



## **MODELAGEM INTEGRADA DE INDICADORES DE ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE A PARTIR DA CALIBRAÇÃO DO MODELO LUTI TRANUS PARA FORTALEZA**

**José Edmar Sampaio Batista Filho**

**Carlos Felipe Grangeiro Loureiro**

Universidade Federal do Ceará

Departamento de Engenharia de Transportes

### **RESUMO**

Diversos modelos LUTI (*Land-Use and Transport Interactions*) foram desenvolvidos nas últimas décadas, o que possibilita identificar a abordagem conceitual e a estrutura de modelagem que se adequa aos propósitos do processo de planejamento e às especificidades do fenômeno urbano em análise. Dentre os modelos integrados mais utilizados, o pacote computacional TRANUS apresentou-se como uma plataforma adequada de modelagem conceitual e operacional dos indicadores necessários na caracterização e no diagnóstico da problemática da acessibilidade e mobilidade urbana. A modelagem desses indicadores exige um esforço considerável de calibração e validação dos parâmetros dos diversos modelos matemáticos, estatísticos e computacionais que compõem o TRANUS, ajustando-os às especificidades locais, a partir da disponibilidade de dados agregados e desagregados. O principal produto desta pesquisa foi a proposta e aplicação de um método de calibração para o modelo TRANUS com a utilização de dados coletados em pesquisas Origem-Destino domiciliares na cidade de Fortaleza.

### **1. INTRODUÇÃO**

O esforço de modelagem é uma importante etapa do processo de planejamento, que exige dos analistas não só a compreensão do fenômeno modelado, mas também das premissas e parâmetros dos modelos utilizados. Inicialmente, compreender as decisões dos usuários contribui com processos decisórios relacionados a intervenções no sistema de transportes, visto que podem impactar positiva ou negativamente na acessibilidade e na mobilidade sobre o território urbano. Para tal, são elaborados modelos que permitem prever o impacto da implantação de soluções nesses problemas urbanos, sem necessariamente aplicá-los na prática, pois, dado a falta de validação, poderiam causar ainda mais complicações. Este trabalho se pautou nas análises realizadas por Sousa (2016), que avaliou diversas plataformas de modelagem integrada quanto aos aspectos de representação do fenômeno, nível de agregação, aleatoriedade do processo decisório e dinamicidade das decisões. Entre essas, o modelo LUTI TRANUS (de la Barra, 1989) se destaca por ser capaz de modelar as relações internas os subsistemas urbanos das atividades, do uso do solo e dos transportes, assim como suas inter-relações (Lopes, 2015).

### **2. OBJETIVO DO ESTUDO**

O objetivo geral desta pesquisa foi propor um método de calibração do modelo integrado TRANUS, apoiado por dados coletados continuamente do sistema de transporte público urbano e da malha viária, assim como da Pesquisa Origem-Destino Domiciliar realizada em 2019 na cidade de Fortaleza.

### **3. MÉTODO UTILIZADO**

O trabalho foi iniciado com a compreensão da estrutura do TRANUS como uma plataforma de modelagem operacional LUTI, buscando analisar como são modeladas as intra e interrelações entre os subsistemas urbanos. Esse processo se deu a partir da revisão da literatura sobre modelos matemáticos, estatísticos e de simulação computacional



incorporados nessa plataforma, a fim de identificar as medidas de desempenho e os parâmetros de calibração. Utilizando dados de diversas fontes, organizados em bases georreferenciadas, foram obtidas informações socioeconômicas das viagens, essenciais aos processos de calibração. A calibração foi iniciada com a estimação dos coeficientes técnicos e, em seguida, foram calibrados os modelos do subsistema de uso do solo.

Por fim, sendo o foco desta pesquisa, a calibração foi elaborada para os modelos de transportes, como: a função elástica, que representa a geração de viagens; e o modelo aninhado logit de escolha de modos e rotas.

Vale destacar que, com a utilização das duas pesquisas OD domiciliares de Fortaleza, em 1996 e em 2019, partiu-se para a análise da evolução nos padrões de deslocamentos dos usuários do sistema de transporte coletivo e de modos motorizados individuais. Essa informação pode ser útil no cálculo das medidas de desempenho do sistema de transportes para que sejam comparadas com as medidas modeladas. As medidas de desempenho podem representar quatro importantes decisões do usuário (Sousa, 2016). Por exemplo, as taxas de mobilidade por transporte público podem representar a decisão de viajar ou não. A matriz origem destino do transporte público, representando a escolha dos destinos. As contagens classificatórias por trecho de via podem retratar a escolha do modo e a escolha de rota foi descrita pelo carregamento e velocidades dos links e pela ocupação dos veículos do transporte público.

#### **4. RESULTADOS**

A aplicação do método de calibração do modelo TRANUS resultou em uma base modelada para a cidade de Fortaleza no ano de 2020. Essa base permite simular a tomada de decisão das viagens de pessoas na hora de pico da manhã. Já o esforço de obtenção das medidas de desempenho, contribuiu na compreensão do padrão de deslocamentos da cidade, já que permitiu a aplicação de ferramentas de análise espacial e a análise dos padrões temporais de indicadores representantes do comportamento dessa população, como a taxa de mobilidade do transporte público.

#### **5. CONCLUSÕES**

Uma base validada da cidade permitiu uma análise das inter e intrarrelações entre os subsistemas urbanos na cidade de Fortaleza e, por consequência, aumentou a confiabilidade de utilização da ferramenta na caracterização e diagnóstico da problemática da mobilidade urbana.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- De la Barra, T. (1989) *Integrated land use and transport modelling: Decisions chains and hierarchies*. Cambridge University Press – Cambridge, UK.
- Lopes, A. S.; C. F. G. Loureiro; e B. van Wee (2018) LUTI operational models review based on the proposition of an a priori ALUTI conceptual model. *Transport Reviews*, DOI: 10.1080/01441647.2018.1442890
- Meyer, M. D. e E. J. Miller (2001) *Urban transportation planning: a decision-oriented approach*. 2ª. ed. New York: McGraw-Hill.
- Sousa, F. F. L. M. (2016) *Metodologia de calibração para modelos integrados dos transportes e uso do solo*. Universidade Federal do Ceará.
- Sousa, F. F. L. M. (2019) *Diagnóstico Estratégico das Desigualdades Soioespaciais na Acessibilidade ao Trabalho em Fortaleza*. Universidade Federal do Ceará.

---

José Edmar Sampaio Batista Filho (joseedmar@alu.ufc.br)

Carlos Felipe Grangeiro Loureiro (felipe@alu.ufc.br)

Departamento de Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará  
Campus do Pici – Bloco 703 (1º andar) – CEP 60455-760 – Fortaleza – CE