

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

MARIA EDUARDA SPINDOLA DE SOUSA

**ESTUDO DE CASO PARA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FATORES DE
UNIDADE DE CARRO DE PASSEIO (UCP) APLICADO NO SUMO TRAFFIC**

SÃO LUÍS - MA
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

MARIA EDUARDA SPINDOLA DE SOUSA

**ESTUDO DE CASO PARA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FATORES DE
UNIDADE DE CARRO DE PASSEIO (UCP) APLICADO NO SUMO TRAFFIC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Beatriz Pereira Segadilha dos Santos.

Coorientador: Prof. Dr. Lyneker Souza de Moura.

SÃO LUÍS – MA
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIA EDUARDA SPINDOLA DE SOUSA

**ESTUDO DE CASO PARA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FATORES DE
UNIDADE DE CARRO DE PASSEIO (UCP) APLICADO NO SUMO TRAFFIC**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal do Maranhão, como
requisito para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof.º Dra. Ana Beatriz Pereira Segadilha dos Santos
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
Universidade Federal do Maranhão

Prof.º Dr. Lyneker Souza de Moura
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.º Me. Igor Vieira Santos
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA
Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof.º Dr. Priscila Maria Sousa Goncalves Luz
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
Universidade Federal do Maranhão

RESUMO

A Unidade de Carro de Passeio (UCP), conceito amplamente utilizado na engenharia de tráfego, refere-se a um fator de equivalência para estudos de capacidade viária. Este estudo tem como objetivo analisar a microssimulação de tráfego com o software SUMO (Simulation of Urban Mobility), comparando três abordagens: o uso de veículos mistos, a aplicação do fator de UCP do DNIT e um fator de UCP adaptado proposto por Silva Jr. et al. (2024). Para isso, foram simulados cenários de tráfego em interseções da cidade de São Luís – MA, considerando diferentes fluxos, tempos de viagem e tempos perdidos. Os resultados mostraram que o fator proposto apresentou boa aderência em fluxos mais intensos, mas exibiu maior variabilidade e inconsistências em cenários com menor fluxo. A análise estatística, por meio do teste t-Student, indicou equivalência entre os métodos, apesar de diferenças pontuais na dispersão dos dados. A pesquisa destaca a importância de ajustar os fatores de conversão conforme as características de cada contexto viário, contribuindo para o aprimoramento das simulações de tráfego e do planejamento urbano.

Palavras-Chave: UCP; Simulação; Tráfego.

ABSTRACT

The Passenger Car Unit (PCU), a concept widely used in traffic engineering, refers to an equivalence factor for road capacity studies. This study aims to analyze traffic microsimulation using the SUMO (Simulation of Urban Mobility) software, comparing three approaches: the use of mixed vehicles, the application of the PCU factor from DNIT, and an adapted PCU factor proposed by Silva Jr. et al. (2024). To achieve this, traffic scenarios were simulated at intersections in the city of São Luís – MA, considering different traffic flows, travel times, and lost times. The results showed that the proposed factor demonstrated good adherence in higher traffic flows but exhibited greater variability and inconsistencies in lower-flow scenarios. Statistical analysis, using the t-Student test, indicated equivalence between the methods, despite occasional differences in data dispersion. The research highlights the importance of adjusting conversion factors according to the characteristics of each road context, contributing to the improvement of traffic simulations and urban planning.

Keywords: PCU; Simulation; Traffic.

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	7
2. ESTUDO DE CASO.....	8
3. RESULTADOS E ANÁLISE.....	10
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

ESTUDO DE CASO PARA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FATORES DE UNIDADE DE CARRO DE PASSEIO (UCP) APLICADO NO SUMO TRAFFIC

Maria Eduarda Spindola de Sousa
Ana Beatriz Pereira Segadilha dos Santos
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
Lyneker Souza de Moura
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

RESUMO

A Unidade de Carro de Passeio (UCP), conceito amplamente utilizado na engenharia de tráfego, refere-se a um fator de equivalência para estudos de capacidade viária. Este estudo tem como objetivo analisar a microssimulação de tráfego com o software SUMO (Simulation of Urban Mobility), comparando três abordagens: o uso de veículos mistos, a aplicação do fator de UCP do DNIT e um fator de UCP adaptado proposto por Silva Jr. et al. (2024). Para isso, foram simulados cenários de tráfego em interseções da cidade de São Luís – MA, considerando diferentes fluxos, tempos de viagem e tempos perdidos. Os resultados mostraram que o fator proposto apresentou boa aderência em fluxos mais intensos, mas exibiu maior variabilidade e inconsistências em cenários com menor fluxo. A análise estatística, por meio do teste t-Student, indicou equivalência entre os métodos, apesar de diferenças pontuais na dispersão dos dados. A pesquisa destaca a importância de ajustar os fatores de conversão conforme as características de cada contexto viário, contribuindo para o aprimoramento das simulações de tráfego e do planejamento urbano.

ABSTRACT

The Passenger Car Unit (PCU), a concept widely used in traffic engineering, refers to an equivalence factor for road capacity studies. This study aims to analyze traffic microsimulation using the SUMO (Simulation of Urban Mobility) software, comparing three approaches: the use of mixed vehicles, the application of the PCU factor from DNIT, and an adapted PCU factor proposed by Silva Jr. et al. (2024). To achieve this, traffic scenarios were simulated at intersections in the city of São Luís – MA, considering different traffic flows, travel times, and lost times. The results showed that the proposed factor demonstrated good adherence in higher traffic flows but exhibited greater variability and inconsistencies in lower-flow scenarios. Statistical analysis, using the t-Student test, indicated equivalence between the methods, despite occasional differences in data dispersion. The research highlights the importance of adjusting conversion factors according to the characteristics of each road context, contributing to the improvement of traffic simulations and urban planning.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Unidade de Carro de Passeio (UCP) é um conceito amplamente utilizado na engenharia de tráfego, funcionando como um fator de equivalência para estudos de capacidade viária, representa diferentes tipos de veículos, de variados tamanhos e pesos, em termos de sua equivalência a um carro de passeio. O Manual de Tráfego do DNIT (2006) adota uma metodologia baseada nos estudos do *Highway Capacity Manual* (HCM 2000). Embora o HCM (2000) forneça diretrizes gerais para o cálculo desses fatores, o DNIT (2006) sugere valores específicos para cada tipo de veículo presente no tráfego brasileiro.

Segundo Maia (2022), um dos desafios no cálculo da capacidade viária de interseções, sejam semaforizadas ou não, é a aplicação direta de metodologias estrangeiras, como o HCM. Nesse sentido, o fator de UCP, conforme descrito no HCM (1965), é influenciado por variáveis como o tipo de estrada e o nível de serviço da rodovia, recomendando-se ajustes conforme as condições locais. De acordo com Chowdhury e Sadek (2003), a eficácia de microssimulações depende da qualidade dos dados obtidos por meio de estudos de tráfego, como os descritos no Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006).

A adaptação dos fatores de conversão, como o UCP, às particularidades locais é essencial para assegurar a precisão das microssimulações de tráfego. Nesse contexto, a validação estatística dos resultados exige uma abordagem confiável. Conforme Komatsu (2017), a escolha do teste

de hipótese é um importante elemento para estruturação de uma pesquisa comparativa. Carrasco (2019) afirma que o t-student mantém um comportamento confiável quando fixado o nível de significância. Partindo dessa perspectiva, a presente análise utilizou o t-student com nível de significância (α) definido em 5% para as amostras.

Este estudo utilizou software Simulation of Urban Mobility (SUMO) para comparar influência de diferentes métodos de veículos de projeto no tempo de viagem em interseções da cidade de São Luís – MA. Serão testadas três abordagens: o uso de todos os veículos da malha viária padrão do software, a aplicação do fator de conversão do DNIT, que utiliza a UCP, e um fator de UCP proposto por Silva Jr. *et al.* (2024) para aplicação no sumo. A análise dos resultados permitirá avaliar a eficácia dessas metodologias na representação do tráfego real, contribuindo para aprimorar o planejamento viário e a gestão do trânsito.

A Tabela 1 apresenta os valores definidos no Manual do DNIT (2006) e por Silva *et al.* (2024) para cada tipo de veículo. Esses fatores foram utilizados para converter os fluxos do estudo em UCP, servindo como dados de entrada para o software.

Tabela 1: Fatores de conversão para cada tipo de veículo por método.

MÉTODOS	CARRO	MOTOS	ÔNIBUS	CAMINHÃO (2 EIXOS)	MICROÔNIBUS	REBOQUE
UCP DNIT (2006)	1	1	1,5	2	1,5	2
UCP SILVA ET AL (2024)	1	1	3	3	2	3

2. ESTUDO DE CASO

A análise foi baseada em dados coletados nas interseções da Feira do João Paulo, em São Luís – MA. Considerou-se tempos semafóricos, fluxos de tráfego e volume de veículos da localidade, seguindo as diretrizes do Manual do DNIT (2006). Os tempos de viagem foram comparados por meio de gráficos box plot, permitindo avaliar variações e a eficácia do UCP de Silva *et al.* (2024) em relação aos métodos mistos e do UCP do DNIT.

Para o presente trabalho, a escolha das características de entrada do algoritmo baseou-se em dados coletados *in loco* na área delimitada para o estudo. A área de estudo foi selecionada por apresentar um fluxo adequado de veículos pesados que poderia ser contado manualmente, visto que não havia apoio de um posto de contagem. Além disso, como o UCP proposto por Silva *et al.* (2024) foi testado em um ambiente urbano com fluxo relativamente baixo, a escolha dessa área permitiu analisar sua aplicabilidade em um local com características semelhantes. O período de contagem foi estabelecido em 1 hora, com intervalos de 15 minutos. Não foi aferido o tempo real de viagem do tráfego, baseando a análise no tempo de simulação gerado com os veículos mistos.

A área de estudo compreende as interseções das Rua Cinco de Janeiro, Rua Reis Perdigão, Av. João Pessoa e Av. São Marçal, nas coordenadas 2°32'48"S, 44°16'04"W (Figura 1(a)). O ponto estratégico é caracterizado por semáforos sincronizados e faixas de pedestre acompanhando o percurso definido pelo cruzamento. As vias analisadas possuem largura de 4,80 metros para cada sentido e a velocidade máxima permitida é de 40 km/h (11,11 m/s no SUMO).

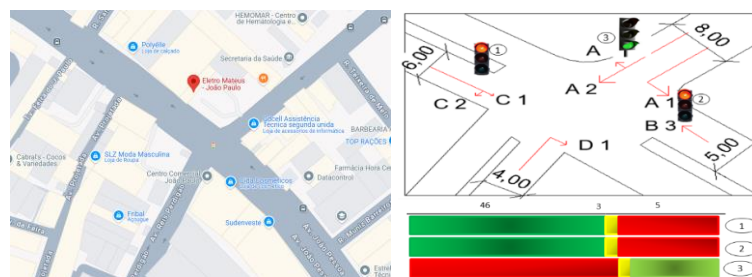


Figura 1: (a) Cruzamento de análise (b) Representação real dos fluxos e semaforização do local

A Av. Reis Perdigão recebe fluxos de veículos das três avenidas da intersecção em direção das coordenadas $2^{\circ}32'54.022''S$ $44^{\circ}16'7.242''W$ e $2^{\circ}33'28.469''S$ $44^{\circ}16'6.438''W$. Durante a madrugada, é comum o trânsito de caminhões nessa via para descarga de hortifrúti e carnes destinadas aos açougues. Na maior parte da manhã e da noite, as vias no sentido Bairro/Centro da Av. João Pessoa e da Av. São Marçal são amplamente utilizadas pelas linhas de ônibus que integram a região sul, sudeste e leste ao centro da capital. Por sua vez, a Rua Cinco de Janeiro atua como uma via local que conecta o tráfego da região centro-oeste às principais avenidas coletoras.

A intersecção analisada possui 4 (quatro) vias e permite 7 (sete) movimentos distintos. A origem dos fluxos foi classificada como A, B, C e D, enquanto os destinos foram enumerados de 1 a 3, conforme representado na Figura 1 (b). O cruzamento é controlado por 3 (três) semáforos, cuja localização e tempos de ciclo também estão descritos na Figura 1 (b). Esses semáforos garantem a organização dos fluxos de tráfego e dos movimentos entre as vias, sendo ajustados para atender aos padrões da mobilidade local.

A contagem volumétrica de veículos foi realizada no dia 15 de junho de 2023, uma quinta-feira, entre às 18h e 19h. A escolha desse intervalo se deve ao fato de que ocorre o horário de pico na intersecção em estudo, caracterizado pelo maior volume de tráfego ao longo do dia. Esse período concentra um fluxo intenso de veículos devido ao encerramento da jornada de trabalho e ao aumento da movimentação em direção a áreas residenciais e comerciais.

A Tabela 2 apresenta a contagem volumétrica do local de estudo que caracteriza o fluxo de veículos mistos, bem como os valores convertidos em UCP para cada fluxo, considerando os métodos analisados: o fator de conversão do DNIT e o UCP de Silva Jr. *et al.* (2024). Essa consolidação permite a comparação direta entre as abordagens adotadas.

DIREÇÃO	CARRO	MOTOS	ÔNIBUS	CAMINHÃO (2 EIXOS)	MICROÔNIBUS	REBOQUE	DNIT (2006)	SILVA JR. ET AL (2024)
A2	118	167	0	0	1	1	289	291
C2	21	26	0	1	0	0	49	50
DI	51	23	0	0	0	0	74	74
AI	344	165	5	5	1	0	526	539
CI	106	630	64	10	10	0	1817	1928
A3	101	67	17	1	2	0	198	226
B3	439	311	58	4	12	0	861	958

Tabela 2: Contagem Volumétrica do local de análise e UCP dos métodos estudados

3. RESULTADOS E ANÁLISE

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir das simulações realizadas no software SUMO. A análise dos resultados foi baseada na duração do tempo de viagem e no tempo perdido para cada método de conversão, utilizando o modelo de simulação de veículos mistos como referência, por ser o que melhor representa a realidade. Esse modelo considera não apenas as características gerais do local, mas também todos os tipos de veículos que compõem o fluxo.

Foram realizadas três simulações, gerando o tempo de viagem estimado para cada método, o que possibilitou a comparação entre eles para cada sentido de fluxo de forma separada. A análise gráfica desses fluxos considera os tempos de viagem gerados em cada simulação no SUMO. Nos gráficos, os veículos mistos são representados em azul, o UCP sugerido por Silva et al. (2024) em rosa e o UCP do DNIT (2006) em verde.

Considerando que os fluxos A1, A2 e A3 são os mais intensos da via considerando os tempos de viagem mais longos, a Figura 2 compara os fluxos A1 (esquerda), A2 (centro) e A3 (direita). Observa-se que os métodos UCP de Silva *et al.* (2024) e UCP DNIT apresentam uma certa constância entre si, enquanto os veículos mistos possuem maior variabilidade. O fluxo A2, segue um comportamento semelhante ao A1, com maior variabilidade nos veículos mistos e diferenças mais marcantes entre os métodos UCP e o método misto. No fluxo A3, a dispersão dos dados é menor e há menos outliers, indicando maior estabilidade.

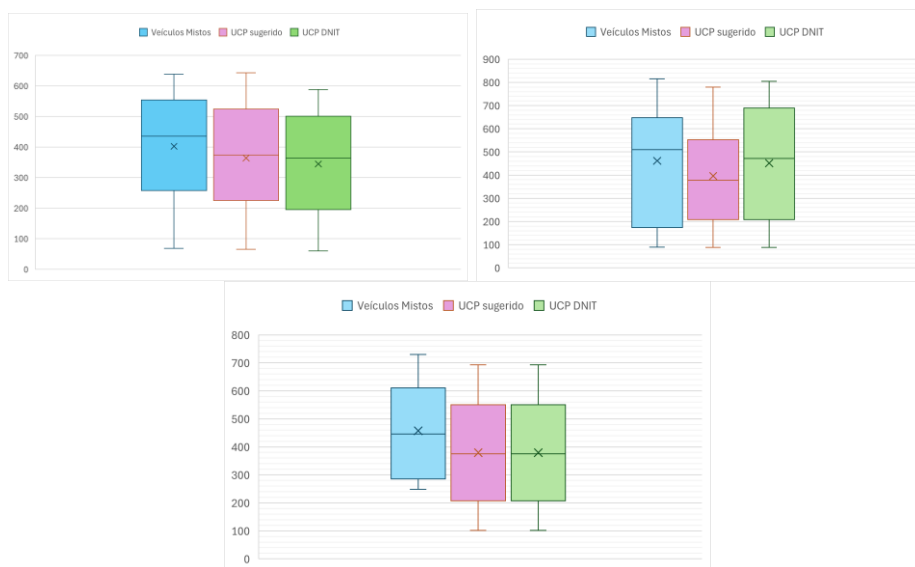


Figura 2: À esquerda gráfico comparativo referente ao fluxo A1 a esquerda, A2 central e à direita o fluxo A3

Nota-se também que há uma semelhança nos três gráficos em relação aos extremos das amostras, explicada pelos extremos nos tempos de viagem, que representam os veículos que compõem o início e o final da fila. Naturalmente, os veículos que estão no início da fila apresentam tempos de viagem menores, enquanto os que estão no final da fila apresentam tempos de viagem maiores. Dentro dos respectivos trechos, observa-se que as amostras se assemelham entre si, mostrando coerência com os valores gerados para cada método.

Considerando que o fluxo A1 teve 29 amostras, A2 contou com 14 amostras e A3 com 10 amostras, e que para todos foi adotado $\alpha = 0,05$, o teste t-Student indicou equivalência entre os métodos.

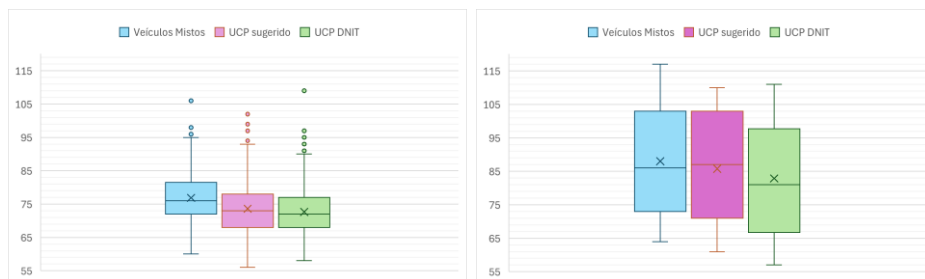


Figura 3: À esquerda gráfico comparativo referente ao fluxo C1 e à direita ao fluxo D1

Os gráficos comparativos da Figura 3 mostram que o fluxo C1 (esquerda) tem menor variabilidade em relação ao fluxo D1 (direita), indicando um tráfego mais previsível e homogêneo. Ao considerar o método misto como referência, no fluxo C1, os valores do UCP de Silva *et al.* (2024) e do UCP DNIT são mais concentrados e próximos ao método misto, com menor dispersão e poucos outliers. Já no fluxo D1, há maior variabilidade, especialmente no UCP de Silva *et al.* (2024), que apresenta uma maior amplitude interquartil, sugerindo maior oscilação no tráfego. Apesar dessas diferenças, ambos os fluxos mantêm um comportamento relativamente fluído, com valores centrais próximos e sem grandes discrepâncias em relação à referência, demonstrando a aplicabilidade eficiente dos métodos analisados.

Para os fluxos C1 e D1, foram obtidas 497 amostras e 20 amostras, respectivamente, mantendo o nível de significância de 0,05. Nesse caso, os métodos também foram considerados equivalentes entre si e sem dispersões significativas.

Os gráficos da Figura 4 mostram que o fluxo B3 apresenta maior variabilidade, especialmente no método UCP de Silva *et al.* (2024), que exibe uma ampla dispersão e vários outliers, enquanto o método veículos mistos mantém uma distribuição mais concentrada. No fluxo C2, observa-se uma distribuição mais homogênea entre os métodos, com menor dispersão e menos outliers, indicando um tráfego mais estável. Comparando ambos, o fluxo B3 demonstra maior oscilação no tráfego, enquanto o fluxo C2 é mais previsível. Considerando o método veículo mistos como referência, nota-se a distância dos métodos de UCP para o que melhor representa a realidade, isso demonstra a possível falha dos métodos em representar com precisão as condições reais do fluxo em referência.

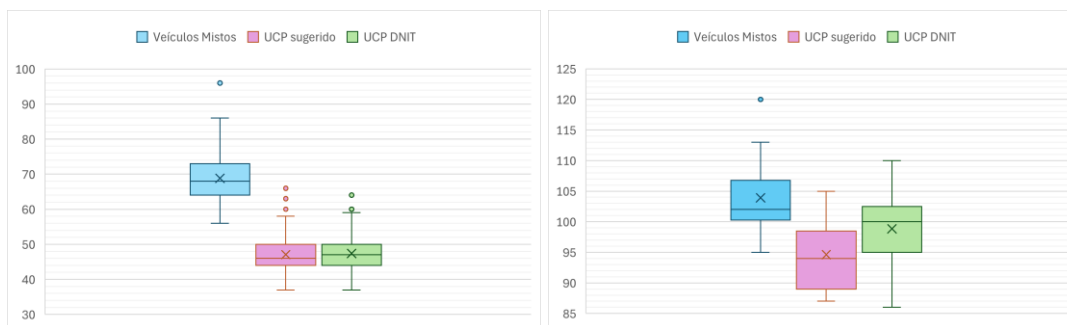


Figura 4: À esquerda gráfico comparativo referente ao fluxo B3 e à direita ao fluxo C2

Considerando que foram obtidas 255 amostras para o fluxo B3 e 15 amostras para o fluxo C2, com $\alpha = 0,05$, os métodos mostraram-se equivalentes para esse grupo. No entanto, para o fluxo B3, observou-se dispersões distintas, embora as médias tenham sido estatisticamente iguais.

De modo geral, observa-se que o método proposto por Silva Jr. *et al.* (2024), embora em algumas situações esteve distante do método de referência no Brasil (DNIT) e aos veículos mistos, apresenta uma calibragem consistente em situações específicas e em relação as médias amostrais, destacando a importância da singularidade de cada tráfego.

	FLUXO A1	FLUXO A2	FLUXO A3	FLUXO B3	FLUXO C1	FLUXO C2	FLUXO D1
VEÍCULOS MISTOS	7626	4376	3061	119	507	21	443
DNIT (2006)	7753	3685	2163	152	504	20	392
SILVA JR. ET AL. (2024)	8720	3782	2310	126	481	23	440

Tabela 3: Somatória do tempo perdido em segundos para cada método

A Tabela 3 mostra que os tempos perdidos de viagem para os métodos apresentam diferenças individuais entre os fluxos, mas as somatórias totais são relativamente semelhantes. Nos fluxos A1, A2 e A3, os métodos teóricos tendem a superestimar os tempos em relação aos mistos, mas essa diferença não é tão significativa no contexto geral. Os fluxos B3, C1, C2 e D1 mostram discrepâncias menores, com o método de Silva Jr. *et al.* (2024) aproximando-se mais dos resultados dos mistos em alguns casos. Essa proximidade nas somas sugere que os métodos, apesar das variações pontuais, capturam bem a tendência geral dos tempos perdidos de viagem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo comparou a microssimulação do DNIT com uma abordagem utilizando o fator de conversão adaptado proposto por Silva Jr. *et al.* (2024), avaliando os possíveis impactos dessa modificação nos resultados obtidos. As análises realizadas sugerem que o fator proposto pode apresentar melhor aderência em fluxos mais intensos, como A1, A3 e C1. Por outro lado, no fluxo C2, que possui o menor volume do local, observou-se um comportamento semelhante ao de B3, o que pode indicar uma menor aderência do fator sugerido a esses trechos.

Ao analisar a somatória dos tempos perdidos, foi possível notar proximidade entre os métodos nos diferentes fluxos, indicando que o fator capturou bem a tendência geral, algo observado também na amostra do tempo de viagem. Esse comportamento semelhante ao método do DNIT pode indicar que, embora o fator proposto não tenha se ajustado perfeitamente ao trecho analisado, ainda pode ser funcional e adequado para outras situações, especialmente em segmentos com características semelhantes aos dos fluxos intensos.

Este estudo buscou comparar a microssimulação do DNIT com uma abordagem baseada no fator de conversão adaptado proposto por Silva Jr. *et al.* (2024), avaliando os possíveis impactos dessa modificação nos resultados obtidos. As análises realizadas sugerem que o fator proposto pode apresentar melhor aderência em fluxos mais intensos, como A1, A3 e C1. Por outro lado, no fluxo C2, que possui o menor volume do local, observou-se um comportamento semelhante ao de B3, o que pode indicar uma menor aderência do fator sugerido a esses trechos.

Ao examinar a soma dos tempos perdidos, identificou-se uma proximidade entre os métodos nos diferentes fluxos, sugerindo que o fator conseguiu captar a tendência geral dos dados, algo que também foi observado na amostra do tempo de viagem. Esse comportamento semelhante

ao método do DNIT pode indicar que, embora o fator proposto não tenha se ajustado perfeitamente ao trecho analisado, ele ainda pode ser funcional e adequado para outras situações, especialmente em segmentos com características distintas.

Além disso, os resultados obtidos por meio do teste t-Student não apontaram uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados, o que pode indicar uma equivalência entre as condições estudadas. Essa análise estatística sugere que o fator proposto por Silva Jr. *et al.* (2024) pode ter aplicabilidade em determinados contextos, reforçando a importância de considerar as particularidades do tráfego em cada situação específica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco, C. G.; Lemes, T. S (2019). *Um estudo sobre o tamanho e poder do teste T-student para média via simulação de Monte Carlo*. Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 12, n. 2. ISSN 19814089.
- Chowdhury, M. A. e A. W. Sadek (2003). *Fundamentals of Intelligent Transportation Systems Planning*. Reino Unido: Artech House.
- DNIT (2006). *Manual de estudos de tráfego*. Rio de Janeiro: Diretoria de Planejamento e Pesquisa.
- HRB (1965) *Highway Capacity Manual*. Highway Research Board, Transportation Research Council, Washington, D.C.
- HCM (2000). *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Silva Jr, E. R. *et al* (2024). *Análise da influência dos veículos de projeto em microsimulação de tráfego*. In: Anais do 38º Congresso De Pesquisa e Ensino Em Transportes (Florianópolis, SC). Disponível em: <<https://proceedings.science/anpet-2024/trabalhos/analise-da-influencia-dos-veiculos-de-projeto-em-microsimulacao-de-trafego?lang=pt-br>> (acesso em 24/11/2024)
- Komatsu, A. V (2017). *Comparação dos poderes dos testes t de student e manwhitney Wilcoxon pelo método de Monte Carlo*. Revista da Estatística UFOP, Vol VI. ISSN 2237-8111
- Maia, M. da S. (2022). *Análise dos fatores de equivalência para veículos de carga em um corredor urbano de Manaus*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Disponível em: https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/6195/8/TCC_MaysaMaia.pdf. (acesso em 24/11/2024).

Maria Eduarda Spindola de Sousa (spindola.maria1@discente.ufma.br)

Universidade Federal do Maranhão, Cidade Universitária
Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, São Luís - MA, Brasil

Ana Beatriz Pereira Segadilha dos Santos (ana.segadilha@ufma.br)

Universidade Federal do Maranhão, Cidade Universitária
Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, São Luís - MA, Brasil

Lyneker Souza de Moura (lyneker.moura@ufpe.br)

Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária
Av. Professor Moraes Rego, S/N, Recife, Brasil