

## VALIDAÇÃO DE MODELOS PARA ESTIMAR O NÍVEL DE SERVIÇO EM ACESSOS DE RODOVIAS DE PISTA DUPLA

**Caio Augusto Carvalho Bastos**

**Orientador: Prof. Dr. José Reynaldo Setti**

Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo

caio.acb@usp.br

### Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a validação de um modelo proposto por Carneiro (2023) para estimar a qualidade de serviço de acessos em rodovias de pista dupla no Brasil. Atualmente, essa avaliação é baseada nos modelos da 7<sup>a</sup>. edição do *Highway Capacity Manual* (TRB, 2022). Embora o HCM-7 seja amplamente usado na avaliação da qualidade de serviço de rodovias no Brasil, ele foi desenvolvido e calibrado com base em dados de rodovias dos Estados Unidos. O banco de dados usado por Carneiro (2023), com dados coletados por meio de vídeos, permitiu a calibração de um novo modelo, porém, não foi suficiente para sua validação.

Para alcançar o objetivo, a densidade observada foi comparada com as estimadas pelo modelo proposto e o modelo do HCM. Para essa validação foi usado um novo conjunto de dados de tráfego, diferente do usado por Carneiro (2023) na calibração do seu modelo.

### Métodos e Procedimentos

A coleta de dados foi realizada a partir de vídeos de câmeras de monitoramento de tráfego fornecidos pela ARTESP, para 9 acessos em rodovias de pista dupla. Para cada acesso de entrada e saída, foram obtidas a taxa de fluxo e a velocidade média no espaço, estratificadas entre veículos leves e pesados. Os vídeos têm duração de 30 minutos, e os dados foram coletados para intervalos de cinco minutos.

As taxas de fluxo foram obtidas pela contagem de veículos em cada faixa de tráfego, que foram transformados em carros de passeio (cp) usando os fatores de equivalência adotados pela ARTESP.

As velocidades foram calculadas com base no tempo que os veículos levaram para cruzar duas linhas imaginárias, definidas por pontos fixos, como postes e placas, localizados no Google Earth. A velocidade média no espaço dos veículos que trafegavam pela área de influência dos acessos foi obtida a partir dos tempos médios para viajar de uma linha à outra.

A densidade na área de influência para um dado intervalo de 5 minutos foi calculada a partir da relação entre a taxa de fluxo e a velocidade média no espaço. O nível de serviço (NS) no acesso segue uma escala de A a F com base na densidade de tráfego. O NS A corresponde às melhores condições de tráfego, enquanto o NS F corresponde ao tráfego congestionado.

### Resultados

A Figura 1 resume a comparação entre a densidade observada e a estimada pelo modelo do HCM-7. Nela, ficam claras as inconsistências das estimativas, que tiveram um erro quadrático médio normalizado RMNSE = 0,386. Em rodovias de 2 faixas por sentido, o HCM-7 tendeu a superestimar a densidade, enquanto em rodovias com 3 faixas por sentido, a densidade foi subestimada.

O modelo do HCM-7 tende a estimar melhor a densidade nos NS A e B, em que previu

corretamente 95,6% e 84,5% dos casos, respectivamente. No entanto, para o NS C, a previsão foi correta apenas em 25% dos intervalos observados.

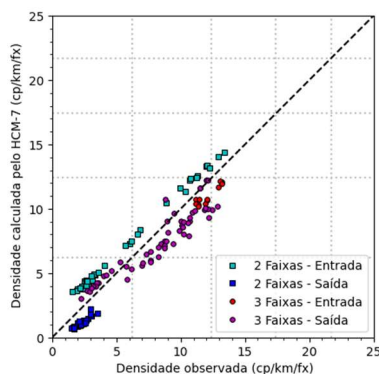


Figura 1: Comparação entre densidades observadas e estimadas pelo modelo do HCM-7

A Figura 2 mostra que modelo proposto por Carneiro traz uma melhora significativa na previsão da densidade na área de influência dos acessos, com RMNSE = 0,130, bem menor do que o do modelo HCM-7 (0,386).

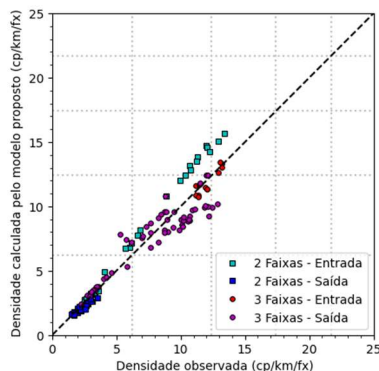


Figura 2: Comparação entre densidades observadas e estimadas pelo modelo proposto por Carneiro (2023)

Embora tenha apresentado uma redução significativa no erro médio, o modelo proposto (2023) tende a superestimar a densidade na área de influência nos acessos de entrada e dispersão considerável nas estimativas para acessos de saída em rodovias com 3 faixas. No entanto, o modelo obteve excelentes previsões

para acessos de saída em rodovias de 2 faixas e para acessos de entrada em rodovias de 2 faixas.

Em termos de níveis de serviço, o modelo apresentou acurácias de 91,2%, 82,7% e 75% para os NS A, B e C, respectivamente.

## Conclusões

Em resumo, os resultados obtidos nesta validação sugerem que o modelo proposto por Carneiro traz uma melhoria significativa na previsão do NS na área de influência dos acessos. Nota-se que o modelo do HCM apresentou inconsistências significativas e um elevado erro médio, especialmente para acessos mais congestionados.

Se por um lado, o modelo proposto apresentou um menor erro médio e uma melhor precisão na estimativa do NS, pode-se também notar que ainda apresenta algumas inconsistências, principalmente em acessos de saída em rodovias com 3 faixas de rolamento. Portanto, apesar da melhoria na previsão, é recomendável realizar novas calibrações com um banco de dados com mais observações com densidades maiores que 15 cp/km/fx, visando otimizar ainda mais a precisão do modelo.

## Referências

- CARNEIRO, R. F. (2023) Nível de serviço em acessos de entrada e saída em rodovias paulistas. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- TRB (2022). *Highway Capacity Manual 7th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis*. Washington, DC: The National Academies Press.