

VELOCIDADES INSEGURAS E NÍVEL DE RENDA EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE CURITIBA

P. A. B. dos Santos, D. C. Borszcz, O. D. O. Sayago, J. T. Bastos

RESUMO

A prática de velocidades inseguras em áreas urbanas representa um desafio para a segurança viária, especialmente em cidades marcadas por desigualdades socioeconômicas. O objetivo deste estudo é verificar se há uma associação entre a ocorrência de velocidades inseguras e o nível de renda no cenário de Curitiba-PR. A metodologia envolveu a análise de indicadores de velocidades inseguras (obtidos a partir de uma base de dados naturalísticos de direção) e o percentual de rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* em salários mínimos. Indicadores auxiliares sobre a qualidade do pavimento, densidade de radares e semáforos foram considerados para explorar a influência da infraestrutura viária. Os resultados, evidenciaram maior ocorrência de velocidades elevadas em áreas de menor renda. Adicionalmente, verificou-se que quanto maior a renda, melhor a qualidade da infraestrutura viária. Constatou-se que a desigualdade na distribuição de investimentos em infraestrutura contribui para uma maior exposição ao risco em áreas de menor renda.

1 INTRODUÇÃO

De acordo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a velocidade excessiva ou inadequada contribui para aproximadamente uma em cada três mortes no trânsito em todo o mundo e que um aumento de 1 km/h na velocidade média dos veículos resulta em um aumento de 4% a 5% nos sinistros fatais (WHO, 2017). Velocidades abaixo dos 30 km/h reduzem significativamente o risco de mortes no trânsito, pois usuários mais vulneráveis das vias (pedestres, ciclistas e motociclistas) apresentam mais chances de sobreviverem a impactos de até 30 km/h. Já ocupantes de veículos apresentam boas chances de sobrevivência em impacto transversal em velocidade até 50 km/h e em impactos frontais em velocidade até 70 km/h (WHO, 2023a; WRI, 2016)

A Organização Mundial da Saúde menciona que, dos 163 países que informaram ter leis sobre excesso de velocidade, 57 estão em conformidade com as práticas recomendadas, estabelecendo que a velocidade máxima em vias urbanas seja de 50 km/h. Além disso, a OMS também recomenda que a velocidade máxima não exceda 30 km/h em áreas residenciais ou áreas com alta concentração de pedestres (WHO, 2023).

Fatores como o número de faixas, o tipo de via e o limite de velocidade estabelecido apresentam um impacto significativo sobre a propensão de exceder os limites de

velocidade (Wang *et al.*, 2022). Complementarmente, Bogdan *et al.* (2014) identificaram que quando os condutores estão sob pressão de tempo, eles tendem a desconsiderar os limites de velocidade. Ellison e Greaves (2015), por sua vez, observaram que os condutores tendem a superestimar a economia de tempo associada ao excesso de velocidade.

O tipo de via pode influenciar significativamente a prevalência do excesso de velocidade e suas consequências. Nos Estados Unidos, de acordo com dados sobre fatalidades em sinistros relacionados ao excesso de velocidade por tipo de via em 2021, 13% ocorreram em estradas interestaduais, rurais e urbanas combinadas, enquanto 87% das fatalidades relacionadas ao excesso de velocidade ocorreram em estradas não interestaduais (locais, estaduais, rurais) conforme relatado pela *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA, 2021).

Olmez *et al.* (2021) destacam que a densidade populacional nas áreas urbanas das cidades é maior do que nas áreas rurais, o que significa que as pessoas estão mais expostas a sinistros de trânsito devido às demandas de deslocamentos derivadas das necessidades de trabalho, estudo, lazer, comércio, entre outras, em um ambiente dinâmico e complexo. Para Andrade *et al.* (2020), a segurança nas vias urbanas desempenha um papel fundamental nas decisões de moradia e localização comercial.

De acordo com Gomes *et al.* (2015), em áreas com menor poder aquisitivo, uma possível maior gravidade dos sinistros pode estar relacionada a uma maior quantidade de viagens não motorizadas ou a uma infraestrutura rodoviária precária. Além disso, segundo Obelheiro *et al.* (2019), vários fatores relacionados à renda podem influenciar o risco de sinistros, como a propriedade do veículo, a idade do veículo e as condições de manutenção, a tolerância ao risco e a qualidade geral do ambiente viário em áreas com diferentes níveis de renda.

Conforme apontado por Dumbaugh *et al.* (2022) em um estudo realizado na Flórida, as áreas de baixa renda tendem a se aglomerar fora do núcleo urbano, o que significa que é muito provável que uma parte significativa do tráfego nas principais artérias dessas áreas seja composta por pessoas que moram em outros lugares e passam por essas áreas para chegar ao centro da cidade. O estudo identificou que as vias arteriais estão associadas a três vezes mais mortes e ferimentos em áreas de baixa renda em comparação com áreas de renda mais alta. Os autores argumentam que tais disparidades parecem se dever menos à estrutura viária em si e mais ao fato de que as populações de baixa renda estão localizadas ao longo das principais vias arteriais regionais, principalmente localizadas na periferia, onde são transportados volumes muito maiores de tráfego do que em áreas mais ricas.

Utilizando o cenário de Curitiba (Brasil), Bittencourt e Faria (2021) abordam que as obras em áreas precárias da cidade geralmente são projetos de construção essenciais, mas não abordam a vulnerabilidade da infraestrutura viária nem melhoram a qualidade dos deslocamentos urbanos. Isso perpetua a desigualdade territorial, pois o investimento em pavimentação, iluminação e drenagem urbana não é distribuído de forma equitativa. Nas cidades brasileiras, essa desigualdade se reflete na distribuição espacial dos recursos, onde grandes projetos de infraestrutura viária, como pontes e viadutos nos centros urbanos, contrastam com o asfaltamento ou recapeamento limitado nas áreas periféricas. Essa segregação no investimento em infraestrutura viária perpetua as condições de desigualdade.

O objetivo deste trabalho é verificar se há uma relação entre a ocorrência de velocidades inseguras e o nível de renda no cenário de Curitiba-PR. O estudo incluiu obtenção de indicadores relacionados à prática de velocidades inseguras e indicadores relacionados ao nível de renda considerando a unidade geográfica dos bairros da cidade. Tais indicadores foram obtidos a partir de uma base de dados naturalísticos de direção existente para o município. Além disso, foram utilizados indicadores auxiliares relacionados à qualidade do pavimento, densidade de radares e densidade de semáforos para melhor explorar a interferência da infraestrutura viária disponível na relação sob investigação (velocidade insegura x renda).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa trata da análise das velocidades inseguras em relação aos níveis de renda dos 75 bairros que compõem a cidade de Curitiba, PR. As medidas de velocidade foram obtidas a partir de dados naturalísticos de direção. O termo “velocidade insegura” utilizado neste documento se refere a velocidades acima do recomendado para ambientes urbanos segundo a abordagem dos sistemas seguros, sendo considerado o valor de 40 km/h. O valor limite de 40 km/h foi adotado tomando como base o limite de velocidade das vias locais usualmente adotado na cidade sendo, portanto, um valor de referência para ambientes com prioridade de acesso. Foram também consideradas as categorias de velocidades inseguras acima de 50 e 60 km/h. Dessa forma, não é feita referência ao limite de velocidade da via que, por si só, já pode apresentar um valor de velocidade insegura.

Como dado de renda, foi utilizado o percentual de famílias segundo faixa de renda em cada bairro. Indicadores auxiliares sobre a qualidade do pavimento, a densidade de radares de velocidade e a densidade de semáforos também foram empregados para ampliar a compreensão de como aspectos físicos e operacionais da infraestrutura viária podem influenciar na relação sob investigação.

2.1 Dados naturalísticos de velocidade

A coleta de dados de velocidade foi realizada a partir do Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (*NDS-BR*), uma pesquisa como foco o monitoramento da tarefa de condução cotidiana dos participantes. O veículo do próprio condutor participante foi instrumentado com câmeras de vídeo e receptor *Global Positioning System (GPS)*. O receptor *GPS* permite o registro de dados de posição geográfica e velocidade segundo a segundo do início ao fim de cada viagem realizada.

A obtenção de dados do *NDS-BR* teve início em agosto de 2019 e estendeu-se até dezembro de 2021. Foram coletadas informações de 32 condutores participantes, os quais aderiram ao estudo por meio de divulgação em redes sociais. A faixa etária dos condutores variou entre 21 e 63 anos, com 18 participantes do sexo feminino e 14 do sexo masculino. A experiência de direção dos participantes variou de 2 a 38 anos, de todos eles 27 residiam em Curitiba, enquanto cinco moravam em cidades vizinhas dentro da Região Metropolitana.

A duração da coleta de dados para cada condutor oscilou entre 5 e 20 dias. A plataforma de coleta de dados foi desenvolvida para ser ativada e começar a coletar dados assim que o veículo for ligado. Ao todo, foram realizadas 1.002 viagens, totalizando 381,45 horas de

direção e uma distância percorrida de 9.443,83 km. É importante ressaltar que durante a coleta de dados não foram estabelecidas rotas definidas, o que significa que cada condutor tinha total liberdade para escolher quando fazer uma viagem e sua rota específica. Todos os dados foram agregados em uma única planilha, codificados por condutor e viagem, com registros a cada segundo, facilitando a visualização e análise dos dados, especialmente em relação à velocidade

2.2 Dados de renda e infraestrutura viária

A cidade de Curitiba, como muitas outras metrópoles, demonstra uma grande amplitude de níveis de renda, evidenciando uma diversidade socioeconômica entre suas distintas regiões e os bairros. Este estudo utilizou dados sobre os níveis socioeconômicos existentes em Curitiba registrados no censo demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Nesses dados foi possível verificar a qualificação dos níveis socioeconômicos de acordo com os domicílios particulares permanentes, por classes de rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* em salários mínimos na cidade de acordo com o (IPPUC, 2015a) conforme demonstrado na Figura 1. Vale ressaltar que o salário mínimo em 2010 era de R\$ 510,00.

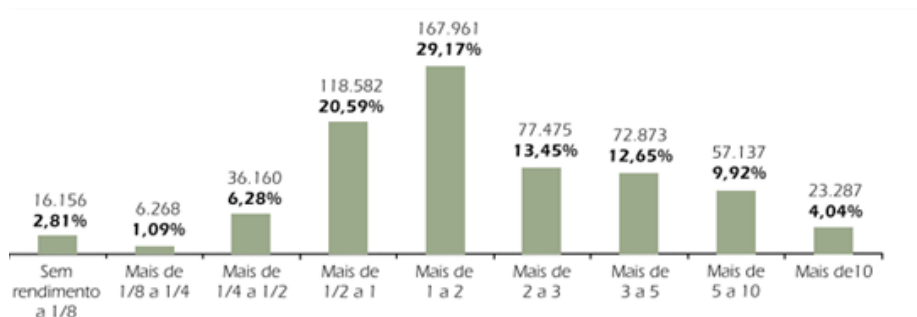


Fig. 1 Faixas de renda domiciliar per capita em salários mínimos – Curitiba. Fonte. (IPPUC, 2015a)

Os dados disponíveis são tabulados em domicílios particulares permanentes por classes de rendimento domiciliar *per capita* para cada bairro, variando de sem rendimento até mais de 5 salários mínimos. Esses dados foram utilizados para calcular os indicadores de porcentagem de domicílios com renda maior que 2, 3 e 5 salários mínimos em cada bairro de Curitiba.

Além dos níveis de renda, foram usados indicadores complementares associados à infraestrutura viária que abordam a qualidade do pavimento, a densidade de radares de velocidade e a densidade de semáforos, conforme mencionado acima, para melhor atingir o objetivo deste estudo.

Em relação ao pavimento, os dados também foram obtidos do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2022), através de um mapa relacionado à pavimentação. Os tipos de pavimentação representados no mapa incluem pavimentação alternativa, asfalto, bloco de concreto, calçadão, concreto, paralelepípedo, pedra irregular, saibro, tratamento superficial betuminoso (TSB) e TSB recape, como mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação de pavimentação

<i>CLASSE</i>	<i>TIPO</i>
ASFALTO	asfalto
	concreto
CONCRETO	bloco de concreto
	calçada
	alternativo
PAVIMENTAÇÃO ALTERNATIVA	tsb recape
	tsb
	paralelepípedo
PEDRA	pedra irregular
SAIBRO	Saibro

Fonte. (IPPUC, 2022)

A base de dados geográficos dos dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade (radares) foi disponibilizada pela Secretaria Municipal de Defesa Social e Trânsito do Município de Curitiba (SETRAN, 2020). Com essa base georreferenciada, foi possível localizar esses dispositivos e calcular a densidade de radares por bairro. Da mesma maneira, os dados de localização dos semáforos foram disponibilizados pelo IPPUC (2021), possibilitando o cálculo da densidade de semáforos por bairros de Curitiba.

2.3 Cálculo dos indicadores e análise dos dados

Os indicadores referentes à prática de velocidades inseguras foram o percentual do tempo percorrido em faixas de velocidade acima de 40 (V_1), 50 (V_2) e 60 km/h (V_3).

Em relação à renda, foram calculados três indicadores: o percentual de domicílios com renda superior a 2 salários mínimos per capita (R_1), superior a 3 salários mínimos per capita (R_2) e a mais de 5 salários mínimos per capita (R_3). Uma vez que os dados já foram coletados na forma da Tabela 2, não foi necessário realizar ajustes adicionais para o cálculo dos indicadores. Como esses dados de renda estavam desagregados por bairro, os demais indicadores de velocidade e pavimentação também foram calculados considerando essa mesma desagregação por bairro, permitindo assim fazer análises de correlação entre eles.

Os dados de pavimentação consistem em informações espaciais de geometria linear, que seguem a configuração da via. Por outro lado, os dados de velocidade são representados por geometria pontual, indicando as coordenadas para cada segundo de uma viagem de um condutor. Para associar os dados de pavimentação aos dados de velocidade, utilizou-se o *software* QGIS. Foram criados *buffers* que acompanham o lado direito e esquerdo da via, cada um com 10 metros de largura. Em seguida, utilizando junção espacial, uma nova tabela de atributos foi gerada. Essa tabela relaciona cada ponto de velocidade com seus atributos originais, além do tipo de pavimentação conforme a sobreposição com o *buffer* linear. Em relação à pavimentação, os indicadores foram o percentual do tempo percorrido sob asfalto, bloco ou concreto (P_1), consideradas as pavimentações de melhor qualidade, e o percentual do tempo percorrido sob pavimento alternativo, asfalto, bloco e concreto (P_2), também consideradas como pavimentos de boa qualidade, ainda que inferior à P_1 .

Tabela 2. Indicadores segundo percentual de domicílios de renda per capita por bairro

Bairro	Indicadores			Bairro	Indicadores		
	R ₁	R ₂	R ₃		R ₁	R ₂	R ₃
Abranches	32,12%	19,06%	8,26%	Hugo Lange	75,11%	63,05%	41,32%
Água Verde	79,01%	65,54%	42,78%	Jardim Botânico	61,12%	45,58%	24,23%
Ahú	74,32%	62,45%	40,59%	Jardim das Américas	68,49%	50,44%	26,12%
Alto Boqueirão	24,64%	10,44%	2,46%	Jardim Social	79,15%	68,81%	47,29%
Alto da Glória	82,40%	69,84%	45,99%	Juvevê	80,59%	68,91%	47,75%
Alto da Rua XV	77,51%	63,68%	40,62%	Lamenha Pequena	11,65%	5,52%	1,84%
Atuba	37,08%	21,53%	8,42%	Lindóia	29,24%	14,80%	4,87%
Augusta	15,06%	5,97%	2,23%	Mercês	64,36%	49,18%	29,18%
Bacacheri	69,52%	51,54%	27,50%	Mossunguê	71,31%	60,67%	44,92%
Bairro Alto	34,79%	18,82%	6,89%	Novo Mundo	41,50%	24,85%	9,62%
Barreirinha	36,44%	20,49%	7,81%	Orleans	39,59%	24,54%	10,86%
Batel	76,90%	69,56%	54,48%	Parolin	35,69%	24,45%	12,21%
Bigorrilho	82,14%	71,95%	51,02%	Pilarzinho	36,68%	23,21%	10,64%
Boa Vista	51,45%	34,06%	16,18%	Pinheirinho	22,15%	9,95%	2,76%
Bom Retiro	62,75%	46,57%	26,66%	Portão	62,55%	45,00%	22,46%
Boqueirão	34,82%	18,54%	6,26%	Prado Velho	17,27%	9,22%	3,34%
Butiatuvinha	30,52%	18,73%	9,77%	Rebouças	67,56%	50,90%	28,84%
Cabral	81,30%	70,80%	50,45%	Riviera	14,28%	6,59%	1,10%
Cachoeira	19,39%	8,58%	2,57%	Santa Cândida	30,31%	16,58%	5,89%
Cajuru	23,49%	11,66%	3,83%	Santa Felicidade	46,06%	31,10%	16,05%
Campina do Siqueira	65,41%	49,05%	29,98%	Santa Quitéria	44,74%	29,59%	13,64%
Campo Comprido	46,60%	30,77%	16,85%	Santo Inácio	46,87%	31,85%	17,57%
Campo de Santana	9,31%	2,82%	0,51%	São Braz	37,49%	22,91%	11,09%
Capão da Imbuia	40,56%	23,28%	8,81%	São Francisco	69,47%	51,03%	28,71%
Capão Raso	35,95%	19,84%	6,89%	São João	35,75%	23,57%	14,68%
Cascatinha	56,47%	42,06%	25,47%	São Lourenço	65,88%	51,24%	30,91%
Caximba	7,22%	2,22%	0,97%	São Miguel	7,70%	2,81%	0,74%
Centro	69,33%	53,58%	32,52%	Seminário	73,83%	59,45%	39,37%
Centro Cívico	83,07%	69,76%	46,36%	Sítio Cercado	15,76%	5,34%	1,12%
Cidade Industrial	18,70%	7,45%	1,99%	Taboão	40,91%	26,74%	13,82%
Cristo Rei	80,43%	65,83%	41,60%	Tarumã	64,31%	47,77%	26,28%
Fanny	42,04%	23,92%	7,66%	Tatuquara	8,13%	2,21%	0,44%
Fazendinha	29,93%	14,96%	4,16%	Tingui	46,16%	29,29%	11,68%
Ganchinho	8,51%	3,04%	0,62%	Uberaba	30,30%	17,97%	7,83%
Guabirota	55,88%	39,31%	19,91%	Umbará	15,76%	5,90%	1,81%
Guáfra	39,59%	23,48%	9,39%	Vila Izabel	72,39%	57,80%	34,76%
Hauer	45,26%	27,33%	11,24%	Vista Alegre	54,38%	40,35%	22,93%
				Xaxim	30,11%	15,19%	4,96%

Nota: As porcentagens correspondem ao número de domicílios de acordo com as classes de renda nominal mensal per capita com relação ao total de domicílios por bairro.

Fonte. (IPPUC, 2015b)

O cálculo da densidade de radares (F_1) se baseou na razão entre a quantidade de radares e o comprimento total das vias dentro de um mesmo bairro, assim, resultado em um índice de quantidade por quilômetros de via. O cálculo de extensão de vias foi feito com base nos dados de eixos viários do *OpenStreetMap* (OpenStreetMap Contributors, 2024). O cálculo da densidade de semáforos (S_1) foi elaborado de forma similar.

2.4 Análise de correlações e testes de hipóteses

Para a verificação da relação entre a ocorrência de velocidades inseguras e o nível de renda foram obtidos os coeficientes de correlação de Spearman para os indicadores calculados, par a par. Na sequência, também par a par, foi conduzido o teste Mann-Whitney, separando-se os bairros em dois grupos: um com valores acima da média e outro com valores abaixo da média, sempre tomando como referência para a divisão o valor do indicador de velocidade insegura (V_1 , V_2 ou V_3). Em ambos os casos, foram considerados apenas os valores estatisticamente significativos para um nível de confiança de 95%. A escolha do coeficiente de correlação de Spearman e do teste de comparação de medianas de Mann-Whitney justifica-se pela dispensa de verificação da normalidade dos dados para a realização dos testes de significância estatística. Os cálculos foram realizados com o uso da linguagem de programação R (R Core Team, 2024). O código utilizado está disponível no GitHub (Santos, 2024).

3 RESULTADOS

Os resultados são apresentados e discutidos a partir da análise das correlações entre os indicadores obtidos e a partir dos testes estatísticos de comparação de medianas. O correlograma da Figura 2 contém os coeficientes de correlação par a par entre os indicadores. Foi observada uma correlação inversa e estatisticamente significativa entre a prática de velocidades inseguras (indicador V_1 – percentual de tempo de viagem em velocidades superiores a 40 km/h) e o nível de renda (todos os indicadores – R_1 , R_2 , R_3) e a 40 km/h (V_1).

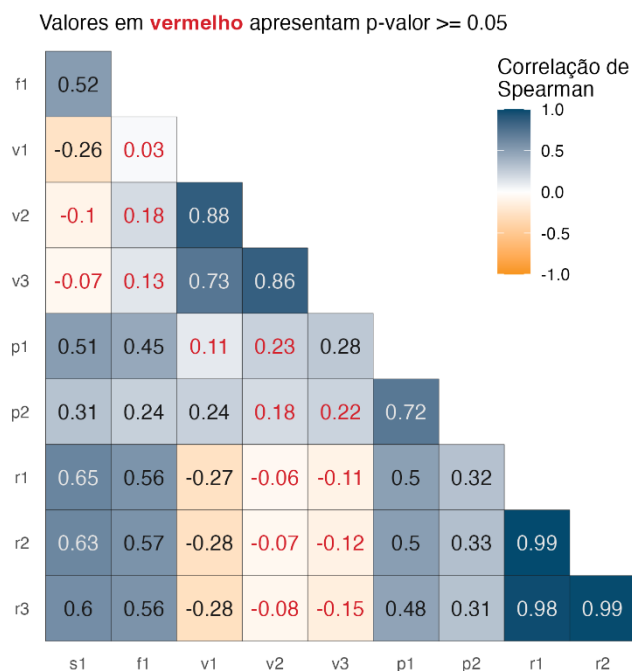


Fig. 2 Correlograma (Spearman). Fonte. Os Autores

Além disso, para obter uma compreensão mais ampla sobre os fatores envolvidos na correlação entre as velocidades praticadas e a renda dos bairros, foram obtidos indicadores auxiliares referentes à condição do pavimento (P_1 , P_2), densidade de semáforos (S_1) e densidade de radares (F_1). Isso resultou em uma correlação direta e estatisticamente significativa entre P_2 e V_1 (0,24), indicando que quanto melhor a condição do pavimento, maior a velocidade praticada. Além disso, verificou-se uma correlação inversa e estatisticamente significativa entre S_1 e $V_1 = -0.26$, sugerindo que quanto maior a densidade de semáforos, menor a velocidade praticada.

Finalmente, foram observadas correlações diretas e estatisticamente significativas entre a renda e os indicadores de pavimento, semáforos e radares, ou seja, quanto maior a faixa de renda, melhor a qualidade do pavimento, maior a densidade de semáforos e maior a densidade de radares. Os valores obtidos para as correlações par a par “renda e qualidade do pavimento” encontram-se listados seguir: R_1 e $P_1 = 0,50$; R_1 e $P_2 = 0,32$; R_2 e $P_1 = 0,50$; R_2 e $P_2 = 0,33$; R_3 e $P_1 = 0,48$; R_3 e $P_2 = 0,31$. Os valores obtidos para as correlações par a par “renda e densidade de semáforos” foram: R_1 e $S_1 = 0,65$; R_2 e $S_1 = 0,63$; R_3 e $S_1 = 0,60$, indicando que quanto maior a renda, maior a densidade de semáforos. Os valores obtidos para as correlações par a par “renda e densidade de radares” foram: R_1 e $F_1 = 0,56$; R_2 e $F_1 = 0,57$; R_3 e $F_1 = 0,56$.

Os resultados para o teste de comparação de medianas de Mann-Whitney indicam que há diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o indicador de velocidade insegura (V_3) e os indicadores de nível de renda R_2 (estatística de teste $W = 678$ e p -valor = 0,047) e R_3 (estatística de teste $W = 699$ e p -valor = 0,025). Além disso, foi encontrada diferença estatisticamente significativa para a comparação entre o indicador de velocidade insegura V_1 e o indicador de densidade de semáforos S_1 (estatística de teste $W = 828$ e p -valor = 0,043). Na Figura 3 a seguir podem ser visualizados os boxplots para os parâmetros com resultados estatisticamente significativos.

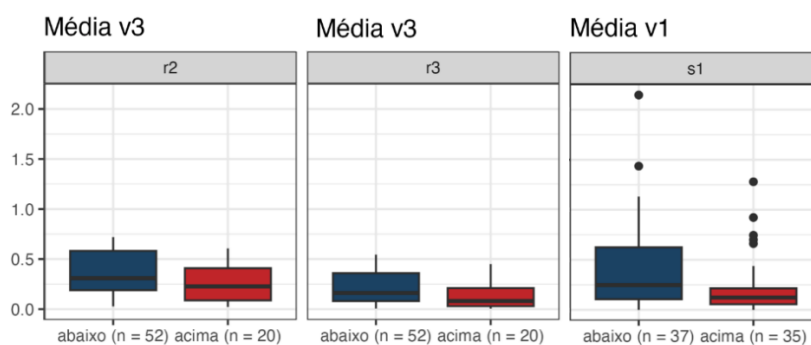


Fig. 3 Boxplots para os resultados estatisticamente significativos para o teste de Mann-Whitney. Fonte. Os Autores

Valores abaixo da média para o indicador de velocidade insegura V_3 correspondem a valores mais elevados para as medidas de posição indicadas no gráfico (mediana, 1° e 3° quartis) para os indicadores de renda R_2 e R_3 dos bairros. Adicionalmente, valores abaixo da média para o indicador de velocidade insegura V_1 correspondem a valores mais elevados para as medidas de posição indicadas no gráfico (mediana, 1° e 3° quartis) para o indicador de densidade de semáforos S_1 .

4 CONCLUSÕES

A relação entre a renda da população residente nos diferentes bairros de Curitiba (representada por R_1 , R_2 e R_3) e a velocidade (representada por V_1) pôde ser verificada neste estudo, tendo em vista o valor de correlação inversa estatisticamente significativo encontrado. A análise da correção com indicadores auxiliares proporcionou uma compreensão mais abrangente dessa relação, evidenciando que rendas mais altas estão associadas a maiores densidades de semáforos e radares, ambos dispositivos que contribuem para a gestão da velocidade e, conseqüentemente, para a redução das velocidades praticadas. Além disso, observou-se que bairros com maior renda tendem a apresentar um pavimento de melhor qualidade, o que, por sua vez, devido à presença mais intensa de semáforos e radares, mantém a direção da correlação entre a velocidade praticada e a renda. Os resultados do teste de comparação de medianas indicou diferenças estatisticamente significativas para a renda da população residente nos diferentes bairros de Curitiba (representada por R_2 e R_3) e a velocidade insegura (representada por V_3), assim como para a densidade de semáforos (S_1) e a velocidade insegura (V_1).

Dessa forma, a presente pesquisa evidenciou maior ocorrência de velocidades inseguras para o ambiente urbano em áreas de menor renda. Esse fenômeno representa mais um fator de vulnerabilidade para a população que utiliza meios de transporte a pé, bicicleta ou motocicleta. A vulnerabilidade desses modos de transporte às velocidades inseguras é acentuada devido à sua maior exposição aos riscos associados às práticas de condução de veículos automotores.

Adicionalmente, os resultados destacam a importância de que as medidas destinadas à melhoria das condições de rolamento do pavimento sejam complementadas por iniciativas de gestão da velocidade. A qualidade das vias, entendida como a adequação e a eficiência da infraestrutura viária para garantir um fluxo de tráfego seguro e confortável, desempenha um papel importante nesse cenário. A infraestrutura viária de qualidade não só oferece uma estrutura segura para a mobilidade, mas também atua como um regulador natural da prática de velocidades inseguras.

Embora semáforos e radares sejam exemplos comuns de tais medidas, as soluções não estão restritas a esses dispositivos. A implementação de estratégias que promovam uma condução mais segura, como a calibração adequada dos limites de velocidade, o desenho urbano que incentiva a prática de velocidades seguras e a conscientização dos condutores, também desempenha um papel crucial para reduzir a prática de velocidades inseguras estimulada pelo conforto na circulação.

Outro aspecto relevante revelado por esta análise é a aparente concentração de investimentos em medidas de controle de tráfego e gestão da velocidade em bairros de maior renda. Ainda que esta relação necessite ser melhor verificada, essa tendência contribui para a ampliação das disparidades em termos de infraestrutura urbana, acentuando as desigualdades em áreas de menor renda.

Finalmente, é importante mencionar que a correlação positiva entre a velocidade e a qualidade do pavimento como uma limitação do estudo. Esta correlação pode ser influenciada por variáveis não controladas que não foram abordadas na análise atual e capazes de afetar a relação entre a qualidade do pavimento e a velocidade do tráfego de maneiras complexas e não consideradas neste estudo. Portanto, para investigações futuras,

é recomendável incluir e analisar mais detalhadamente variáveis não controladas (por exemplo, a sinalização de trânsito e características de uso do solo). Estudos que levem em conta esses fatores podem fornecer uma compreensão mais completa e precisa da relação entre a qualidade do pavimento e a velocidade do tráfego, ajudando assim a gestão da segurança viária e a melhoria da infraestrutura urbana.

5 REFERÊNCIAS

Andrade, M. P., Brilhante, Í. da S., Braga, I. Y. G. de L., Andrade, N. P.; Dias, C., 2020. Diagnóstico das condições de infraestrutura viária de João Pessoa-PB com base no índice de mobilidade urbana sustentável. **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. 100% Digital, Brasil. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Planejamento%20Territorial%20do%20Transporte/Mobilidade%20e%20Acessibilidade/7_434_AC.pdf . Acesso em: 01/04/2024.

Bittencourt, T. A., Faria, J. R. V. de, 2021. Distribuição de investimentos públicos, infraestrutura urbana e desigualdade socioespacial em Curitiba. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana** 13. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190300> . Acesso em: 07/04/2024.

Bogdan, S. R., Havârneanu, G. M., Havârneanu, C. E., 2014. Contextual Determinants of Speeding: Time Pressure and Police Control in Urban and Non-urban Areas. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 127, 581–585. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.314> . Acesso em: 13/03/2024.

Dumbaugh, E., Li, Y., Saha, D., Marshall, W., 2022. Why do lower-income areas experience worse road safety outcomes? Examining the role of the built environment in Orange County, Florida. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives** 16, 100696. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.TRIP.2022.100696> . Acesso em: 01/04/2024.

Ellison, A. B., Greaves, S. P., 2015. Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk? **Accident Analysis and Prevention** 85, 239–247. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2015.09.018> . Acesso em: 08/12/2023.

Gomes, M. J. T. L., Torres, C. A., Oliveira Neto, F. M. de, Cunto, F. J. C., 2015. Análise exploratória para a modelagem da frequência de acidentes de trânsito agregados ao nível de zonas de tráfego. **Transportes** 23, 42. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i4.927> . Acesso em: 10/04/2024.

IBGE, 2010. Censo Demográfico 2010. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/23/22787> . Acesso em: 09/04/2024.

IPPUC, 2021. Dados Geográficos. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: <https://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm> . Acesso em: 09/04/2024.

IPPUC, 2022. Malha Viária - Por Classe e Tipo de Pavimento. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: <https://infocuritiba.ippuc.org.br/> . Acesso em: 02/04/2024.

IPPUC, 2015a. Perfil Físico-Territorial e Socioeconômico - Nossa Curitiba. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: <https://ippuc.org.br/estudos-e-analises?backTo=to%255Bname%255D%3DPagina%26to%255Bparams%255D%255Bslug%255D%3Dpesquisa-e-informacoes%26page%3D%25C3%25A0%2520Pesquisa%2520e%2520Informa%25C3%25A7%25C3%25B5es> . Acesso em: 05/04/2024.

IPPUC, 2015b. Perfil físico-territorial e socioeconômico - 75 bairros de curitiba. **Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**. Disponível em: <https://ippuc.org.br/estudos-e-analises?backTo=to%255Bname%255D%3DPagina%26to%255Bparams%255D%255Bslug%255D%3Dpesquisa-e-informacoes%26page%3D%25C3%25A0%2520Pesquisa%2520e%2520Informa%25C3%25A7%25C3%25B5es> . Acesso em: 06/04/2024.

NHTSA, 2021. Traffic Safety Facts 2021 Data. **National Highway Traffic Safety Administration**, Estados Unidos. Disponível em: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/813473> . Acesso em: 28/03/2024.

OpenStreetMap Contributors, 2024. Planet dump retrieved from <https://planet.osm.org>. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em 21/02/2024.

Obelheiro, M. R., Silva, A. R., Nodari, C. T., 2019. Uma análise da relação entre ambiente construído e acidentes de trânsito em zonas de tráfego. **Anais do 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Balneário Camboriú, Brasil. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais/documentos/2019/Tr%C3%A1fego%20Urbano%20e%20Rodovi%C3%A1rio/Seguran%C3%A7a%20Vi%C3%A1ria%20IV/6_789_AC.pdf . Acesso em 19/03/2024.

Olmez, S., Douglas-Mann, L., Manley, E., Suchak, K., Heppenstall, A., Birks, D., Whipp, A., 2021. Exploring the Impact of Driver Adherence to Speed Limits and the Interdependence of Roadside Collisions in an Urban Environment: An Agent-Based Modelling Approach. **Applied Sciences** 11, 5336. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app11125336> . Acesso em 11/02/2024.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**, 2024.

Santos, P. A. B. pluris-resumo-velocidades. , maio 2024. Disponível em: <https://github.com/ONSV/pluris-resumo-velocidades>

SETRAN, 2020. Radares em Curitiba - PR. Curitiba: **Secretaria Municipal de Defesa Social e Transito de Curitiba**. Disponível em: <https://transito.curitiba.pr.gov.br/servicos/busca/1> . Acesso em: 09/11/2022.

Wang, C., Xia, Y., Chen, F., Cheng, J., Wang, Z., 2022. Assessment of Two-Vehicle and Multi-Vehicle Freeway Rear-End Crashes in China: Accommodating Spatiotemporal Shifts. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 19, 10282. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph191610282> . Acesso em 12/11/2023.

WHO, 2023a. Speed management - A road safety manual for decision-makers and practitioners, 2a Edição. **World Health Organization**. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/speed-management--a-road-safety-manual-for-decision-makers-and-practitioners.-2nd-edition> . Acesso em 04/04/2024.

WHO, 2023b. Global status report on road safety 2023. **World Health Organization**. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517> . Acesso em 04/04/2024.

WHO, 2017. Speed management key to saving lives, making cities more liveable. **World Health Organization** Disponível em: <https://www.who.int/news/item/05-05-2017-speed-management-key-to-saving-lives-making-cities-more-liveable> . Acesso em 24/04/2024.

WRI, 2016. O Desenho de Cidades Seguras. **World Resources Institute – WRI Brasil**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/o-desenho-de-cidades-seguras> . Acesso em 03/04/2024.