

USO DE SIMULADOR DE TRÁFEGO PARA DEFINIÇÃO DO LIMITE DE VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA EM UMA AVENIDA NO CAMPUS DA UFSM, SANTA MARIA-RS

Renan Favero
Carlos José Antônio Kümmel Félix
Universidade Federal de Santa Maria

RESUMO

O controle do limite máximo de velocidade em uma via é uma estratégia de gerenciamento da segurança e fluxo de tráfego. Este artigo tem como objetivo avaliar os impactos no trânsito da mudança de limite de velocidade máxima em uma via urbana através da microssimulação de tráfego, avaliando a segurança e capacidade de fluxo da via. Os resultados indicaram que a estratégia de limite de velocidade é fundamental para a segurança dos pedestres e que para o local de estudo o limite de velocidade de 40 km/h apresentou maiores benefícios quanto ao fluxo e tempo de viagem e segurança viária.

Palavras-chave: Transporte, controle de velocidade, microssimulação

1. INTRODUÇÃO

A quantidade de veículos nas estradas tem crescido significativamente há muitos anos e, conseqüentemente, também tem aumentado o número de congestionamentos, os tempos de viagem e os conflitos de trânsito (Caleffi et al., 2016). Para que seja possível atender esta demanda devem-se gerenciar as vias para que possam oferecer um deslocamento de veículos e pessoas de forma rápida e segura.

De acordo com um estudo da EMBARQ (2012), acidentes de trânsito são a principal causa de morte de jovens entre 15 e 29 anos no mundo, e o Brasil está em quarto lugar entre os países que mais matam no trânsito. Com base nestes dados, cidades como São Paulo têm alterado o limite de velocidade de suas vias expressas para o controle de acidentes e como forma de garantir a fluidez do tráfego.

Segundo dados divulgados pela Companhia de Engenharia de Tráfego (CET), no ano seguinte a alteração das velocidades máximas das vias expressas de 90 km/h para 70 km/h acarretaram em uma redução de 52% dos acidentes fatais.

A redução dos limites de velocidades é uma tendência mundial, a OMS recomenda que vias urbanas tenham como velocidade máxima de 50 km/h e em áreas com grande movimentação de pedestres e ciclistas que não ultrapasse os 30 km/h.

Baseado no trabalho de Martin Treiber (2016), o simulador de tráfego Hacklab, desenvolvido para simular vias com diferentes limites de velocidades, demonstra que a redução do limite de velocidade diminui o trânsito da via, já que os motoristas tendem a fazer menos ultrapassagens e dessa forma o tráfego flui de forma mais homogênea.

Este artigo apresenta uma avaliação da alteração dos limites de velocidade nas vias, através da aplicação dessa estratégia de gerenciamento de tráfego na Avenida Roraima, via principal de acesso ao Campus da UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria-RS, que atualmente apresenta altos níveis de congestionamentos em horários de pico. As análises

foram realizadas através do software AIMSUN 8.0, com a licença do Instituto de Planejamento de Santa Maria (IPLAN).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Simulações de Tráfego

De acordo com FHWA (2004a), as ferramentas de análise de tráfego são tipicamente capazes de avaliar, simular e aperfeiçoar a operação de sistemas de transportes; modelar operações e prever resultados das diferentes alternativas de projeto e avaliar diversos contextos analíticos, incluindo o planejamento, geometria e projetos de operação e implantação.

Seus principais papéis são:

- Aprimorar o processo de tomada de decisão;
- Avaliar e priorizar alternativas de melhorias e intervenções;
- Melhorar projetos, reduzir tempo de análise e custos;
- Reduzir de distúrbios ao tráfego;
- Operar e gerenciar a capacidade de vias existentes;

Para realizar a análise de tráfego proposto neste artigo, optou-se por utilizar o software AIMSUN que é um software com foco na microssimulação, e mesossimulação, com uma grande riqueza de detalhes. O software simula a demanda de veículos em uma infraestrutura desenhada pelo usuário e avalia de forma estatística os resultados dos indicadores. O software considera cada veículo uma partícula e utiliza modelos como o de car-following e aceitação de brechas para simular o comportamento do veículo e as decisões do condutor.

2.2 Limites de Velocidade e Segurança Viária

No que tange o limite de velocidade nas vias, o Código de Brasileiro de Transito (CTB, 1997) em seu artigo 61 descreve que a velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas suas características técnicas e as condições de trânsito.

A redução do limite de velocidade é uma estratégia de uso global para promover um trânsito mais seguro. Pesquisa realizada por Taylor et al (2000) comprovou que a frequência dos acidentes tende a aumentar desproporcionalmente com velocidades crescentes. Por exemplo, foi observado que um aumento de 10% na velocidade média em vias urbanas provocou um aumento de 21% no número colisões. Também nesta pesquisa, examinou-se a possibilidade de reduzir o número de colisões através da gestão da velocidade. Foi verificado que a cada redução de 1,5 km/h na velocidade média é possível reduzir a frequência dos acidentes em 5%. Hobbs e Mills (1984) também calcularam que a probabilidade de ferimentos graves a uma velocidade de impacto de 50 km/h é 3 vezes maior do que a 30 km/h. Em 60 km/h é mais de 5 vezes maior.

Segundo a Austroads (2010), um dos maiores obstáculos para a redução dos limites de velocidade é o receio de que a medida resulte em perda de capacidade da via e aumento nos tempos de viagem. Entretanto, estudos indicam que a velocidade média de circulação sofre uma redução equivalente a apenas 25% da redução promovida no limite de velocidade. É o que demonstra estudos realizados na Austrália por Haworth (2001), onde a redução do limite de velocidade em vias urbanas de 60 para 50 km/h apresentou um aumento médio nos tempos de viagem de apenas 9 segundos por habitante e preveniu 2900 acidentes com vítimas por ano.

3. METODOLOGIA

Para avaliar os impactos no fluxo dos veículos causado pela alteração da velocidade máxima simularam-se a demanda atual de veículos em diferentes limites de velocidade para a via. As simulações foram realizadas no software AIMSUN 8.0.

A escolha do local do estudo se justifica por ser a avenida principal de entrada ao Campus da UFSM e por apresentar crescentes índices de congestionamentos em horários de pico. Para estimar a demanda atual, realizaram-se contagens volumétricas manuais do fluxo de veículos em três dias úteis: terça-feira, quarta-feira, quinta-feira, conforme prescreve DNIT (2006).

A demanda de tráfego escolhida para o experimento foram os 15 minutos de tráfego mais intenso, com este fluxo multiplicado (FHP) por quatro para haver uma expansão simulada equivalente à 1 hora.

A modelagem da via foi realizada com base em imagens de satélite onde foram desenhadas no software AIMSUN as faixas existentes da Avenida Roraima de acordo com suas dimensões reais, com as vias de acessos (interseções) aos demais prédios da UFSM. Em uma segunda etapa foram definidas as conversões permitidas em cada cruzamento, as paradas de ônibus, faixa de pedestre e canalizações das vias a fim de representar o cenário atual de infraestrutura de circulação, trânsito e transportes no local de estudo.

Para estimar a demanda de transporte foram realizadas contagens nos mesmos períodos, de ônibus que entravam e saíam da universidade, sabendo-se a quantidade de veículos públicos nos 15 minutos de maior fluxo, pôde-se calcular a média de veículo/minuto.

As simulações foram replicadas cinco vezes para ponderar possíveis incidentes. As dimensões físicas dos veículos adotadas foram as descritas pelo Manual de Estudo de Tráfego, DNIT (2006), e os demais parâmetros pertinentes à aceleração, velocidades, frenagem foram estimados inicialmente conforme propostos pelo Manual do Usuário (TSS, 2013).

A calibração e validação do experimento são etapas necessárias para obter-se maior representatividade nas simulações. Para tal, foi medido em campo o tempo de passagem de 100 veículos entre uma distância de 20 metros e dessa forma obteve-se a velocidade média naquele trecho. E a fila média foi observada e contabilizada nos cruzamentos nos horários de pico. Esses dados foram comparados com os dados simulados do cenário atual de demanda e limitação de velocidade da via. Com base nesses dados os parâmetros de aceleração e tempo de percepção foram calibrados para que a simulação tivesse maior representatividade. Após a validação dos dados, os demais cenários foram simulados e compararam-se entre eles os parâmetros de fluxo, densidade, velocidade média, fila média além do risco de acidente de acordo com a literatura.

4. RESULTADOS

A contagem de carros foi realizada nos prováveis horários de picos, e conforme Figura 1 observou-se que o congestionamento alternava os sentidos. Para a escolha do horário mais crítico escolheu-se o maior pico absoluto, representado pelo horário das 13:30, sentido entrada do campus (Bairro-UFSM).

O resultado do período de 15 minutos foi posteriormente extrapolado para obter em unidade de veículo/hora e acrescido de 20% a fim de ponderar possíveis erros humanos na contagem

de fluxos e pelo fato da universidade estar com alguns cursos em greve na data da contagem, dessa forma a demanda de entrada é dada pela Tabela 1.

Tabela 1: Demanda de veículos do tipo carro

	15 min	1 hora	20%
UFSM-Bairro	140	560	672
Bairro-UFSM	338	1352	1622

Com base na Figura 1 a variação do fluxo permite verificar a existência dos horários picos nos quais as simulações foram realizadas e são os mais críticos para o fluxo de veículos e pedestres.

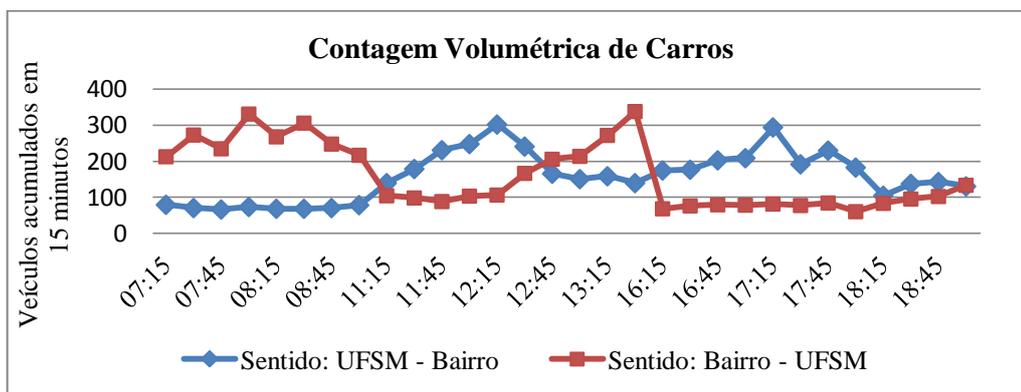


Figura 1: Fluxo Acumulado de Carros em Intervalos de 15 minutos

A contagem de fluxo de ônibus urbanos foi realizada da mesma forma, contagens manuais realizada por pesquisadores e os resultados podem ser observados conforme a Figura 2.

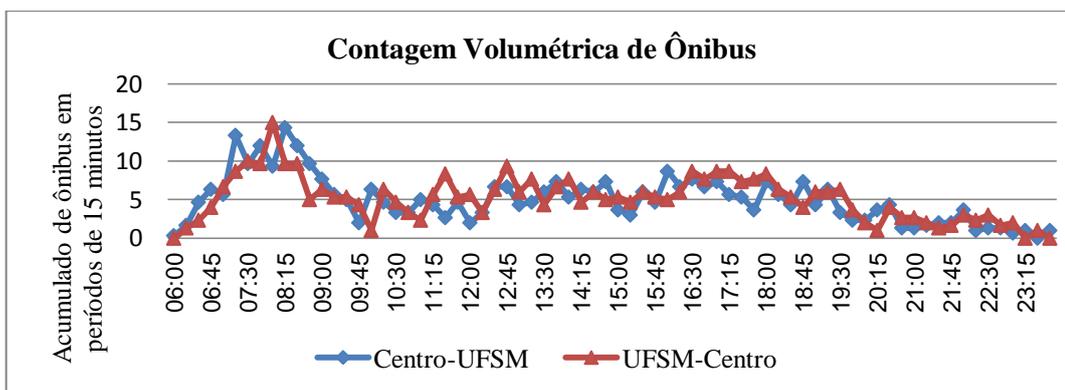


Figura 2: Fluxo Acumulado de ônibus em Intervalos de 15 minutos

Mesmo o pico de ônibus sendo no turno da manhã, optou-se por selecionar os valores de ônibus do turno da tarde, pois é o horário de maior congestionamento das vias, e para poder simular um cenário o mais próximo possível com a realidade. Desta forma, a demanda de ônibus foram adotados conforme Tabela 2, sentido saída do campus (UFSM-Centro).

Tabela 2: Demanda de veículos do tipo ônibus

Sentido	Centro - UFSM	UFSM - Centro
Frota ônibus	Média horária	Média Horária
Atualmente	22	25
Aumento 20%	27	30

Estimada a demanda de veículos, projetou-se a avenida conforme imagens aéreas, em seguida o cenário atual foi calibrado e validado e pode-se desta forma simular o cenário atual, conforme Figura 3.



Figura 3: Simulação do cenário atual. Fonte: AIMSUN (2016)

Para a realização do experimento, mantiveram-se os mesmos parâmetros intrínsecos aos veículos e comportamento do condutor, e alterou-se o limite de velocidade máxima da via para 20 km/h, 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h e 60 km/h definindo assim cinco diferentes cenários para o experimento.

A partir dos dados de saída, resultado das médias das cinco simulações para um mesmo cenário é possível analisar os valores referentes ao tráfego. A velocidade média operacional dos veículos é proporcional a velocidade limite imposta na via, porém inferior a velocidade limite devido a incidentes e paradas dos veículos, o que faz desta forma com que a velocidade operacional varie em cada cenário conforme Figura 4.

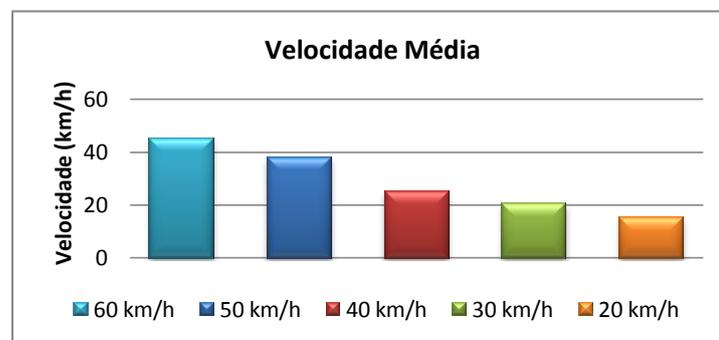


Figura 4: Velocidade Operacional/Velocidade média dos veículos. Fonte: adaptado AIMSUN (2016)

A densidade de veículos no trecho de estudo variou proporcionalmente à demanda conforme indica a Figura 5, o qual demonstrou que velocidades limites menores proporcionam vias com fluxo mais denso.

Deve-se ponderar que o maior número de veículos em uma unidade de espaço está diretamente ligado ao conforto do usuário, carros mais próximos diminuem o conforto de trafegabilidade.

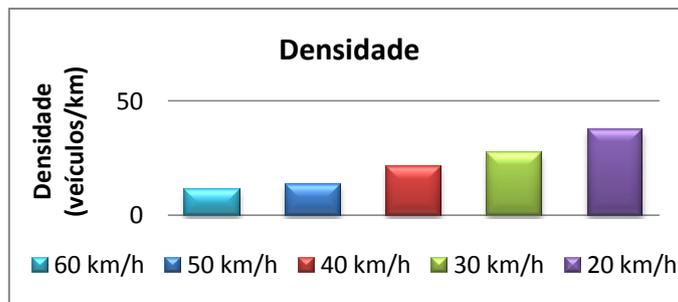


Figura 5: Densidade de veículos nas vias. Fonte: adaptado AIMSUN (2016)

O fluxo de veículos que trafegaram, após simulação, pode ser relacionado com a capacidade da via. Isto é, o cenário com limite de velocidade 40km/h possibilitou o maior número de veículos em circulação, ou seja que iniciam e concluem seus deslocamentos em uma hora (provável hora de pico) quando comparado aos demais cenários (Figura 6).

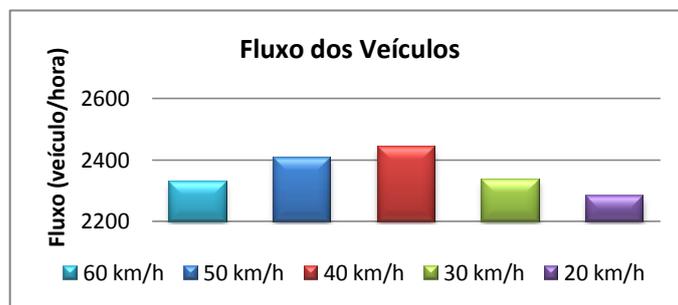


Figura 6: Fluxo de veículos. Fonte: adaptado AIMSUN (2016)

A fila média de veículos é um parâmetro importante para avaliar a qualidade do fluxo. Na Figura 7, observa-se que o cenário, na qual o limite de velocidade está em 50 km/h é o que resulta no menor número de carros em fila aguardando às conversões e/ou parados devido a incidentes.

Aplicando-se um limite de 60 km/h o número de fila aumenta significativamente. Motivado, principalmente, devido ao aumento de troca de pistas, na interação com outros veículos, ou em cruzamentos, pois os veículos que se destinam a entrar na Avenida Roraima, como parte do percurso, têm dificuldades em encontrar um espaço suficiente entre um veículo e outro para entrar na avenida, já que em uma velocidade mais alta há uma necessidade maior de distância de segurança entre os veículos.

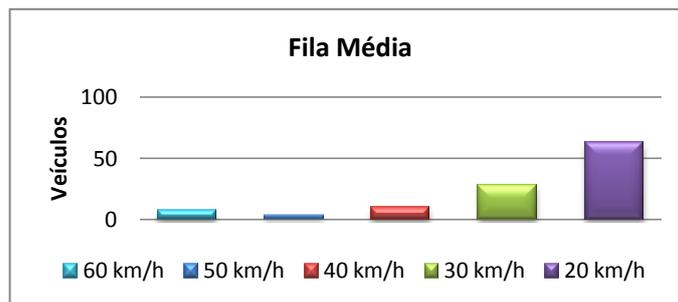


Figura 7: Fila média de veículos. Fonte: adaptado AIMSUN (2016)

O tempo médio de viagem teve pequenos acréscimos, considerando o trecho curto em estudo, conforme a redução do limite de velocidade das vias (Figura 8)

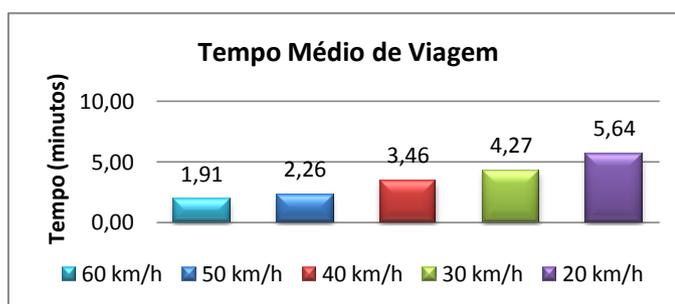


Figura 8: Tempo médio de viagem. Fonte: adaptado AIMSUN (2016)

4.2 Conclusões

Este artigo demonstrou a importância do uso da ferramenta de gerenciamento da velocidade por simulação, e neste caso o uso da microssimulação de um trecho viário de acesso ao campus da UFSM. Através das simulações com o software AIMSUN, foi realizada uma modelagem do local com a demanda (fluxo) de automóveis e ônibus, alterando os limites de velocidade a fim de determinar qual limite proporcionaria as melhores condições de tráfego.

Os resultados indicaram que o limite de velocidade de 50km/h proporciona menor formação de fila de veículos. Contudo, o limite de velocidade de 40 km/h proporciona um maior fluxo de veículos por hora. Quando comparado o tempo médio de viagem, observa-se que uma redução de 50 km/h para 40 km/h implicaria em um acréscimo de apenas 1,2 minutos.

No entanto configurar-se-ia uma situação muito mais segura adotar o limite de 40km/h em termos de acidentes de trânsito, especialmente de atropelamentos, pois a probabilidade de morte de pedestres, de acordo com OPAS (2012) cairia de 80% para 40%, reduzindo desta forma a metade da chance de mortes.

Considerar limites de velocidades como 20 km/h reduziria muito as condições de fluxo dos veículos, e limites acima de 50 km/h além de aumentar significativamente chance de morte em caso de acidentes, não proporcionariam grandes benefícios em termos de fluxo de veículos.

Neste artigo foi testado apenas variar o parâmetro velocidade máxima das vias. Recomenda-se

para estudos futuros que a modelagem inclua a interação com pedestres e a implementação de outras estratégias como passagem em nível para pedestres e duplicação do viaduto entre outras, para avaliar possíveis melhorias no local e seus benefícios.

Por fim, a estratégia demonstrou-se concisa, possibilitando uma imediata análise em variar as características do tráfego e o software apresentou ser robusto e prático para avaliação de diversos critérios, com custos baixos e simulações próximas as condições reais, especialmente quando antecede a implementação de melhorias viárias como obras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTROADS. *Impact of Lower Speed Limits for Road Safety on Network Operations*, (2010), Austrália,
- CALEFFI, F.; Y. Moisan e H.B.B. Cybis. (2016) *Analysis of an Active Traffic Management System Proposed for A Brazilian Highway*. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, v. 6, n. 4, p. 10–17.
- CET - *Companhia de Engenharia de Tráfego* (2016), Publicações, Boletins técnicos, São Paulo.
- CTB, *Código de Trânsito Brasileiro* (1997), Lei Nº 9.503 de 23 de setembro de 1997. Brasil.
- DNIT, *Manual de Estudos de Tráfego* (2006), Publicação IPR 723, Ministério dos Transportes, Brasil.
- EMBARQ, *Impactos da Redução dos Limites de Velocidade em Áreas Urbanas* (2012), Brasil.
- FHWA. *Guidelines for applying traffic microsimulation modeling software*. *US Department of Transportation. Federal Highway Administration. USA. 2004. Disponível em <<http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/conventional/signalized/fhwasa13027/>>* acesso em: 22 de agosto 2016.
- HAWORTH N., B. Ungers, P. Vulcan, e B. Corben. *Evaluation of a 50 km/h default urban speed limit for Australia* (2001). Monash University Accident Research Centre. Austrália.
- HOBBS, C.A; MILLS, P.J. (1984) *Injury probability for car occupants in frontal and side impacts*. TRRL Report 1124, TRRL, Crowthorne. Reino Unido.
- OPAS - *Organização Pan-Americana da Saúde* (2012), *Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área*. Brasília/DF, Brasil.
- REINO UNIDO (2009) *Facts: Speed*. Royal Society for the Preservation of Accidents. Londres.
- TAYLOR, M.; LYNAM, D.; BARUYA, A. (2000) *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*. Transport Research Laboratory TRL Report 421, Crowthorne. Reino Unido
- TRANSPORT FOR LONDON (2004), *Congestion Charging Monitoring, Transport for London*, (www.cclondon.com).
- TREIBER MARTIN (2016), *Simulador de Tráfego*, disponível em: <http://www.traffic-simulation.de> acesso em 29 de janeiro de 2017.
- TSS – TRANSPORT SIMULATION SYSTEMS, (2013), *Aimsun7 Dynamic Simulators User's Manual*. Barcelona, Espanha.
- VASCONCELOS, E. T, *Mobilidade urbana sem Acidentes com Vítimas Graves*, (2012) Dissertação de Mestrado – UFRJ/ COPPE – Engenharia de Transportes, Rio de Janeiro.