

METODOLOGIA DE CALIBRAÇÃO DOS MODELOS COMPORTAMENTAIS DO MICROSSIMULADOR VISSIM PARA VIAS URBANAS NACIONAIS

Victor Macêdo Lacerda
Manoel Mendonça de Castro Neto
Universidade Federal do Ceará
Departamento de Engenharia de Transportes

RESUMO

A pesquisa de mestrado em desenvolvimento tem como objetivo principal propor uma metodologia de calibração dos modelos comportamentais do microssimulador VISSIM para o tráfego veicular de vias urbanas brasileiras. Serão considerados os três principais modelos que compõem os microssimuladores: *car-following*, mudança de faixa e aceitação de brecha. O estado da arte tem dado menor atenção aos dois últimos e o enfoque dos trabalhos tem sido para o tráfego ininterrupto, principalmente no âmbito nacional. Acredita-se que a metodologia proposta auxiliará o processo de tomada de decisão em intervenções em redes urbanas, aumentando a previsibilidade dos modelos, além de contribuir para o conhecimento científico no que se refere à modelagem microscópica do tráfego veicular urbano.

1. INTRODUÇÃO

A simulação microscópica tem sido cada vez mais utilizada nas últimas décadas para a modelagem do tráfego urbano e rodoviário. Um dos principais microssimuladores disponíveis no mercado, o VISSIM 6.0 (PTV, 2014) possui quatro modelos comportamentais – *car-following*, mudança de faixa, aceitação de brechas e escolha de rotas. O grande desafio da calibração de um microssimulador como o VISSIM está no elevado número de parâmetros e das relações de dependência entre si. O *software* apresenta dois modelos distintos para a lógica de *car-following*, Wiedemann-74 (W74) e Wiedemann-99 (W99), que somados totalizam 13 parâmetros, além de outros nove que não fazem parte dos modelos de Wiedemann. Somando-se ainda aos submodelos de mudança de faixa, aceitação de brechas, escolha de rota e os parâmetros referentes ao desempenho veicular e às características das vias, o número de parâmetros cresce consideravelmente, o que requer uma boa estratégia de calibração para que o microssimulador represente bem a realidade em análise.

Diante dessa problemática, diversas questões encontram-se passíveis de verificação, as quais revelam diversas lacunas acerca da modelagem do tráfego urbano no software VISSIM. As principais questões que motivaram a pesquisa foram: Qual versão do modelo de *car-following* é mais adequada para a modelagem de vias urbanas: W74 ou W99? Quais os benefícios trazidos na utilização do W99 para tráfego urbano em detrimento do W74? Quais parâmetros exercem impacto significativo nas medidas de desempenho velocidade média em vias e atraso médio em interseções? Quais parâmetros, de cada submodelo, devem ser calibrados? Quais blocos de parâmetros devem ser calibrados simultaneamente e quais parâmetros devem ser calibrados de forma isolada? Qual medida-alvo deve ser utilizada para cada bloco de parâmetros?

2. OBJETIVOS

Diante do exposto, esta pesquisa de dissertação de mestrado tem como objetivo principal propor uma metodologia de calibração dos submodelos do VISSIM para o tráfego veicular urbano de redes reticuladas, como as encontradas na cidade de Fortaleza, Brasil. Alguns objetivos específicos se fazem necessários, sendo eles: 1) Compreender o efeito de cada parâmetro na modelagem das medidas de desempenho e definir limites para os valores desses parâmetros; 2) Classificar os parâmetros em blocos e identificar quais já foram calibrados em estudos similares, quais podem ser obtidos de coletas de campo e quais precisam ser

calibrados com base numa medida-alvo; 3) Definir estratégias de calibração adequada para cada bloco de parâmetros e; 4) Calibrar e validar uma rede piloto como estudo de caso de uma malha viária urbana brasileira;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão da literatura é focada inicialmente nos três principais modelos do microssimulador VISSIM: *car-following*, mudança de faixa e aceitação de brechas. Com relação ao *car-following*, o VISSIM exige que o usuário escolha o modelo W74, composto por três parâmetros ou o modelo W99, composto por dez parâmetros. O manual indica que o W74 seja utilizado para o tráfego urbano e que o W99 seja empregado na modelagem do tráfego rodoviário, porém, nem o documento e nem a literatura trazem justificativas para tal recomendação. Além dos parâmetros dos modelos de Wiedemann, a lógica de *car-following* do *software* fornece outros nove parâmetros, como exemplo, os parâmetros de *Look ahead distance*, que ditam a distância mínima e máxima que o condutor pode observar à frente. Não é encontrado na literatura estudos que mostram a possível contribuição trazida pela utilização do modelo W99 para o tráfego urbano em relação ao W74, embora existam trabalhos em que o W99 é utilizado para o tráfego urbano (Cunto e Sacommano, 2008; Jie *et al*, 2013). Além disso, pouca atenção tem se dado à calibração dos demais nove parâmetros de *following*, como também aos seus impactos nas medidas de desempenho.

O modelo de mudança de faixa do VISSIM engloba 21 parâmetros, sendo os principais àqueles relacionados aos conectores dos *links*, sendo eles a *Emergency stop distance*, consistindo na distância mínima ao conector que o condutor para caso não consiga efetuar a mudança de faixa previamente, e a *Lane change distance*, sendo definida pela distância ao conector na qual o condutor torna-se consciente da mudança de faixa. Quanto menores forem essas distâncias, mais agressivos serão os condutores para realizarem a mudança de faixa.

O VISSIM utiliza padrões de desaceleração (desejadas e máximas) tanto para o veículo que deseja mudar de faixa, quanto para o veículo da faixa adjacente que supostamente permitirá a mudança. Estes padrões de desaceleração variam de acordo com a distância em que o condutor se encontra da *Emergency stop distance*. O principal fator que permite a mudança de faixa está relacionado aos parâmetros de aceitação de brecha, levando em consideração, por exemplo, a distância de segurança dos modelos de WIEDEMANN.

O submodelo de aceitação de brechas para modelagem de interseções não-sematizadas pode ser escolhido de duas formas distintas: regras de prioridade e áreas de conflitos. A primeira utiliza uma modificação do parâmetro clássico de brecha crítica (que por *default* é de 3,0s), e a segunda utiliza parâmetros mais refinados com intuito de modelar as interações nestes tipos de interseções de forma mais realista, como por exemplo, permitindo graus de colaboração dos veículos da via principal para a aceitação das brechas.

Todos esses submodelos exercem influência entre si, podendo-se citar como exemplo o espaçamento mínimo para o veículo líder necessário para realizar a mudança de faixa, que é influenciado pela distância mínima definida pelo modelo de *car-following*. Algumas dessas influências foram abordadas por Kim e Mahmassami (2011), porém, pouca atenção tem sido dada na literatura para avaliar e compreender a forma que estes submodelos interferem entre si. Levando em consideração os demais parâmetros do microssimulador como as distribuições de aceleração/desaceleração, por exemplo, o efeito desses parâmetros torna-se algo ainda mais

complexo de se compreender, o que tem sido subexplorado pelo estado da arte.

No Brasil, os estudos de calibração de redes reais tratam predominantemente do tráfego rodoviário (Caleffi *et al*, 2012 e Bessa Jr. *et al*, 2013). A literatura internacional têm abordado a calibração do microssimulador de formas distintas, utilizando medidas-alvo desagregadas (Brackstone e McDonald, 2000, Jie *et al*, 2013), e agregadas de variáveis macroscópicas (Hourdakis, 2003, Menneni *et al*, 2008 e Hollander e Liu, 2008). Alguns trabalhos utilizaram o modelo W74, porém, com objetivos e metodologias distintas, com destaque para os trabalhos de Park e Schneeberger (2003), que calibraram somente o parâmetro ax , de Kim *et al* (2005) que utilizaram estatística não-paramétrica e algoritmo genético (AG), Parq e Qi (2005) que utilizaram AG e regressão linear e Asamer *et al* (2013), que fizeram a simplificação $bx_{add} = bx_{mult}$ na calibração.

Diante de todas essas lacunas é notável perceber a ausência de uma metodologia que englobe todos esses questionamentos sobre quais são os impactos dos parâmetros de cada submodelo, que medidas-alvo devem ser utilizadas, de que forma os dados devem estar dispostos (agregados ou desagregados) e qual a melhor estratégia de calibração, em se tratando do tráfego urbano. Muitos autores têm utilizado calibração com busca automatizada dos parâmetros, como AG, o que é bastante questionável, já que tais métodos "desconhecem" o fenômeno que se busca modelar, podendo-se resultar em valores de parâmetros inconsistentes com a realidade.

4. PROPOSTA METODOLÓGICA

Para que os objetivos dessa pesquisa sejam atingidos, a metodologia proposta é constituída por duas fases e suas respectivas etapas. A primeira fase é a de *Pré-calibração*, na qual os principais objetivos são compreender o significado e a relevância dos parâmetros, classificá-los em blocos e definir quais serão calibrados. Essa fase divide-se em duas etapas, descritas a seguir.

A primeira é a *Análise e classificação dos parâmetros*, na qual os parâmetros serão classificados de forma a se distinguir quais já foram calibrados em estudos similares, quais podem ser obtidos em campo e quais precisam ser calibrados, ou seja, ajustados segundo a minimização das diferenças entre os valores simulados e observados de uma medida-alvo. Por fim, os parâmetros que precisam ser calibrados serão agrupados em blocos de acordo com os efeitos que eles exercem na modelagem do tráfego. A etapa seguinte é a *Avaliação dos efeitos dos parâmetros em redes hipotéticas*, onde serão criadas redes para auxiliar na compreensão de como os parâmetros interferem nas medidas de desempenho. As redes serão específicas para cada classe de parâmetro, podendo ser interseções isoladas, vias com apenas uma faixa de tráfego ou ainda redes com interseções apenas não-semaforizadas ou apenas semaforizadas.

A segunda fase é denominada de *Calibração*, cujo principal objetivo é consolidar a metodologia proposta de calibração do microssimulador e aplicá-la em uma malha viária urbana da cidade de Fortaleza. Ainda nessa fase, a metodologia proposta será comparada com um processo de calibração automatizado e simultâneo, como AG, por exemplo.

A primeira etapa da fase de calibração é a *Definição da área de estudo*, na qual será definida a malha viária a ser simulada. A principal proposta é de uma rede que tenha passado por alguma intervenção recentemente, como alteração de circulação ou inclusão de faixas exclusivas, e que permita a obtenção dos dados dos cenários antes e depois (atual). A segunda etapa é a de *Planejamento e coleta dos dados*, onde serão definidos os dados de entrada, as medidas-alvo para

calibração e validação e as medidas de desempenho a serem coletadas em campo. Para cada variável, serão definidos o tamanho da amostra, a agregação e a cobertura espacial e temporal, e o método de coleta. Dando continuidade, a terceira etapa é a de *Codificação da rede e simulação com parâmetros default*, que compreende a codificação da rede no microssimulador VISSIM e a simulação com parâmetros com valores *default*, que tem como principal objetivo permitir uma análise do quão representativos são os valores *default* dos parâmetros dos modelos. Em seguida, tem-se a etapa de *Calibração e Validação dos modelos*, onde o principal objetivo é consolidar o método de calibração adotado e implementar o mesmo em um estudo de caso. A consolidação dessa metodologia dará embasamento para a etapa de validação dos modelos, possibilitando, assim, a análise de cenários futuros de intervenção na rede viária escolhida. Por fim, na quinta etapa tem-se a *Avaliação da metodologia proposta*, que será embasada na comparação da calibração proposta com a realizada exclusivamente por um método de busca automatizada, no qual todos os parâmetros escolhidos serão calibrados simultaneamente, utilizando-se as medidas de desempenho velocidade média nas vias e atraso médio nas interseções como medidas-alvo.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O andamento da pesquisa encontra-se na exploração dos modelos de mudança de faixa, especificamente na compreensão dos parâmetros e análises em redes hipotéticas. A partir da compreensão desses parâmetros e dos parâmetros de aceitação de brecha, será realizada a etapa de planejamento e coleta de dados. A metodologia proposta já foi aplicada para os modelos de *car-following*, tanto para os modelos de Wiedemann quanto para os demais nove parâmetros do *car-following*, o que já possibilitou identificar qual o ganho trazido na modelagem com o W99 em detrimento do W74, como os outros nove parâmetros afetam as medidas de desempenho e quais parâmetros de *following* deverão ser calibrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamer, J., van Zuylen, H.J. e Helmann, B. (2013) *Calibrating car-following parameters for snowy road conditions in the microscopic traffic simulator VISSIM*. IET Int. Transp. Systems, Vol. 7, n. 1, p. 114-121.
- Bessa Jr., J. E., Posterlly, M. C. e Setti, J. R. (2013) *Estimativas da porcentagem do tempo viajando em pelotões baseados em dados coletados em campo*. Anais do XXVII Congresso ANPET, Belém-PA.
- Brackstone, M e McDonald, M. (2000) Car-following: A Historical Review. *Transportation Research Part F*. 2(4), p. 181-196
- Caleffi, F., Moisan, Y., Cybis, H.B.B., Michel, F. e Hirsch, F. (2012). Simulação de alternativas operacionais de um segmento especial de autoestrada através do software Vissim. *Anais do XXVI Congresso ANPET*, Joinville.
- Cunto, F. e F.F.Saccomanno (2008). Calibration and validation of simulated vehicle safety performance at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*, n. 40, p. 1171-1179.
- Jie, L., Zuylen, H. V., Chen, Y., viti, F., Wilmink, I. (2013) Calibration of a microscopic simulation model for emission calculation. *Transportation Research Part C*, no. 31, p. 172-184.
- Kim, S-J, W. Kim, L.R. Rillet (2005). Calibration of Microsimulation Models Using Nonparametric Statistical Techniques. *Transportation Research Record*, n. 1935, p.111-119.
- Kim, J. e Mahmassami, H. S (2011), Correlated Parameters in Driving Behavior Models. *Transportation Research Record*, n. 2249, p 62-77
- Menneni, S.; Sun, C. e Vortisch, P. (2008) Microsimulation Calibration Using Speed-Flow Relationships. *Transportation Research Record*, n. 2088, p. 1-9.
- Park, B. B. e J. D. Schneeberger (2003) Microscopic Simulation model calibration and Validation. Case Study of VISSIM Simulation Model for a Coordinated Actuated Signal System. *Transportation Research Record*, n. 1856, p. 185-192.
- Park, B. B. e H. M Qi. (2005). Development and Evaluation of a Procedure for the Calibration of Simulation Models *Transportation Research Record*, no. 1934, p. 208-217.
- PTV (2015) VISSIM 6.0. Manual do Usuário. Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe, Germany.

Victor Macedo Lacerda (victor.macedo.ufc@gmail.com)

Manoel Mendonça de Castro Neto (manoel@det.ufc.br)

Departamento de Engenharia de Transportes, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará