



WAZE: APLICABILIDADE NA IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS DE SINISTROS DE TRÂNSITO EM CURITIBA

Jefferson Artigas Guerra

Universidade Federal do Paraná | jeffersonguerra@ufpr.br

Jorge Tiago Bastos

Universidade Federal do Paraná | jtbastos@ufpr.br

Sessão Temática 08: Mobilidade Urbana e direito à cidade

Resumo: A identificação de locais críticos de sinistros de trânsito é tarefa essencial para a gestão da segurança viária e depende da disponibilidade de uma base confiável de dados, e um processo de qualificação dos dados que pode ser demorado, levando à identificação tardia desses locais. O uso de dados colaborativos, como os do Waze, pode complementar os métodos tradicionais, oferecendo subsídio para essa detecção em curto prazo. Este estudo analisou a relação entre os alertas de sinistro reportados no Waze e os registros de sinistros fatais em Curitiba, utilizando o sistema de indexação H3. Foram examinados indicadores tanto de densidade de alertas quanto ajustados pela extensão viária. A aplicação de testes de Qui-Quadrado (χ^2) revelou associações significativas entre as áreas com maior concentração de alertas e a ocorrência de sinistros fatais, com destaque para alertas "major" e de alta confiabilidade. Os resultados sugerem que o uso de dados colaborativos pode contribuir para intervenções mais rápidas, fornecendo uma ferramenta adicional para monitorar e identificar locais concentradores de sinistros, proporcionando uma mobilidade urbana mais segura.

Palavras-chave: Acidente de trânsito; Sinistros fatais; Dados colaborativos; Aplicativo de mobilidade; Indexação H3

WAZE: APPLICABILITY IN IDENTIFYING CRITICAL TRAFFIC INCIDENT LOCATIONS IN CURITIBA

Abstract: *The identification of critical traffic incident locations is essential for road safety management and relies on the availability of a reliable data source, in a data qualification process that can be time-consuming, leading to the late identification of these locations. The use of collaborative data, such as Waze, can complement traditional methods, providing support for faster detection. This study analyzed the relationship between crash alerts reported on Waze and fatal crash records in Curitiba, using the H3 indexing system. Both alert density indicators and those adjusted for road length were examined. The application of Chi-Square (χ^2) tests revealed significant associations between areas with higher concentrations of alerts and the occurrence of fatal crashes, especially for "major" alerts and those of high reliability. The results suggest that the use of collaborative data can contribute to quicker interventions, providing an additional tool to monitor and identify traffic incident hotspots, enabling safer urban mobility.*

Keywords: *Traffic accidents; Fatal crashes; Collaborative data; Mobility app; H3 indexing*

WAZE: APLICABILIDAD EN LA IDENTIFICACIÓN DE LUGARES CRÍTICOS DE SINIESTROS DE TRÁNSITO EN CURITIBA

Resumen: *La seguridad vial en áreas urbanas enfrenta desafíos en la identificación de puntos críticos de incidentes de tráfico. Los datos colaborativos, como de Waze, pueden complementar métodos tradicionales, proporcionando apoyo para esta detección. Este estudio analizó la relación entre las alertas de incidentes reportadas en Waze y los registros de incidentes fatales en Curitiba, utilizando sistema de indexación H3. Se examinaron indicadores tanto de densidad de alertas como ajustados por extensión vial. La aplicación de pruebas de Chi-Cuadrado (χ^2) reveló asociaciones significativas entre las áreas con mayor concentración de alertas y la ocurrencia de incidentes fatales, especialmente para las alertas 'major' y de alta confiabilidad. Los resultados sugieren que el uso de datos colaborativos puede contribuir a intervenciones más rápidas en la seguridad vial, proporcionando una herramienta adicional para monitorear e identificar puntos críticos, promoviendo una movilidad urbana más segura.*

Palabras clave: *Accidentes de tráfico; Accidentes fatales; Datos colaborativos; Aplicación de movilidad; Indexación H3*

INTRODUÇÃO

Os sinistros de trânsito são uma das principais causas externas de morte no mundo, especialmente em áreas urbanas, onde o trânsito e a concentração populacional potencializam os riscos. Reconhecendo este problema global, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito (2021-2030), renovando por mais dez anos o compromisso de reduzir em 50% o número de mortes e lesões no trânsito. O Brasil, alinhado a essa iniciativa global, implementou o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), com a mesma meta de redução para o período de 2021 a 2030 (Brasil, 2024).

Apesar desses esforços, uma das lacunas é a criação de um banco de dados de sinistros de trânsito robusto e consolidado entre diversos agentes ligados ao trânsito, e que, por tanto, a identificação de locais de concentração de sinistros de trânsito, ainda enfrenta limitações, pois tradicionalmente depende de dados históricos, que podem levar tempo considerável para se consolidar em uma base de informações consolidada e confiável. Além de ser uma abordagem reativa, que pode resultar em atrasos na implementação de medidas preventivas e comprometer uma mobilidade urbana segura. Também, os métodos tradicionais são limitados, principalmente pela subnotificação de sinistros menos graves e pela falta de dados em tempo real, dificultando uma resposta rápida e direcionada.

Para superar essas limitações, os dados colaborativos, como os fornecidos pela plataforma Waze, surgem como uma alternativa interessante. O programa Waze for Cities, uma parceria entre o Waze e instituições, permite o compartilhamento de informações de trânsito em tempo real, como sinistros registrados por seus usuários e congestionamentos (Waze, 2024). Desde 2013, em cidades como o Rio de Janeiro e Joinville, os dados do Waze vêm sendo integrados aos sistemas de gestão urbana, sendo utilizados em projetos, promovendo a segurança viária e uma mobilidade mais eficiente (Vicente, 2017; Hiroki, 2021).

Estudos internacionais têm demonstrado que a integração de dados colaborativos com estatísticas oficiais pode ampliar significativamente a cobertura e a precisão na identificação de soluções para os mais diversos interesses. Essa combinação permite capturar dados de usuários que alimentam as plataformas em tempo real, que por vezes não são refletidos nas bases de dados tradicionais, e que, portanto, podem colaborar e reforçar essa exploração conjunta (Zhang, 2020; Li et al., 2020).

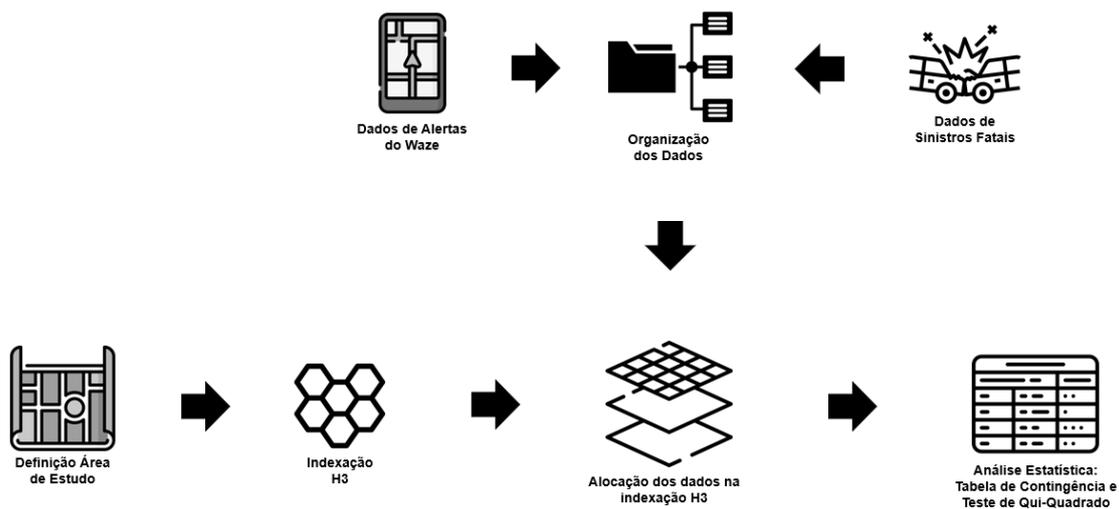
Este estudo busca abordar essa lacuna ao examinar a relação entre os alertas de sinistro reportados no Waze e os registros de sinistros fatais em Curitiba. Para isso, utilizou-se o sistema de indexação H3, que subdivide a cidade em células hexagonais, facilitando a incorporação e análise dos dados de alerta do Waze e dos registros de sinistros fatais fornecidos pela Secretaria Municipal da Saúde.

Essa abordagem possibilitou a aplicação de métodos estatísticos, como tabelas de contingência e testes de Qui-Quadrado (χ^2), para explorar a correlação entre os alertas e os registros oficiais. Ao identificar áreas de concentração de sinistros, os resultados deste estudo pretendem contribuir para o aprimoramento das práticas de gestão de segurança viária, além de oferecer uma base sólida para pesquisas futuras sobre o uso de dados colaborativos no Brasil, fortalecendo o direito à mobilidade segura e acessível nas áreas urbanas.

METODOLOGIA

Este estudo investiga a relação entre os alertas de sinistros reportados no Waze e os registros de sinistros fatais em Curitiba durante o ano de 2022. O método foi organizado em diversas etapas (Figura 1), descritas a seguir, com base na coleta e análise dos dados colaborativos e oficiais.

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA METODOLOGIA

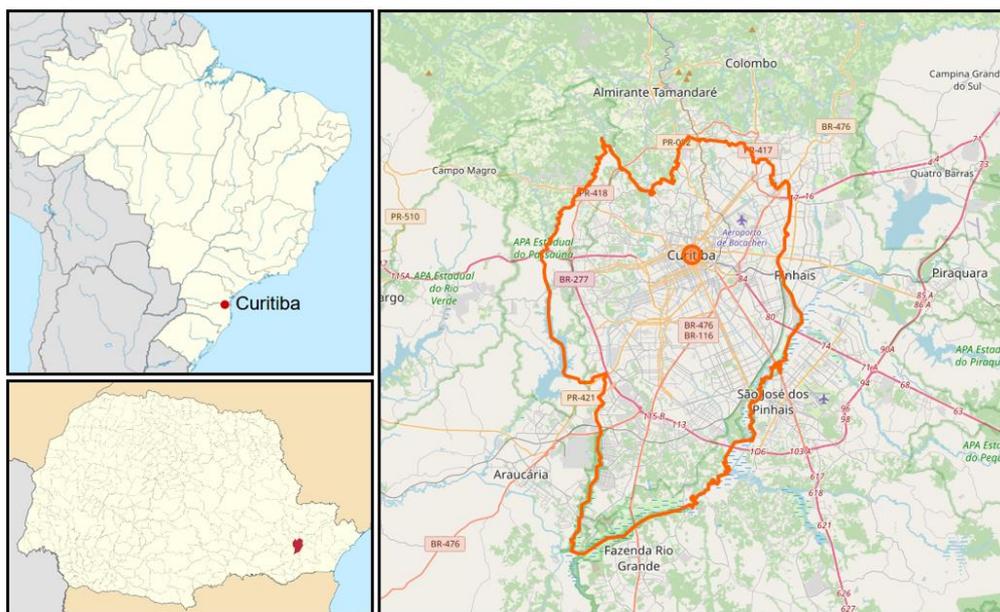


Fonte: os autores.

ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi conduzida em Curitiba, Paraná (Figura 2), abrangendo toda a área do município, incluindo os principais contornos viários e áreas de diferentes densidades populacionais. A cidade foi selecionada devido à sua diversidade urbana e infraestrutura viária complexa.

FIGURA 2 – ÁREA DE ESTUDO – CURITIBA/PR



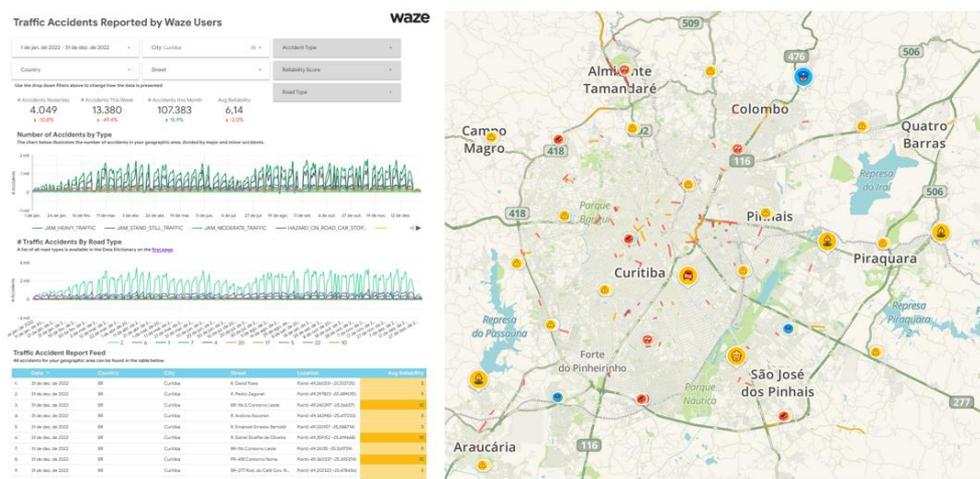
Fonte: os autores.

COLETA DE DADOS

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de duas Fontes distintas.

A primeira Fonte refere-se aos alertas de sinistros reportados pelo aplicativo Waze, coletados através da interface Waze Partner Hub (Figura 3). Esses dados foram coletados ao longo de 2022 e incluem alertas georreferenciados, fornecidos de forma colaborativa pelos usuários do aplicativo.

FIGURA 3 – AMBIENTE DO WAZE

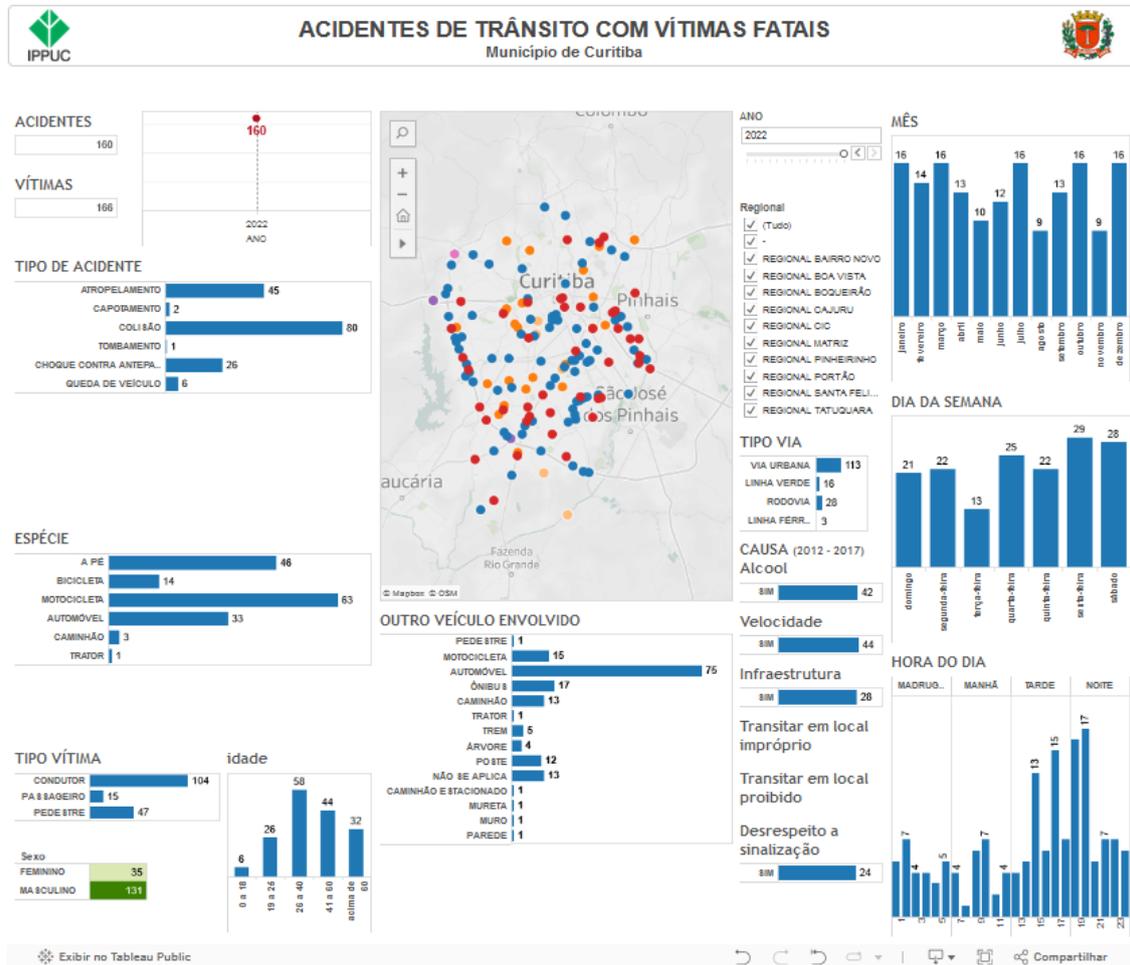


Fonte: Waze partner hub (2024).

A segunda Fonte de dados consiste nos registros oficiais de sinistros fatais, disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) de Curitiba. Esses dados são parte do Programa

Vida no Trânsito (PVT), que monitora e analisa sinistros fatais na cidade. As informações incluem a data, localidade e características dos sinistros. E foram extraídas através do painel de controle do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC)(Figura 4).

FIGURA 4 – PAINEL DE CONTROLE IPPUC – SINISTRO DE TRÂNSITO DE TRÂNSITOCOM VÍTIMAS FATAIS

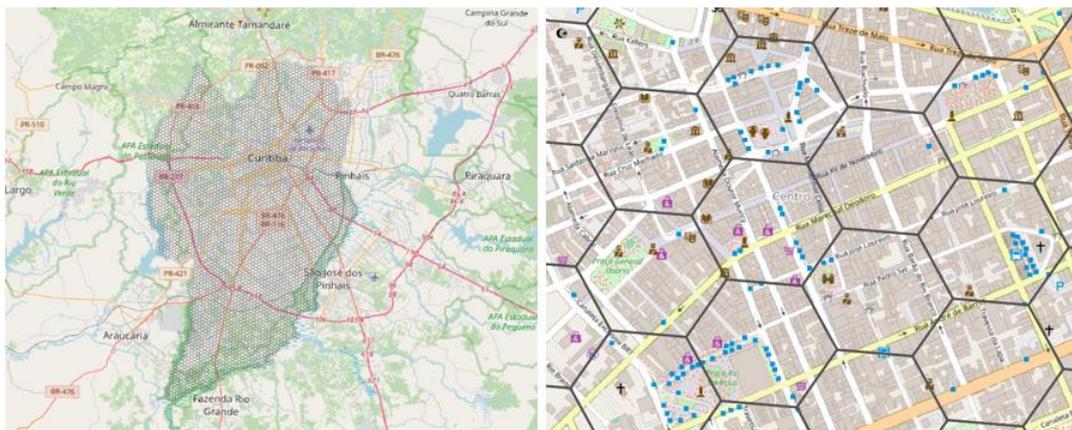


Fonte: IPPUC (2024).

SUBDIVISÃO ESPACIAL: SISTEMA H3

Para possibilitar uma análise espacial, foi utilizado o sistema de indexação H3 (Hierarchical Hexagonal Hexahedron). Esse sistema divide a área de estudo em hexágonos de tamanho uniforme, minimizando distorções na distribuição espacial dos eventos. A cidade de Curitiba foi subdividida em 4.511 hexágonos com raio de aproximadamente 174 metros cada (Figura 5).

FIGURA 5 – INDEXAÇÃO H3 APLICADA SOBRE CURITIBA

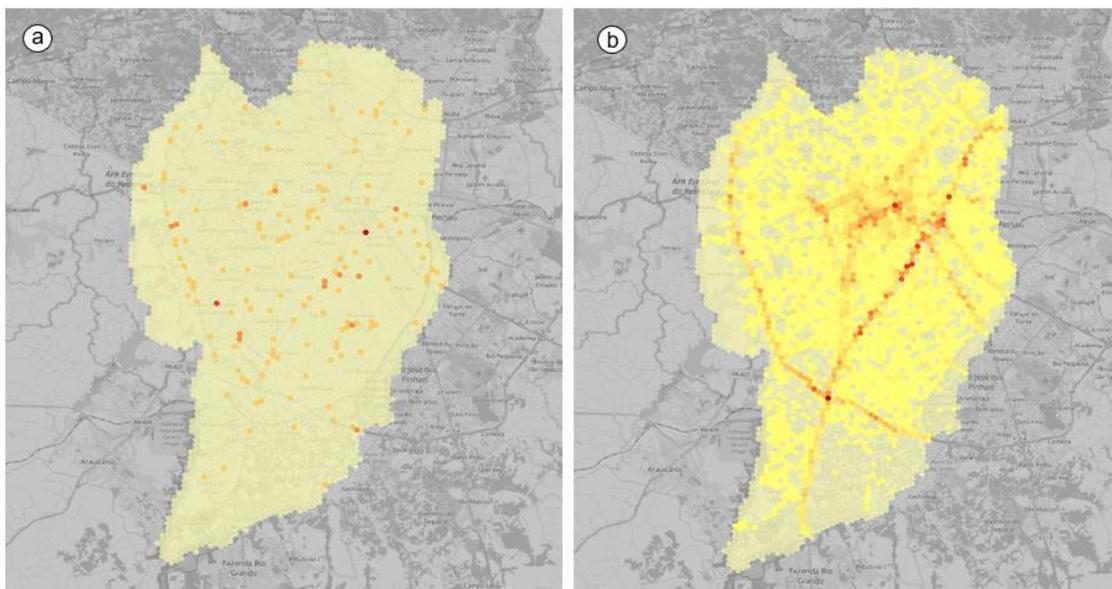


Fonte: os autores.

IDENTIFICAÇÃO DOS HEXÁGONOS COM SINISTROS E ALERTAS

Após a subdivisão da área de estudo pelo H3, procedeu-se à identificação dos hexágonos que continham sinistros fatais e alertas de sinistro de trânsito. Os dados de sinistros fatais, obtidos da Secretaria Municipal da Saúde (SMS), foram georreferenciados e alocados nos respectivos hexágonos (Figura 6-a). Da mesma forma, os alertas de sinistro de trânsito reportados pelo Waze foram georreferenciados e associados aos hexágonos correspondentes (Figura 6-b).

FIGURA 6 – ALERTAS E SINISTRO DE TRÂNSITO ALOCADOS NOS HEXÁGONOS



Fonte: os autores.

ASSOCIAÇÃO COM A REDE VIÁRIA

A rede viária de Curitiba foi integrada à análise para calcular a extensão das vias dentro de cada hexágono e avaliar se a relação entre sinistros e alertas por quilômetro de via apresentaria diferenças em comparação à análise baseada apenas no número absoluto de

sinistros. Utilizando um shapefile contendo os eixos das vias (Figura 7), foi possível determinar a extensão viária em cada hexágono.

FIGURA 7 – ALERTAS E SINISTRO DE TRÂNSITO ALOCADOS NOS HEXÁGONOS



Fonte: os autores.

ELABORAÇÃO DOS INDICADORES

Para avaliar a segurança viária em Curitiba, foram desenvolvidos dois tipos de indicadores baseados nos sinistros de trânsito e alertas reportados pelo Waze (Quadro 1). As taxas indicam o número absoluto de sinistros e alertas em cada hexágono, a concentração de eventos em cada área. Já as densidades ajustam esses números pela extensão viária presente em cada hexágono, considerando os diferentes tamanhos de infraestrutura viária.

QUADRO 1 - RESUMO DOS INDICADORES

Indicador	Descrição	Unidade
Taxa de Mortalidade	Número de sinistros de trânsito fatais por célula H3	Sinistros Fatais
Taxa de Alertas	Número de alertas reportados pelo Waze por célula H3	Alertas
Densidade de Mortalidade por Rede Viárias	Número total de sinistros de trânsito fatais dividido pela extensão viária dentro de cada célula H3	Sinistros Fatais / KM
Densidade de Alertas por Rede Viárias	Número de alertas reportados pelo Waze dividido pela extensão viária dentro de cada célula H3	Alertas / KM

Fonte: os autores.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada para verificar a associação entre os alertas de sinistros reportados pelo Waze e os sinistros fatais registrados em Curitiba, utilizando o teste de Qui-Quadrado (χ^2). Este teste foi escolhido por sua adequação para avaliar a associação entre variáveis categóricas.

Os alertas foram categorizados em quatro grupos: Major (sinistros mais graves), Minor (menor gravidade), Alta Confiabilidade (com maior engajamento dos usuários) e Totais (todos os alertas reportados). Para cada hexágono, foram elaboradas tabelas de contingência que compararam a taxa e a densidade de alertas com a ocorrência de sinistros fatais.

A classificação dos hexágonos foi realizada com base em limites de densidade de alertas. Os hexágonos foram classificados como "sem alertas", "abaixo do limite de classificação" ou "acima do limite de classificação", utilizando a média e o percentil 95 para identificar áreas com concentrações mais elevadas.

O teste de Qui-Quadrado (χ^2) foi então aplicado para avaliar se havia uma associação significativa entre a densidade de alertas e a ocorrência de sinistros fatais, permitindo verificar se hexágonos com maior concentração de alertas apresentam maior incidência de sinistros fatais.

RESULTADOS

A análise foi realizada para quatro categorias de alertas de sinistro de trânsito reportados pelo Waze: Alertas Totais, Alertas "Major" (maior impacto), Alertas "Minor" (menor impacto) e Alertas de Alta Confiabilidade. Para cada categoria, foram elaboradas tabelas de contingência e aplicado o teste de Qui-Quadrado (χ^2) para avaliar a existência de associações significativas com sinistros de trânsito fatais, identificando possíveis correlações.

ALERTAS TOTAIS

A Tabela 1 apresenta os resultados para os alertas totais, com a análise de Qui-Quadrado (χ^2) considerando a média e o percentil 95 como critérios de classificação. Para a média, o valor de χ^2 foi de 194,01 ($p = 7,44e-43$), e para o percentil 95, o resultado foi de 145,27 ($p = 2,85e-32$), indicando uma associação estatisticamente significativa entre a concentração de alertas e a ocorrência de sinistros fatais.

TABELA 1 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS TOTAIS E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	8,68	Ausência	1.836	8	194,01	7,4360E-43
		Inferiores à média	1.664	41		
		Superiores à média	865	97		
Percentil 95	48,00	Ausência	1.836	8	145,27	2,8522E-32
		Inferiores ao percentil 95	2.331	105		
		Superiores ao percentil 95	198	33		

Fonte: Os autores.

Na Tabela 2, os resultados foram ajustados pela extensão viária, revelando uma diminuição na força da associação. O teste apresentou um χ^2 de 180,08 ($p = 7,86e-40$) para a média e 109,82 ($p = 1,42e-24$) para o percentil 95, mantendo a significância estatística, embora com menor intensidade em comparação com a análise sem ajuste pela quilometragem.

TABELA 2 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS TOTAIS POR KM E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento por KM	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	0,01	Ausência	1.836	8	180,08	7,8618E-40
		Inferiores à média	2.030	71		
		Superiores à média	499	67		
Percentil 95	0,022	Ausência	1.836	8	109,82	1,4203E-24
		Inferiores ao percentil 95	2.329	112		
		Superiores ao percentil 95	200	26		

Fonte: Os autores.

ALERTAS "MAJOR"

A Tabela 3 apresenta os resultados para os alertas classificados como "Major". A análise baseada na média revelou um valor de χ^2 de 177,58 ($p = 2,74e-39$), enquanto a classificação pelo percentil 95 indicou um χ^2 de 203,41 ($p = 6,74e-45$), evidenciando uma associação significativa entre a presença de alertas "Major" e os sinistros fatais.

TABELA 3 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS "MAJOR" E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	1,74	Ausência	2.674	24	177,58	2,7443E-39
		Inferiores à média	620	15		
		Superiores à média	1071	107		
Percentil 95	9,00	Ausência	2.674	24	203,41	6,7482E-45
		Inferiores ao percentil 95	1.472	80		
		Superiores ao percentil 95	219	42		

Fonte: Os autores.

Na Tabela 4, onde os alertas foram ajustados pela quilometragem viária, a análise pela média mostrou um fortalecimento da associação, com um χ^2 de 210,32 ($p = 2,13e-48$). Por outro lado, o ajuste pelo percentil 95 resultou em um χ^2 de 163,58 ($p = 3,00e-36$), sugerindo uma redução na intensidade da associação para essa classificação. Esses resultados indicam que o ajuste por quilômetro de via intensificou a correlação ao considerar a média, enquanto no percentil 95 houve uma suavização.

TABELA 4 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS "MAJOR" POR KM E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento por KM	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	0,0026	Ausência	2.674	24	210,32	2,1338E-48
		Inferiores à média	1.308	61		
		Superiores à média	383	61		
Percentil 95	0,0043	Ausência	2.674	24	163,58	3,0072E-36
		Inferiores ao percentil 95	1.497	90		
		Superiores ao percentil 95	194	32		

Fonte: Os autores.

ALERTAS "MINOR"

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados para os alertas classificados como "Minor". Na Tabela 5, sem ajuste por quilômetro, a análise pela média revelou um χ^2 de 183,06 ($p = 1,77e-40$), enquanto o percentil 95 resultou em um χ^2 de 139,32 ($p = 5,68e-31$), indicando uma associação estatisticamente significativa entre a presença de alertas "Minor" e os sinistros fatais.

TABELA 5 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS “MINOR” E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	3,88	Ausência	2583	25	183,06	1,7778E-40
		Inferiores à média	928	26		
		Superiores à média	854	95		
Percentil 95	23	Ausência	2583	25	139,32	5,5883E-31
		Inferiores ao percentil 95	1581	91		
		Superiores ao percentil 95	201	30		

Fonte: Os autores.

Com o ajuste por quilometragem viária na Tabela 6, os valores de χ^2 foram de 166,67 ($p = 6,44e-37$) para a média e 136,75 ($p = 2,02e-30$) para o percentil 95. Embora a associação permaneça significativa, os valores de χ^2 foram ligeiramente menores em comparação com a análise sem ajuste, sugerindo que o ajuste por quilômetro suavizou a intensidade da correlação.

TABELA 6 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS “MINOR” POR KM E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento por KM	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	0,0032	Ausência	2583	25	166,67	6,4393E-37
		Inferiores à média	1211	51		
		Superiores à média	571	70		
Percentil 95	0,0097	Ausência	2583	25	136,75	2,0207E-30
		Inferiores ao percentil 95	1585	92		
		Superiores ao percentil 95	197	29		

Fonte: Os autores.

ALERTAS DE ALTA CONFIABILIDADE

As Tabelas 7 e 8 apresentam os resultados para os alertas de alta confiabilidade, analisados por meio do teste de Qui-Quadrado (χ^2), considerando tanto a média quanto o ajuste por quilômetro. Na Tabela 7, a análise com base na média dos alertas resultou em um χ^2 de 167,45 ($p = 4,34e-37$), enquanto o uso do percentil 95 indicou um χ^2 de 220,47 ($p = 1,34e-48$). Esses resultados evidenciam uma associação significativa entre a concentração de alertas de alta confiabilidade e os sinistros fatais, com o percentil 95 mostrando uma associação mais forte, sugerindo maior influência dos valores extremos.

TABELA 7 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS DE ALTA CONFIABILIDADE E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	1,71	Ausência	3283	44	167,45	4,3470E-37
		Inferiores à média	320	17		
		Superiores à média	762	85		
Percentil 95	11,00	Ausência	3283	44	220,47	1,3370E-48
		Inferiores ao percentil 95	887	61		
		Superiores ao percentil 95	195	41		

Fonte: Os autores.

Na Tabela 8, onde os alertas foram ajustados pela extensão viária, o valor de χ^2 foi de 174,47 ($p = 1,30e-38$) para a média, e 164,14 ($p = 2,28e-36$) para o percentil 95. Embora a associação permaneça significativa, os valores de χ^2 apresentaram uma leve redução em comparação à análise sem ajuste, indicando que o ajuste pela quilometragem suaviza a intensidade da correlação.

TABELA 8 - CONTINGÊNCIA ENTRE ALERTAS DE ALTA CONFIABILIDADE POR KM E OCORRÊNCIAS DE SINISTROS DE TRÂNSITO COM ÓBITO EM HEXÁGONOS H3: CLASSIFICAÇÃO POR MÉDIA E PERCENTIL 95 COM VALORES DE QUI-QUADRADO (χ^2) E P-VALOR

Critério de Agrupamento por KM	Limite de Classificação	Classificação de Alertas	Ocorrências de Sinistros com Óbito		Valor de χ^2	p-Valor
			Não	Sim		
Média	0,0013	Ausência	3283	44	174,47	1,3024E-38
		Inferiores à média	487	29		
		Superiores à média	595	73		
Percentil 95	0,0046	Ausência	3283	44	164,14	2,2800E-36
		Inferiores ao percentil 95	885	73		
		Superiores ao percentil 95	197	29		

Fonte: Os autores.

ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

No contexto de Curitiba, os resultados mostram que diferentes métodos de análise podem revelar padrões distintos na associação entre os alertas de sinistro de trânsito do Waze e a ocorrência de sinistros fatais. A utilização do percentil 95 destacou-se como uma abordagem eficaz para identificar alertas mais concentrados, principalmente nas categorias "major" e de alta confiabilidade, que registraram valores de χ^2 mais elevados e p-valores menores. Isso sugere que essa metodologia pode ser útil para capturar riscos localizados em áreas com alta densidade de alertas.

A análise ajustada por quilômetro demonstrou relevância ao ajustar os resultados conforme a extensão viária de cada hexágono, proporcionando uma perspectiva que leva em conta a infraestrutura disponível. Embora tenha suavizado a força das associações em alguns casos, essa abordagem permitiu corrigir distorções ligadas à densidade de vias, resultando em uma leitura mais equilibrada das correlações.

Os achados indicam que cada método de análise – seja pela média, percentil 95 ou ajuste por quilômetro – tem suas próprias vantagens, dependendo do tipo de alerta e dos objetivos da investigação. Portanto, a escolha da abordagem deve ser feita com base no contexto específico da segurança viária e nas características da distribuição dos riscos.

É importante reconhecer que, em todos os casos analisados, ocorreram sinistros fatais em áreas onde não havia registros de alertas. Isso reforça a necessidade de integrar os alertas com outras fontes de dados para obter uma compreensão mais abrangente e precisa da segurança viária, auxiliando na gestão de riscos e nas intervenções preventivas.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que os dados colaborativos do Waze apresentaram uma associação significativa com os levantamentos tradicionais de óbitos da Secretaria Municipal de Curitiba, proporcionando possível potencial para auxiliar na melhoria da segurança viária em ambientes urbanos complexos, como Curitiba. A integração desses dados com registros oficiais de óbitos demonstrou ser eficaz para identificar locais concentradores de sinistros de trânsito mais graves, proporcionando mais um subsídio para intervenções direcionadas.

Os diferentes critérios de classificação empregados – média, percentil 95 e densidade por quilômetro – trouxeram perspectivas complementares, todos demonstrando associação significativa. Entre essas abordagens, destacou-se o uso do percentil 95, em alertas "major" e de alta confiabilidade, sugerindo que essa métrica poderia ser mais eficaz para localizar pontos concentradores de sinistros mais graves.

No entanto, os resultados também mostraram que sinistros fatais ocorreram em áreas onde não havia registros de alertas, o que indica que os dados colaborativos, isoladamente, podem não captar todos os riscos existentes. Isso expõe a importância de uma abordagem multidimensional, que combine dados colaborativos com fontes tradicionais para obter um resultado mais abrangente e preciso.

Constatou-se ainda uma limitação decorrente da necessidade de utilizar dados de óbitos de 2022, uma vez que os registros de 2023 ainda não foram publicados, o que reforça a discussão sobre a demora inerente aos processos de verificação e divulgação de dados tradicionais. Nesse contexto, os dados em tempo real do Waze oferecem uma oportunidade para acelerar a identificação de áreas críticas, servindo como subsídio para melhorias, mas é oportuno realizar comparações contínuas com registros oficiais para garantir a precisão e a validade das intervenções.

Para futuras pesquisas, recomenda-se replicar essa metodologia em outras cidades e períodos, além de desenvolver modelos preditivos que integrem os dados do Waze com outros indicadores. Essa abordagem pode aprimorar o uso de dados colaborativos na identificação de pontos críticos e no planejamento de intervenções mais eficazes, contribuindo para a redução de fatalidades no trânsito e o cumprimento das metas estabelecidas pelo PNATRANS e pela ONU.

REFERÊNCIAS

HIROKI, S. M. Y. **Mobilidade, participação e dados: o caso da aplicação do Waze for Cities Data na cidade de Joinville (SC)**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 13, e20200030, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200030>>. Acesso em: set.2024.

LI, X.; DADASHOVA, B.; YU, S.; ZHANG, Z. **Rethinking Highway Safety Analysis by Leveraging Crowdsourced Waze Data**. Sustainability, v. 12, n. 23, p. 10127, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su122310127>>. Acesso em: set.2024.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **PNATRANS - Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito**. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans>>. Acesso em: set.2024.

VICENTE, V. F. **Dados da multidão: análise da parceria entre Waze e prefeitura do Rio de Janeiro**. In: 5º Simpósio Internacional LAVITS | Vigilância, Democracia y Privacidad en América Latina: Vulnerabilidades y Resistências, vol. 5, p. 479-499, Santiago, Chile: LAVITS, 2017.

WAZE. **Waze for Cities: Two-Pager**. 2024. Disponível em: <https://web-assets.waze.com/cms/Waze%20for%20Cities-Two-Pager_DIGITAL_Final.pdf>. Acesso em: set.2024.

ZHANG, Z. **Exploring the Potentials of Using Crowdsourced Waze Data in Traffic Management: Characteristics and Reliability**. 2020. Tese (Doutorado) - University of Tennessee. Disponível em: <https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/6899>. Acesso em: set.2024.