

PROCEDIMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DOS MICROSSIMULADORES A SEREM CONSIDERADOS NO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO

Rosemary Janneth Llanque Ayala

Maria Alice Prudêncio Jacques

Universidade de Brasília – UnB

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

Programa de Pós-Graduação em Transportes

RESUMO

O uso de simuladores de tráfego se torna cada vez mais frequente no dia a dia de técnicos e pesquisadores que trabalham com questões ligadas ao planejamento e controle da operação do tráfego em diferentes facilidades de transporte. Nasce assim a necessidade de se garantir que os simuladores produzam resultados próximos à realidade que pretendem representar. Com o transcurso do tempo os programas de microsimulação de tráfego aperfeiçoaram a qualidade dos resultados produzidos, mas para chegar nestes resultados o número de parâmetros a serem calibrados aumentou bastante e, em consequência, os processos de calibração tornaram-se mais complexos e demorados. Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa é identificar, por meio de métodos estatísticos, os parâmetros relacionados aos modelos e elementos do comportamento dos motoristas que afetam de forma destacada nos resultados de uma simulação e que, ao serem calibrados, permitirão a adequada representação da realidade pelo simulador.

1. INTRODUÇÃO

Os microsimuladores de tráfego buscam representar da forma mais exata possível o deslocamento de veículos numa rede viária. O principal benefício na utilização de um modelo microscópico é a boa representação do deslocamento de cada veículo, permitindo diferentes abordagens na análise e fornecendo informações importantes sobre a operação do tráfego. As desvantagens desse tipo de modelo são: alta complexidade computacional e exigência de grande quantidade de dados de entrada; imprecisão nos dados de entrada e/ou calibração indevida dos parâmetros do simulador levam a diferenças significativas entre os resultados modelados e a realidade.

Os parâmetros básicos dos programas computacionais apresentam valores derivados das características de tráfego próprias do local onde esses programas foram desenvolvidos ou que representam condições genéricas definidas pelos programadores (são os chamados valores *defaults*). Esses valores dificilmente representam cada uma das realidades a ser estudada com os programas. Isto é, os modelos computacionais oferecem valores *default* para seus parâmetros, e aos analistas compete identificar quais os parâmetros que devem ser calibrados para produzir resultados apropriados à realidade. Esta calibração implica um determinado ajuste dos valores dos diferentes parâmetros que influenciam diretamente nos resultados da simulação. Por isso, é importante identificar os parâmetros em cada modelo com maior impacto sobre o resultado da simulação. Se for possível identificar um conjunto limitado de parâmetros para a calibração, este processo será mais eficaz e eficiente.

Estudos de engenharia realizados em diferentes países tentaram identificar parâmetros-chaves utilizados na simulação de diferentes cenários. Dentre esses estudos têm-se os apresentados na Tabela 1. A lista de parâmetros calibrados em cada estudo varia em função da situação estudada e do microsimulador utilizado.

Assim, para contribuir com a indispensável tarefa de calibrar os microsimuladores para utilização em estudos de planejamento e controle da operação do tráfego em vias urbanas e

rodovias, é importante estabelecer um procedimento que permita a identificação dos principais parâmetros a serem considerados em um processo de calibração, que possa ser aplicado a diferentes microssimuladores. Para facilitar esse processo é importante conhecer o conjunto de parâmetros que afeta de forma destacada os resultados da simulação para qualquer situação estudada e, também, identificar a existência ou não de outros grupos de parâmetros que possam variar se o cenário sofrer algum tipo de modificação nas suas características físicas e/ou condições de operação e controle do tráfego.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é definir um procedimento para identificar os parâmetros de um microssimulador que têm impacto destacado nos resultados da simulação e que, portanto, precisam ser incluídos no processo de calibração.

Como objetivos específicos têm-se:

- definir estratégias que permitam identificar o impacto de características diferenciadas da rede e do tráfego a ser modelado sobre a composição do conjunto de parâmetros relevantes para o processo de calibração;
- testar o procedimento proposto no microssimulador Aimsun para o caso de áreas urbanas;
- identificar e testar uma técnica de calibração que seja aplicável para a utilização do microssimulador Aimsun em áreas urbanas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na literatura são encontrados diferentes estudos referentes ao uso e à calibração de microssimuladores para representar a operação do tráfego em situações distintas, que vão desde uma interseção isolada até redes complexas em áreas urbanas e rodovias.

A Tabela 1 reúne alguns dos estudos revisados, especificamente os que foram realizados a partir de 2004. Trabalhos importantes realizados antes de 2004, e já revisados, também serão considerados no desenvolvimento da pesquisa. Por meio da Tabela 1 verifica-se que diferentes microssimuladores foram utilizados, vários cenários foram estudados e que as medidas de desempenho empregadas também variaram entre os estudos. Neste trabalho será utilizado o simulador Aimsun (TSS, 2010) como ferramenta de microssimulação para o teste do procedimento proposto (ver objetivos do trabalho). Este programa trabalha com os modelos de simulação *car-following* e *lane-changing*, e possui diferentes recursos que o tornam apto a representar situações de tráfego das mais diversas. A sua escolha para o presente trabalho deu-se, portanto, por dois fatores: possui condições de representação da operação do tráfego compatíveis com as dos bons programas comerciais disponíveis no mercado; e a Universidade de Brasília possui licença acadêmica para uso do programa.

O modelo *car-following* que o Aimsun utiliza está baseado no modelo de Gipps (1981 e 1986). No Aimsun, os parâmetros do modelo variam em função de diferentes fatores locais, tais como o tipo do motorista, a geometria da seção, a presença de outros veículos em faixas adjacentes, e as características dos veículos. No modelo *lane-changing* a mudança de faixa ocorre, geralmente, de forma obrigatória nos seguintes casos: presença de obstáculos, realização de movimentos de conversão e ultrapassagem. O comportamento dos motoristas nestes casos é complexo; alguns reduzem a velocidade ao observar que um veículo ao lado deseja mudar de faixa, enquanto outros até aceleram para não permitir que este veículo entre a

sua frente. Essas e muitas outras características, como o tempo de reação a uma determinada situação, variam de condutor para condutor e têm impacto direto no desempenho dos veículos.

Tabela 1: Alguns trabalhos revisados que tratam da calibração de microssimuladores

Fonte	O problema	Formulação da solução	Medidas de desempenho	No. Parâmetros calibrados	Cenário estudado	Simulador	Algoritmo solução?
Barcelo and Casas, 2004	Calibração e validação	Verbal	N/D	N/D	Rede interurbana (1800 km de via)	AIMSUN	Não
Ben-Akiva et al., 2004	Calibração inc. escolha de rotas e matriz O/D	Progr. matemático (alg. <i>Box's Complex</i>)	Velocidade, Densidade, Fluxos	3-6	Rodovia e 2 arteriais/298 interseções em uma rede urbana	MITSIMlab	Sim
Kim et al., 2005	Calibração	Algoritmos genéticos	Distribuição do tempo de viagem	6	Arterial Urbana (1 km comprimento)	VISSIM	Sim
Park and Qi, 2005	Calibração	Algoritmos genéticos	Tempo da viagem	2	Uma interseção semaforizada	VISSIM	Sim
Oketch and Carrick, 2005	Calibração inc. matriz O/D e validação	Verbal	Fluxos nos links e de conversão, tempo da viagem, comprimento de filas	N/D	Rede urbana (8 km ² , com 16 interseções)	PARAMICS	Não
Brockfeld et al., 2005	Calibração e validação	Verbal (algoritmo Simplex)	Velocidade	4-15	Uma rodovia (1 km de comprimento)	10 diferentes modelos	Sim (não apresentado)
Turley C., 2007	Calibração	Algoritmos genéticos	Velocidade média - Velocidade	4	13 milhas Rodovia	CORSIM	Sim
Santhanam S. and Park B., 2008	Calibração	Latin Hypercube Design	Tempo da viagem	29	23,5 milhas Rede Rodoviária	VISSIM	Sim
Gao Y. and Rakha H., 2008	Calibração	Método Simplex	Atrasos, Paradas e Consumo de combustível	1	Uma interseção semaforizada entre 2 trechos, cada um com 1 km de extensão	VISSIM-INTEGRATION	Não
Park and Kwak, 2010	Calibração e validação	Latin Hypercube Design	Tempo de viagem - Volume	3	Rede arterial de 4 interseções semaforizadas	TRANSIMS	Não
Dalprá G, 2011	Análise de sensibilidade	-	Velocidade média - Tempo de viagem	5	250 m de via arterial com duas interseções	SimTraffic	Não

Legenda:

N/D = informação não disponibilizada no trabalho revisado

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento da pesquisa prevê a realização das etapas a seguir apresentadas.

- a) **Revisão bibliográfica:** Consiste, inicialmente, na revisão de trabalhos que abordam métodos utilizados para identificação de parâmetros que afetam consideravelmente nos resultados de um processo de simulação de um determinado cenário. Em seguida, são estudadas as técnicas de calibração utilizadas visando identificar as mais adequadas para a calibração dos parâmetros em aplicações dos microssimuladores em áreas urbanas. Finalmente, é realizado um estudo aprofundado dos modelos do programa Aimsun (*car-following* e *lane-changing*), visando identificar todos os parâmetros desses modelos que podem ser alterados durante o processo de calibração.
- b) **Definição do procedimento para identificação dos principais parâmetros:** Com base nos resultados da etapa de revisão bibliográfica, é definido um procedimento para a identificação dos principais parâmetros de um microssimulador para efeito de calibração. O procedimento proposto deve, portanto, permitir a avaliação do impacto da variação dos valores de diferentes parâmetros (os parâmetros calibráveis do programa considerado) sobre algumas medidas de desempenho do tráfego. Assim, tanto a forma de avaliação desse impacto quanto as medidas de desempenho mais apropriadas para esse propósito devem ser claramente definidas. Este procedimento deve incluir mecanismos que permitam avaliar o impacto de diferentes situações estudadas sobre o conjunto de parâmetros a serem calibrados.
- c) **Teste do procedimento proposto**
O procedimento proposto é testado para o microssimulador Aimsun, levando em conta situações específicas de geometria da situação estudada (interseção isolada e rede arterial), de controle do tráfego (com e sem controle semaforizado) e de volume de tráfego

(2 níveis). O procedimento adotado será testado para 12 cenários diferentes (04 para interseções isoladas e 08 em rede). O teste exige, previamente, a identificação e análise das possíveis variações dos parâmetros dos modelos *car-following* e *lane-changing* que o usuário pode alterar durante o processo de calibração.

- d) Identificação e teste de uma técnica de calibração aplicável a áreas urbanas:** Levando em conta a revisão da literatura sobre técnicas de calibração, é selecionado um procedimento aplicável a áreas urbanas. Seu teste é feito por meio da sua utilização para a calibração do Aimsun considerando a representação da operação do tráfego em uma via arterial urbana do Distrito Federal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira etapa da pesquisa está sendo concluída e, no momento, está sendo analisada a lógica de funcionamento do microssimulador Aimsun. A segunda etapa também já foi iniciada. O trabalho tem previsão de término em março de 2013.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brockfeld E., Kühne R. D., and Wagner P., (2005). Calibration and Validation of Microscopic Traffic Flow Models. In: *Proceedings of the 84th TRB Annual Meeting*, Washington, D.C.
- Dalprá G., (2011). *Análise de Sensibilidade do Modelo Simtraffic aos Parâmetros de Caracterização do Perfil dos Motoristas*. Trabalho de Diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil.
- Gao Y., (2008). *Calibration and Comparizon of the VISSIM and INTEGRATION Microscopic Traffic Simulation Models*. Dissertação de Mestrado. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Gipps, P.G. (1981). A Behavioural Car-Following Model for Computer Simulation. *Transportation Research – B*, Vol. 15B(2), pp. 105-111.
- Gipps, P.G. (1986). A Model for the Structure of Lane Changing decisions. *Transportation Research – B*, Vol. 20-B, No.5, pp. 403-414.
- Oketch T., Carrick M., (2005). Calibration and Validation of a Micro – simulation model in Network Analysis. In: *Proceedings of the 84th TRB Annual Meeting*, Washington, D.C.
- Park B. e Qi H., (2005). Development and Evaluation of a Procedure for the Calibration of Simulation Models. *Transportation Research Record*, No. 1934, pp. 208-217.
- Park B. e Kwak J., (2010). Calibration and Validation of TRANSIMS Microsimulator for an Urban Arterial Network. *KSCE Journal of Civil Engineering*, Vol. 15, No 6/ July 2011, pp. 1091-1100.
- PTV - Planun Transport Verkehr AG. (2010). *VISSIM 5.30 User Manual*. Stumpfstraße 1. D-76131 Karlsruhe.
- Santhanam S. e Park B., (2008). *Development of VISSIM Base Model for Northern Virginia (NOVA) Freeway System*. Virginia Department of Transportation (VDOT).
- TSS – Transport Simulation Systems (2010). *Microsimulator and Mesosimulator. Aimsun 6.1 User's Manual*. Barcelona.
- Turley C., (2007). *Calibration Procedure for a Microscopic Traffic Simulation Model*. Disertação de Mestrado. Department of Civil and Environmental Engineering, Brigham Young University.

Rosemary Janneth Llanque Ayala (jannethllanque@yahoo.com.br).

Maria Alice Prudêncio Jacques (mapj@unb.br).

Programa de Pós-Graduação em Transportes – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

Faculdade de Tecnologia – Anexo SG-12, 1º andar – Universidade de Brasília.

Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte 70910-900 Brasília – DF Brasil.