entrevistados foram:

- 11% raramente utilizam o TPU por ônibus (até 3x no mês), 24% o utilizam ocasionalmente (1 ou 2 vezes na semana) e 65% utilizam frequentemente (de 5 a 7 vezes na semana);
- somente 34 respondentes não possuem outros modos de locomoção na residência;
- 52% dos que possuem outro(s) modo(s) para locomoção (carro, moto e/ou bicicleta) a família utiliza esse(s) modo(s) diariamente;
- dentre os fatores que influenciam os usuários na escolha pelo TPU, a distância ao destino, o único modo disponível, o clima e o menor desgaste físico, são os mais citados com 61% , 52%, 38% e 35% das respostas, respectivamente.

Obteve-se um bom grau de confiabilidade interna do questionário relacionado a satisfação dos usuários com a qualidade do TPU, com o coeficiente *Cronbach's alpha* de 0,8376.

5. CONCLUSÕES

Esse trabalho visa contribuir no âmbito social por meio da melhoria da qualidade de vida da população, buscando incentivo à utilização pelo modo de viagem público. No contexto científico visa demonstrar o uso de variáveis distintas e algumas pouco utilizadas que possam ser significativas na demanda do Transporte Público Urbano, aplicando o modelo de regressão logística multinomial. Espera-se obter um modelo relevante para a pesquisa, desenvolver propostas de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável e na melhoria da satisfação dos usuários e, ainda, o fortalecimento da pesquisa acadêmica na área.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPQ, à FAPEMIG e a CAPES pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abenoza, R. F., Cats, O., & Susilo, Y. O. (2017). Travel satisfaction with public transport: Determinants, user classes, regional disparities and their evolution. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 95, 64–84. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.11.011>
- Chiou, Y. C., Jou, R. C., & Yang, C. H. (2015). Factors affecting public transportation usage rate: Geographically weighted regression. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 161–177. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.05.016>
- Dell’Olio, L., Ibeas, A., & Cecin, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18(1), 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.08.005>
- Ekinci, Y., Uray, N., Ülengin, F., & Duran, C. (2018). A segmentation based analysis for measuring customer satisfaction in maritime transportation. *Transport*, 33(1), 104–118. <https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1079800>
- Han, Y., Li, W., Wei, S., & Zhang, T. (2018). Research on Passenger’s travel mode choice behavior waiting at bus station based on SEM-logit integration Model. *Sustainability (Switzerland)*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/su10061996>
- He, S. Y., & Thøgersen, J. (2017). The impact of attitudes and perceptions on travel mode choice and car ownership in a Chinese megacity: The case of Guangzhou. *Research in Transportation Economics*, 62, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.004>
- Hickman, R., Hall, P., & Banister, D. (2013). Planning more for sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, 33, 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.07.004>
- IEA. (2017). *statistics* - International Energy Agency. 2017.
- Pinheiro, J. I. D.; *et al.* (2012) Probabilidade & Estatística: quantificando a incerteza. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Rodrigues da Silva, A. N., Azevedo Filho, M. A. N. de, Macêdo, M. H., Serratini, J. A., da Silva, A. F., Lima, J. P., & Pinheiro, A. M. G. S. (2015). A comparative evaluation of mobility conditions in selected cities of the five Brazilian regions. *Transport Policy*, 37, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.10.017>
- Vasconcellos, D., Alcântara, E., Carvalho, D., & Ribeiro, C. H. (2011). *Transporte e Mobilidade Urbana*.
- Vij, A., Carrel, A., & Walker, J. L. (2013). Incorporating the influence of latent modal preferences on travel mode choice behavior. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 54, 164–178. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.07.008>
- Wang, D., & Lin, T. (2013). Built environments , social environments , and activity-travel behavior : a case study of Hong Kong. *Journal of Transport Geography*, 31, 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.04.012>
- Yáñez, M. F., Raveau, S., & Ortúzar, J. D. D. (2010). *Inclusion of latent variables in Mixed Logit models : Modelling and forecasting*. 44, 744–753. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.007>
- Yang, Y., Wang, C., Liu, W., & Zhou, P. (2018). Understanding the determinants of travel mode choice of residents and its carbon mitigation potential. *Energy Policy*, 115(March 2017), 486–493. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.01.033>
- Ye, Y., Wang, C., Zhang, Y., Wu, K., Wu, Q., & Su, Y. (2017). Low-carbon transportation oriented urban spatial structure: Theory, model and case study. *Sustainability (Switzerland)*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su10010019>
- Yu, L., Xie, B., & Chan, E. H. W. (2018). How does the built environment influence public transit choice in urban villages in China? *Sustainability (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010148>