

CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DE REDES VIÁRIAS URBANAS MICROSSIMULADAS COM O USO DE ALGORITMOS GENÉTICOS

André Luis Medeiros

Carlos Felipe Grangeiro Loureiro

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes – PETRAN
Universidade Federal do Ceará – UFC

RESUMO

A modelagem do tráfego veicular em grandes áreas urbanas é uma ferramenta fundamental na análise do desempenho de novas estratégias e políticas de gerência e controle de tráfego, idealizadas para potencializar a eficiência do sistema de transportes. Com o uso de simuladores de tráfego é possível realizar estudos sobre os impactos de diferentes alternativas de intervenção, tais como a implementação ou duplicação de vias, alterações na circulação viária, entre outras aplicações. Entretanto, os simuladores mais utilizados foram desenvolvidos em outros países e nem sempre atendem às necessidades do nosso perfil de tráfego, sendo necessária a calibração e a validação dos seus parâmetros. Esta pesquisa de dissertação de mestrado tem como objetivo geral propor e implementar um procedimento de calibração e validação de microssimuladores com o uso de algoritmos genéticos, para que eles possam representar adequadamente o comportamento do tráfego em redes viárias urbanas de grande porte do Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A busca e a análise de possíveis alternativas para solucionar ou pelo menos minimizar o problema da baixa fluidez do tráfego nas grandes cidades brasileiras têm se tornado uma grande preocupação para a gestão pública, uma vez que o impacto da saturação nas malhas viárias reflete diretamente, dentre outros fatores, na diminuição da produtividade e na qualidade de vida da população. Diante disso, modelos de simulação computacional estão sendo cada vez mais utilizados por engenheiros e analistas para auxiliar no planejamento e operação dos sistemas de transporte e tráfego urbanos.

Os simuladores computacionais de tráfego têm como função representar em um nível satisfatório a realidade do comportamento dos veículos, facilitando a implementação e a análise das várias alternativas destinadas a melhorar o comportamento do fluxo veicular, sem a necessidade de intervenções na malha viária em estudo, evitando transtornos aos usuários e minimizando custos operacionais. Entretanto, para que um simulador possa fornecer resultados confiáveis sobre o sistema de tráfego estudado é fundamental que seus parâmetros estejam devidamente calibrados e validados, conforme defendido por Hourdakakis *et al.* (2003).

A literatura científica internacional é vasta no que diz respeito à modelagem do fluxo de veículos em rede viária, exibindo vários métodos e metodologias distintas de calibração e validação de modelos de simulação de tráfego. Porém, a maioria dessas contribuições não se constituem em um procedimento sistemático, capaz de ser assimilado e implementado em ambientes técnicos de tomada de decisão (Dowling *et al.*, 2004). Especialmente no âmbito da comunidade técnica brasileira, a utilização de modelos de simulação do tráfego veicular não é muito difundida, nem existem procedimentos de calibração e validação adaptados à nossa realidade para facilitar e estimular o emprego destes programas na análise de intervenções em redes urbanas de grande porte (Collela e Demarchi, 2005).

Tendo em vista as dificuldades relatadas, formulou-se as seguintes questões de pesquisa que serão objetos de estudo nesta dissertação de mestrado: a) Quais as dificuldades a serem enfrentadas para a calibração de redes viárias urbanas microssimuladas de grande porte? b) Existem procedimentos eficazes para a calibração de modelos microscópicos de redes viárias

urbanas de grande porte? c) Como selecionar os parâmetros a serem calibrados? d) Que técnicas de otimização podem ser mais adequadas para a calibração deste tipo de rede? e) Como implementar e testar um procedimento de calibração para redes viárias urbanas de grande porte?

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa de dissertação tem como objetivo principal propor um procedimento de calibração e validação para redes viárias urbanas microssimuladas com o uso de algoritmos genéticos. Como objetivos específicos, destacam-se: a) investigar os principais procedimentos utilizados para calibração de modelos de microssimulação de tráfego em grandes áreas urbanas; b) selecionar o simulador, as medidas de desempenho e os parâmetros a serem calibrados; c) implementar um procedimento de calibração para redes viárias urbanas de grande porte; d) testar o procedimento proposto para a calibração; e) validar o procedimento proposto; f) realizar uma análise comparativa dos resultados obtidos; g) descrever as limitações do procedimento e listar as principais dificuldades encontradas durante o processo de calibração.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os simuladores de tráfego mais utilizados na atualidade foram desenvolvidos em outros países e nem sempre atendem as necessidades do nosso perfil de tráfego, sendo necessário a calibração e validação dos seus parâmetros. O objetivo da calibração é determinar os valores dos parâmetros cujas diferenças entre os resultados simulados e os observados em campo sejam minimizadas (Hellings, 1998; Kim e Rilett, 2001; Egami *et al.*, 2004; Hollander e Liu, 2008). A proposição de procedimentos alternativos à prática de tentativa e erro na calibração de microssimuladores de tráfego para redes urbanas de grande porte tem sido preocupação de vários autores. Hellings (1998) descreve os aspectos gerais da calibração chegando a apresentar as etapas do processo, mas sem propor um procedimento específico para a calibração. Hourdakis *et al.* (2003) buscam uma metodologia completa e sistemática para a calibração de qualquer simulador de tráfego. Além de citarem todas as etapas do processo de calibração, indicam procedimentos específicos de otimização para o ajuste dos parâmetros de entrada e ainda propõem técnicas estatísticas adequadas para a certificação da calibração.

A evolução tecnológica dos modelos de simulação tornou o processo de calibração e validação ainda mais complexo, devido ao maior nível de detalhamento dos simuladores de tráfego, que implica em aumento do número de parâmetros a serem calibrados, assim como no número de funções a serem utilizadas para representar determinados comportamentos, por exemplo, a maneira como ocorre a mudança de faixa e interrupções de tráfego nas interseções semaforizadas. Segundo Mark *et al.* (2008), a calibração de modelos microscópicos de simulação em larga escala é bastante desafiadora e não é amplamente compreendida.

Na utilização dos microssimuladores para grandes redes viárias urbanas, há a preocupação de que a complexidade dos modelos torne o processo de calibração difícil, e isso tem um impacto negativo sobre a precisão dos resultados. Mark *et al.* (2008) afirmam ainda que modelos de microssimulação, especialmente aqueles que combinam lógica de roteamento com modelagem detalhada da dinâmica do fluxo de tráfego, possuem grande parte dos seus potenciais inexplorados para modelagem de redes em larga escala.

4. METODOLOGIA

Com o intuito de desenvolver e implementar uma metodologia para a calibração e validação de simuladores microscópicos de tráfego veicular para grandes áreas urbanas, principal objetivo dessa pesquisa, foi estabelecido o seguinte conjunto de etapas, conforme representado no fluxograma da Figura 1:

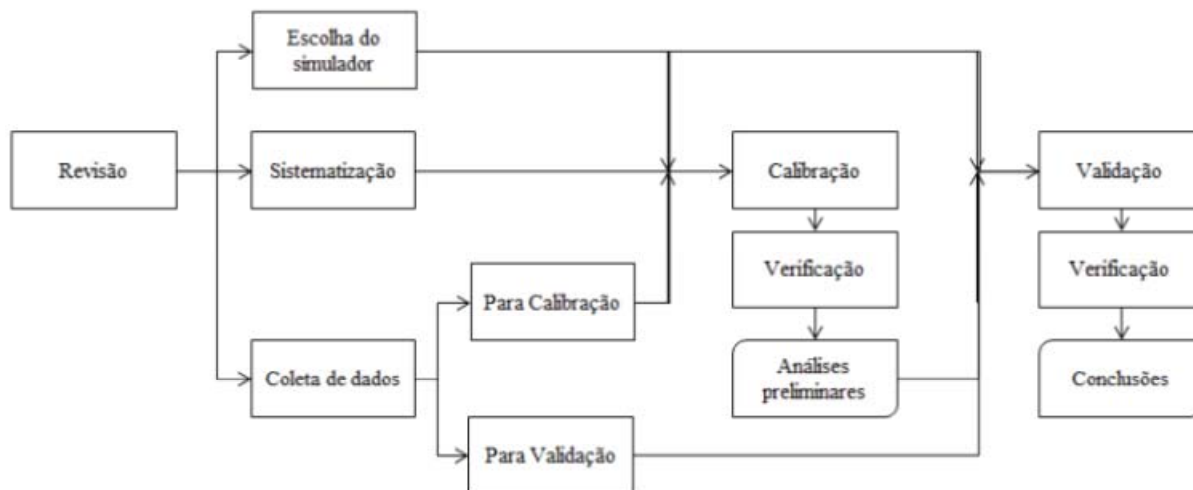


Figura 1: Fluxograma da metodologia proposta

- (1) Realizar levantamento bibliográfico – revisão da literatura no que compete ao processo de calibração e validação de microsimuladores de tráfego. Estudar os microsimuladores, verificando as diferenças conceituais e metodológicas no que tange ao processo de calibração e validação, bem como as possibilidades de aplicação. Além disso, avaliar as técnicas de otimização que melhor se adaptam ao objetivo deste projeto;
- (2) Escolher o microsimulador – definir qual microsimulador será empregado no desenvolvimento desta pesquisa a partir da identificação das qualidades e limitações dos seus sub-modelos;
- (3) Definir e codificar a malha viária a ser simulada – identificar uma área que apresente um comportamento médio de deslocamentos, além de possuir controle semafórico e permitir a obtenção dos dados necessários ao cumprimento dos objetivos da pesquisa;
- (4) Sistematizar a definição dos parâmetros – pretende-se propor um método que permita sistematizar a escolha dos parâmetros a serem calibrados, bem como as medidas de desempenho que serão utilizadas para conferir a qualidade da calibração;
- (5) Coleta de dados – coletar os dados necessários para o processo de calibração. Esta etapa dependerá do tipo de parâmetro a ser calibrado e da medida de desempenho a ser avaliada;
- (6) Calibração – propor e implementar um procedimento baseado em algoritmos genéticos, integrado com o passo 4, que possibilite a calibração dos parâmetros;
- (7) Verificação – analisar os resultados da calibração, através de um comparativo entre as medidas de desempenho. As medidas de desempenho escolhidas terão suporte na literatura;

- (8) Coleta de dados para validação – coletar novo conjunto de dados que serão utilizados no processo de validação;
- (9) Validação do modelo calibrado – Pretende-se realizar novas simulações na tentativa de confirmar o poder preditivo do modelo;
- (10) Análises e conclusões – comparação dos resultados com respaldo na literatura e descrever as limitações e dificuldades percebidas no procedimento proposto.

5. RESULTADOS PRELIMINARES

Após revisão parcial da literatura, optou-se pela utilização do microssimulador de tráfego VISSIM, pois o mesmo apresenta facilidade na elaboração das redes a serem modeladas e flexibilidade de implementação do comportamento do tráfego relacionado a cada *link*. Nesta etapa inicial da pesquisa, calibrou-se 10 parâmetros relacionados aos modelos de *car-following* de Wiedemann – 99 e *lane change*. A pesquisa encontra-se em fase de expansão do procedimento para uma região bem adensada da cidade de Fortaleza, que possui o controle semaforico realizado pelo sistema centralizado e adaptativo do CTAFOR, permitindo a obtenção de dados automaticamente a partir da base de dados do sistema SCOOT. O método foi aplicado a uma interseção semaforizada com característica representativa da área em estudo. O processo de calibração foi implementado computacionalmente utilizando algoritmos genéticos, com uma macro codificada em Visual Basic for Applications (VBA) e, após as execuções, os resultados foram bem satisfatórios, obtendo-se um erro no atraso médio igual a 0,6 segundos, que corresponde a 1% do atraso médio medido em campo. Acredita-se que o método apresentará sucesso ao ser utilizado na região de estudo, fazendo com que os objetivos desta pesquisa sejam alcançados e contribuindo para o processo de calibração de redes microssimuladas de grande porte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colella, D. A. T. e Demarchi, S. H. *Calibração da Curva Fluxo velocidade do Simulador INTEGRATION a partir de Tempos de Percurso em Vias Urbanas*. Anais do XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Recife, PE, v-2, p. 1058-1069, 2005.
- Egami, C. Y.; Setti, J. R.; Rilett, L. R. *Algoritmo genético para calibração automática de um simulador de tráfego em rodovias de pista simples*. Revista Transportes, v. XII, p. 5-14, 2004.
- Hellinga, B. *Requirements for the Calibration of Traffic Simulation Models*. Department of Civil Engineering. University of Waterloo, 1998.
- Hollander, Y., Liu, R. *The principles of calibrating traffic simulation models*. Transportation, v. 35, p. 347–362, 2008.
- Hourdakis, J., Michalopoulos, P.G., Kottommannil, J. *Practical Procedure for Calibrating Microscopic Traffic Simulation Models*. Transportation Research Record 1852 Paper No. 03-4167, 2003.
- Kim, K.; Rillet, R. L. *Genetic algorithm based approach for calibration microscopic simulation models*. IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings, Oakland, CA, USA, p. 698-704, 2001.
- Mark, C., Sadek, S. A. W., Huang, S. *Large-Scale Microscopic Simulation: Toward an Increased Resolution of Transportation Models*. Journal of Transportation Engineering, Vol. 134, No. 7, July 2008, pp. 273-281.