

UMA ESTRUTURA PARA AVALIAR OS IMPACTOS DINÂMICOS DA POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA EM SISTEMAS SOCIOECONÔMICOS DE TRANSPORTE: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Wlisses Bonelá Fontoura

Glaydston Mattos Ribeiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE)

RESUMO

O planejamento de transportes é necessário para que se atenda a demanda de uma determinada região considerando as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas. Além do planejamento, destaca-se a importância da intervenção dos governos por meio de políticas para proporcionar um fluxo adequado de pessoas e bens de modo que atenda a demanda da população. A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) objetiva a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade no espaço urbano. Neste contexto, este trabalho possui o objetivo de desenvolver um modelo de apoio a decisão, utilizando o método da Dinâmica de Sistemas como ferramenta de modelagem e simulação, para avaliar os impactos da implementação da PNMU, com foco nas variáveis ambientais, econômicas e de tráfego. Além de apresentar este modelo, ao final deste trabalho, pretende-se propor medidas de mitigação para o estudo de caso.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento dos sistemas de transportes é necessário para a definição de metas e estratégias para adequar a oferta de transporte com a demanda existente ou futura. Este planejamento auxilia detectar, diagnosticar e antecipar os problemas e desafios do sistema, auxiliando o processo de tomada de decisão (Shah *et al.*, 2013). Ademais, o planejamento de transportes deve levar em consideração as necessidades específicas da população. Sendo assim, para que se obtenha um sistema de transporte eficiente e justo, fatores sociais, econômicos e ambientais devem ser incluídos neste planejamento (Khansari *et al.*, 2013).

Para que se obtenha um grande, confiável e sustentável fluxo de pessoas e mercadorias dentro das cidades, o deslocamento das pessoas e cargas devem ser considerados nas políticas urbanas, no planejamento dos transportes urbanos e na configuração espacial das cidades (Santos; Aguiar, 2013). A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) tem como intuito estabelecer as diretrizes e amparar as cidades na melhoria da acessibilidade e mobilidade, garantindo aos usuários do sistema o direito de um deslocamento adequado, seguro e acessível. Além de considerar os princípios de inclusão social e da sustentabilidade ambiental, esta política busca integrar o planejamento urbano, transporte e trânsito (Brasil, 2012).

Neste contexto, surge o interesse em verificar se a PBMU é capaz de garantir capacidade do deslocamento dos cidadãos e bens no perímetro urbano, assegurando a acessibilidade de movimentação e a sustentabilidade ambiental. Frente a este problema de pesquisa, este artigo tem por objetivo avaliar a eficácia da PNMU, por meio da Dinâmica de Sistemas (DS), focando nos fatores ambientais, econômicos e de tráfego.

A abordagem holística da DS está bem adaptada aos atuais problemas do setor de transporte (Sherperd, 2014). Este método emprega modelagem e simulação por meio de modelos quantitativos e qualitativos, os quais proporcionam uma visão global de todo o sistema, facilitando o planejamento de transportes (Dvornik *et al.*, 2006; Dundovic, 2009). Sendo assim, este trabalho pretende desenvolver um modelo de apoio à decisão utilizando a DS para

avaliar a PNMU. Além disso, será realizado um estudo de caso na cidade de o Rio de Janeiro.

2. POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) objetiva a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade no espaço urbano. Com o objetivo de otimizar o espaço urbano, esta Lei é voltada para os interesses e necessidades da coletividade urbana, sendo direcionada à gestão municipal e as implicações urbanísticas (Milaré, 2016). O grande enfoque desta política é a priorização dos modos não motorizados e do transporte coletivo e o incentivo do uso consciente do transporte individual (Sudário; Hernandez, 2014).

Esta Lei tem como intuito estabelecer as diretrizes e amparar as cidades na melhoria da acessibilidade e mobilidade nos municípios. Os princípios desta Lei são: a acessibilidade universal; o desenvolvimento sustentável; a equidade ao acesso transporte coletivo público; eficiência, eficácia e efetividade na prestação de serviços de transporte e na circulação urbana; segurança nos deslocamentos; justa distribuição dos benefícios e ônus no uso dos diferentes modos e equidade no uso do espaço público de circulação de vias e logradouros (Brasil, 2012).

Segundo Oliveira Júnior (2012), as diretrizes desta Lei ressaltam a importância de integrar políticas que foram elaboradas isoladamente, mas que possuem um grande potencial para a resolução dos problemas do espaço urbano. Sendo assim, as diretrizes desta Lei são o Planejamento Integrado; Integração entre modos e serviços; Mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos; Desenvolvimento científico-tecnológico; Energias renováveis e menos poluentes e estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado (Brasil, 2012).

Vale ressaltar que ao priorizar modos não motorizados e o transporte público, esta política não busca eliminar o transporte individual. Esta Lei parte de um princípio de inclusão, acessibilidade e equidade social, buscando a construção de um espaço urbano onde os modos não motorizados possam também operar com segurança e fluidez (Alves, 2014).

3. DINÂMICA DE SISTEMAS

A Dinâmica de Sistemas (DS) é uma ferramenta de modelagem e simulação que possui a capacidade de representar a complexidade, a não linearidade e os *loops* de causalidade presentes em sistemas físicos e sociais (Forrester, 1994). O objetivo desta abordagem é compreender como e por que as interações do sistema são geradas e propor medidas que melhorem desempenho do mesmo (Wen; Bai, 2017).

Este método emprega modelos mentais que facilitam a compreensão das relações existentes entre os componentes de um sistema e, por isso, é uma excelente ferramenta de suporte no processo de tomada de decisão (Shepherd, 2014). Para isso, este método utiliza dois diagramas: o Diagrama de *Loop* Causal e o Diagrama de Estoque e Fluxo que serão apresentados a seguir.

O Digrama de *Loop* Causal (DLC), também conhecido como diagrama de influência ou digrama de causa e efeito, é um mapa do sistema com todos os seus componentes e suas interações. Este diagrama consiste na etapa mais importante do desenvolvimento do modelo

4. RESULTADOS PRÉVIOS

Como resultados prévios, o DLC e o DEF do modelo proposto são apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Baseado em Fontoura e Chaves (2016), o DLC apresenta a relação de nove subsistemas e a PNMU. O modelo proposto não considera apenas o ônibus como transporte público, abordando também o metrô, o VLT e o trem. Além disso, a análise do impacto da política no número de viagens realizadas pelo transporte não motorizado é inserida no modelo. O próximo passo é o equacionamento da variáveis e a busca dos parâmetros para a simulação do modelo proposto, o qual poderá sofrer alterações nesta etapa devido aos dados disponíveis. Além disso, após as etapas do teste, o modelo poderá ser alterado caso não reproduza resultados similares a realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, P. (2014) Mobilidade Urbana sustentável: diretrizes da política brasileira. *Cadernos Adenauer*, v. 15, n. 2, pp. 41-53.
- Barlas, Y. (1996) Formal aspects of model validity and validation in systems dynamics. *Systems Dynamics Review*, v. 12, n. 3, p. 183-210.
- BRASIL (2012) *Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012 - Política Nacional de Mobilidade Urbana*. Brasília: Senado Federal, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm>. Acesso em: 2 mai. 2018.
- Fontoura, W. B. e G. de L. D. Chaves (2016) Análise do impacto das políticas brasileiras no sistema de transporte urbano por meio da dinâmica de sistemas: Um estudo de caso na Região Metropolitana de São Paulo. *Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 1-14.
- Forrester, J. W. (1994) System dynamics, system thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, v. 10, n. 2-3, p. 245-256.
- Haghshenas, H.; M. Vaziri e A. Gholamialam (2015) Evaluation of sustainable policy in urban transportation using system dynamics and world cities data: A case study in Isfahan. *Cities*, v. 45, [s. n.], p. 104-115.
- Khansari, N.; A. Mostashari e M. Mansouri (2013) Impacting Sustainable Behaviour and Planning in Smart City. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, v. 1, n. 2, pp. 46-61.
- Milaré, E. (2016) Política Nacional de Mobilidade Urbana. *Revista Jurídica da Universidade do Sul de Santa Catarina*, v. 7, n. 12, p. 59-67.
- Oliveira Júnior, J. A. (2012) Princípios, Diretrizes e Objetivos da Lei Nº 12.587/2012: Por um pacto social em prol da mobilidade urbana. *Revista UFG*, v. 13, n. 12, p. 18-27.
- Shah, Y.; K. Manaugh; M. Badami e A. El-Geneidy (2013) Diagnosing Transportation: Developing Key Performance Indicators to Access Urban Transportation Systems. *Transportation Research Record: Journal of The Transportation Research Board*, v. 2357, n. 1, pp. 1-12.
- Santos, E. C. e E. Aguiar. Transporte de Cargas em Áreas Urbanas. In: Caixeta Filho, J. V. e R. S. Martins (Coord). *Gestão Logística do Transporte de Cargas*. São Paulo: Atlas, 2013.
- Sherpherd, S. P. (2014) A review of system dynamics models applied in transportation. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, v. 2, n. 2, p. 83-105.
- Sterman, J. (2000) *Business Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex World*. McGraw-Hill, New York, USA.
- Sudário, N. C. S. e I. R. S. O. Hernandez (2014) Planos de Mobilidade Urbana, seus princípios e desafios: Relatos da experiência de elaboração do PLANMOB no município de São Sebastião do Paraíso – MG. *Cadernos da Fucamp*, v. 13, n. 19, p. 1-17.
- VENTANA SYSTEMS (2015) *Free Downloads*. Ventana Systems, Inc. Disponível em: <<http://vensim.com/free-download/>>. Acesso em: 30 mai. 2018.
- Wen, L. e L. Bai (2017) System Dynamics Modeling and Policy Simulation for Urban Traffic: a Case Study in Beijing. *Environmental Modeling & Assessment*, v. 22, n. 4, p. 363-378.

Wlisses Bonelá Fontoura (wlisses@pet.coppe.ufrj.br)

Glaydston Mattos Ribeiro (glaydston@pet.coppe.ufrj.br)

Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Horácio Macedo, 2030, 101 – Cidade Universitária – Rio de Janeiro, RJ, Brasil