

Paisagem urbana e segurança viária:

Análise espacial das desigualdades ambientais e da sinistralidade de pedestres em São Paulo

SESSÃO TEMÁTICA: ET2. Dimensão humana do projeto, do planejamento e da gestão da paisagem

Bruno Santana do Nascimento 1

Escola politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de engenharia de transportes - PTR

E-mail: bsantnas@gmail.com

RESUMO

Este artigo analisa a relação entre sinistros viários envolvendo pedestres e atributos ambientais da paisagem urbana no município de São Paulo, com foco na largura das calçadas, na densidade de arborização e na cobertura territorial de passeios. A pesquisa parte do princípio de que a segurança viária é expressão direta da forma urbana e da distribuição desigual de infraestrutura de mobilidade ativa. Utilizou-se uma abordagem quantitativa e espacial, combinando dados do INFOSIGA, GeoSampa e SEADE (2018–2024), com aplicação da Estimativa de Densidade de Kernel e elaboração de indicadores ambientais por distrito. Os resultados revelam fortes disparidades territoriais: distritos centrais, dotados de calçadas amplas e elevada arborização, apresentam intensidade de risco moderada, enquanto áreas periféricas, caracterizadas por “aridez urbana”, concentram hotspots de atropelamentos. A correlação entre baixa densidade arbórea, calçadas estreitas e maior intensidade de sinistros sugere que a paisagem atua como dispositivo estruturante da vulnerabilidade pedonal. Conclui-se que políticas de segurança viária devem integrar estratégias de qualificação ambiental, reforçando que plantar árvores, ampliar calçadas e melhorar o ambiente urbano constituem ações essenciais para a redução de sinistros e para a efetivação do direito à paisagem.

PALAVRAS-CHAVE: mobilidade ativa; pedestre; arborização viária; calçadas; sinistralidade.

ABSTRACT

This article examines the relationship between pedestrian road crashes and environmental attributes of the urban landscape in São Paulo, focusing on sidewalk width, street-tree density, and pedestrian infrastructure coverage. The study assumes that pedestrian safety is a direct expression of urban form and the unequal distribution of walkability-supporting infrastructure. A quantitative and spatial approach was adopted, combining data from INFOSIGA, GeoSampa, and SEADE (2018–2024), applying Kernel Density Estimation and constructing district-level environmental indicators. The results reveal marked territorial



disparities: central districts, characterized by wider sidewalks and dense street vegetation, present moderate risk levels, while peripheral areas—marked by “urban aridity”—concentrate hotspots of pedestrian crashes. The observed correlation between low tree density, narrow sidewalks, and higher crash intensity indicates that the landscape itself acts as a structural determinant of pedestrian vulnerability. The findings suggest that road safety policies must move beyond behavioral or regulatory frameworks and incorporate urban design and environmental strategies. Planting trees, widening sidewalks, and improving urban microenvironments constitute essential interventions for reducing pedestrian risk and advancing the right to landscape. Keywords: active mobility; road safety; urban landscape; street trees; sidewalks.

KEYWORDS: active mobility; pedestrian; street trees; sidewalks; road crash incidence.

1 INTRODUÇÃO

A segurança viária de pedestres nas cidades brasileiras, não obstante no contexto do município de São Paulo, não pode ser compreendida exclusivamente como um problema de comportamento individual ou fiscalização. Trata-se, antes, de uma manifestação direta da forma urbana e da qualidade da paisagem construída. A distribuição dos sinistros de trânsito, sobretudo atropelamentos fatais e graves, expressa a desigualdade na oferta de infraestrutura de circulação, de qualificação ambiental e de condições para o exercício pleno do direito à mobilidade a pé. Assim, a paisagem urbana, materializada na morfologia das calçadas, na presença e disposição da arborização viária e na organização espacial das vias, atua como condicionante essencial do risco.

A literatura recente em planejamento urbano e de transportes, mobilidade ativa e segurança viária tem avançado na incorporação de métodos espaciais para compreender esses padrões. Estudos baseados em técnicas como regressão geograficamente ponderada, modelos bayesianos e análises de densidade espacial demonstram que atributos físicos do ambiente urbano, principalmente largura das calçadas, qualidade do piso, densidade de arborização e existência de mobiliário urbano — apresentam correlações robustas com a ocorrência de atropelamentos. Tais pesquisas indicam que calçadas mais largas e contínuas estão associadas à redução do risco de colisões, sobretudo para populações vulneráveis como idosos e pessoas com mobilidade reduzida, enquanto a presença de árvores pode modular a percepção de segurança (invisibilidade), o conforto térmico e a atratividade do caminhar caminha (Gebremariam et al., 2024; Zhu et al., 2022; Gálvez-Pérez et al., 2022; Ozbil et al., 2019; Lv et al., 2021; Wu et al., 2020).

A largura insuficiente das calçadas continua sendo um dos fatores ambientais de maior impacto. Quando o espaço destinado ao pedestre é estreito, descontínuo ou obstruído, ele é compelido a caminhar junto ao fluxo veicular, expondo-se a situações de risco e de imprudência. Diversas diretrizes internacionais e nacionais recomendam larguras mínimas entre 1,2 m e 4 m, variando conforme o uso e a intensidade de pedestres, reforçando que a disponibilidade espacial mínima é indissociável da segurança e da fluidez do deslocamento a pé. Em áreas de maior adensamento e uso misto, a necessidade de calçadas amplas e desobstruídas torna-se ainda mais evidente e essencial (Congiu et al., 2019; Jeong et al., 2022; Kweon et al., 2021; Zhu et al., 2022; Wu et al., 2020; Rahm et al., 2020).

A arborização viária, por sua vez, apresenta efeitos ambivalentes. Quando adequadamente posicionada na zona de mobiliário urbano, por exemplo, entre a rua e a



calçada, mantendo faixas de visibilidade desobstruídas — ela atua como barreira protetora, melhora o microclima urbano, reduz a poluição atmosférica e confere maior conforto ao pedestre. No entanto, a via mal projetada em comparação ao posicionamento da vegetação pode gerar barreiras visuais entre motoristas e pedestres, especialmente em travessias não semaforizadas ou mal dimensionadas, elevando o risco de sinistros. Assim, a relação entre infraestrutura verde e segurança viária depende não apenas da presença das árvores, mas de sua implantação na paisagem e de sua articulação com o desenho geométrico das vias, ou seja, possui relação vital com o projeto paisagístico.

Esses elementos, como calçadas, arborização e mobiliário urbano, compõem a paisagem cotidiana da mobilidade a pé e moldam a forma como os indivíduos experimentam a cidade. A produção de ambientes inseguros ou desconfortáveis não é aleatória, mas decorre da configuração histórica e desigual do espaço urbano. A ausência de arborização, a fragmentação das calçadas e a predominância do desenho viário voltado ao automóvel expressam escolhas institucionais que materializam desigualdades territoriais, cujo efeito direto é a elevação do risco de morte para quem.

Dessa forma, compreender a dinâmica dos sinistros que envolvem pedestres exige reconhecer que o risco não se distribui ao acaso: ele se organiza espacialmente em função da morfologia da paisagem urbana. A segurança viária, portanto, emerge como questão ambiental e urbanística, e não apenas fator comportamental (Gebremariam et al., 2024; Bishaw et al., 2024; Ozbil et al., 2019; Jardim et al., 2023; Wu et al., 2020).

O objetivo deste trabalho é demonstrar como atributos da paisagem, especialmente largura das calçadas e implantação da infraestrutura verde — condicionam o risco de aos pedestres, evidenciando que o desenho urbano e paisagístico é elemento que estrutura a segurança viária. A partir da análise espacial, busca-se revelar padrões territoriais e potenciais correlações entre qualificação da paisagem urbana e incidência de atropelamentos, contribuindo para o debate sobre políticas públicas de mobilidade, caminhabilidade e qualificação ambiental.

2 METODOLOGIA

Este estudo investiga a relação espacial entre a incidência de sinistros viários envolvendo pedestres e a presença, ou ausência de atributos ambientais associados à mobilidade ativa, com ênfase na qualidade e cobertura das calçadas e na densidade da arborização viária. A abordagem metodológica combina técnicas quantitativas e espaciais, adotando o Distrito Administrativo como unidade de agregação territorial. O recorte temporal compreende o período de 2018 a 2024.

Os dados foram obtidos de três fontes oficiais. A primeira, o INFOSIGA (Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo), forneceu os registros de sinistros em sua plataforma de dados abertos. A base bruta passou por procedimentos de limpeza e normalização (ETL) em ambiente R, com filtragem exclusiva de ocorrências classificadas como “Atropelamento” e vítimas do tipo “PEDESTRE”. Diferentemente de estudos que se concentram apenas em ocorrências fatais, optou-se por incluir todos os eventos, desconsiderando os registrados sem classificação, ou seja — fatais, graves e leves — considerando que qualquer sinistro, independentemente de seu desfecho, representa uma ruptura no direito à segurança viária e evidencia falhas estruturais no ambiente urbano.



A segunda fonte, o GeoSampa (portal que agrega as informações geoespaciais da Cidade de São Paulo) foi utilizada para a obtenção das camadas vetoriais de infraestrutura urbana: (i) limites distritais; (ii) pontos de arborização viária; e (iii) polígonos de calçadas e passeios públicos incluindo o atributo de largura média (cc_lg_med), (iv) infraestruturas urbanas. A terceira fonte, a Fundação SEADE, forneceu as estimativas populacionais por distrito, necessárias para o cálculo de taxas padronizadas por 100 mil habitantes.

Todos os dados espaciais foram reprojetados para o Sistema de Referência SIRGAS 2000 / UTM Zone 23S (EPSG: 31983), assegurando precisão métrica para cálculos de área, densidade e proximidade.

Para identificar padrões intraurbanos de concentração de atropelamentos, aplicou-se a Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), técnica estatística não paramétrica que transforma pontos discretos de ocorrência em uma superfície contínua de intensidade. O processamento foi realizado no pacote spatstat (R), adotando-se bandwidth de 500 metros, parâmetro comumente utilizado em estudos de mobilidade ativa por captar relações ambientais em escala de vizinhança. A superfície resultante foi rasterizada em células de 50×50 metros, constituindo a “mancha de calor de sinistros” (figura X).

A superfície de risco estimada foi sobreposta às camadas do GeoSampa para derivar indicadores de qualificação ambiental por distrito. Foram calculados três métricas principais:

- Densidade de Arborização Viária: Determinada pela contagem de indivíduos arbóreos inseridos nos limites de cada distrito, normalizada por área territorial (árvores/km²). A vinculação dos dados utilizou uma chave tabular baseada no nome do distrito (av_distr), complementada por validação espacial via st_intersects.
- Cobertura de Calçadas: Medida pela proporção da área distrital ocupada por calçadas (Área Total de Calçadas / Área do Distrito), possibilitando avaliar a disponibilidade efetiva de infraestrutura para deslocamento a pé.
- Largura Média das Calçadas: Obtida a partir do atributo cc_lg_med, representando a largura média dos segmentos de calçada em cada distrito, agregados espacialmente.

Com os indicadores produzidos, foi extraída a intensidade média da superfície Kernel para cada distrito, representando o risco médio de sinistros. Em seguida, realizaram-se análises de correlação entre essa intensidade e os indicadores construídos, a fim de testar a hipótese de que a “aridez ambiental” — caracterizada por baixa densidade arbórea e calçadas estreitas ou pouco presentes — se associa a maior concentração de atropelamentos.

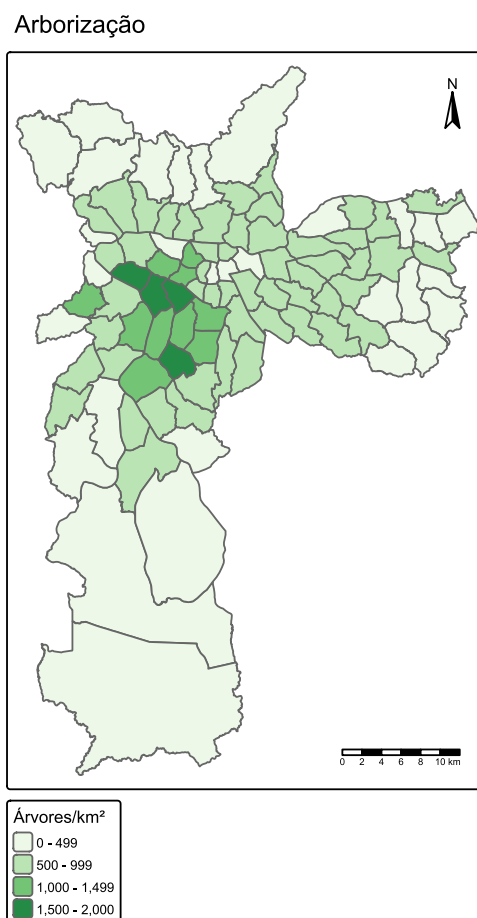
Essa abordagem busca evidenciar desigualdades territoriais estruturais, considerando que a paisagem urbana e seus atributos materiais condicionam, de forma direta, a segurança e a vulnerabilidade pedonal. Assim, a metodologia permite compreender como a morfologia do ambiente urbano molda o risco de sinistros, contribuindo para uma leitura espacial qualificada da segurança viária no município de São Paulo. Os valores obtidos foram organizados em matriz analítica distrital, permitindo a realização de análises comparativas e correlações estatísticas entre intensidade de risco e qualificação ambiental.

3 RESULTADOS

A análise integrada dos indicadores ambientais e da distribuição espacial dos atropelamentos revela fortes assimetrias territoriais na cidade de São Paulo. A análise estatística dos indicadores ambientais e da intensidade média da superfície KDE por distrito evidencia que a morfologia urbana e a qualidade da infraestrutura pedonal desempenham papel central na conformação dos padrões de risco.

Os distritos de perfil central e intermediário, como Campo Belo e Jardim Paulista — destacam-se pela elevada densidade de arborização viária (valores superiores a 1.000 árvores/km²) e pela presença de calçadas amplas, com larguras médias em torno de 2,40 m. Apesar do intenso fluxo pedonal e da presença de corredores comerciais, esses territórios apresentam níveis moderados de risco na superfície KDE. Essa configuração sugere um efeito de “traffic calming ambiental”, no qual a presença consistente de vegetação, sombra, mobiliário e passeios largos contribui para reduzir velocidades veiculares e aumentar a previsibilidade dos deslocamentos.

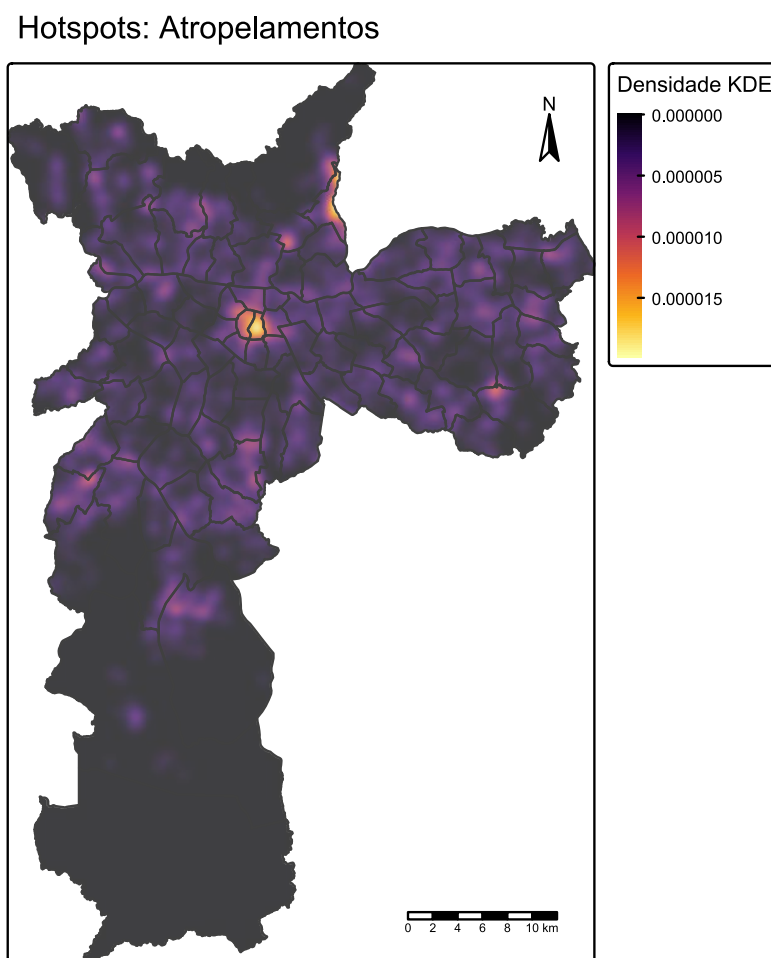
Figura 1 - Distribuição territorial da densidade de arborização viária.



Fonte: Autor, 2025.

Em contraposição, distritos periféricos como Cidade Tiradentes e Jardim Ângela compõem um quadro de aridez urbana, caracterizado por calçadas estreitas (1,70–1,80 m em média) e baixíssima densidade arbórea. Cidade Tiradentes, em especial, apresenta apenas 235 árvores/km², valor quase cinco vezes menor que os observados em bairros de alto padrão. Esse déficit ambiental associa-se a elevada concentração de atropelamentos, com manchas de calor (KDE) alinhadas a eixos estruturais e acessos a terminais.

Figura 2- Superfície de densidade Kernel dos atropelamentos (2018–2024).



Fonte: Autor, 2025.

A sobreposição espacial dessas duas superfícies — infraestrutura pedonal e sinistralidade — evidencia que o risco não se distribui de forma aleatória, mas segue padrões associados aos gradientes socioambientais da cidade.

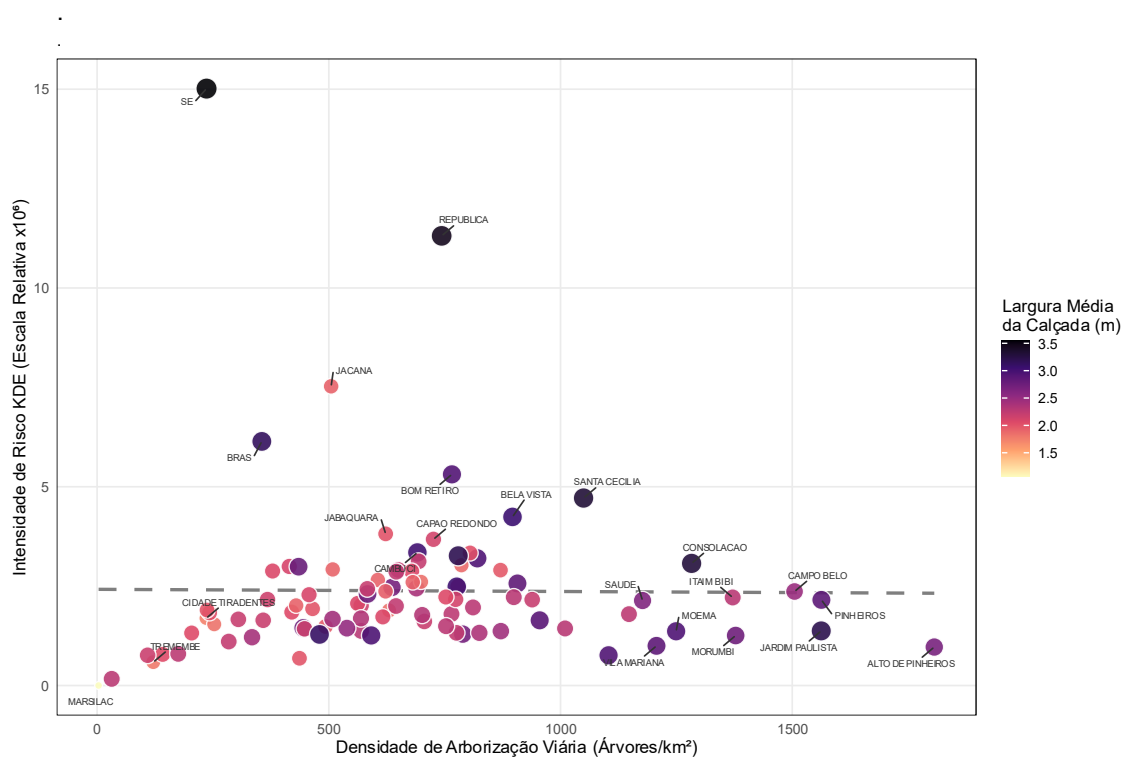
A métrica de KDE Médio, calculada por distrito, permitiu uma leitura independente dos limites administrativos, captando a intensidade real dos clusters de risco. Os resultados

indicam tendência inversa entre arborização e risco: distritos mais “cinzentos”, com maior proporção de pavimentação dura e pouca presença vegetal, apresentam picos de densidade de sinistros.

Um caso emblemático é o Jabaquara, que, apesar de apresentar calçadas com largura média próxima de 2,00 m, exibe: KDE Médio elevado ($3,81 \times 10^{-6}$), densidade arbórea intermediária/baixa (622 árvores/km^2), e concentração de sinistros em entroncamentos estruturais e acessos ao metrô.

Esse cenário aponta para uma infraestrutura que aumentou sua capacidade circulatória sem ampliar proporcionalmente o espaço e a proteção dos pedestres, produzindo zonas de conflito latente.

Figura 3 – Relação entre densidade arbórea, largura média de calçadas e intensidade de risco



Fonte: elaboração próprio, a partir de dados do Infosiga e Geosampa

Tais achados reforçam o entendimento de que largura de calçada isoladamente não garante segurança pedonal; é a combinação entre espaço útil, proteção ambiental e desenho geométrico que produz condições de circulação seguras.

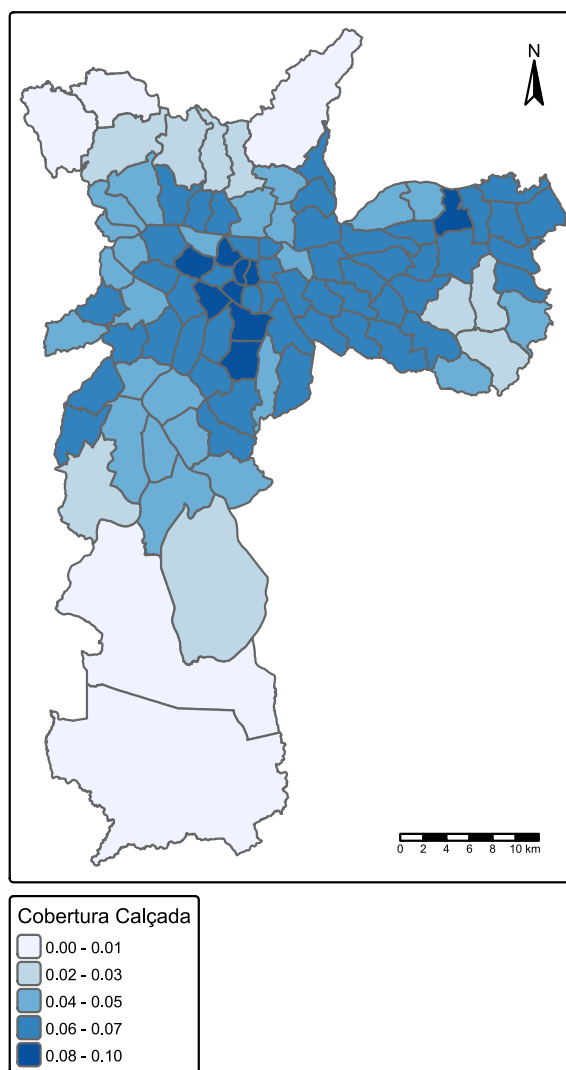
A proporção do território dedicada a passeios — medida pela densidade de calçadas — reforça o quadro de desigualdade espacial. Em distritos como Rio Pequeno e Jabaquara, as calçadas cobrem cerca de 6% a 7% da área total, valor coerente com zonas urbanas consolidadas.

Por outro lado, em regiões como Cidade Tiradentes, a cobertura cai para aproximadamente 4%. Embora numericamente pareça uma diferença discreta, ela

representa milhares de metros quadrados a menos de superfície segura, forçando o pedestre a caminhar: sobre faixas estreitas, junto ao leito carroçável, ou em descontinuidades entre trechos de calçada, aumentando de forma substancial a exposição ao tráfego motorizado.

Figura 4 – Distribuição territorial da cobertura de calçadas por distrito.

Infraestrutura Calçadas



Fonte: Autor, 2025.

Essa redução efetiva do espaço pedonal ganha ainda mais relevância quando considerada em conjunto com as características socioeconômicas desses territórios, nos quais a dependência da mobilidade ativa e do transporte público é majoritária.

A leitura integrada permite destacar três convergências principais:



- Baixa arborização + calçadas estreitas → Alta intensidade de sinistros: Os clusters de atropelamentos coincidem sistematicamente com ambientes pedonais frágeis.
- Infraestrutura robusta não anula o risco, mas o modera: Em áreas centrais, a combinação entre largura adequada, vegetação e desenho urbano multifuncional resulta em risco “diluído”, ainda que o fluxo pedonal seja intenso.
- A densidade arbórea atua como variável estrutural: Sua presença correlaciona-se não apenas com conforto e caminhabilidade, mas com redução efetiva da intensidade do risco.

Em contraponto, emergem duas divergências relevantes:

- Largura média não é linearmente associada ao risco.
- Alguns distritos com calçadas semelhantes exibem padrões de sinistralidade opostos, revelando que morfologia viária, uso do solo e intensidade do tráfego modulam a relação.
- Distritos intermediários exibem comportamento heterogêneo.
- Regiões como Jabaquara ou Rio Pequeno, com indicadores ambientais medianos, concentram sinistros elevados — sugerindo que transição entre zonas residenciais e polos de transporte cria pontos de vulnerabilidade.

Os resultados demonstram que a sinistralidade envolvendo pedestres em São Paulo não é apenas um fenômeno viário, mas um reflexo direto das condições ambientais do espaço público. A ausência de arborização e a precariedade das calçadas se associam à formação de corredores de risco, principalmente em áreas periféricas.

A leitura combinada dos indicadores consolidados e das superfícies espaciais indica que a vulnerabilidade pedonal é estruturalmente produzida pela própria paisagem urbana, reafirmando a necessidade de políticas que integrem planejamento ambiental, infraestrutura e segurança viária.

4 CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam que a segurança viária de pedestres em São Paulo é profundamente condicionada pela morfologia da paisagem urbana. Distritos dotados de calçadas amplas e arborização consistente apresentaram menor intensidade de risco, sugerindo que a qualificação ambiental desempenha função moderadora da violência viária. Em contraste, áreas periféricas caracterizadas por calçadas exíguas, baixa densidade arbórea e ambiente térmico adverso configuram paisagens de risco, nas quais a circulação pedonal se dá sob exposição permanente ao conflito com o fluxo motorizado. A análise espacial demonstrou que a “aridez urbana”, entendida como a combinação entre pouca vegetação, infraestrutura descontínua e predominância de superfícies duras — correlaciona-se diretamente com os hotspots de atropelamentos. Conclui-se que políticas de segurança viária não podem se restringir a dispositivos regulatórios ou comportamentais: é imprescindível incorporar estratégias de desenho urbano e paisagístico que ampliem a proteção física, ambiental e simbólica do pedestre. Plantar árvores, alargar calçadas e qualificar a ambiência urbana representam, simultaneamente, ações de saúde pública, justiça territorial e garantia do direito à paisagem, sobretudo nos territórios onde a vida está mais vulnerável.

REFERÊNCIAS

- Bishaw, T., Nurys, G., & Singh, R. (2024). **Investigating factors of pedestrian safety using ordinal logistic regression in Addis Ababa City roads.** *Frontiers in Sustainable Cities*. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1488387>
- Cantisani, G., Corazza, M., Di Mascio, P., & Moretti, L. (2023). **Eight Traffic Calming “Easy Pieces” to Shape the Everyday Pedestrian Realm.** *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15107880>
- Chen, P., & Zhou, J. (2016). **Effects of the Built Environment on Automobile-Involved Pedestrian Crash Frequency and Risk.** *Journal of transport and health*, 3, 448-456. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.06.008>
- Congiu, T., Sotgiu, G., Castiglia, P., Azara, A., Piana, A., Saderi, L., & Dettori, M. (2019). **Built Environment Features and Pedestrian Accidents: An Italian Retrospective Study.** *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su11041064>
- Ding, C., Chen, P., & Jiao, J. (2018). **Non-linear effects of the built environment on automobile-involved pedestrian crash frequency: A machine learning approach..** *Accident; analysis and prevention*, 112, 116-126. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.12.026>
- Gálvez-Pérez, D., Guirao, B., & Ortuño, A. (2024). **Age-Friendly Urban Design for Older Pedestrian Road Safety: A Street Segment Level Analysis in Madrid.** *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16198298>
- Gálvez-Pérez, D., Guirao, B., Ortuño, A., & Picado-Santos, L. (2022). **The Influence of Built Environment Factors on Elderly Pedestrian Road Safety in Cities: The Experience of Madrid.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042280>
- Gebremariam, D., Kuhilen, T., Seboka, H., & Grum, B. (2024). **Effect of Sidewalk Design and Obstructions on Pedestrian Mobility: A Case Study of the Main Streets of Mekelle City, Northern Ethiopia.** *Advances in Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2024/5672280>
- GEOSAMPA:** mapa digital da cidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 22 out. 2024.
- INFOSIGA:** sistema de informações gerenciais de acidentes de trânsito do Estado de São Paulo. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://www.infraestrutura.sp.gov.br/infosiga/>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- Jeong, N., Han, S., & Kim, J. (2022). **Evaluation of Vegetation Configuration Models for Managing Particulate Matter along the Urban Street Environment.** *Forests*. <https://doi.org/10.3390/f13010046>
- Kweon, B., Rosenblatt-Naderi, J., Ellis, C., Shin, W., & Danies, B. (2021). **The Effects of Pedestrian Environments on Walking Behaviors and Perception of Pedestrian Safety.** *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su13168728>
- Lee, J., Kim, D., & Park, J. (2022). **A Machine Learning and Computer Vision Study of the Environmental Characteristics of Streetscapes That Affect Pedestrian Satisfaction.** *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14095730>

- Jardim, B., Neto, M., & Barriguinha, A. (2023). A street-point method to measure the spatiotemporal relationship between walkability and pedestrian flow. *Comput. Environ. Urban Syst.*, 104, 101993. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2023.101993>
- Kasraian, D., Adhikari, S., Kossowsky, D., Luubert, M., Hall, G., Hawkins, J., Habib, K., & Roorda, M. (2020). Evaluating pedestrian perceptions of street design with a 3D stated preference survey. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48, 1787 - 1805. <https://doi.org/10.1177/2399808320946050>
- Lee, S., Han, M., Rhee, K., & Bae, B. (2021). **Identification of Factors Affecting Pedestrian Satisfaction toward Land Use and Street Type.** Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su131910725>
- Lv, M., Wang, N., Yao, S., Wu, J., & Fang, L. (2021). Towards Healthy Aging: Influence of the Built Environment on Elderly Pedestrian Safety at the Micro-Level. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189534>
- Ozbil, A., Gurleyen, T., Yesiltepe, D., & Zumbuloglu, E. (2019). Comparative Associations of Street Network Design, Streetscape Attributes and Land-Use Characteristics on Pedestrian Flows in Peripheral Neighbourhoods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16. <https://doi.org/10.3390/ijerph16101846>
- Rahm, J., Sternudd, C., & Johansson, M. (2020). “In the evening, I don’t walk in the park”: The interplay between street lighting and greenery in perceived safety. *URBAN DESIGN International*, 26, 42-52. <https://doi.org/10.1057/s41289-020-00134-6>
- SEADE: **base de dados estatísticos do Estado de São Paulo.** São Paulo. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2025.
- Shin, S., & Choo, S. (2022). **Influence of Built Environment on Micromobility–Pedestrian Accidents.** Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su15010582>
- Wu, H., Zhang, Z., Chen, Y., & Jiao, J. (2020). The impact of street characteristics on older pedestrians’ perceived safety in Shanghai, China. *Journal of Transport and Land Use*, 13, 469-490. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2020.1588>
- Zhu, M., Sze, N., & Newnam, S. (2022). **Effect of urban street trees on pedestrian safety: A micro-level pedestrian casualty model using multivariate Bayesian spatial approach..** Accident; analysis and prevention, 176, 106818. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106818>