

Wallace Orlandini Prado da Silva
wallacesilva@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

Utilização do SUMO em uma interseção de rotatória no município de Pato Branco-PR

Igor Lazzaretti
igorlazzaretti@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

Use of SUMO at a roundabout intersection in the Pato Branco-PR city

Danilo Rinaldi Bisconsini
bisconsini@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

RESUMO

Ney Lizandro Tabalipa
ntabalipa@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Pato Branco, Paraná,
Brasil

A utilização de *softwares* para simular interseções e o tráfego urbano auxilia na tomada de decisões ao elaborar vários modelos sem a necessidade de intervenção direta durante o estudo. No município de Pato Branco-PR, a interseção entre a Avenida Tupi e a Rua Nereu Ramos há uma rotatória urbana de faixa simples, devido a urbanização, a frota de veículos mais que dobrou nos últimos anos, surgindo possíveis necessidades de intervenção. O *software Simulation of Urban Mobility (SUMO)* é um microsimulador que analisa individualmente cada veículo e utiliza o conceito *car-following*, cria redes manualmente ou importando pela ferramenta *NetEdit* e permite adicionar veículos diversos. A simulação do trecho em estudo foi realizada no horário de maior volume de tráfego. Os resultados apresentaram subsídios para concluir que a rotatória atende a demanda.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

PALAVRAS-CHAVE: Simulation of Urban Mobility (SUMO), Interseção, Microsimulação.

ABSTRACT

Using softwares to simulate intersections and the urban traffic helps to make decisions while designing several models without necessity of direct intervention during the study. In the city of Pato Branco-PR, the intersection between Avenida Tupi and Rua Nereu Ramos there is a single-lane urban roundabout. Due urbanization, the flow in the stretch has increased more than two times in recent years, and there is a need for intervention. The Simulation of Urban Mobility (SUMO) software is a micro-simulator that analyzes each vehicle and uses the car-following concept, creates imported or high networks using a NetEdit tool and allows adding different vehicles. The simulation of the section under study was carried out at the time of greatest traffic volume. The results allow to win that the roundabout meets the demand.

KEYWORDS: Simulation of Urban Mobility (SUMO), intersection, microsimulation



INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da frota de veículos individuais, a ineficiência causada pela falta de investimentos do sistema de transporte público coletivo, aliado à expansão das zonas urbanas, tornou necessário a realização de estudos de engenharias relativos à mobilidade, fluxos de tráfego, segurança, acidentes e integração entre os diversos modos de transporte urbano.

O SUMO é um *software* de código aberto desenvolvido pelo Centro Aeroespacial Alemão. Por ser de código aberto, permite com que o usuário possa incrementar algoritmos elaborados por colaboradores e pesquisadores da área. O usuário pode aprender as instruções do código-fonte e manipular o sistema com bastante flexibilidade (NEVES, 2018). Segundo Silva e Galhardi (2016), o SUMO não se trata somente de um simulador de mobilidade, mas sim uma suíte de aplicações que proporciona o planejamento e execução da simulação.

O SUMO é capaz de simular uma rede rodoviária de tráfego do tamanho de uma cidade, mas não se limita a simulações apenas de veículos, a simulação pode ser concebida para pedestres, motocicletas, sistemas de transporte público, bicicletas e até redes de bondes, isso significa dizer que o SUMO é multimodal (KRAJZEWICZ, et al., 2002).

Na interseção da Avenida Tupy com a rua Nereu Ramos no município de Pato Branco-PR hoje há uma rotatória, denominada rotatória urbana de faixa simples (FHWA, 2000). No entanto, nos últimos anos a frota de veículos no município mais que dobrou (JORNAL DE BELTRÃO, 2018) o que ocasionou um número expressivo de veículos em horários de pico e uma certa dúvida sobre a funcionalidade atual deste tipo de cruzamento. Diante disso, utilizou-se o *software Simulation of Urban Mobility* (SUMO) para verificar se a rotatória é capaz de manter um fluxo constante na interseção.

MATERIAIS E MÉTODOS

A simulação é composta por dois componentes, o primeiro é o componente gráfico, em que é utilizado uma imagem de satélite importada do *Google Maps* com pontos referenciados (FIGURA 1).

Figura 1 – Trecho Avenida Tupy com Nereu Ramos



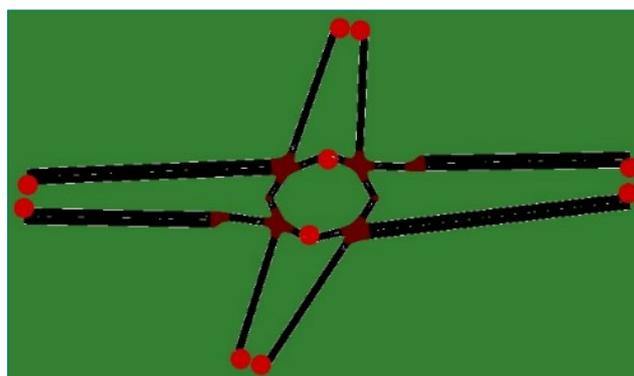
Fonte: Google Maps (2020)

O arquivo é introduzido dentro do *NetEdit*, editor de rede visual. O *NetEdit* é uma ferramenta de apoio ao SUMO que pode ser usado para criar redes do zero e

para modificar todos os aspectos das redes existentes conforme explica o Departamento Aeroespacial Alemão (D.L.R, 2020). A rede é traçada e discretizada sobre a imagem juntamente as características encontradas em campo, como por exemplo, o sentido da via, quantidade de veículos, largura de faixa e o tipo de interseção.

Na simulação, a Avenida Tupi é a via principal, onde os veículos trafegam em duas faixas em cada direção, tendo separação por um canteiro central. A Rua Nereu Ramos é a via secundária e também opera nos dois sentidos com faixa simples sem canteiro central. Ambas se interceptam por uma rotatória urbana de faixa simples na latitude 26°13'02.2" S e na longitude 52°40'25.6" W (Figura 2).

Figura 2 – Representação gráfica da simulação



Fonte: NetEdit (2020)

O segundo componente são as parametrizações de fluxo e de veículos, bem como suas características. Os dados de tráfego foram obtidos a partir de dados coletados em um Trabalho de Conclusão de curso intitulado Análise de Implementação Semafórica no Cruzamento da Avenida Tupi com a Rua Nereu Ramos na cidade de Pato Branco, em que a contagem utilizada foi realizada no dia 10 de maio do ano de 2019. Os dados das características dos veículos são compostos por: tipo de veículo (*id*), comprimento (*length*), espaçamento entre um veículo e outro (*mingap*), aceleração (*accel*), frenagem (*deccel*), erro humano associado ao condutor (*sigma*), velocidade máxima (*maxspeed*) (Quadro 1). Todos os dados de entrada foram importados seguindo o padrão (Ver Quadro 1) recomendado pelo Departamento Aeroespacial Alemão (D.L.R, 2020).

Quadro 1 – Parametrização dos veículos

Tipo de Veículo	accel(m/s ²)	decel(m/s ²)	sigma (0-1)	length(m)	minGap(m)	maxSpeed(m/s)
Moto	6.0	10.0	0.5	2.2	2.5	8.3
Carro	2.9	7.5	0.5	4.3	2.5	8.3
Ônibus	1.2	4.0	0.5	12.0	2.5	8.3

Fonte: Adaptado de D.L.R (2020)

Nesta etapa, os dados são introduzidos com um arquivo de extensão .xml (FIGURA 3), no qual os dados utilizados são correspondentes ao horário do dia em que opera o maior fluxo de veículos no trajeto (11:45hs às 13:45hs), com as contagens divididas em intervalos de 15 em 15 minutos.

Figura 3 – Arquivo .xml programação

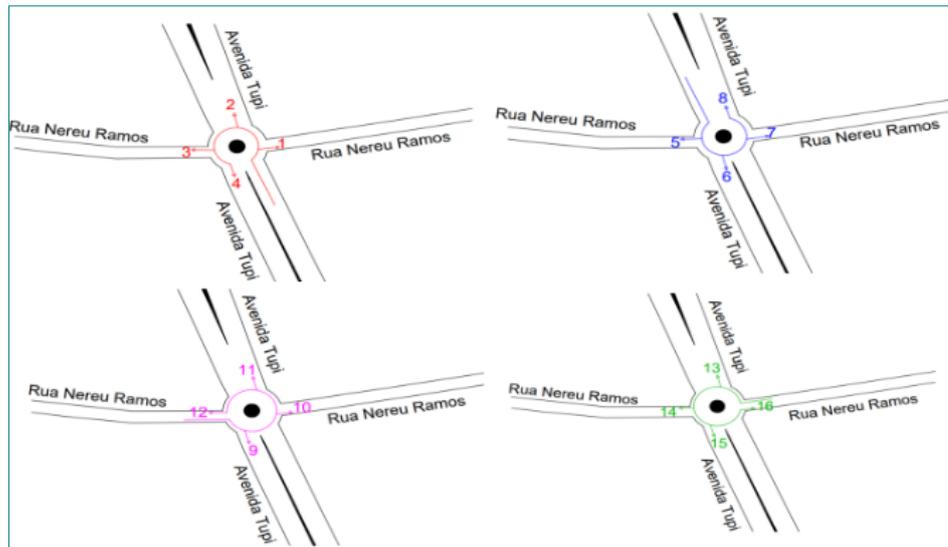
```
<vType id="Carro" accel="2.9" decel="7.5" sigma="0.5" length="4.3" minGap="2.5" maxSpeed="8.3" />
<vType id="Moto" accel="6.0" decel="10.0" sigma="0.5" length="2.2" minGap="2.5" maxSpeed="8.3" />
<vType id="Bus" accel="1.2" decel="4.0" sigma="0.5" length="12.0" minGap="2.5" maxSpeed="8.3" />

<flow id="Fluxo1" color="0,0,255" begin="0" end="900" period="40" type="Carro" departLane="best" from="a6" to="a2" />
<flow id="Fluxo2" color="0,0,255" begin="0" end="900" period="11" type="Carro" departLane="best" from="a6" to="a3" />
<flow id="Fluxo3" color="0,0,255" begin="0" end="900" period="112" type="Carro" departLane="best" from="a6" to="a13" />
<flow id="Fluxo4" color="0,0,255" begin="0" end="900" period="90" type="Carro" departLane="best" from="a6" to="a12" />
```

Fonte: Autoria Própria (2020)

No trecho são 16 movimentos possíveis (Figura 4). Sendo 8 intervalos de tempo, 3 tipos de veículo e 16 movimentos possíveis, foi incorporada à simulação 384 rotas possíveis.

Figura 4 – Movimentos Possíveis



Fonte: PEDROSO (2019)

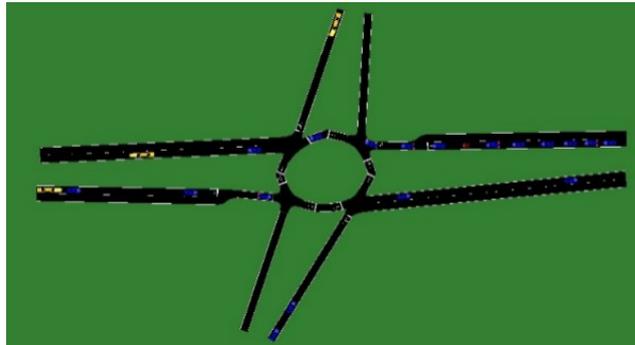
Ao executar o programa SUMO é solicitado quais devem ser as variáveis de saída da simulação a partir de uma lista de comandos com itens selecionáveis, por exemplo: Emissão de gases poluentes, tempo de espera, tempo perdido, atraso de partida, velocidade média, duração da viagem, velocidade de chegada, comprimento da rota percorrida, etc.

Para o presente trabalho, os dados de saída solicitados foram: Ponto de partida, velocidade de partida, atraso de partida, chegada, faixa de chegada, ponto de chegada, velocidade de chegada, duração, comprimento do trajeto, número de carros parados na fila, tempo parado e tempo perdido.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Durante a simulação o programa SUMO representa graficamente o movimento dos veículos (Figura 4) para facilitar a visualização de possíveis erros de programação. Na figura a seguir é possível ver os carros na cor (RGB) azul (0,0,255), ônibus em amarelo (255,215,0), motos em vermelho (128,0,0).

Figura 5 – Movimentos Possíveis



Fonte: SUMO (2020)

Após o término da simulação, o SUMO gera um arquivo .xml que será exportado para o excel em forma de tabela. Dentro da análise do trecho Avenida Tupi com Nereu Ramos, as principais variáveis analisadas são tempo de espera (*WaitingTime*), o tempo em que a velocidade do veículo estava abaixo de 0,1 m/s (paradas programadas não contam), e o tempo perdido (*TimeLoss*), o tempo perdido por dirigir abaixo da velocidade ideal. (A velocidade ideal inclui o fator de velocidade individual; desacelerações devido a cruzamentos etc. incorrerão em perda de tempo, as paradas programadas não contam) (D.L.R, 2020).

Quadro 2 – Dados de saída

	WaitingTime(s)	TimeLoss(s)
Média	5.05	16,94
Média (20% Maiores)	19.40	46.92
Máximo	54.0	92.7

Fonte: SUMO (2020)

A simulação representou um tempo de 120 minutos e teve um fluxo total de 3122 veículos, incluindo carros, motos e ônibus. Os intervalos de maior congestionamento no tráfego foram das (12:00hs às 12:15hs) e (13:00hs às 13:15hs), tendo valores próximos de *TimeLoss* e *WaitingTime*. A média dos 624 veículos (20% maiores) com maior valor de *TimeLoss* e *WaitingTime* representado no (Quadro 2) é composta em sua maioria por veículos pertencentes aos dois intervalos de maior tráfego. Isso demonstra que fora desses intervalos, a rotatória comporta-se muito bem em sua função.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na simulação mostram que durante o intervalo com um volume de tráfego mais intenso, o fluxo compromete-se por um período, porém a rotatória não prejudica a funcionalidade da interseção.

Contudo, os resultados apresentados pelo SUMO através dos dados de saída de interesse impedem uma análise assertiva, seria necessário a análise comparativa utilizando outro simulador para um bom resultado (foi planejado a utilização do CORSIM), porém isso não foi possível diante das dificuldades impostas pelo atraso da aquisição do CORSIM e pela pandemia. Fator que

impossibilitou o acesso à Universidade, a simulação no software CORSIM ficou comprometida, ela seria fundamental para comparar os resultados que poderiam reafirmar ou contestar os apresentados acima.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maurício Barcellos. **Uma introdução ao XML, sua utilização na Internet e alguns conceitos complementares.** Ci. Inf., Brasília, v. 31, n. 2, p. 513, Aug. 2002.

CZERNIASKI, Leandro. EM 11 ANOS, FROTA DE VEÍCULOS MAIS QUE DOBROU EM FRANCISCO BELTRÃO. Jornal de Beltrão. Francisco Beltrão, 20 de julho de 2018. Disponível em: <https://www.jornaldebeltrao.com.br/noticia/277011/em-11-anos-frota-de-veiculos-mais-que-dobrou-em-francisco-beltrao>. Acesso em: 07/10/2020.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (D.L.R). **SUMO User Documentation.** [S.l.], 2020. Disponível em: <https://sumo.dlr.de/docs/index.html>

D. Krajzewicz, G. Hertkorn, C. Rossel, and P. Wagner, **SUMO (Simulation of Urban Mobility)-an open-source traffic simulation.** in Proceedings of the 4th middle East Symposium on Simulation and Modelling (MESM20002), 2002, pp. 183–187.

NEVES, Glauber Roger. **ANÁLISE COMPARATIVA DE MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À DECISÃO NA ORDENAÇÃO DE SOFTWARES SIMULADORES DE TRÁFEGO.** 2018. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2018.

PEDROSO, Jorge Luís Koerig. **Análise de implementação semafórica no cruzamento da Avenida Tupi com a Rua Nereu Ramos na cidade de Pato Branco - PR.** 2019. 132 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

SILVA, N. C.; GALHARDI, A. C. **Mobilidade Veicular: um ensaio de simulação de protocolos de comunicação interveicular.** 1.ed.Jundiaí: Edições Brasil, p.54, 2016.