TRANSPORTES
revistatransportes.org.br
anpet
associação nacional de pesquisa e ensino em transportes
anpet.org.br

Análise da prática do excesso de velocidade em vias de trânsito rápido a partir de dados naturalísticos de direção

Analysis of speeding practice on high-speed roads from naturalistic driving data

Alexandre Schipitoski Monteiro[1], **Jorge Tiago Bastos**[1]

[1]Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Contato: alexandresmonteiro@gmail.com, (ASM); jtbastos@ufpr.br, (JTB)

Recebido:
11 de agosto de 2023
Aceito para publicação:
4 de dezembro de 2023
Publicado:
16 de abril de 2024
Editor de Área:
Flávio José Craveiro Cunto,
Universidade Federal do Ceará, Brasil

Palavras-chave:
Excesso de velocidade.
Estudo Naturalístico de Direção.
Função logit.
Vias de trânsito rápido.

Keywords:
Speeding.
Naturalistic Driving Study.
Logit function.
High-speed road.

DOI: 10.58922/transportes.v32i1.2910

OPEN ACCESS
CC BY

RESUMO

O controle da velocidade constitui-se de um desafio para a gestão urbana orientada à redução de mortes e lesões no trânsito. O objetivo deste artigo foi avaliar a influência de características operacionais na ocorrência do excesso de velocidade nas vias de trânsito rápido de Curitiba (PR). A metodologia foi baseada no uso de dados naturalísticos de direção e na aplicação da regressão logística binária para investigar a relação entre características operacionais das vias (variáveis explicativas) e o excesso de velocidade (variável resposta). O resultado geral indica a prática do excesso de velocidade ao longo de 20,64% do tempo de viagem em fluxo livre. A análise isolada das variáveis explicativas indicou que a presença de radar aumentou a chance de não exceder a velocidade entre 8,16 e 21,09 vezes para as situações de qualquer excesso e acima de 20% do limite, respectivamente. A análise conjunta das variáveis explicativas resultou estatisticamente significativa para a presença de radar e a presença de semáforo, sendo que o primeiro reduziu em 9,55 vezes e o segundo aumentou em aproximadamente 30% a chance de excesso. Este resultado demonstra a importância da fiscalização eletrônica de velocidade como parte da estratégia de gestão da velocidade em áreas urbanas.

ABSTRACT

Speed control is a challenge for urban management aimed at reducing traffic deaths and injuries. The objective of this paper was to evaluate the influence of operational characteristics in the occurrence of speeding on the high-speed roads of Curitiba (PR). The methodology was based on the use of naturalistic driving data and the application of binary logistic regression to investigate the relationship between road operational characteristics (explanatory variables) and speeding (response variable). The overall result indicates the practice of speeding during 20.64% of the travel time in free flow. The isolated analysis of the explanatory variables indicated that the presence of radar increased the chance of not speeding between 8.16 and 21.09 times for situations of any excess and above 20% of the limit, respectively. The joint analysis of the explanatory variables was statistically significant for the presence of radar and the presence of traffic lights, with the first reducing by 9.55 times and the second increasing by approximately 30% the chance of speeding. This result demonstrates the importance of electronic speed enforcement as part of the speed management strategy in urban areas.

1. INTRODUÇÃO

Os sinistros de trânsito representam a oitava maior causa de mortes no mundo (OMS, 2018). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018) foram registradas 1,35 milhão de mortes em 2016 no mundo, um aumento de 12,5% comparado com dados de 2009. A OMS também aponta que sinistros de trânsito chegam a custar para a países até 3% de seu PIB. Para combater este alto índice de mortalidade, a 3ª Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, realizada em Estocolmo em 2020, definiu o período entre 2021 e 2030 como a Segunda Década de Ação

pela Segurança no Trânsito, tendo como um dos seus objetivos a redução de 50% das mortes e feridos ocorridos no trânsito.

A velocidade é um dos principais fatores de risco à vida quando ocorre um sinistro no trânsito. Isso se deve tanto ao aumento da distância percorrida durante o tempo de percepção e reação quanto ao aumento da distância de frenagem em si. Além disso, efeitos de erros de condutores são ampliados em velocidades elevadas (OPAS, 2012).

O excesso de velocidade foi contabilizado como fator de causa em um terço de sinistros, além de ser considerado como fator agravante em todos os sinistros (OECD, 2006), mesmo quando não se trata da causa principal. Segundo Elvik, Christensen e Amundsen (2004), existe uma relação estatística consistente entre a velocidade com o número e gravidade de sinistros (esta relação foi observada em vias com velocidades entre 25 km/h até 120 km/h). A probabilidade de óbito é maior de 80% para usuários mais vulneráveis em caso de sinistros no qual a velocidade de impacto esteja acima de 50 km/h (OPAS, 2012).

Para atingir esta redução de fatalidades no Brasil, em sua maioria preveníeis (OMS, 2018), foi criado o Plano Nacional de Redução de Mortes no Trânsito (PNATRANS) por meio da Lei nº 13.614/2018 (Brasil, 2018). O PNATRANS se baseia em seis pilares fundamentais para atingir a meta principal de reduzir pela metade o índice nacional de mortos no trânsito (Brasil, 2021): (1) Gestão da segurança no trânsito; (2) Vias seguras; (3) Segurança veicular; (4) Educação para o trânsito; (5) Atendimento às vítimas; (6) Normatização e fiscalização. Para atingir os objetivos do PNATRANS, foram estabelecidos ainda 12 metas globais de desempenho, sendo que a sexta meta apresentada está relacionada a redução da velocidade e consequentemente com a redução de lesões e mortes; esta meta possui relação com os pilares 2 (Vias Seguras), 4 (Educação para o Trânsito) e 6 (Normatização e Fiscalização). Esta sexta meta está descrita no PNATRANS da seguinte maneira: "Até 2030, reduzir à metade a proporção de veículos trafegando acima do limite de velocidade e reduzir as lesões e mortes relacionadas à velocidade (Brasil, 2021, p. 11)."

Vias urbanas devem ser projetadas de modo a oferecer mobilidade e acomodar vários tipos de usuários, incluindo pedestres e ciclistas. De maneira geral, velocidades mais baixas são desejáveis nestas vias de modo a atender a sua função e também manter a segurança viária, mas velocidades superiores à regulamentada são comumente registradas (Wang, 2006). Por este motivo, a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2018) sugere que velocidades em áreas urbanas não sejam superiores a 50 km/h. Apesar disto o Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), regido pela Lei nº 9.503 de 1997, cita que para vias rápidas em meio urbano se recomenda uma velocidade máxima de 80 km/h, e 60 km/h para vias arteriais. Para vias coletoras e locais os valores são de 40 km/h e 30 km/h, respectivamente.

Esta recomendação pela OMS tem como base pesquisas (OPAS, 2012) as quais indicam que a probabilidade de óbito cresce de maneira rápida para velocidades acima de 30 km/h, e para velocidades acima de 50 km/h, a chance de sinistro com pedestre que resultam em mortes é maior que 80%. Por isso que mesmo uma diminuição de 10 km/h na velocidade regulamentar pode diminuir consideravelmente as chances de fatalidades na ocasião de um sinistro.

Embora a redução da velocidade seja uma medida recomendada pela OMS (2018), ainda há certa dificuldade em sua implementação efetiva, pois trata de um tema polêmico devido ao fato de usuários de veículos considerarem que redução de velocidade máxima impacta substancialmente no tempo de viagem. No entanto, estudo realizado pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET-SP (Sarno, 2016) analisou o impacto da diminuição do limite de velocidade em marginais da capital paulista e concluiu que o fluxo de veículos permaneceu semelhante mesmo após a alteração de velocidade. De modo semelhante, Nunes et al. (2022) realizaram um estudo

sobre o efeito no tempo de viagem em corredores de vias arteriais que sofreram readequação no limite regulamentar de velocidade em Fortaleza-CE. Através de dados de fiscalização eletrônica foi observado um acréscimo médio de 4,72% nas vias estudadas, nas quais o limite de velocidade máxima reduziu de 60 km/h para 50 km/h. Este valor equivale a um aumento médio de apenas 6,08 segundos para cada quilômetro percorrido, reforçando que o risco presente no excesso de velocidade não é justificado pelo ganho de tempo (Nunes et al., 2022)

Existem vários fatores que podem influenciar na escolha da velocidade por parte do condutor, tais como fatores ligados ao condutor/veículo/via, condições de trânsito, o próprio risco de sinistro e lesão, presença de controle e sanções, presença de áreas com velocidade limitada e educação/publicidade (OPAS, 2012). Cada um destes fatores não age de forma isolada, e a ações em um dos fatores irá impactar em outros. Segundo Gabany, Plummer e Grigg (1997), alguns dos motivos que leva o condutor a praticar excesso de velocidade são, gratificação do ego, emoção/risco, pressa/atraso de horário, desdém de dirigir e desatenção.

Políticas viárias são importantes para manutenção da mobilidade e segurança no trânsito. Os Países Baixos implantaram medidas na década de 90 para diminuir sinistros de trânsito. Foram realizadas implantações de um sistema viário mais sustentável, com vias que mitigam ao máximo sinistros, e que quando eles ocorrem, a severidade dos ferimentos seja drasticamente menos severa. Foram também adotadas políticas de educação e fiscalização. Ao total foi estimado uma prevenção entre 1.600 e 1.700 mortes entre os anos de 1998 e 2007 (Weijermars e Wegman, 2011). Estudos realizados em vários países apontam que cerca de 90% dos condutores se consideram acima da média na questão habilidade, e por este motivo acreditam que acréscimos de velocidade não se traduzem em maiores riscos em suas viagens (OPAS, 2012).

No relatório sobre motivações para a pratica do excesso de velocidade, a Administração Nacional de Segurança Rodoviária dos Estados Unidos (Richard et al., 2012) identificou 4 subtipos de condutores: (1) Condutores que raramente excedem o limite de velocidade; (2) Condutores que excedem a velocidade durante muito tempo em poucas viagens; (3) Condutores que excedem a velocidade por pouco tempo na maioria de suas viagens; (4) Condutores que praticam excesso de velocidade por grande parte do período na direção de um veículo.

Como metodologia para investigações do comportamento humano no trânsito, entre eles a escolha da velocidade praticada, os Estudos Naturalísticos de Direção (do inglês, Naturalistic Driving Study – NDS) consistem em pesquisas em que se analisam dados sobre o comportamento de condutores em seu contexto real de condução, ou seja, em sua rotina de condução por meio do monitoramento com câmeras, sensores e receptores GPS (Sagberg et al., 2011; Van Schagen et al., 2011). Desde os anos 2000, os NDS têm sido conduzidos internacionalmente, incluindo as iniciativas nos Estados Unidos (Neale et al., 2005; Njord e Steudle, 2015), na União Europeia (Van Nes et al., 2019), no Canadá (CNDS, 2021; Marshall et al., 2013), na Austrália (ANDS, 2017; Larue et al., 2018), na China (Zhu et al., 2018), no Japão (Uchida et al., 2010) e no Irã (Sheykhfard et al., 2021).

Embora muitos dos fatores determinantes do comportamento de condutores sejam universais, algumas características podem possuir caráter regional (Van Nes et al., 2019). A fim de preencher a lacuna de evidências empíricas sobre o comportamento dos condutores no contexto brasileiro, foi desenvolvido o Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (NDS-BR) no cenário do município de Curitiba – PR como projeto piloto. Os dados foram coletados por meio de uma plataforma de coleta de dados naturalísticos composta por um computador portátil, um inversor de voltagem (para alimentação do computador), três câmeras, uma interna e duas externas (Figura 1), e um receptor GPS (Global Positioning System). O receptor GPS realiza o registro de coordenadas geográficas, data, horário, azimute, altitude e velocidade instantânea.



Figura 1. Exemplos de imagens capturadas no NDS-BR [adaptado de: Bastos et al., 2020].

Informações adicionais sobre a concepção da plataforma de coleta de dados naturalísticos podem ser encontradas em Borguezani et al. (2020). Resultados preliminares do NDS-BR podem ser encontrados em Bastos et al. (2020), Suguinoshita et al. (2020), Amancio (2021), Bastos et al. (2021) e Stoski (2021).

De modo a verificar o relacionamento entre os fatores estudados e a prática do excesso de velocidade, foi utilizado a função logit, que se trata de função matemática na qual o objetivo é prever a probabilidade de ocorrência de um evento entre a variável resposta e a variável explicativa.

Vários estudos de segurança viária já utilizaram este método, como o estudo feito por Valeixo e Suguinoshita (2020) na análise de excesso de velocidade em Curitiba, e também estudos em Delhi, na Índia, com estudo de percepção de risco de sinistros por parte do pedestre (Rankavat e Tiwari, 2016), na Carolina do Norte, nos Estados Unidos, com pesquisa sobre a gravidade dos ferimentos de pedestres em sinistros com veículos automotores (Liu et al., 2019) na Geórgia, também nos Estados Unidos, onde foi analisado a influência de fatores em sinistros com pedestres (Dai, 2012) e em Hong Kong na China, no qual também foi avaliado os fatores que aumentam o risco de ferimento de pedestres em colisão com veículos (Sze e Wong, 2007).

Baseado nisso, este estudo tem por objetivo analisar, através da utilização de função logit, os fatores determinantes para o excesso de velocidade em vias de trânsito rápido a partir de dados de velocidade instantânea coletados no âmbito de um Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro realizado em Curitiba – PR. Os fatores considerados consistem em características operacionais da via, conforme: presença de semáforos, permissão de estacionamento e presença de fiscalização eletrônica de velocidade.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo pode ser dividida basicamente em três partes: a primeira consiste na definição da área de estudo; a segunda no processo de coleta dos dados naturalísticos; e a terceira no tratamento e análise dos dados naturalísticos.

2.1. Definição da área de estudo

Curitiba possui um importante sistema de eixos, denominados Eixos Estruturais pela Lei nº 15.551/2019 (Curitiba, 2019). Estes eixos estão associados a áreas de uso misto e apresentam uma configuração de sistema trinário de circulação (Figura 2), o qual é definido da seguinte forma:

> Entende-se por sistema viário estrutural, o sistema trinário composto por uma via central e duas vias externas, sendo a via central aquela que contém a canaleta para o transporte de massa e as pistas lentas para o atendimento às atividades

lindeiras, e as vias externas, as ruas paralelas com sentido único de tráfego, destinadas ao fluxo contínuo de veículos. (Lei nº 15.551/2019, Art. 10, § 1º) (Curitiba, 2019).

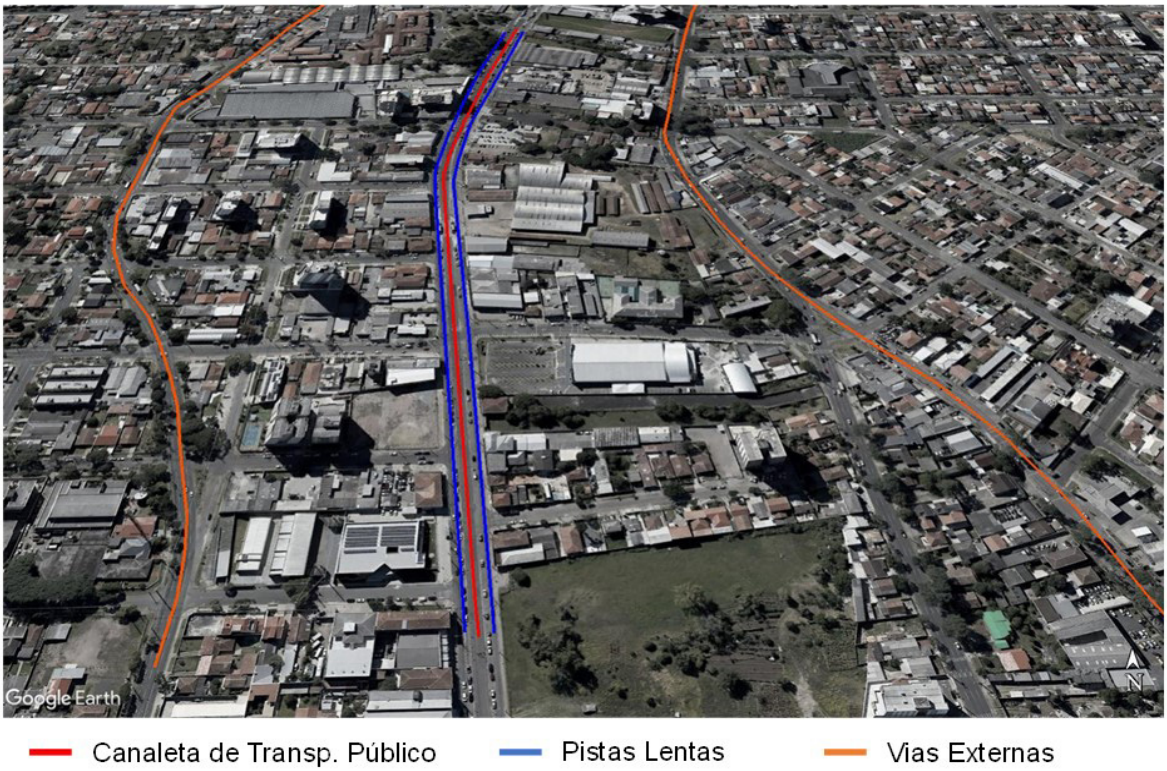


Figura 2. Sistema Trinário de Circulação [adaptado de Google Earth®, 2023].

Como a via exclusiva central é destinada ao transporte público de massa, a presença de pedestres em seu entorno é esperada, por isso as pistas laterais ao corredor exclusivo apresentam limite regulamentar de velocidade reduzido (30 ou 40 km/h, a depender do trecho), sendo destinadas às atividades lindeiras. As vias externas são destinadas ao tráfego geral. Os limites destas vias em Curitiba variam entre 40 e 60 km/h, ainda que o limite de velocidade predominante seja 60 km/h.

O recorte do estudo foi então definido como as vias de trânsito rápido (Vias Externas) de Curitiba apresentadas na Figura 3. Cada eixo possui uma via rápida sentido centro-bairro e uma sentido bairro-centro. Após a definição da área de estudo, foi realizada a caracterização destes eixos. Esta caracterização foi realizada quadra a quadra. As quadras foram definidas como trechos viários entre cruzamentos, desde que possuíssem extensão maior do que 25 m. Os trechos menores foram considerados como cruzamentos mais largos ou com aproximações desalinhadas.

Posteriormente, para cada quadra foi atribuído um código de identificação, assim como as características a serem analisadas quanto a sua influência na prática do excesso de velocidade: a velocidade máxima regulamentar, presença de fiscalização eletrônica de velocidade, presença de semáforo e presença de estacionamento. Estes dados foram obtidos por meio de observações in loco, através do Google Street View® e também por meio de bases georreferenciadas do sistema viário fornecidas pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2021). A Tabela 1 contém um exemplo da caracterização para algumas quadras do trecho estudado. Esta caracterização foi feita para todas as quadras analisadas. A Figura 4 apresenta a localização das informações levantadas de semáforos, de fiscalização eletrônica de velocidade e da permissividade de estacionamento.

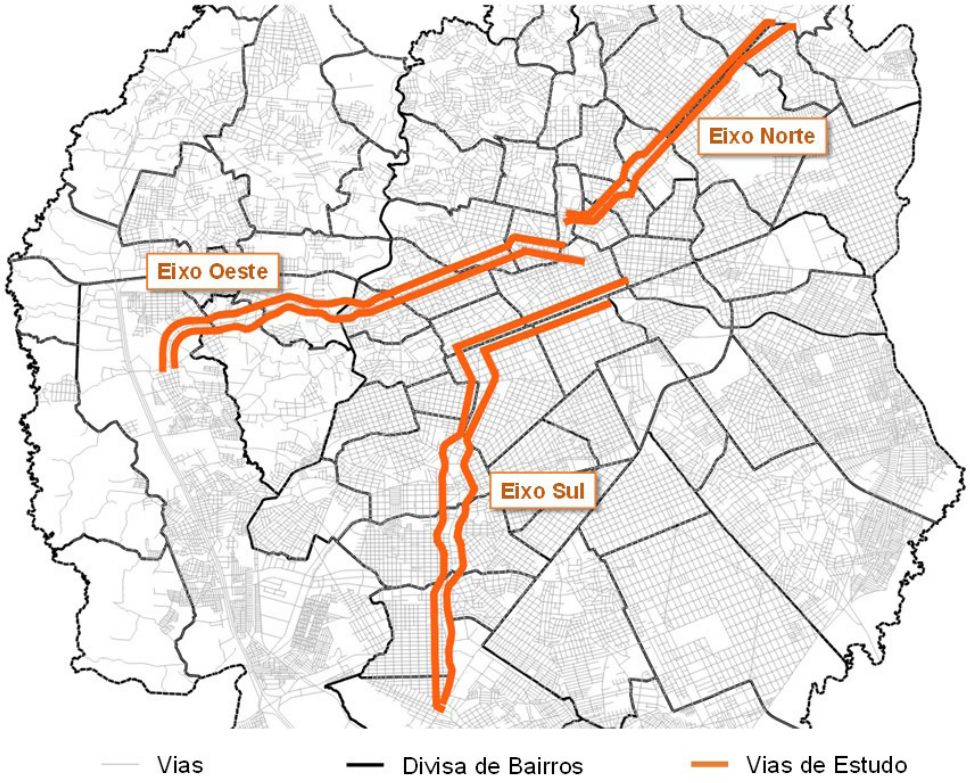


Figura 3. Área de estudo.

Tabela 1. Exemplo de caracterização das quadras.

Cód. Quadra	Eixo	Sentido	Vel. Máx. Permitida (km/h)	Fiscalização Eletrônica	Semáforo	Estacionamento
SB021	Sul	Bairro	50	Não	Sim	Proibido
SB017	Sul	Bairro	40	Não	Sim	Proibido
SC077	Sul	Centro	60	Não	Sim	Proibido
OB022	Oeste	Bairro	60	Sim	Sim	Proibido em horário comercial
OC035	Oeste	Centro	60	Sim	Sim	Proibido
OC039	Oeste	Centro	60	Não	Não	Proibido
NB037	Norte	Bairro	60	Não	Sim	Proibido em horário comercial

A fiscalização eletrônica de velocidade é feita através de radares fixos nas vias em estudo. O posicionamento dos radares pode ser em meio à quadra ou na proximidade de interseções semaforizadas. Radares próximos aos semáforos podem fiscalizar não só a velocidade, como também a passagem durante o sinal vermelho e a parada sobre a faixa de pedestres. As posições dos radares foram obtidas por meio de arquivo georreferenciado fornecido pela Secretaria Municipal de Defesa Social e Trânsito (Curitiba, 2021).

Quanto à presença de estacionamento, as vias rápidas de Curitiba possuem, em sua maioria, trechos no qual a proibição de estacionamento ocorre apenas em horários específicos. Fora dos horários proibidos, faixas normalmente usadas como circulação podem ser utilizadas para estacionamento em paralelo, diminuindo a quantidade de faixas de circulação. Considerou-se, portanto, o horário de cada viagem para a verificação da presença ou não de estacionamento.

Alguns trechos das vias em estudo apresentam ainda faixas exclusivas para estacionamento, nas quais era permitido o estacionamento durante qualquer horário.

Como as vias rápidas de Curitiba são, por padrão, com estacionamento proibido, com presença de sinalização horizontal de faixa amarela, indicando esta proibição, quadras que não possuíssem placas indicando a permissão nos horários específicos foram consideradas como estacionamento proibido. Estes dados foram obtidos por meio de observações in loco e também através do Google Street View®.

A Figura 4 ilustra a localização dos semáforos e da fiscalização eletrônica (radares), assim como os locais de proibição de estacionamento. Na Figura 4 estão consideradas como permitido estacionar as quadras onde há proibição de estacionamento em horário comercial ou em algum momento do dia, sendo permitido o estacionamento apenas em horários definidos.

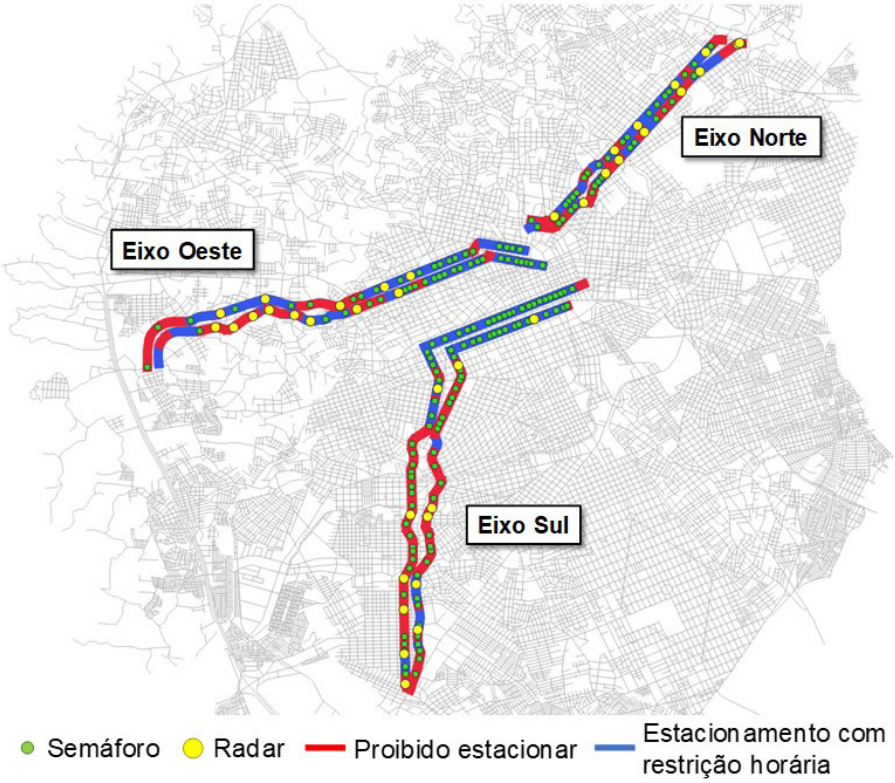


Figura 4. Localização das características estudadas.

2.2. Coleta de dados naturalísticos de direção

Iniciado no ano de 2019, o NDS-BR possui uma base de dados coletados e tratados entre agosto de 2019 e janeiro de 2021, totalizando 277,29 horas de direção, 16 condutores entre 19 e 60 anos e 5.077 km rodados.

O sistema de coleta dos dados utilizados neste estudo foi constituído por equipamentos não-intrusivos, contendo 1 computador portátil, para processar a captação da imagem das câmeras e coordenadas no GPS; 1 inversor de voltagem 500 W 12 V para 110 V, para alimentar a bateria do computador; 1 receptor GPS, com antena interface USB INF-GT62, a fim de registrar as coordenadas geográficas e a velocidade instantânea; 3 câmeras Webcam HD, com conexão USB (Universal Serial Bus), para gravação de imagens; e 3 suportes veiculares magnéticos com ventosa em silicone SP-40,

para fixar as câmeras dentro do veículo. A frequência dos registros do GPS foi de 1 segundo. Mais informações sobre a PCDN podem ser encontradas em Borguezani et al. (2020) e Amancio (2021).

A coleta de dados foi realizada no âmbito do primeiro Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (Brazilian Naturalistic Driving Study, NDS-BR). A realização do NDS-BR foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR (CEP/SD), sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de nº 52443421.8.0000.0102, parecer nº 5.098.994.

Dos 16 condutores participantes do estudo, nove eram homens e sete mulheres. A idade dos participantes variou entre 19 e 60 anos, o tempo de emissão das carteiras de habilitação variou entre 1 e 35 anos, e três dos condutores eram motoristas de aplicativo. A coleta dos dados de cada condutor ocorreu durante um período de aproximadamente 2 semanas entre os meses agosto de 2019 e janeiro de 2021 (com uma interrupção durante praticamente todo o ano de 2020 devido às restrições impostas pela Pandemia de COVID-19).

2.3. Tratamento e análise dos dados

Os arquivos gerados pelo receptor GPS em formato .nmea foram convertidos para o formato .csv. Os registros de velocidade foram convertidos de milhas por hora (mph) para quilômetros por hora (km/h), e o horário registrado pelo receptor GPS como GMT+0 foi ajustado para o horário de Brasília (GMT-3). Posteriormente, por meio da verificação dos arquivos de vídeo, foram levantados os tempos válidos e não válidos de viagem. Foram considerados tempos não válidos aquelas situações em que o condutor estava com o veículo ligado e estacionado sem efetivamente estar conduzindo.

2.3.1. Seleção dos pontos a serem analisados

Os dados obtidos no estudo naturalístico foram analisados por meio do software de análise espaciais QGIS®, de modo que a cada segundo de cada viagem é gerado um ponto georreferenciado, o qual possui as seguintes informações associadas: hora, data, coordenadas, altura, azimute e velocidade instantânea.

A fim de associar o registro pontual da viagem ao segmento de quadra (linha), foi utilizado um buffer de 10 m para ambos os lados das vias estudadas, de modo que apenas os pontos inseridos no interior do buffer foram considerados na análise (Figura 5). Após a seleção dos pontos no interior do buffer, eles foram relacionados com a quadra a qual estavam inseridos, desta maneira, cada ponto pode ser associado às informações das quadras, como por exemplo, velocidade máxima regulamentar ou se possui proibição de estacionamento. A Figura 5 também apresenta os pontos das viagens em vias transversais, que foram excluídos por não fazerem parte do recorte da área de estudo. Alguns destes pontos, apesar de estarem inseridos no buffer de 10m, também foram excluídos da análise.

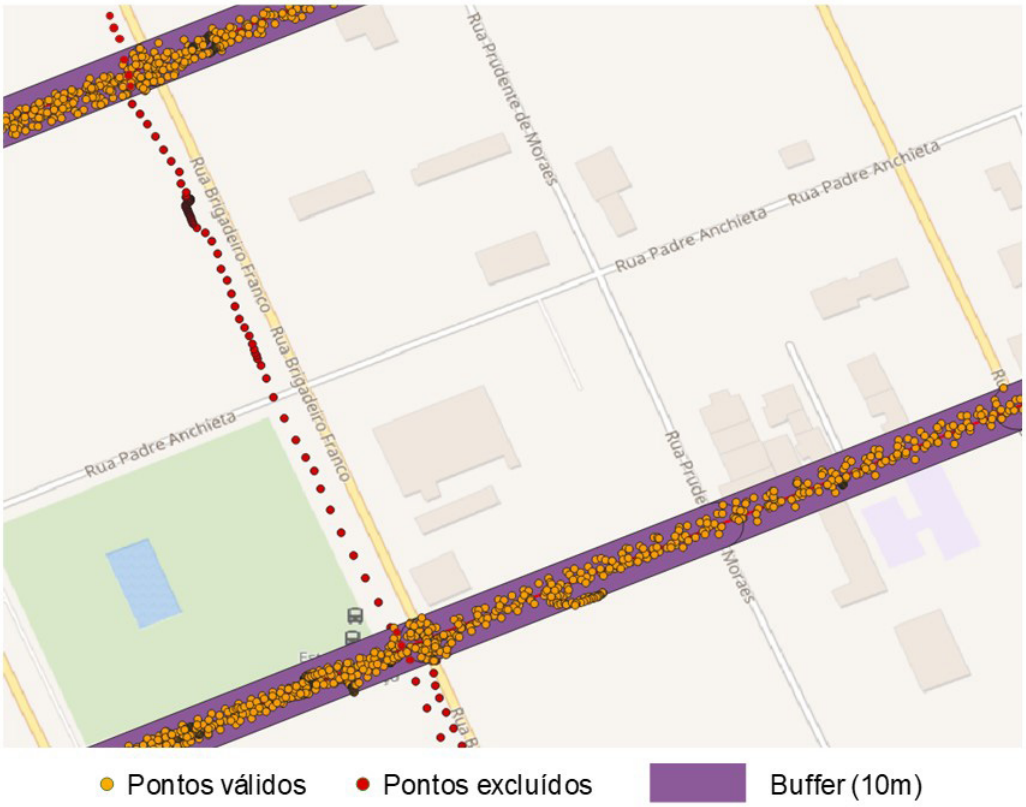


Figura 5. *Buffer* das vias de estudo e classificação dos pontos válidos ou excluídos da análise.

Considerado os segmentos de diferentes condutores, viagens e quadras, identificou-se um total de 5.449 segmentos de viagens inseridos no buffer das vias rápidas estudadas, sendo que 591 segmentos deste total foram excluídos por se tratarem de viagens de travessia do eixo estudado, restando 4.858 segmentos.

2.3.2. Excesso de velocidade

Este estudo definiu como quantidade de excesso de velocidade o tempo relativo ao tempo de fluxo livre em que o veículo estava inserido, como apresentado na Equação 1.

$$Excesso\ de\ velocidade\,(\%) = \frac{Tempo\ de\ excesso\ de\ velocidade}{Tempo\ de\ fluxo\ livre}\ para\ cada\ viagem$$

Este tempo de fluxo livre foi determinado para limitar o tempo em que o condutor tinha a oportunidade de praticar excesso de velocidade, e não estava parado em congestionamentos ou em semáforos (Richard et al., 2012). Então todas as viagens que estavam abaixo de 8,05 quilômetros por hora (5 milhas por hora) do limite da via foram excluídas, e a porcentagem de excesso de velocidade foi dada pela relação entre o tempo em excesso de velocidade e o tempo de fluxo livre (com oportunidade de exceder o limite de velocidade) (Figura 6).

Para análise da prática de excesso de velocidade, foram considerados os pontos em que a velocidade praticada era superior ao limite de velocidade da quadra na qual o ponto estava inserido. O excesso foi classificado em três faixas: acima do limite de velocidade (qualquer valor), mais que 10% acima do limite de velocidade e mais que 20% acima do limite de velocidade.

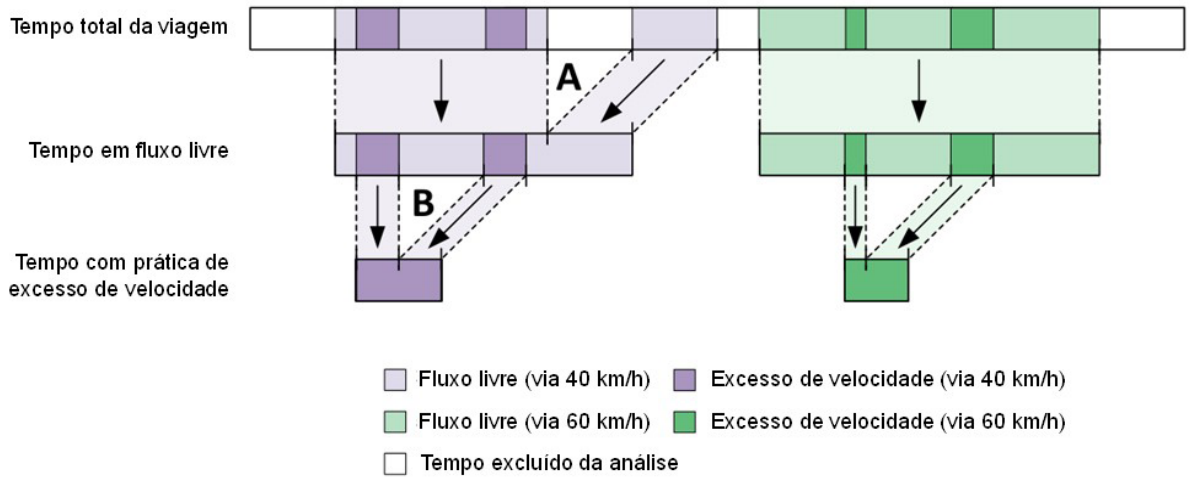


Figura 6. Ilustração de como os dados são extraídos de uma viagem e separados entre fluxo livre e excesso de velocidade [adaptado de Richard et al., 2012].

A fim de considerar apenas as situações com a oportunidade de exceder o limite de velocidade, ou seja, quando há exposição ao excesso de velocidade, foram analisados apenas os registros com velocidade maior que o limite de velocidade decrescido de 10 km/h, valor adotado com base na literatura no tema (Richard et al., 2017). Por exemplo, se o limite de velocidade da via era de 60 km/h, foram considerados no denominador no cálculo da taxa de excesso de velocidade apenas os instantes em que a velocidade era no mínimo de 50 km/h. Dos 4.858 segmentos, 2.534 não apresentavam oportunidade de exceder o limite de velocidade (devido a congestionamentos, parada em semáforos, entre outras condicionantes da fluidez do tráfego), restando, portanto, outros 2.324 segmentos para análise.

Para evitar excessos de velocidade acidentais, ou seja, os que o condutor não tem a intenção de praticar o excesso, foram considerados que somente quadras com mais de 50% dos pontos registrados apresentavam excesso de velocidade praticada no trecho em questão. Esta consideração foi utilizada somente para velocidades entre o limite e até 10% acima do limite. Foi assumido que condutores que estavam com velocidades acima de 10% do limite praticaram de forma intencional, independentemente da duração.

2.3.3. Regressão logística binária

Para avaliar a relação entre a prática do excesso de velocidade (variável resposta) e as variáveis explicativas levantadas (presença de semáforo, radares e estacionamento), foi utilizado o método da Regressão Logística. Este método é utilizado para estimar a probabilidade de correlação estatística entre a variável dependente binária (excesso ou não excesso de velocidade) e variáveis explicativas. Neste tipo de modelo, a variável dependente apresenta apenas duas alternativas de resposta, enquanto as variáveis explicativas não necessitam necessariamente de mesma categorização (Fávero et al., 2009). A probabilidade resultante da Função Logit é representada pela Equação 2. Tal função contém seus resultados dentro do intervalo [0, 1].

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \Sigma \beta_i X_i)}}$$

Os parâmetros α e β apresentados na Equação 2 são desconhecidos inicialmente, sendo estimados através da utilização de ferramentas computacionais de estatística. A regressão logística binária permite também o cálculo da Razão de Odds, a qual é obtida para cada variável explicativa assumindo que as demais sejam mantidas constantes. Desta maneira foi analisada a Razão de Odds para cada variável explicativa (presença de semáforo, radares e estacionamento) em relação à variável dependente (prática do excesso de velocidade) de modo a verificar a significância estatística dessa relação.

3. RESULTADOS

Considerando a análise de excessos de velocidade acidentais, dos 2.324 segmentos considerados válidos para a análise, 1.806 estavam abaixo da velocidade durante deslocamento considerado como fluxo livre. Acima do limite de velocidade foi identificado um total de 518 segmentos, uma média de 20,64% de excesso de velocidade. Segmentos com velocidade acima de 10% do limite totalizam 12,65%, e acima de 20% do limite de velocidade somam 6,65% das viagens em fluxo livre. Na Tabela 2 é apresentado um resumo dos segmentos em fluxo livre para cada eixo e sentido estudado.

Tabela 2. Resumo dos segmentos em fluxo livre.

	Nº de segmentos em fluxo livre e abaixo do limite de velocidade	Segmentos acima do limite de velocidade					
		Velocidade praticada acima da velocidade limite		Acima de 10% do limite de velocidade		Acima de 20% do limite de velocidade	
Eixo-Sentido		Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Norte-Bairro	168	24	12,50%	14	7,29%	4	2,08%
Norte-Centro	211	69	24,64%	37	13,21%	18	6,43%
Oeste-Bairro	343	96	21,87%	68	15,49%	40	9,11%
Oeste-Centro	410	101	19,77%	65	12,72%	41	8,02%
Sul-Bairro	473	188	28,44%	136	20,57%	86	13,01%
Sul-Centro	201	40	16,60%	16	6,64%	3	1,24%
Total	**1806**	**518**	**20,64%***	**336**	**12,65%***	**192**	**6,65%***

*Média dos Eixos

Utilizando os dados de regressão logística binária, deve-se atentar para que o nível de significância deva ser menor do que 0,05 para que seja possível uma associação estatisticamente significativa com intervalo de confiança de 95%. Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos através da análise da Regressão Logística Binária para cada característica estudada de maneira individual. Posteriormente, foi testada utilizando a combinação das características, demonstradas na Tabela 4.

A partir da Tabela 3, observa-se que nas quadras onde existe a presença de fiscalização eletrônica de velocidade, a chance de não ocorrer excesso de velocidade foi 8,16 vezes maior do que nas quadras sem presença de fiscalização. Esta razão sobe para 9,75 se considerada a velocidade mais de 10% acima do limite regulamentar e para 21,09 se considerada a velocidade mais de 20% acima do limite regulamentar. Todos os resultados para a influência da presença de fiscalização eletrônica foram estatisticamente significativos.

No tocante à presença de estacionamento, os valores negativos do coeficiente β e os valores entre 0 e 1 para a Razão de Odds indicam que a presença de estacionamento tenderia a motivar o excesso de velocidade. Embora os resultados apenas sejam estatisticamente significativos para os excessos de velocidade mais de 20% acima do limite de velocidade, este resultado, apesar de aparentemente contraintuitivo, pode ser explicado pela maior densidade do tráfego nos horários comerciais em que o estacionamento é proibido, de modo que mesmo com a presença de uma faixa de tráfego a mais para a circulação, o aumento da densidade faz com que haja menos oportunidades de exceder a velocidade. Analogamente, nos horários não comerciais em que o estacionamento é permitido, a densidade do tráfego é menor, possibilitando mais oportunidades de ultrapassar o limite de velocidade. O mesmo resultado foi encontrado por Valeixo e Suguinoshita (2020), para uma amostra menor de um dos eixos de análise.

Tabela 3. Resultados da Regressão Logística Binária, análise individual das características estudadas.

Variáveis Explicativas	Variáveis Resposta	Coeficiente ß	Z	p	Razão de *Odds*	Limite Inferior	Limite Superior
Radar	E.V.	2,0996	5,77	0,000	**8,16**	4,00	16,66
	E.V. (10%)	2,2774	4,48	0,000	**9,75**	3,60	26,41
	E.V. (20%)	3,0488	3,03	0,002	**21,09**	2,94	151,26
Estacionamento	E.V.	-0,0491	-0,43	0,664	**0,95**	0,76	1,19
	E.V. (10%)	-0,2434	-1,88	0,061	**0,78**	0,61	1,01
	E.V. (20%)	-0,3408	-2,10	0,036	**0,71**	0,52	0,98
Semáforo	E.V.	-0,1815	-1,81	0,070	**0,83**	0,69	1,01
	E.V. (10%)	-0,2952	-2,50	0,013	**0,74**	0,59	0,94
	E.V. (20%)	-0,2912	-1,93	0,054	**0,75**	0,56	1,00

E.V. = Excesso de Velocidade; E.V. (10%) = Excesso de velocidade acima de 10%; E.V. (20%) = Excesso de velocidade acima de 20%.

Do mesmo modo que para a presença de estacionamento, quadras com sinalização semafórica apresentaram valores negativos para o coeficiente β e valores entre 0 e 1 para a Razão de Odds, indicando maiores chances de excesso de velocidade na presença do semáforo. No entanto, o único resultado estatisticamente significativo foi para excessos de velocidade mais de 10% acima do limite. Como a própria metodologia acaba por considerar apenas situações de fluxo livre, portanto com a indicação luminosa do semáforo verde, é possível que os condutores sejam estimulados à aceleração para aproveitarem a passagem no verde, levando a excessos de velocidade. Adicionalmente, a presença da fiscalização eletrônica em semáforos tende a apresentar boa visibilidade, de forma que os semáforos sem fiscalização eletrônica podem ser vistos como sem riscos de aplicação de multa, acarretando excessos de velocidade. A fim de verificar tal hipótese, aplicou a Regressão Logística Binária para os 996 casos de passagens em quadras semaforizadas, sendo 92,47% delas em situação sem fiscalização eletrônica. Os resultados indicaram que a chance de qualquer excesso de velocidade reduz em 88% com a fiscalização eletrônica de velocidade associada (p-valor < 0,001), variando de 61 a 96% (nível de confiança de 95%). Este resultado confirma, portanto, a hipótese de que o semáforo sem fiscalização eletrônica de velocidade pode favorecer o excesso de velocidade na condição de fluxo livre.

Quando realizada a Regressão Logística Binária com a combinação das três características estudadas (variáveis explicativas), apresentadas na Tabela 4, foi observado que apenas a presença de radar retornou resultados estatisticamente significativos em todos os casos de excesso de velocidade. Além disso, apenas para a presença de semáforo que pôde ser encontrado resultado estatisticamente significativo para excessos de velocidade mais que 10% acima do limite

regulamentar. As argumentações fornecidas em relação aos resultados da Tabela 3 se aplicam para a interpretação da Tabela 4 para a fiscalização eletrônica e a presença de semáforo. Além disso, destaca-se que os valores para as Razões de *Odds* foram similares nos dois casos.

Tabela 4. Resultados da Regressão Logística Binária, análise combinada das características estudadas.

Variáveis Explicativas	Variáveis Resposta	Coeficiente ß	Z	p	Razão de *Odds*	Limite Inferior	Limite Superior
	E.V.	2,0884	5,73	0,000	**8,07**	3,95	16,48
Radar	E.V. (10%)	2,2401	4,40	0,000	**9,39**	3,47	25,45
	E.V. (20%)	3,0014	2,99	0,003	**20,11**	2,80	144,34
	E.V.	0,0061	0,05	0,957	**1,01**	0,80	1,26
Estacionamento	E.V. (10%)	-0,1858	-1,42	0,156	**0,83**	0,64	1,07
	E.V. (20%)	-0,2830	-1,73	0,083	**0,75**	0,55	1,04
	E.V.	-0,1512	-1,49	0,136	**0,86**	0,70	1,05
Semáforo	E.V. (10%)	-0,2566	-2,15	0,031	**0,77**	0,61	0,98
	E.V. (20%)	-0,2450	-1,61	0,107	**0,78**	0,58	1,05

E.V. = Excesso de Velocidade; E.V. (10%) = Excesso de velocidade acima de 10%; E.V. (20%) = Excesso de velocidade acima de 20%.

Se considerado um modelo somente com as variáveis explicativas nas quais foram observados valores de p menores que 0,05, ou seja, com resultados estatisticamente significativos (presença de radares e presença de semáforos), observa-se na Tabela 5 que, para valores de velocidade acima de 10% do limite, a interpretação se mantém aproximadamente a mesma das análises anteriores: uma chance de ocorrer excesso de velocidade 29,87% maior (1/0,77) para quadras com presença de semáforo. Do mesmo modo, a presença de fiscalização eletrônica de velocidade manteve valores aproximados das análises anteriores, sendo que para velocidades acima de 10% a razão de chances é de 9,55 maior para a não ocorrência do excesso de velocidade.

Tabela 5. Resultados da Regressão Logística Binária, análise combinada entre presença de radar e presença de semáforo.

Variáveis Explicativas	Variáveis Resposta	Coeficiente ß	Z	p	Razão de *Odds*	Limite Inferior	Limite Superior
	E.V.	2,0879	5,73	0,000	**8,07**	3,95	16,47
Radar	E.V. (10%)	2,2569	4,44	0,000	**9,55**	3,53	25,88
	E.V. (20%)	3,0278	3,01	0,003	**20,65**	2,88	148,15
	E.V.	-0,1508	-1,49	0,136	**0,86**	0,71	1,05
Semáforo	E.V. (10%)	-0,2667	-2,24	0,025	**0,77**	0,61	0,97
	E.V. (20%)	-0,2610	-1,72	0,085	**0,77**	0,57	1,04

E.V. = Excesso de Velocidade; E.V. (10%) = Excesso de velocidade acima de 10%; E.V. (20%) = Excesso de velocidade acima de 20%.

4. CONCLUSÕES

A utilização de dados naturalísticos de direção em que se tem um monitoramento contínuo da velocidade praticada pelos condutores permite a realização de estudos para extensões maiores de via (não limitados à zona de captura de um radar, por exemplo), tais como os eixos viários analisados. Dessa forma, é possível compreender de maneira mais abrangente a operação ao longo de um eixo viário e não apenas em um ponto ou local restrito de observação. A metodologia empregada mostrou-se compatível para o desenvolvimento de investigações sobre a velocidade efetivamente praticada pelos condutores em vias urbanas por meio de indicadores detalhados e inéditos do comportamento de excesso de velocidade.

O estudo apontou que o excesso de velocidade ocorre de maneira significativa nas vias de trânsito rápido de Curitiba (PR), com uma média de 20,64% do tempo sob excesso de velocidade nos segmentos analisados. Particularmente para o Eixo Sul foi identificado o valor de 13,01% do tempo sob excesso de velocidade mais que 20% acima do limite regulamentar. O maior entendimento da influência da presença de radar, estacionamento e semáforo no excesso de velocidade é capaz de contribuir para o direcionamento mais adequado de esforços e ações para melhoria da segurança nas vias urbanas.

A presença de fiscalização eletrônica se mostrou um fator determinante para o desencorajamento ao excesso de velocidade. Para todos os fatores analisados, a presença do radar foi o que mais diminuiu a probabilidade da prática do excesso de velocidade. Entretanto, é necessário ponderar que este resultado acaba por reforçar a ideia do impacto limitado da fiscalização eletrônica de velocidade, possivelmente restrito à mesma quadra em que o dispositivo está instalado. Caso o impacto da presença de radares em alguns pontos dos eixos estudados fosse disseminado para os segmentos complementares desses eixos, diferenças desta ordem não teriam sido identificadas, pois o respeito ao limite de velocidade ocorreria em qualquer segmento do eixo.

Os radares analisados neste estudo fiscalizam a velocidade instantânea dos veículos. Esta limitação faz com que alguns condutores aumentem a velocidade após a fiscalização de modo a "recuperar" o tempo perdido na manobra de desaceleração. No contexto urbano, este resultado reforça a necessidade de regulamentação de medidas mais abrangentes de fiscalização da velocidade praticada em áreas urbanas, como a fiscalização por velocidade média, por exemplo, principalmente em vias de trânsito rápido em que o fluxo tende a apresentar menos interrupções.

Além disso, os resultados também foram estatisticamente significativos para a presença de semáforo, indicando uma situação favorável ao excesso de velocidade no tempo de verde, a fim de evitar atrasos nas interseções. Sob a ótica da gestão municipal do trânsito, a evidência desse comportamento reforça a necessidade de fiscalização eletrônica nas interseções semaforizadas, seja para o controle da velocidade praticada nesses segmentos quanto para o respeito às indicações luminosas.

No contexto do planejamento urbano, o uso de dados naturalísticos de direção apresenta o potencial de contribuir para o desenvolvimento da política de gestão da velocidade, dado o seu caráter de monitoramento contínuo da velocidade praticada. Isso permite que sejam identificados segmentos mais e menos propensos ao excesso de velocidade, assim como a avaliação da zona de influência de determinado dispositivo de fiscalização eletrônica de velocidade. Dessa forma, os dados naturalísticos podem colaborar para subsidiar decisões de implantação, retirada ou realocação de radares com vistas ao aperfeiçoamento da estratégia de gestão da velocidade no ambiente urbano.

O estudo apresentou o recorte da área de estudo e dos parâmetros analisados. Ainda é possível aprofundar o conhecimento nos limites do estudo apresentado. Presença de passageiros em viagens de condutores de aplicativos, horário da viagem, condições meteorológicas, e ainda estender a pesquisa para as outras vias de diferentes níveis hierárquico. O recorte do estudo foi realizado procurando manter uma homogeneidade das áreas estudadas, mas também devido à dificuldade de coleta de algumas informações referentes aos parâmetros, e ainda devido aos limites estabelecidos para este tipo de publicações científicas.

Para pesquisas futuras é necessário considerar o aumento do tamanho da amostra de condutores participantes no estudo naturalístico, buscando tornar os resultados mais representativos da realidade de condução em Curitiba (PR). A replicação da metodologia empregada neste estudo considerando também características físicas das vias e/ou outras hierarquias viárias também pode ser objeto de pesquisas futuras. Adicionalmente, o aumento do número de condutores participantes permitiria que outros fatores capazes de impactar na escolha da velocidade fossem investigados, como tipo de condutor, tempo de habilitação, idade e sexo. Investigações a partir do

cruzamento entre os dados de velocidade praticada e de sinistros de trânsito também representam uma potencial aplicação para estudos futuros. Neste estudo foram desconsiderados os excessos de velocidades acidentais, porém, uma análise de inclusão destes pontos pode resultar em uma discussão interessante, visto que sinistros de trânsito também podem ocorrer nestes momentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento obtido na Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N°. 18/2021 e à Universidade Federal do Paraná e ao Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV) pelos financiamentos complementares obtidos.

REFERÊNCIAS

Amancio, E.C. (2021) *Influência de Dispositivos de Fiscalização Eletrônica de Velocidade no Comportamento do Condutor em Cenário Urbano* (dissertação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27978>. (acesso em 04/12/2023).

ANDS (2017) *Australian Naturalistic Driving Study: Progress Report for May 2017*. Disponível em: <http://www.ands.unsw.edu.au/news-events/ands-progress-report-may-2017>. (acesso em 04/12/2023).

Bastos, J.T.; P.A.B. dos Santos; E.C. Amancio et al. (2021) Is organized carpooling safer? Speeding and distracted driving behaviors from a naturalistic driving study in Brazil. *Accident Analysis and Prevention*, v. 152, p. 105992. DOI: 10.1016/j.aap.2021.105992. PMid:33549972.

Bastos, J.T.; P.A.B.D. Santos; E.C. Amancio et al. (2020) Naturalistic driving study in Brazil: an analysis of mobile phone use behavior while driving. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 17, p. 6412. DOI: 10.3390/ijerph17176412. PMid:32899144.

Borguezani, J.R.; P.A.B. Santos; F.S. Osorio et al. (2020) Plataforma de coleta de dados naturalísticos de segurança viária. In *Anais do 34º Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.* Fortaleza: ANPET.

Brasil (1997) Lei nº 9.503, 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil,* Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm> (acesso em 04/12/2023).

Brasil (2018) Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018. Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) e acrescenta dispositivo à Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil,* Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm> (acesso em 04/12/2023)

Brasil, Ministério da Infraestrutura (2021) *Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021 (PNATRANS)*. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/Anexo_I_pnatrans.pdf>

CNDS (2021) *Canada Naturalistic Driving Study*. Disponível em: <https://www.canada-nds.net/index.html> (acesso em 04/12/2023)

Curitiba (2019) Lei nº 15.511, 10 de outubro de 2019. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município de Curitiba e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm> (acesso em 04/12/2023)

Curitiba, Secretaria Municipal de Defesa Social e Trânsito (2021) *Fiscalização Eletrônica*. Disponível em: <https://transito.curitiba.pr.gov.br/fiscalizacaoeletronica> (acesso em 04/12/2023).

Dai, D. (2012) Identifying clusters and risk factors of injuries in pedestrian-vehicle crashes in a GIS environment. *Journal of Transport Geography*, v. 24, p. 206-14. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.02.005.

Elvik, R.; P. Christensen e A. Amundsen (2004) *Speed and Road Accidents: An Evaluation of the Power Model: TØI report 740/2004*. Oslo: Institute of Transport Economics TOI.

Fávero, L.P.; P. Belfione, F.L. da Silva, et al. (2009) *Análise de Dados: Modelagem Multivariada para Tomada de Decisões.* Rio de Janeiro: Elsevier.

Gabany, S.G.; P. Plummer e P. Grigg (1997) Why drivers speed: the speeding perception inventory. *Journal of Safety Research*, v. 28, n. 1, p. 29-35. DOI: 10.1016/S0022-4375(96)00031-X.

Google Earth® (2023) Disponível em: <http://maps.google.com> (acesso em 18/07/2023).

IPPUC (2021) *Dados Geográficos de Curitiba*. Disponível em: <http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm> (acesso em 04/12/2023).

Larue, G.S.; S. Demmel; S.G. Dehkordi et al. (2018) Australian Naturalistic Driving Study (ANDS): using 20,000 trips to get a glimpse at locations and speeds where data was collected. In *2018 Australasian Road Safety Conference*. Disponível em: <https://eprints.qut.edu.au/122207/> (acesso em 04/12/2023).

Liu, J.; A. Hainen; X. Li et al. (2019) Pedestrian injury severity in motor vehicle crashes: an integrated spatio-temporal modeling approach. *Accident; Analysis and Prevention*, v. 132, p. 105272. http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2019.105272. PMid:31454739.

Marshall, S.C.; K.G. Wilson; M. Man-Son-Hing et al. (2013) The Canadian Safe Driving Study—Phase I pilot: examining potential logistical barriers to the full cohort study. *Accident; Analysis and Prevention*, v. 61, n. 3, p. 236-44. http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.002. PMid:23672943.

Neale, V.L.; T.A. Dingus; S.G. Klauer et al. (2005) *An Overview of the 100-car Naturalistic Driving Study and Findings*. Disponível em: https://dot.alaska.gov/highwaysafety/assets/Occ_Prot-cellphone_National_study-Virginia_Tech_Transp_Institute.pdf> (acesso em 04/12/2023).

Njord, J. e K. Steudle (2015) *Big Data Hit the Road: The First Year of Use of the SHRP 2 Safety Databases*. Washington, DC: Transportation Research Board.

Nunes, P.B.S.; S. Oliveira; L.I.A. Vale et al. (2022) Efeito da redução do limite de velocidade no tempo médio de viagem - estudo de caso de fortaleza. In *Anais do 36º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Disponível em: <https://proceedings.science/anpet-2022/trabalhos/efeito-da-reducao-do-limite-de-velocidade-no-tempo-medio-de-viagem-estudo-de-cas?lang=pt-br> (acesso em 04/12/2023)

OECD (2006) *Country Reports on Road Safety Performance: Australia*. Canberra: OECD.

OMS (2018) *Global Status Report on Road Safety*. Disponível em: <https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/> (acesso em 04/12/2023).

OPAS (2012) *Gestão da Velocidade: Um Manual de Segurança Viária para Gestores e Profissionais da Área.* Brasília, DF: OPAS.

Rankavat, S. e G. Tiwari (2016) Pedestrians risk perception of traffic crash and built environment features. *Safety Science*, v. 87, p. 1-7. doi: 10.1016/j.ssci.2016.03.009

Richard, C.M.; J.L. Campbell; M.G. Lichty et al. (2012) *Motivations for speeding*. (Vol. I: Summary Report). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration. doi: 10.21949/1525730

Richard, C.M.; J.L. Brown; R. Atkins et al. (2017) Using naturalistic driving data to develop a typology of speeding episodes, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 2659, n. 1, p. 91-7. doi: 10.3141/2659-10.

Sagberg, F.; R. Eenink; M. Hoedemaeker et al. (2011) *Recommendations for a Large-scale European Naturalistic Driving Observation Study: Prologue Deliverable D4.1*. Oslo, Noruega: TØI Institute of Transport Economics.

Sarno, C.C.B. (2016) *Benefícios Imediatos da Redução das Velocidades Máximas Permitidas: O Caso das Marginais Tietê e Pinheiros*. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego. Nota Técnica NT 251. Disponível em: < https://www.cetsp.com.br/media/517275/nt251.pdf>. (acesso em 04/12/2023).

Sheykhfard, A.; F. Haghighi; E. Papadimitriou, et al. (2021) Analysis of the occurrence and severity of vehicle-pedestrian conflicts in marked and unmarked crosswalks through naturalistic driving study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 76, p. 178-192. doi: 10.1016/j.trf.2020.11.008.

Stoski, J.C. (2021) *Estudo Observacional do Comportamento de Ciclistas a Partir de um Estudo Naturalístico com Condutores de Automóveis* (monografia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27945> (acesso em 04/12/2023).

Suguinoshita, M.C.; G.R.R. Valeixo; P.A.B. dos Santos et al. (2020) Fatores determinantes para o excesso de velocidade em vias arteriais urbanas. In *II Simpósio de Transportes Do Paraná*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 63-74. doi: 10.5380/2stpr2020.artcomp05p63-74.

Sze, N.N. e S.C. Wong (2007) Diagnostic analysis of the logistic model for pedestrian injury severity in traffic crashes. *Accident; Analysis and Prevention*, v. 39, n. 6, p. 1267-78. doi: 10.1016/j.aap.2007.03.017. PMid:17920851.

Uchida, N.; M. Kawakoshi; T. Tagawa et al. (2010) An investigation of factors contributing to major crash types in Japan based on naturalistic driving data. *IATSS Research*, v. 34, n. 1, p. 22-30. doi: 10.1016/j.iatssr.2010.07.002.

Valeixo, G.R.R. e M.C. Suguinoshita (2020) *Fatores Determinantes para o Excesso de Velocidade em Vias Arteriais Urbanas* (bacharelado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Van Nes, N.; J. Bärgman; M. Christoph et al. (2019). The potential of naturalistic driving for in-depth understanding of driver behavior: UDRIVE results and beyond. *Safety Science*, vol. 119, p. 11-20. doi: 10.1016/j.ssci.2018.12.029.

Van Schagen, I.; R. Welsh; A. Backer-Grøndahl et al. (2011) *Towards a Large Scale European Naturalistic Driving Study: Final Report of PROLOGUE (Deliverable D4.2)*. Leidschendam, Países Baixos: SWOV Institute for Road Safety Research.

Wang, J. (2006) *Operating Speed Models For Low Speed Urban Environments Based On In-Vehicle GPS Data*. Tese (doutorado). Georgia Institute of Technology, Atlanta. Disponível em: <https://repository.gatech.edu/server/api/core/bitstreams/88de2bd1-184c-40e1-b9a8-fce9b45e4417/content> (acesso em 15/02/2024).

Weijermars, W. e F. Wegman (2011) Ten years of sustainable safety in the Netherlands an assessment. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2213, p. 1-8. doi: 10.3141/2213-01.

Zhu, M.; X. Wang; A. Tarko et al. (2018) Modeling car-following behavior on urban expressways in Shanghai: a naturalistic driving study. *Transportation Research Part C, Emerging Technologies*, v. 93, p. 425-45. doi: 10.1016/j.trc.2018.06.009.