

AValiação DO IMPACTO DA DISTRAÇÃO DO MOTORISTA NA FLUIDEZ DO TRÁFEGO DE INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS

Diego Barbosa Fontes
Manoel Mendonça de Castro Neto

Universidade Federal do Ceará

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

RESUMO

Embora existam alguns estudos que analisam o impacto da distração do motorista na fluidez do tráfego, não foram encontrados trabalhos voltados à análise dos efeitos da distração no desempenho e na capacidade de interseções semaforizadas. Essa lacuna possivelmente possa ser explicada pela dificuldade de se observar a distração e, principalmente, os seus efeitos nas medidas de desempenho do tráfego, o que justifica a utilização de um microssimulador de tráfego. O objetivo principal desta pesquisa de mestrado consiste em analisar o impacto da distração dos motoristas – posição do veículo na fila, duração da distração e a frequência com que elas ocorrem – no atraso, no tamanho de fila e na capacidade de aproximações semaforizadas. A distração de interesse desse estudo é a que causa atraso no tempo de partida do veículo, como as decorrentes da utilização de *smartphones* pelos motoristas enquanto parados.

1. INTRODUÇÃO

Alguns fatores podem motivar a falta de atenção ao dirigir. Young, *et al.* (2007) classificam as distrações dos motoristas em quatro tipos: i) as visuais, que acontece quando há um desvio do olhar do condutor para um outro objeto, como *smartphones*; ii) as auditivas, que ocorrem quando o condutor concentra a sua atenção em sons, como música; iii) as mecânicas, que acontecem quando o motorista retira uma das mãos do volante para realizar uma tarefa, como se alimentar; e iv) as cognitivas, que advém de pensamentos que capturam a atenção do motorista. As distrações podem ser mais frequentes quando os veículos estão parados durante o sinal vermelho, quando os condutores podem se sentir mais seguros por estarem parados.

Embora existam na literatura alguns estudos que analisem o impacto da distração no tráfego, não foram encontrados trabalhos voltados à análise da distração dos motoristas no tráfego de interseções semaforizadas. Essa lacuna talvez possa ser explicada pela dificuldade de se observar a distração e, principalmente, os seus efeitos nas medidas de desempenho do tráfego, o que justifica a utilização de um microssimulador de tráfego. A simulação microscópica permite modelar o efeito de importantes variáveis relativas à distração, como a posição do veículo em que ocorreu a desatenção e a duração.

O objetivo principal desta pesquisa de mestrado consiste em analisar o impacto da distração dos motoristas no desempenho e na capacidade do tráfego de interseções semaforizadas. Para que esse objetivo seja alcançado, deve-se atingir primeiramente o objetivo específico de modelar a distração dos motoristas em interseções semaforizadas em um microssimulador de tráfego.

2. SÍNTESE DA REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura apresenta alguns trabalhos voltados ao estudo da distração dos motoristas. Nouzard *et al.* (2014) classificaram esses estudos em quatro tipos: i) os que utilizam uma abordagem naturalística, com uso de câmeras ou sensores de rastreamento ocular (Fitch *et al.*, 2013); ii) os que utilizam simuladores de direção (Cooper *et al.*, 2009); iii) os estatísticos, baseados em dados observacionais, como o trabalho que analisou relação entre o número de acidentes fatais e o uso do celular ao dirigir (Wilson *et al.*, 2010); e iv) os com base em ferramentas computacionais, como os microssimuladores de tráfego (Nouzard *et al.*,

2014). A presente pesquisa de mestrado se enquadra no quarto grupo, portanto a revisão bibliográfica aqui apresentada se restringe aos trabalhos que utilizaram microssimulação.

Nouzard *et al.* (2014) propuseram uma abordagem para investigar o efeito da distração dos motoristas em um trecho de autoestrada localizado na Filadélfia, Estados Unidos. Foi utilizado o programa Distract-R para criar perfis de distração ocorrida por mensagens de texto. Com o uso de programação via COM (*Component Object Model*) do simulador VISSIM (PTV, 2018) esses perfis foram alocados aleatoriamente a 0%, 10% e 20% dos motoristas da simulação. Observou-se que a distração tende a diminuir a distância de *following* e a velocidade média.

Lindorfer *et al.* (2018) propuseram um modelo de *car-following* que incorpora dois tipos de distração: a leve e a severa. As distrações leves compreendem as distrações auditivas e cognitivas, as quais geram um aumento no tempo de reação do motorista e uma diminuição na velocidade desejada. Já as distrações severas são as visuais, durante as quais os condutores permanecem com uma aceleração constante, não reagindo ao veículo líder. A validação do modelo de distração foi feita utilizando o microssimulador *TraffiSim* (Backfrieder et al. 2015), tendo como alvo os perfis de velocidade dos veículos líder e seguidor.

O VISSIM possui dois parâmetros relacionados à falta de atenção temporária, ou *temporary lack of attention* (TLA): o *TLA duration*, que representa a duração das distrações e o *TLA probability* que define a frequência com que elas ocorrem. Nesta pesquisa, experimentos foram realizados para investigar como esses parâmetros realmente atuam, já que na literatura a explicação não foi encontrada. Os resultados mostram que esses parâmetros não representam o tipo de distração estudada nesta pesquisa, como discutido em detalhes na seção 3.3.

3. MÉTODO PROPOSTO

O método da proposto é dividido em quatro etapas: coleta e análise de dados preliminares; projeto do experimento; simulação microscópica; e análise do impacto da distração no desempenho do tráfego.

3.1 Coleta e análise de dados preliminares

Esta etapa consiste na coleta e análise de dados preliminares para a melhor compreensão do fenômeno. Para que a distração e os seus efeitos possam ser bem representados, faz-se necessário compreender e observar variáveis, como: o tempo de reação do motorista, tanto ao início do verde, no caso do primeiro veículo da fila, quanto à saída do veículo à frente, no caso do veículo a partir da segunda posição; os *headways* dos veículos na faixa de retenção; os perfis de aceleração dos veículos; e a frequência e duração das distrações. Essas variáveis e outras necessárias à calibração do microssimulador serão coletadas por meio de vídeos gravados pelas câmeras de fiscalização do CTAFOR – Controle de Tráfego em Área de Fortaleza. Como dito anteriormente, a utilização do microssimulador será necessária devido à provável pequena quantidade de observações coletadas para que se faça inferências acerca dos efeitos da distração no tráfego.

3.2 Projeto do experimento

Nesta etapa de planejamento do experimento serão definidos os níveis e as combinações dos fatores relacionados à distração que afetam o tráfego, como a posição na fila do veículo que

sofre a distração, a duração da distração e a frequência da distração. Serão definidos também o número de replicações por cenário e a duração de cada simulação. Esta etapa se apoiará no ferramental estatístico de projeto e análise de experimentos.

3.3 Simulação microscópica

Essa etapa engloba a modelagem da distração dos motoristas em um microssimulador, que será o VISSIM, devido à familiaridade dos autores com o software, que é um dos mais disseminados e consolidados no meio técnico-científico. Nesta pesquisa de mestrado foi realizado um experimento para compreender o funcionamento os parâmetros associados à falta de atenção do software: o *TLA duration* e o *TLA probability*. Concluiu-se que esses parâmetros não atendem ao objetivo desta pesquisa, pois com eles todos os veículos estão suscetíveis, com a mesma probabilidade, a cada *time-step*, de sofrer a distração, e ainda com a mesma duração. O que se busca nesta pesquisa de mestrado é a distração que ocorre ocasionalmente, com poucos motoristas, especificamente no momento em que ele deveria partir do repouso, quando está parado na interseção semaforica. Dessa forma, será necessária uma forma alternativa de simular a distração dos motoristas.

Uma alternativa em fase de testes consiste na adição de um semáforo fictício logo à frente do veículo a sofrer distração, de tal forma que o condutor tenha sua saída retardada, simulando o tempo de reação prolongado ocasionado pela distração. Outra abordagem a ser avaliada, caso a alternativa do semáforo fictício não funcione à contento, é a modelagem da distração via programação, utilizando a API do software com interface COM - *Component Object Model*.

Em seguida parte-se para a calibração dos parâmetros comportamentais do VISSIM. Inicialmente, os parâmetros selecionados para calibração são: i) *reaction time*, que no VISSIM representa o tempo de reação do primeiro veículo da fila ao verde; ii) velocidade desejada; iii) os perfis de aceleração; iv) os parâmetros de *car-following* (*ax*, *bx_add* e *bx_mult*). Os parâmetros *ax* e velocidade desejada serão coletados em campo. Os perfis de aceleração serão calibrados com alvo nos *headways* acumulados. Os parâmetros *bx_add* e *bx_mult* serão calibrados com alvo no fluxo de saturação. Para a validação do modelo, além das medidas-alvo utilizadas na calibração, serão utilizadas também as variáveis atraso e tamanho de fila.

Será analisada também a necessidade de se calibrar o modelo de mudança de faixa, pois os condutores que estão atrás do veículo que sofre a distração podem se sentir mais propensos a mudar de faixa, assim como os motoristas da faixa adjacente podem se sentir atraídos para se inserirem na faixa que está mais livre devido ao bloqueio causado pelo veículo que sofreu a distração. Esses comportamentos serão avaliados por meio das filmagens, na etapa de coleta e análise de dados preliminares.

3.4 Análise do impacto da distração no desempenho do tráfego

A última etapa consiste na análise dos resultados do experimento para modelar o efeito das variáveis de distração – posição do veículo, duração e frequência – nas medidas de desempenho atraso, tamanho de fila e na capacidade da aproximação semaforizada.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Até o momento foram obtidos resultados incipientes, basicamente com o intuito de construir o modelo de simulação que incorpore a distração. Fora codificados três cenários de desatenção para uma interseção hipotética: sem distração (cenário 1), distração do 6º veículo (cenário 2) e distração do 10º veículo. O semáforo fictício foi programado para gerar 5 segundos de retardo na saída do veículo. A Figura 1 mostra os resultados do *headways* acumulados na faixa de retenção, para cada veículo da fila. O *headway* acumulado de um veículo também é o tempo entre o início do verde e a sua passagem na faixa de retenção. Cada cenário foi simulado com 30 replicações. Com 95% de confiança, a diferença de atraso médio entre o cenário 2 e o cenário 3 foi de $6,8 \pm 2,3$ s, considerando o que a distração ocorria em todos os ciclos.

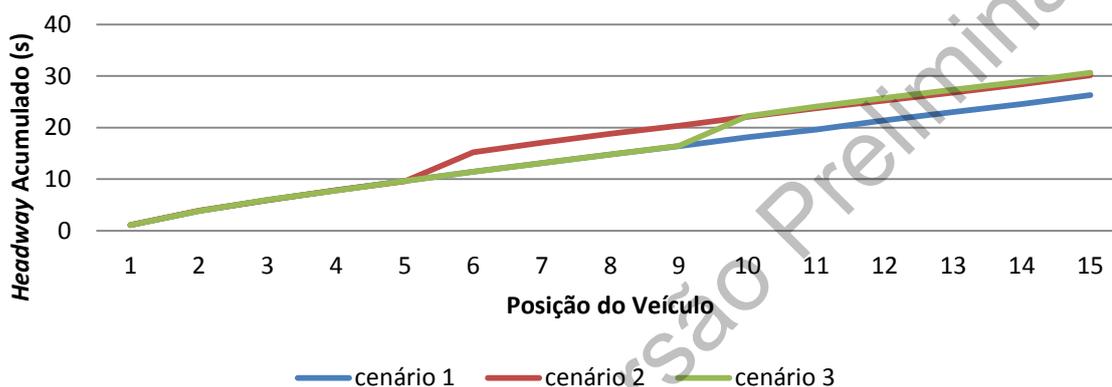


Figura 1: Headway Acumulado por Posição

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Backfrieder, C., Mecklenbräuker, C. F. and Ostermayer, G. (2015) *TraffSim -- A Traffic Simulator for Investigations of Congestion Minimization through Dynamic Vehicle Rerouting*, International Journal of Simulation, Systems, Science and Technology 15, No. 4, 38-47.
- Cooper, J. M., Vladislavjevic, I., Medeiros-Ward, N., Martin, P. T., and Strayer, D. L. (2009). *An Investigation of Driver Distraction near the Tipping Point of Traffic Flow Stability*. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 51(2), 261-268.
- Fitch, G. M., Soccolich, S. A., Guo, F., McClafferty, J., Fang, Y., Olson, R. L., Perez, M. A., Hanowski, R. J., Hankey, J. M., and Dingus, T. A. (2013). *The Impact of Hand-Held and Hands-Free Cell Phone Use on Driving Performance and Safety-Critical Event Risk*.
- Lacerda, V. M. (2016) *Estimação da Velocidade Média em vias urbanas com uso do microsimulador VISSIM*. *Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes*, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- Lindorfer, M., Mecklenbräuker, C. F. and Ostermayer, G., (2018) *Modeling the Imperfect Driver: Incorporating Human Factors in a Microscopic Traffic Model*, in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 19, no. 9, pp. 2856-2870.
- Nourzad S.H.H.; Salvucci D.D.; and Pradhan A. (2014). *Computational Modeling of Driver Distraction by Integrating Cognitive and Agent-Based Traffic Simulation Models*. *Computing in Civil and Building Engineering 2014*, 1885-1892.
- PTV (2018) *VISSIM 11.0. Manual do Usuário*. Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe, Germany
- Wilson, F. A., and Stimpson, J. P. (2010). *Trends in Fatalities from Distracted Driving in the United States, 1999 to 2008*. *American Journal of Public Health*, 100(11), 2213-2219.
- Young, K., Regan, M., and Hammer, M. (2007). *Driver Distraction: A Review of the Literature*. *Distracted driving*. Sydney, NSW: Australasian College of Road Safety, 379-405.

Diego Barbosa Fontes (diegobfontes@det.ufc.br)

Manoel Mendonça de Castro Neto (manoel@det.ufc.br)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará

Rua Prof. Armando Farias, bl. 703 – Fortaleza, CE, Brasil