

# MICROSSIMULAÇÃO PARA ANÁLISE DE PROJEÇÃO DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO NO ENTORNO DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

**Gabriel Mesquita Figueiredo Souza**

[gabrielsouza95@yahoo.com.br](mailto:gabrielsouza95@yahoo.com.br)

**Paulo Guilherme de Carvalho**

[paulogcarvalho@gmail.com](mailto:paulogcarvalho@gmail.com)

**Kaique Osório Alves Neto Silva**

[koanto@hotmail.com](mailto:koanto@hotmail.com)

**Renato da Silva Lima**

[rslima74@gmail.com](mailto:rslima74@gmail.com)



*O objetivo deste trabalho é estudar os impactos gerados por projeções de aumento do tráfego no entorno do campus de uma Instituição de Ensino Superior (IES), utilizando a microssimulação de tráfego. Considerando a IES como um Polo Gerador de Viagens (PGV), foram analisadas duas interseções na avenida de acesso ao campus, que liga o mesmo ao centro da cidade e a outros estabelecimentos. Foram realizadas contagens de tráfego por meio de filmagens, e depois modelado e simulado no software Vissim<sup>®</sup>. A calibração do modelo foi realizada de forma criteriosa, analisando o comportamento dos motoristas no sistema viário. Foram elaborados dois cenários de projeção de aumento do tráfego veicular, sendo um a curto prazo e outro a médio prazo. O estudo indicou que a projeção de aumento do tráfego provoca o surgimento de congestionamentos e o aumento no*

*tempo de viagem gasto pelos veículos em uma das interseções, porém não impactando a outra interseção.*

*Palavras-chave: Polo Gerador de Viagens (PGV), instituição de ensino superior (IES), microsimulação de tráfego*

## 1. Introdução

As cidades são organismos dinâmicos e em constante transformação, com notórias alterações ao longo do tempo, sendo o transporte um elemento chave nessas transformações (KNEIB e SILVA e PORTUGAL, 2010). No Brasil, principalmente a partir do ano de 1980, a estrutura espacial urbana sofre uma grande transformação, passando de um centro para uma rede composta por centro e subcentros, encetando uma nova abordagem relativa ao espaço urbano (KNEIB, 2008). Nessa época grandes empreendimentos entraram em operação, conferindo impactos negativos oriundos do aumento na geração de viagens o que culminou na necessidade de se estudar e avaliar os impactos gerados por tais empreendimentos, então chamados de Polos Geradores de Tráfego (KNEIB e SILVA e PORTUGAL, 2010).

Neste mesmo contexto de crescimento urbano, verifica-se também que historicamente o transporte se mostra como um elemento de indução para o desenvolvimento e crescimento de uma região, algo que pode ser observado em diferentes cidades, como as que se desenvolveram em torno de portos e estações ferroviárias, gerando comércio e emprego no local (CAMPOS, 2013). Também deve-se destacar o poder de atratividade de algumas atividades urbanas para com a geração de viagens, sendo estas capazes de impactar desde a circulação de pessoas e veículos até a outros elementos do espaço urbano (PORTUGAL et al., 2012).

Na cidade de Itajubá – MG o cenário de crescimento urbano e da frota veicular também foi constatado ao longo dos anos, sendo que em 2005 a cidade possuía uma frota de 21.367 veículos, enquanto em 2016 a frota veicular era de 45.687 veículos, representando um aumento de 214 % (IBGE, 2017). Porém, como muitas cidades interioranas do Brasil, Itajubá vivenciou a falta de planejamento urbano e de transportes durante seu crescimento urbano, o que somado a parte de uma estrutura viária antiga com limitações nas dimensões das vias, acarreta no aumento do tempo gasto nos deslocamentos diários.

Localiza-se também na cidade de Itajubá, o campus da Universidade Federal de Itajubá –

UNIFEI, local este que atrai um grande número de viagens diárias. De acordo com Parra (2006) as universidades podem ser consideradas como pólos geradores de viagens – PGV's, impactando o interior e o exterior do campus universitário. Segundo Grando (1986), os PGV's são empreendimentos que, mediante a oferta de bens e/ou serviços, produzem ou atraem um grande número de viagens e, conseqüentemente, produzem reflexos na circulação do tráfego no entorno, tanto em termos de acessibilidade e fluidez do tráfego, muitas vezes gerando reflexos em toda região, quanto em termos de segurança de veículos e pedestres. Assim, o incremento de tráfego gerado pelo PGV somado ao existente na região, sem um estudo prévio da situação viária pode interferir no desempenho do tráfego veicular, causando efeitos tanto no entorno quanto na área de influência (TOLFO e PORTUGAL, 2006).

Diante desta conjuntura de crescimento observada em Itajubá, concomitante ao aumento no número de cursos ofertados no campus da UNIFEI, que segundo a universidade era de 9 cursos em 2000 e atualmente é de 25, traça-se o objetivo deste trabalho. Tal objetivo é utilizar a microssimulação de tráfego através do software Vissim ® para analisar a projeção de aumento do tráfego e comparar com o cenário atual, objetivando verificar o surgimento de filas e o aumento no tempo gasto nas viagens em duas interseções no entorno do campus. Espera-se com este trabalho verificar os impactos na circulação de veículos no entorno do campus mediante a elaboração de cenários futuros através de dados relativos ao aumento da frota veicular.

## 2. Microssimulação de Tráfego

O propósito principal da simulação é representar ou modelar o comportamento próprio e as interações dos elementos de um sistema, permitindo realizar uma avaliação prévia do seu desempenho e quantificar os efeitos de várias mudanças no sistema (PORTUGAL, 2005). Segundo Hallmann (2011), a melhor opção para lidar com a complexidade do sistema de transporte é a simulação computacional, existindo uma ampla variedade de *softwares* no mercado. Outro aspecto tratado por Richardson (1983) é o de que a demanda dos sistemas de tráfego flutua no tempo, sendo que em modelos de simulação computacional, uma alteração na taxa de fluxo pode ser simplesmente programada como um evento futuro e, naquele instante, a

taxa de fluxo médio mudará.

Neste trabalho as simulações foram realizadas utilizando o *software* Vissim®, um simulador microscópico amplamente utilizado no meio acadêmico e profissional, dada à facilidade de elaboração e entendimento dos fenômenos ocorridos, sendo capaz de representar qualquer alternativa realista de um sistema de tráfego (NERIS, 2014). Já Barceló (2010) afirma que o Vissim® é um simulador de tráfego microscópico, que se baseia nos múltiplos comportamentos dos motoristas no tráfego, analisando e otimizando os fluxos de tráfego, ofertando uma variedade de aplicações às vias urbanas e rodoviárias.

Como todo modelo de microsimulação, o sucesso com os dados obtidos depende da validade do modelo (PARK e QI, 2006). Segundo Woody (2006) a calibração do sistema envolve a investigação e modificação de parâmetros com base nas premissas do modelo, sendo que o volume de veículos, a escolha da rota, o controle do tráfego, a velocidade da rede, a geometria da via são os parâmetros mais importantes a serem investigados durante a calibração do sistema.

Um microsimulador de tráfego apresenta diversos parâmetros comportamentais em seus modelos, porém tais parâmetros podem ser difíceis de serem analisados em campo. Desta forma um simulador apresenta valores *default* que devem ser revisados para garantir que sejam representativos dos dados locais da frota de veículos, especialmente para *softwares* de simulação desenvolvidos em outros países (DOWLING et al., 2004). Segundo Hollander e Liu (2008) caso a calibração dos parâmetros ocorra de forma manual, é imprescindível que se tenham poucos parâmetros.

### 3. Calibração do modelo computacional

No Vissim®, a calibração pode ser feita variando parâmetros de quatro modelos: o modelo de *carfollowing*; o modelo de mudança de faixa (*lane-change*); o modelo de aceitação de brechas (*gap-acceptance*); e o modelo de escolha de rotas (*vehicle routes*) (BETHONICO e PIVA e SETTI, 2016). Para este trabalho, a coleta de dados para a adequação destes quatro parâmetros de calibração foi feita de forma visual em campo, sendo que os dados coletados correspondem à interseção de maior conflito atualmente.

De acordo com a PTV (2015) o modelo Wiedemann 74 é o modelo mais adequado para o tráfego urbano. O modelo Wiedemann 74 possui três parâmetros que buscam ajustar a distância de segurança entre veículos.

- *Average standstill distance*: Distância desejada entre o veículo líder e o veículo seguidor à velocidade de 0 km/h;
- *Additive part of safety distance*: Fator aditivo para a distância de segurança;
- *Multiplicated par of safety distance*: Fator multiplicativo para a distância de segurança.

Nas simulações realizadas foi verificado que os valores *default* propostos pelo *software* não condizem com a realidade encontrada, desta forma foi alterado o parâmetro para se adequar com as premissas do modelo. A Tabela 1 apresenta os parâmetros de *car following* que foram modificados, e seus respectivos valores de *default*.

Tabela 1- Parâmetros de *car following* que foram modificados

	<i>Default</i>	Modificados
<i>Average standstill distance</i>	2,00 metros	0,50 metros
<i>Additive part of safety distance</i>	2,00	1,00
<i>Multiplicated par of safety distance</i>	3,00	1,00

Fonte: Autoria própria

A Avenida BPS, que fornece o acesso à universidade e todo o sistema viário no entorno da UNIFEI é composta de uma única faixa de rolamento, desta forma os parâmetros de troca de faixa não foram alterados, conservando os valores *default* propostos pelo Vissim ®. Porém, é observado na situação real que os veículos apresentam um comportamento que difere do proposto pelo *software* com relação à distância lateral mantida entre os veículos enquanto trafegam e durante as ultrapassagens.

No modelo apresentado neste trabalho, foi permitida a ultrapassagem pela direita e os valores modificados com o intuito de representar a agressividade dos condutores durante as

ultrapassagens de veículos na lateral. A Tabela 2 apresenta os parâmetros de *minimum lateral distance* que foram modificados, e seus respectivos valores de *default*.

Tabela 2 - Parâmetros de *minimum lateral distance* que foram modificados

	<i>Default</i>	Modificados
<i>Distance driving</i>	0,20 metros	0,15 metros
<i>Distance standing</i>	1,00 metros	0,50 metros

Fonte: Autoria Própria

Para o modelo em estudo, as regras de prioridade e a definição dos movimentos com prioridade nas áreas de conflito foram aplicadas de acordo com as regras de trânsito local, onde os veículos que trafegam pela Avenida BPS têm preferência sobre os veículos que estão nas ruas adjacentes.

Com relação à brecha adotada, Jacobsen e Cybis (2011) afirmam que a metodologia para a coleta destes dados pode ocorrer de forma manual, onde os pesquisadores observam as filmagens da interseção e anotam os tempos que ocorrem os eventos. Dessa forma os parâmetros *default* de aceitação de brechas foram alterados após a visualização e medição das filmagens realizadas nas interseções. A Tabela 3 traz os parâmetros alterados de *priority rules* e os valores *default* propostos pelo *software*.

Tabela 3 - Parâmetros de *priority rules* que foram modificados

	<i>Default</i>	Modificados
<i>Minimum Gap Time</i>	3,00 segundos	2,00 segundos
<i>Minimum Headway</i>	5,00 metros	3,00 metros
<i>Maximum Speed</i>	180,00 km/h	50,00 km/h

Fonte: Autoria própria

A função de *vehicle routes* permite ao usuário do Vissim ® alocar as rotas realizadas pelos veículos dentro do sistema de vias desenvolvido no *software*, possibilitando também a decisão de quais classes e qual o número de veículos irá realizar determinada rota. As rotas neste

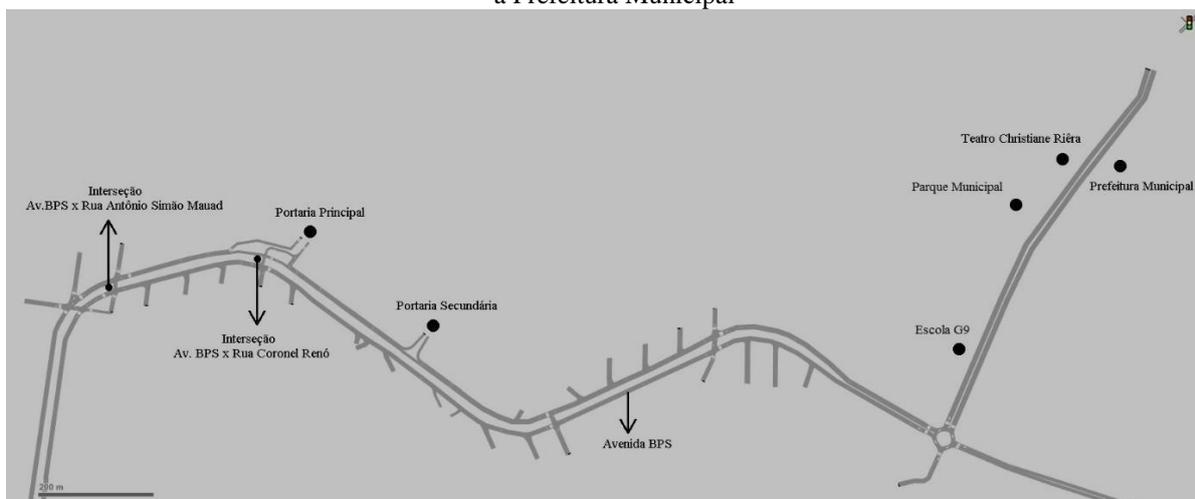
trabalho foram estabelecidas permitindo aos veículos da microssimulação a realização dos mesmos movimentos e conversões permitidos aos usuários das interseções de estudo.

#### 4. O entorno do campus da UNIFEI

O campus da UNIFEI é servido com duas portarias, sendo uma principal onde é proibida a entrada de caminhões e ônibus, e uma secundária liberada para o tráfego de todos os tipos de veículos, sendo que na portaria principal se concentra a quase totalidade do fluxo de veículos. O acesso a ambas as portarias se dá pela Avenida BPS, a qual representa um dos maiores eixos de ligação da cidade de Itajubá, interligando o centro da cidade a região norte (Figura 1), permitindo acesso à UNIFEI, à prefeitura e ao teatro da cidade, o que faz desta, uma das vias de maior fluxo veicular do município.

Merece destaque também o crescimento da região próxima à Prefeitura de Itajubá, na qual atualmente apresenta a construção de novos loteamentos e a inauguração de uma escola e um parque municipal. Tais empreendimentos servem como atrativos na geração de viagens e vem a somar com o tráfego pela Avenida BPS, corroborando para a importância de se elaborar um estudo de previsão do fluxo veicular a fim de auxiliar no planejamento urbano e de transportes.

Figura 1 - Interligação da Avenida BPS com as portarias do campus da UNIFEI, com o teatro Christiane Riêra e a Prefeitura Municipal



A Avenida BPS é caracterizada como uma via arterial (CTB, 1997), de mão única e na quase totalidade composta de uma única faixa de rolamento devido à disponibilidade de estacionamentos na via, sendo composta de duas pistas de tráfego separadas de forma física pelo Ribeirão José Pereira, cada qual com 7,00 m de largura. A avenida possui 2,7 km de extensão, sendo entrecortada por 10 pontes, todas de mão dupla, com exceção da ponte que permite o acesso de veículos a portaria principal da UNIFEI.

As interseções entre a Avenida BPS e a Rua Antônio Simão Mauad (Figura 2) e entre a Avenida BPS e a Rua Coronel Renó (Figura 3) ocorrem em pontes, sendo a última a que permite acesso à portaria principal da UNIFEI. Ambas são objeto de estudo deste trabalho pois se localizam no entorno do campus da universidade e conforme constatação visual, são as duas interseções mais conflituosas ao longo de toda extensão da Avenida BPS.

Figura 2 - Interseção entre a Avenida BPS e a Rua Antônio Simão Mauad

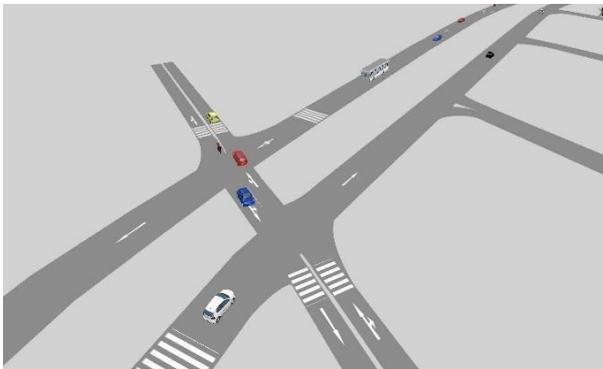
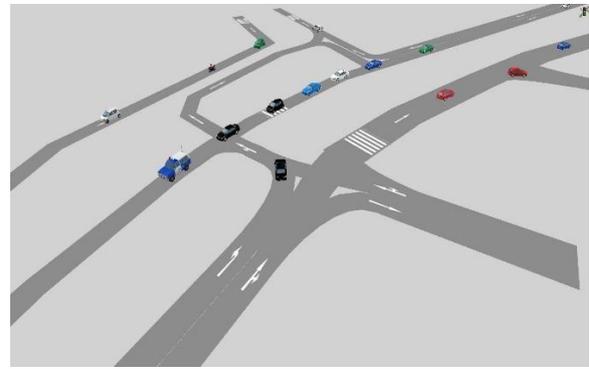


Figura 3 - Interseção entre a Avenida BPS e a Rua Coronel Renó



## 5. Simulação Computacional

A avaliação de um cenário futuro para o aumento do tráfego e a comparação deste com a realidade encontrada atualmente em duas interseções no entorno do campus da UNIFEI dispôs dos passos apresentados a seguir:

- Análise da situação atual do problema, verificando os locais e as horas de maior conflito veicular a fim de formular o modelo conceitual;

- Realização de filmagens nos cruzamentos e posterior contagem volumétrica;
- Desenvolvimento da rede de simulação do campus da UNIFEI no *software* Vissim ®;
- Calibração da rede e verificação da mesma com o cenário atual;
- Coleta de dados do *software* Vissim ® referentes ao cenário vivenciado atualmente;
- Definição e elaboração de cenários futuros, com projeção de aumento do tráfego veicular;
- Avaliação dos dados referentes aos impactos decorrentes do aumento do tráfego e comparação com o modelo atual.

### **5.1 Coleta de dados e desenvolvimento da rede de tráfego**

Os dados veiculares simulados no *software* Vissim ® foram adquiridos a partir da realização de contagens volumétricas realizada nos três horários em que se é verificado o maior fluxo de veículos no entorno do campus da UNIFEI, o pico da manhã entre 11:30 e 12:30, o pico da tarde entre 13:00 e 14:00 e o pico da noite entre 18:00 e 19:30, sendo que foi tomada a precaução de realizar as contagens em dias típicos (terça, quarta e quinta-feira). As contagens foram subdivididas em intervalos de 15 minutos e os veículos separados por classes.

### **5.2. Projeção de aumento do tráfego**

O IBGE (2017) traz uma série histórica da frota veicular no município de Itajubá, que neste estudo é analisada dos anos de 2010 a 2016. Através destes dados elaborou-se a série histórica da frota veicular no município de Itajubá e traçou a linha de tendência exponencial proposto pelo DNIT (2006). Desta forma, determinou-se o crescimento em porcentagem da frota veicular para um cenário de curto prazo, ano de 2018 e para um cenário de médio prazo, ano de 2021, obtendo os valores de 15% e 35% respectivamente.

## **6. Análise dos cenários gerados**

As Tabelas 4 e 5 apresentam os dados obtidos a partir da realização das microssimulações para cada interseção, tomando a média dos três dias e considerando o cenário atual, o cenário

a curto prazo (Cenário 1) e o cenário a médio prazo (Cenário 2).

Tabela 4 - Dados médios obtidos para a interseção entre a Avenida BPS e a Rua Coronel Renó

Cenário	Fila Média (veículos)	Nível de Serviço	Atraso nas viagens dos veículos (segundos)	Número Médio de Veículos Parados para cada Veículo
Cenário Atual	0,15	A	-1,00	0,04
Cenário 1	0,21	A	-1,03	0,05
Cenário 2	0,41	A	-0,68	0,06

Tabela 5 - Dados médios obtidos para a interseção entre a Avenida BPS e a Rua Antônio Simão Mauad

Cenário	Fila Média (veículos)	Nível de Serviço	Atraso nas viagens dos veículos (segundos)	Número Médio de Veículos Parados para cada Veículo
Cenário Atual	0,54	A	5,01	0,36
Cenário 1	2,78	B	10,37	0,58
Cenário 2	4,57	C	15,32	0,86

Conforme apresentado na Tabela 4, ao se analisar os cenários para a interseção entre a Avenida BPS e a Rua Coronel Renó, que como citado corresponde ao cruzamento da portaria principal do campus, percebeu-se que a projeção de aumento do tráfego não acarretou maiores problemas quanto à circulação de veículos. Isso pôde ser comprovado pela permanência do nível de serviço "A", pela pouca alteração na formação de filas e pelo baixo aumento no atraso das viagens realizadas. Uma das explicações para tal fato remete a obras de sinalização horizontal que foram

realizadas nas vias que compõem a interseção, promovendo a canalização e o correto direcionamento do trânsito. Vale também ressaltar que o menor número de conversões permitidas aos motoristas, somado ao fato da ponte ser de mão única, faz do cruzamento uma área menos conflituosa para os veículos.

Já a Tabela 5 demonstrou que o cenário de aumento do tráfego remeteu a problemas maiores no trânsito de veículos pelo cruzamento entre a Avenida BPS e a Rua Antônio Simão Mauad. Uma das comprovações de tal afirmação se dá ao fato da diminuição do nível de serviço para os cenários futuros, notado na passagem para o nível "B" para o cenário 1 e chegando ao nível "C" para o cenário 2. O nível de serviço é um parâmetro retirado do Vissim<sup>®</sup> e de acordo com a PTV (2015) baseado no *Highway Capacity Manual* (HCM) que demonstra o atraso médio dos veículos para a realização de um movimento através da classificação de "A" a "F", sendo "A" o melhor cenário. Desta forma, a queda para o nível "C" no cenário 2 comprovou que em um cenário de projeção, o impacto negativo na circulação dos veículos é visualizado.

Ao analisarmos também os valores de fila média para os cenários 1 e 2, os quais foram maiores que um (>1), teve-se a comprovação que a perspectiva de projeção de aumento da frota veicular irá remeter em média, a presença de congestionamentos o tempo todo na interseção. Além disso, o valor de 0,86 adquirido para o cenário 2 com relação ao número médio de veículos parados, remete ao fato de que teremos para cada veículo que trafega pelo cruzamento aproximadamente um veículo parado, o que representa um valor bastante expressivo em termos negativos ao usuário do sistema viário.

Por fim, foi comparado o cenário atual com o cenário 1 e 2 em termos de fila média e atraso na realização das viagens, o que é apresentado em valores percentuais na Tabela 6.

Tabela 6 - Comparativo dos cenários para a interseção entre a Avenida BPS e a Rua Antônio Simão Mauad

Comparação	Aumento da Fila Média	Aumento do atraso nas viagens realizadas (%)
Cenário Atual – Cenário 1	515 %	207 %

Cenário Atual – Cenário 2	846%	306%
---------------------------	------	------

Fonte: Autoria própria

Da Tabela 6, conclui-se o agravamento dos conflitos veiculares na interseção, sendo que os motivos podem ser explicados pelo fato da interseção neste ponto ocorrer em uma ponte de mão dupla e com dimensões estreitas de vias, além da permissão de um grande número de conversões na interseção e o fato da ponte servir como retorno para quem sai do campus da UNIFEI e pretende pegar a Avenida BPS sentido norte.

## 7. Conclusões

A análise dos impactos de PGV's na mobilidade em áreas urbanas se molda como um estudo de fundamental importância para as melhorias na circulação dos veículos e para o planejamento do sistema de transporte. Observa-se a necessidade de se coletar cada vez mais variáveis que influem sobre o sistema, possibilitando retratar com maior fidelidade a realidade encontrada nas áreas de influência, bem como, desenvolver modelos de previsão de aumento de tráfego.

Através disso, a coleta e observação do comportamento dos veículos que trafegam sobre a via, bem como o levantamento das características das vias fornece apoio para uma boa revisão sobre a calibração do modelo de simulação, conseguindo desta forma uma modelagem fiel à verificada no ambiente real. Através das filmagens realizadas nas interseções e observação do comportamento desenvolvido pelos motoristas enquanto trafegam pelas vias, foi possível realizar a modelagem computacional com o cenário real, situação atual no entorno do campus da UNIFEI.

De acordo com a perspectiva de crescimento da frota veicular apontada pelo IBGE (2016) concomitante ao aumento de alunos e funcionários do campus da UNIFEI e ao desenvolvimento crescente da região da Prefeitura Municipal, verificou-se que poderá ocorrer um aumento dos conflitos veiculares no cruzamento entre a Avenida BPS e a Rua Antônio Simão Mauad. Para esta interseção, a projeção dos cenários de aumento veicular apontou para o surgimento de congestionamentos, aumento no tempo gasto para realizar as conversões, e consequente diminuição do nível de serviço da via.

Portanto, verifica-se a importância de se realizar estudos de planejamento de transportes, buscando elaborar possíveis soluções para os problemas a serem enfrentados futuramente, como os apresentados neste trabalho. Nesse sentido Schiavon e Barbosa (2012) defendem o uso de moderação de tráfego nas áreas universitárias, incentivando o uso de bicicletas e outros meios e desestimulando o uso de automóveis para acesso a esses locais, garantindo a vitalidade destes espaços.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

### Referências

BARCELÓ, J. (2012). **Fundamentals of Traffic Simulation**. International Series in Operations Research & Management Science, New York, Ed. Springer.

BETHONICO, F. C., PIVA, F. J., SETTI, J. R. (2016). **Calibração de Microsimuladores de Tráfego através de Medidas Macroscópicas**. 12 p. Anais do XXX Congresso da ANPET, Rio de Janeiro, RJ.

CAMPOS, V. B. G. (2013). **Planejamento de transportes: conceitos e modelos**. 1. ed. Rio de Janeiro, Ed. Interciência.

CTB. (1997). **Código de Trânsito Brasileiro**. Lei N° 9.503, de 23 de setembro de 1997.

DNIT. (2006). **Manual de estudos de tráfego**. 384 p. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Rio de Janeiro, RJ.

DOWLING, R., SKABARDONIS, A., ALEXIADIS, V. (2004). **Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software**. MacLean, VA, USA.

GRANDO, L. (1986). **A interferência dos Pólos Geradores de Viagens no sistema viário: análise e contribuição metodológica para shopping centers**. Tese de Mestrado, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

HALLMANN, H. V. (2011). **Comparação entre Softwares Simuladores de Trânsito**. Trabalho de Graduação do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

HOLLANDER, Y., LIU, R. (2008). **The Principles of Calibrating Microsimulation Models**. *Transportation*, Vol. 35, No. 3, p. 347-362.

IBGE. (2017). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3132404>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2017.

- JACOBSEN, A. C., CYBIS, H. B. B. (2011). **Microsimulação da travessia de pedestres: coleta de dados para calibração de modelos.** Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte – ANPET. Revista Transportes, v. XIX, n. 2, p. 79-86.
- KNEIB, E. C. (2008). **Subcentros Urbanos: contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transportes.** Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- KNEIB, E. C., SILVA, P. C. M., PORTUGAL, L. S. (2010). **Implantação de Pólos Geradores de Viagens na Estrutura Espacial das Cidades.** Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte – ANPET. Revista Transportes, v. XVIII, n. 1, p. 27-35.
- NERIS, D. F. (2014). **Melhoria do desempenho do tráfego em rotatórias com o emprego de semáforos próximos na via principal.** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.
- PARK, B., QI, H. (2006) **Microscopic Simulation Model Calibration and Validation for Freeway Work Zone Network – A Case Study of Vissim.** 13 p. IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Toronto, Canada.
- PARRA, M. C. (2006) **Gerenciamento da Mobilidade em Campi Universitários: Problemas, dificuldades e possíveis soluções no caso Ilha do Fundão – UFRJ.** VIII, 109 p. Dissertação de Mestrado, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- PORTUGAL, L. S. (2005). **Simulação de Tráfego: conceitos e técnicas de modelagem.** 1. ed. Rio de Janeiro, Ed. Interciência.
- PORTUGAL, L. S. (Org). (2012). **Polos Geradores de Viagens Orientados a Qualidade de Vida e Ambiental: Modelo e Taxas de Gerações de Viagens.** 1. ed. Rio de Janeiro, Ed. Interciência.
- PTV (2015). **Vissim 8 User Manual.** Karlsruhe, Alemanha.
- RICHARDSON, A. J. (1983). **Traffic Simulation – Its a Potential Contribution to Road Planning and Research.** Workshop on Rural Traffic Simulation, Australian Road Research Centre, Melbourne, Australia.
- SCHIAVON, A. F., BARBOSA, H. M. (2012). **Ciclovias para a Mobilidade em Campus: um estudo com simulação de tráfego.** 12 p. Anais do XXVI Congresso da ANPET, Joinville, SC.
- TOLFO, J., PORTUGAL, L. (2006). **O uso de Microsimulador na Análise de Desempenho Viário em Redes com Pólos Geradores de Viagens.** 12 p. Anais do XX Congresso da ANPET, Brasília, DF.
- WOODY, T. (2006). **Calibration Freeway Simulation Models in Vissim.** Final Research Report, University of Washington, Seattle, USA.