AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DO HIGHWAY CAPACITY MANUAL COM DADOS REAIS DE CAMPO EM RODOVIA DE PISTA SIMPLES: UM ESTUDO FOCADO NAS ATUALIZAÇÕES ATÉ O HCM2022

Vivian Fialho Alves[1]
Matheus Ribeiro Andrade de Matos[2]
Frederico Rodrigues [3]
Igor Jackson Arthur Costa e Souza[4]
Olga Beatriz Barbosa Mendes[5]
Cristiano Carneiro Rezende[6]

[1] Universidade Federal de Ouro Preto
[2] Universidade Federal de Ouro Preto
[3] Imtraff Consultoria e Projetos de Engenharia
[4] Imtraff Consultoria e Projetos de Engenharia
[5] Imtraff Consultoria e Projetos de Engenharia
[6] Imtraff Consultoria e Projetos de Engenharia

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo comparativo entre parâmetros de uma rodovia de pista simples no Brasil coletados em campo e os parâmetros estimados pelas metodologias propostas nas diferentes edições do *Highway Capacity Manual* (HCM), abrangendo as versões de 2000, 2010, 2016 e 2022. As três primeiras edições utilizam como parâmetros de desempenho o *Average Travel Speed* (ATS) e o *Percent Time Spent Following* (PTSF), enquanto a versão mais recente, de 2022, introduziu um novo e mais atualizado parâmetro: *Follower Density* (FD). A análise dos resultados demonstrou que a metodologia do HCM 2022 é a que mais se aproxima dos dados reais observados, ao passo que as versões anteriores tendem a subestimar a capacidade e a qualidade operacional das rodovias. Essa subestimação pode resultar em investimentos desnecessários e alocação de recursos inadequada. Portanto, a adoção do HCM 2022 como referência para avaliação do nível de serviço revela-se uma estratégia possivelmente mais eficaz para uma gestão otimizada dos investimentos em infraestrutura viária.

Palavras-chave: *Highway Capacity Manual* (HCM). Rodovias. Densidade de Veículos em Pelotão. Nível de Serviço.

Comentado [OM1]: Tudo em língua estrangeira deve estar em itálico

ABSTRACT

This article presents a comparative study between parameters collected in the field for a two-lane highway in Brazil and the parameters estimated by the methodologies proposed in different editions of the Highway Capacity Manual (HCM), covering the 2000, 2010, 2016, and 2022 versions. The first three editions use Average Travel Speed (ATS) and Percent Time Spent Following (PTSF) as performance indicators, while the most recent 2022 edition introduces a new and more updated parameter: Follower Density (FD). The analysis of the results demonstrated that the HCM 2022 methodology aligns most closely with the actual observed

data, whereas earlier versions tend to underestimate the capacity and operational quality of highways. This underestimation can lead to unnecessary investments and inadequate resource allocation. Therefore, adopting HCM 2022 as a reference for evaluating the level of service proves to be a potentially more effective strategy for optimizing infrastructure investment management.

Palavras-chave: *Highway Capacity Manual* (HCM). *Highways. Follower Density. Level of Service* (LOS).

1. INTRODUÇÃO

O *Highway Capacity Manual* (HCM), publicado pela primeira vez nos Estados Unidos em 1950, pelo *Transportation Research Board* (TRB), teve sua 7ª edição publicada em 2022. O manual é o principal documento utilizado mundialmente para avaliar a capacidade e qualidade do nível de serviço de rodovias e outros elementos do sistema viário (Oliveira e Bessa Jr., 2022). Apesar de criado com base em rodovias dos EUA, esse manual é utilizado amplamente no Brasil, embora a metodologia não seja ajustada para as condições das rodovias nacionais, sendo aplicada sem qualquer ajuste (DNIT, 2006). Quando utilizado em diferentes regiões, o modelo pode apresentar deficiências e limitações nas análises (Setti et al., 2011). Para vencer esta limitação, diferentes estudos propuseram uma adaptação dos critérios do HCM à realidade das rodovias brasileiras (Egami, 2006), de forma que os resultados obtidos representem melhor as características das vias e dos usuários brasileiros.

O nível de serviço é uma medida que caracteriza e define a qualidade de uma rodovia e pode ser representado pelas letras de A à F, sendo A o melhor nível de serviço, que representa um fluxo totalmente livre, E o pior nível de serviço e F representa a capacidade da via ultrapassada, ou seja, o congestionamento. Os parâmetros utilizados para classificá-lo, nas versões anteriores à 7ª edição do HCM, são: Velocidade Média de Percurso (*Average Travel Speed* - ATS) e Porcentagem de Tempo Viajando em Pelotão (*Percent Time Spent Following* - PTSF). Enquanto o ATS pode ser facilmente estimado em campo, o PTSF pode ser considerado inviável de se estimar, devido à necessidade de observação de trechos longos (Al-Kaisy e Durbin, 2007), através da relação entre o tempo de viagem quando o espaçamento entre o veículo teste e o antecessor na fila é menor do que 3 segundos, e o tempo total de viagem (Utimura et al., 2007).

Uma das novidades apresentadas na 7ª edição do HCM (NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE, 2022) é o parâmetro de desempenho Densidade de Veículos em Pelotões (*Follower Density* - FD). Além de ser de fácil estimativa em campo, ele indica a proximidade dos veículos e representa adequadamente as condições da rodovia, evidenciando tanto as oportunidades para manobras de ultrapassagem quanto a percepção dos usuários no quesito tráfego em pelotões. Junto ao surgimento do FD, outra mudança significativa da sétima versão do manual foi a nova categorização das rodovias, agora dividida em duas classes, conforme o limite de velocidade: alta velocidade (≥ 80 km/h) e baixa velocidade (< 80 km/h). Diante de tais mudanças, é crucial a validação da metodologia de avaliação do nível de serviço em rodovias ajustada às condições brasileiras, uma vez que essa é uma ferramenta de gestão e planejamento de investimentos na malha rodoviária do Brasil (Utimura et al., 2007).

A infraestrutura rodoviária brasileira apresenta uma malha pavimentada federal de pista simples que se estende por 55.596,1 km. No estado de Minas Gerais, que possui a maior malha rodoviária do país, esse total corresponde a 6.798,1 km, ou aproximadamente 12% da

Comentado [OM2]: Conferir

Comentado [OM3]: Siglas

Comentado [OM4]: Citação

malha nacional. O Brasil conta atualmente com uma frota de 121.416.634 veículos, dos quais 11,23% estão localizados em Minas Gerais (BRASIL, 2024). Esse número representa praticamente o dobro do registrado há cerca de 15 anos. Entretanto, apesar do aumento significativo da frota, a expansão da capacidade rodoviária não acompanhou o mesmo ritmo.

Consoante a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017), 65% das cargas e 95% dos passageiros no Brasil utilizam o transporte rodoviário, mas 67,5% da malha viária é classificada como regular, ruim ou péssima. Em Minas Gerais, 69,8% das rodovias, totalizando 10.526 km, estão em condições insatisfatórias. O pavimento precário eleva o custo do transporte rodoviário em 32,4%, devido ao maior consumo de combustível, aumento da manutenção veicular e redução da segurança. A carência de infraestrutura adequada também intensifica a ocorrência de manobras arriscadas, principalmente em trechos de rodovias com alto volume de tráfego e longas filas. Em 2017, 54% dos acidentes com vítimas em rodovias federais ocorreram em pistas simples de mão dupla, correspondendo a 71,4% das mortes registradas (CNT, 2017).

Esse panorama destaca a relevância da qualidade operacional das rodovias de pista simples para a competitividade econômica, impactando diretamente os custos logísticos e, consequentemente, a sociedade. A fim de mitigar esses desafios, a gestão de infraestrutura deve focar na alocação eficiente de recursos para promover melhorias que favoreçam o desenvolvimento econômico e social. Medidas como a implantação de faixas adicionais em rodovias de pista simples são fundamentais, pois permitem ultrapassagens seguras, reduzem a densidade de tráfego e dispersam os pelotões de veículos (SILVA, 2019). Outras soluções incluem duplicação de faixas de tráfego com separação entre os sentidos opostos e intervenções urbanas, como a construção de contornos e anéis viários para otimizar o fluxo e aumentar a segurança nas vias.

Nesse contexto, o presente estudo visa demonstrar que a utilização da metodologia do HCM2022 para o cálculo de nível de serviço, em contraste com as suas versões anteriores, pode oferecer uma estimativa mais precisa da realidade das rodovias brasileiras. Assim, a metodologia mais atual pode revelar que a condição das rodovias não é tão precária quanto sugerido por essas edições anteriores, possibilitando um planejamento mais eficaz dos investimentos em obras de ampliação da capacidade. Essa abordagem permitirá a alocação mais estratégica de recursos, evitando gastos desnecessários e direcionando-os para intervenções verdadeiramente essenciais.

2. METODOLOGIA

Este estudo realizou a comparação dos parâmetros de desempenho de rodovias de pista simples obtidos em campo com aqueles estimados pelas diferentes edições do HCM, abrangendo as versões de 2000, 2010, 2016 e 2022. A análise consistiu em extrair e comparar os valores de *Average Travel Speed* (ATS), *Percent Time Spent Following* (PTSF) e *Follower Density* (FD), para avaliar a precisão das metodologias do HCM em relação às condições reais observadas.

Para atingir esse objetivo, foi selecionado um trecho localizado no km 361 da rodovia federal de pista simples BR-381/MG, próximo a São Gonçalo do Rio Abaixo, em Minas Gerais. Esse trecho possui relevo predominantemente plano, mas com 100% da extensão sem zonas de ultrapassagem e inclinação da rampa de 3%. A extensão total do segmento é de 1,5 km, com largura da faixa de 3,05 m e acostamento de 1,5 m, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Trecho estudado.
Fonte: O autor (2024)

A coleta de dados foi realizada utilizando um drone DJI Mavic Mini, que capturou filmagens distribuídas em dois vídeos de 15 minutos e um vídeo de 5 minutos, devido às limitações de autonomia do equipamento. Esses dados foram extrapolados para cobrir um período total de 1 hora de observação. A contagem dos veículos, segmentada por tipo, foi feita com uma planilha de contagem automatizada para garantir precisão e consistência. Os dados coletados foram aplicados conforme as metodologias apresentadas pelo HCM - edições de 2000, 2010, 2016 e 2022, para realizar uma análise comparativa entre os resultados obtidos em campo e os diferentes métodos de cálculo do HCM.

2.1 Obtenção do Nível de Serviço Real de Campo

Comentado [FR5]: aqui deixe explicado o calculo do NS real em campo, e depois por cada uma das metodologias

Comentado [VA6R5]: Fred, não entendi muito bem, neste tópico eu abordo o cálculo do NS real, e no tópico em seguida, falo sobre a substituição dos dados para obtenção do NS do software, devo mencionar as metodologias neste tópico 4?

Para determinar o nível de serviço real com base nos dados coletados em campo, foi realizada inicialmente a contagem manual dos veículos registrados nos três vídeos, utilizando a planilha automatizada de contagem previamente mencionada. Essa ferramenta facilitou a obtenção da porcentagem de veículos pesados, um parâmetro crucial para as simulações dos softwares. Na tabela 1 têm-se os valores obtidos:

Tabela 1 - Contagem de veículos

Período de contagem	Sentido/direção	Veículos contados
35 minutos	A	357 veículos
35 minutos	B	266 veículos
60 minutos (após extrapolação)	A	612 veículos
60 minutos (após extrapolação)	B	456 veículos

Fonte: O autor (2024)

Dessa forma, resultou-se em uma proporção de 60/40. A porcentagem de veículos pesados encontrada foi de 27% na direção de análise (sentido A).

Para calcular a velocidade real (ATS) com base nas filmagens, foram coletadas 38 amostras em um segmento definido de 85 metros. O tempo necessário para cada veículo percorrer esse trecho foi registrado. A média do tempo de travessia, calculada a partir dos dados coletados, foi de 4,14 segundos. Com essa informação, a velocidade média dos veículos foi determinada segundo a Equação 1.

$$V = \frac{d}{s} \quad (1)$$

Com d sendo distância em m, e s o tempo em segundos, encontrou-se 20,53 m/s, ou seja, 73,9 km/h. A escolha dessa metodologia foi feita devido à ausência de equipamentos que permitissem a medição da velocidade em campo.

O cálculo do PTSF (porcentagem de tempo viajando em pelotão), que se refere ao tempo que veículos passam em pelotões ao longo de um trajeto, é difícil de ser obtido em campo. Como alternativa, utilizou-se a *Percent Followers* (PF), que é a porcentagem de veículos que, ao passar por um ponto da rodovia, são considerados seguidores, ou seja, com distância (*headway*) de até 3 segundos em relação ao veículo à frente. Para isso, contou-se a amostra de veículos em pelotão, excluindo o líder, e verificou-se essa porcentagem em relação ao total de veículos. De uma amostra de 60 veículos, contados em 5 minutos de filmagem, foram identificados 35 em pelotão, obtendo-se um total de 58,33%. Observação: Até a sexta versão do HCM, o PTSF era utilizado como um dos parâmetros de desempenho. Contudo, na versão mais recente, esse parâmetro foi descontinuado. Para o cálculo da densidade utilizou-se a fórmula 2:

$$D = \frac{v}{s} \quad (2)$$

Com v como taxa de fluxo (veic/h) e S a velocidade média de viagem (km/h ou mhp), o resultado encontrado foi de 8,28 veíc/km/faixa.

Com os parâmetros adquiridos, utilizou-se as tabelas 2, 3, 4 e 5 com as medidas de desempenho referentes a cada metodologia para encontrar o LOS (nível de serviço) real:

Tabela 2 - Critérios de Nível de Serviço para rodovias de pista simples de classe I

LOS (Level of Service)	PTSF (Percent Time Spent Following) (%)	ATS (Average Travel Speed) (km/h)
A	≤ 35	>90
B	>35 – 50	>80 – 90
C	>50 – 65	>70 – 80
D	>65 – 80	>60 – 70
E	>80	≤ 60

Nota: Nível de serviço (LOS) F aplica-se quando o fluxo excedeu a capacidade do segmento.

Fonte: Adaptado Manual HCM (2000)

Percebe-se que o nível de serviço real em campo, a partir dos dados obtidos, é C.

Para a metodologia HCM 2010 tem-se:

Tabela 3 – Critérios para nível de serviço para rodovias de pista simples de classe I

LOS	Classe I Highways	
	ATS (mi/h)	PTSF (%)
A	>55	≤35
B	>50 – 55	>35 – 50
C	>45 – 50	>50 – 65
D	>40 – 45	>65 – 80
E	≤40	>80

Nota: Para rodovias de classe I, LOS é determinado pela pior situação entre LOS baseado em ATS e LOS baseado em PTSF.

Fonte: Adaptado manual HCM (2010)

Ao converter a ATS encontrada, de km/h para mi/h têm-se 45,91 mi/h. E com PTSF de 58,33%, têm-se um LOS C.

Comentado [FR7]: uam nao é isso que vvs me apresentaram, C era o real em campo e o 2022, as demais nao

Comentado [VA8R7]: Se lembra que a Olga comentou sobre uma "alteração" na apresentação? Ao fazer o artigo e revisar, o LOS é C para todas as metodologias, e não D para a 2010 e 2016.

Para a metodologia HCM 2016:

Tabela 4 - Critérios para nível de serviço para rodovias de pista simples de classe I

LOS	Classe I Highways	
	ATS (mi/h)	PTSF (%)
A	>55	≤35
B	>50 – 55	>35 – 50
C	>45 – 50	>50 – 65
D	>40 – 45	>65 – 80
E	≤40	>80

Nota: Para rodovias de classe I, LOS é determinado pela pior situação entre LOS baseado em ATS e LOS baseado em PTSF.

Fonte: Adaptado Manual HCM (2016)

O nível de serviço é C, assim como nas versões anteriores, considerando também que a metodologia de cálculo é a mesma do HCM2010, com a modificação de alguns fatores de ajuste.

Para a metodologia HCM 2022:

O HCM 2022, diferente das outras versões, não utiliza mais PTSF e ATS como parâmetros para o LOS, mas sim a FD, que é calculada para um sentido de tráfego através da seguinte equação (3):

$$FD = \frac{PF}{100} \times \frac{v_d}{ATS} \quad (3)$$

Onde,

PF é a porcentagem de veículos em pelotão na direção de análise;

Vd é o fluxo de tráfego na direção de análise (cpe/h) (volume contado/FHP);

e ATS é a velocidade média no sentido da análise (km/h).

O cálculo da FD para obter o nível de serviço é realizado em várias etapas que incluem a realização de ajustes para condições não básicas.

Tabela 5 – Critério para nível de serviço de rodovias de pistas simples

Follower Density (followers/mi/ln)		
	Higher – Speed Highways	**Lower – Speed Highways**
LOS	**Posted Speed Limit ≥ 50 mi/h**	**Posted Speed Limit < 50 mi/h**
A	≤ 2.0	≤ 2.5
B	>2.0 – 4.0	>2.5 – 5.0
C	>4.0 – 8.0	>5.0 – 10
D	>8.0 – 12.0	>10.0 – 15.0
E	>12.0	>15.0
F	Demanda de capacidade excedida	

Fonte: Adaptado Manual HCM (2022)

Dito isso, substituiu-se em (3):

$$FD = \frac{58{,}33}{100} \times \frac{\frac{612}{0{,}99}}{45{,}91} = 7{,}85$$

Com ATS convertido em mi/h. Permitindo concluir que o LOS é C, já que a rodovia é de baixa velocidade.

3. RESULTADOS

A Tabela 6 apresenta os dados de entrada necessários para o cálculo do LOS, conforme cada metodologia do HCM:

Tabela 6 – Dados de entrada das metodologias do HCM

Parâmetros de entrada para os softwares (em pés (ft), ou em metros (m); em quilômetros (km) ou milhas (mi))		
HCM2000	**HCM2010 e HCM2016**	**HCM2022**
- Shoulder width	- Shoulder width	- Shoulder width
- Lane width	- Lane width	- Lane width
Segment length	Segment length	- Segment length
- Class (I ou II)	- Class (I, II ou III)	-
- Terrain (Level ou Rolling)	- Analysis Direction Volume	- Directional Demand, veh/h
- Two-Way Hourly Volume, V	- Opposing Direction Volume	- Grade (%)
- Directional Split	- Terrain (Level, Rolling ou Specific Grade (%))	- Segment Type (passing zone/passing constrained)
- Peak-Hour Factor, PHF	- Peak-Hour Factor, PHF	- Peak Hour Factor, PHF
- Trucks and buses (%)	- Trucks and buses (%)	- Heavy Vehicles (%)

- Recreational Vehicles	- Recreational Vehicles	-
- Percent No-Passing Zones	- Percent No-Passing Zones	- Percent Occupied Parking (%)
- Access Points	- Access Points	- Access Points
- Base Free Flow Speed	- Base Free-Flow Speed	- Free-Flow Speed
-	-	- Pavement Condition Rating

Fonte: Adaptado do HCM (2024)

Ao substituir os dados encontrados neste estudo, obteve-se os seguintes resultados (tabela 7):

Tabela 7 – Resultados das diferentes metodologias

VERSÃO	ATS (km/h)	PTSF (%)	DENSIDADE $(D = \frac{fluxo}{ATS})$	FD	LOS
HCM2000	49,56	71,50	12,45	N.A	E
HCM2010	48,6	77,70	13,07	N.A	E
HCM2016	48,6	73,70	12,72	N.A	E
HCM2022	72,42	62,20	8,53	8,5	C

Fonte: Softwares HCS (2024)

E comparando com os dados reais, têm-se (tabelas 8 e 9):

Tabela 8 – Comparação de dados reais com dados dos softwares

VERSÃO	ATS SOFTWARE (km/h)	ATS REAL	PTSF SOFTWARE (%)	PTSF (%)	DENSIDADE $(D = \frac{fluxo}{ATS})$	DENSIDADE REAL	FD
HCM2000	49,56	73,9	71,50	58,33%	12,45	8,28	N.A
HCM2010	48,6		77,70		13,07		N.A
HCM2016	48,6		73,70		12,72		N.A
HCM2022	72,42		62,20		8,53		8,5

Fonte: O autor (2024)

Comentado [OM9]: Descolorir / formato padrão

Tabela 9 – Comparação do LOS real com LOS dos softwares

VERSÃO	LOS SOFTWARE	LOS REAL
HCM2000	E	C
HCM2010	E	
HCM2016	E	
HCM2022	C	

Fonte: O autor (2024)

3.1 O que os resultados indicam sobre a rodovia?

A rodovia apresenta boas condições de velocidade e densidade, mas enfrenta desafios quanto à fluidez, com motoristas frequentemente andando em pelotão devido à falta de

oportunidades de ultrapassagem. Se a demanda continuar crescendo, uma ampliação ou melhorias em trechos específicos serão recomendadas para manter um bom nível de serviço e evitar maiores problemas de congestionamento.

Desse modo, pode-se concluir que os dados reais apresentam maior precisão em relação às metodologias do software, evidenciando a importância de adaptar essas ferramentas às condições específicas do país onde o estudo é realizado, conforme proposto por Egami (2006). Ademais, a metodologia do HCM2022 mostrou-se a mais aderente aos dados reais, sendo a mais adequada para aplicação em cenários práticos. Em contrapartida, as versões anteriores do software, com valores de ATS mais baixos, PTSF mais elevados e maior densidade, parecem subestimar as condições reais da rodovia, sugerindo uma menor fidelidade na simulação dessas condições.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apesar das limitações inerentes ao estudo, como a contagem de veículos realizada via drone, é possível concluir que o HCM2022, quando adaptado às rodovias brasileiras, representa a opção mais adequada para qualificar essas vias e identificar a necessidade de melhorias. No caso específico da rodovia analisada, recomenda-se a realização de um estudo mais aprofundado, com contagem de veículos em vários dias e em uma extensão maior, dividida por trechos. Isso permitirá uma avaliação mais detalhada das condições da rodovia, possibilitando a identificação de oportunidades para manutenção, ampliação e servindo como um exemplo prático da eficácia da metodologia aplicada.

Entre as principais mudanças do HCM2022, destaca-se a inclusão de parâmetros específicos para trechos com limitações de ultrapassagem, a consideração detalhada do impacto de veículos lentos sobre a velocidade média de fluxo, a influência dos veículos autônomos (CAV's) além de fatores climáticos, tipo de usuário dos veículos (se familiares ou não), tipo de incidente (caso haja), fatores de ajuste de capacidade e demanda, que permitem análises mais precisas para diferentes contextos de rodovias, como na análise de *Freeways,* por exemplo, dentre outros.

Por fim, a aplicação do HCM2022 em estudos de tráfego em rodovias variadas pode ajudar a identificar pontos de melhoria com maior precisão e até demonstrar que determinados segmentos não estão em condições tão críticas quanto aparentam, o que pode influenciar significativamente e de forma positiva as decisões sobre obras de ampliação e alocação de recursos.

Referências

AL-KAISY, A. e DURBIN, C. **Estimating Percent Time Spent Following on Two-Lane Highways: Filed Evaluation and New Methodologies.** In: 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2007.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Frota de veículos 2024.** Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2024. Acesso em: 26 ago. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Malha rodoviária em Minas Gerais precisa de mais investimentos.** Disponível em: https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/malha-rodoviaria-minas-gerais-mais-precisa-investimentos. Acesso em: 26 ago. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Metade dos acidentes ocorre em rodovias de pista simples de mão dupla.** Disponível em: https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/metade-acidentes-ocorrem-pista-simples-mao-dupla. Acesso em: 26 ago. 2024.

EGAMI, C. Y. **Adaptação do HCM-2000 para determinação do nível de serviço em rodovias de pista simples sem faixas adicionais no Brasil**. 240f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

EGAMI, C. Y.; SETTI, J. R. Adaptação do HCM2000 para rodovias de pista simples sem faixas adicionais no Brasil. **TRANSPORTES**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2006. DOI: 10.14295/transportes.v14i2.66.

KITTELSON & ASSOCIATES, INC. **TRB to Release the 7th Edition of the Highway Capacity Manual Before the 2022 Annual Meeting.** Kittelson, 2021. Disponível em: https://www.kittelson.com/news-and-events/trb-to-release-the-7th-edition-of-the-highway-capacity-manual-before-the-2022-annual-meeting/. Acesso em: 26 ago. 2024.

Manual de Estudos de Tráfego - DNIT. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes. Rio de Janeiro, RJ. 2006.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Highway Capacity Manual 7th Edition:** A Guide for Multimodal Mobility Analysis. Washington, 2022. https://doi.org/10.17226/26432.

OLIVEIRA, Juliangelo Kayo Sangi de; BESSA JÚNIOR, José Elievam. Adaptation of the HCM for the analysis os two-lane rural highways without passing lanes in Brazil. **TRANSPORTES**, v.30, 2022. DOI:10.14295/transportes. v30i3.2690.

SETTI, J.R., J.E. BESSA JR., C.Y. EGAMI e M.L.MON-MA. Adaptação do HCM2000 para análise e da capacidade e do nível de serviço em rodovias de pista simples no Brasil. **Transportes**, v.19, n. 2, p. 66-78, 2011. DOI: 10.14295/transportes.v19i2.510.

SILVA, Frederico Amaral e. **Determinação do impacto de zonas de ultrapassagens proibidas e de faixas adicionais de subida em segmentos de rodovias de pista simples**. Tese (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

UTIMURA F. S., SETTI, J.R., EGAMI.C.Y. e MON-MA M.L. **Verificação da acurácia de estimativas do nível de serviço em rodovias de pista simples no estado de São Paulo.** *Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos*. 2007.

Comentado [OM10]: Ver como formatar as datas no modelo

Comentado [OM11]: Verificar formatação

Comentado [OM12]: Algumas informações precisam estar em negrito