

CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE ESPACIAL PARA A SEGURANÇA VIÁRIA

Justificativa

Segundo Ferraz *et. al* (2012), na primeira década do século XXI houve um grande desenvolvimento econômico e social no Brasil e como consequência ocorreu um crescimento exponencial da frota de veículos.

Concomitantemente também ocorreu um crescimento desordenado das cidades, o qual até os dias de hoje, tem provocado muitos problemas urbanos, dentre eles, uma mobilidade urbana sem planejamento e com foco nos veículos motorizados, causando inúmeros sinistros de trânsito, perdas de vidas e grande prejuízo social e econômico. Este crescimento tem afetado também as cidades de médio e pequeno porte. Neste município do interior do estado de São Paulo não é diferente. A cidade possui aproximadamente 39 mil habitantes e uma frota de mais de 32 mil veículos, conforme apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Demonstração do crescimento da população e da frota.

	Ano 2000	Ano 2022	Crescimento (%)
População	32.432	38.324	18,17 %
Frota de veículos	11.443	32.338	182,60 %

Fonte: Adaptado de IBGE e SENATRAN.

Entre os anos de 2000 e 2022, a população desse município cresceu 18,17% e a sua frota de veículos, de forma assustadora, cresceu 182,60%. Entretanto, o espaço público é o mesmo. A proporção entre população e veículos que no ano de 2000 era de 2,83 habitantes por veículo passou para 1,19 no ano de 2022 (Tabela 02).

Tabela 02 – Demonstração da proporção população e veículos.

	População	Veículos	Proporção População/Veículos
Ano 2000	32.432	11.443	2,83
Ano 2022	38.324	32.338	1,19

Fonte: Adaptado de IBGE e DENATRAN

Além disso, a mobilidade urbana desse município, vem sofrendo com a ineficiência do transporte coletivo e a opção pelo transporte individual, tornando-se em uma condição socialmente insustentável. Tal cenário implica na necessidade de mais investimentos na malha

viária, além de acarretar no aumento da poluição atmosférica e um preço elevado demais aos acidentes de trânsito.

Para Vasconcellos (2005, p. 81) “os acidentes de trânsito constituem um grande problema tanto nos países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, embora com características diferentes em cada país ou região do mundo”.

Nos dias atuais, o sinistro de trânsito, denominação recente dada aos acidentes de trânsito, conforme NBR 10697:2020 (ABNT, 2020), é considerado um grande problema de saúde pública, já que têm aniquilado muitas vidas. Além dos prejuízos sociais, com a destruição de sonhos e a alegria de muitas famílias, causando também altos custos para os cofres públicos, especialmente na área da saúde.

Dados estatísticos do DATASUS – Ministério da Saúde (Tabela 03), mostram dados alarmantes do número de óbitos por acidentes de transporte no Brasil em 2020, por gênero, os quais merecem uma atenção especial do Poder Público e da própria sociedade.

Tabela 03 – Óbitos por acidentes de transporte – Brasil – 2020 – Gênero - DATASUS

Grupo CID10	Masc.	Fem.	Ign	Total
Pedestre traumatizado em um acidente de transporte	3.986	1.128	6	5.120
Ciclista traumatizado em um acidente de transporte	1.207	145	0	1.352
Motociclista traumatizado em um acidente de transporte	10.523	1.329	1	11.853
Ocupante triciclo motorizado traumatizado acid. transp.	120	38	0	158
Ocupante automóvel traumatizado acidente transporte	5.213	1.537	2	6.752
Ocupante caminhonete traumatizado acidente transp.	191	44	0	235
Ocupante veículo transp. pesado traumat. acid. transp.	708	43	0	751
Ocupante ônibus traumatizado acidente transporte	71	40	0	111
Outros acidentes de transporte terrestre	5.470	907	7	6.384
Total	27.489	5.211	16	32.716

Fonte: MS/SVS/CGIAE – Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM

De acordo com os dados do DATASUS, no ano de 2020 ocorreram 32.716 mortes no trânsito, havendo também milhares de pessoas com invalidez permanente, números alarmantes que necessitam ser reduzidos. Porém, qual é o antídoto para combater este problema?

Os investimentos públicos e privados em infraestrutura física na mobilidade urbana ainda não foram suficientes para atender às necessidades da população urbana e ainda carecem de equidade e sustentabilidade. Além do mais, a cultura do Estado brasileiro é de atuar na correção de erros, isto é, aguarda alguma situação se tornar problema para começar a agir, ao invés de trabalhar de forma proativa, por meio de ações e protocolos de prevenção dentro de um

planejamento urbano, com foco nos usuários e no uso do espaço urbano.

Apesar dos avanços com a criação do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor e principalmente com a aprovação da Lei da Mobilidade Urbana, na qual conceitos de mobilidade urbana foram consolidados sob o ponto de vista da hierarquia dos modos de transportes e dos deslocamentos de pessoas e cargas pela cidade, ainda há muito que caminhar para a construção de cidades planejadas.

Um novo desafio surgiu no ano de 2018 com a criação do PNATRANS (Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito) que estabeleceu metas e ações pautadas em seis pilares essenciais para a redução de sinistros de trânsito, além da utilização de uma abordagem com conceitos do Sistema Seguro e Visão Zero.

Desta forma, é necessário conhecer profundamente os desafios e, para isso, o uso do geoprocessamento é essencial para identificar os problemas das cidades e de dar subsídios para o processo de planejamento e para as tomadas de decisões em busca de promover a redução das desigualdades sociais, visando uma cidade mais humana, acessível e com equidade social, além de demonstrar a sociedade o seguinte entendimento: “No trânsito, escolha a vida”!

Metodologia

A metodologia aplicada consiste na coleta de dados dos boletins de ocorrência elaborados pela Polícia Militar do Estado de São Paulo, já que a mesma é obrigada a registrar todos os sinistros de trânsito com vítimas, bem como é por meio dessa instituição que são lavrados os sinistros de trânsito sem vítimas. Os dados extraídos foram processados em planilhas e, posteriormente, utilizou-se da tecnologia para georreferenciar os dados em um Sistema de Informação Geográfica. Com a distribuição espacial dos sinistros de trânsito foi possível elaborar Mapas de Calor, proporcionando uma visão sistêmica dos locais com mais ocorrências para uma melhor tomada de decisão para a redução de sinistro de trânsito.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é analisar as causas dos sinistros de trânsito ocorridos nos anos de 2020, 2021 e 2022 na área urbana e estradas vicinais pertencentes a esse município do interior do Estado de São Paulo e propor oportunidades de melhoria para a segurança viária, visando a redução dos sinistros de trânsito. Para tanto, como objetivos específicos, tem-se:

- Caracterização e georreferenciamento dos sinistros de trânsito;
- Identificação dos pontos críticos de ocorrência dos sinistros de trânsito, utilizando a tecnologia com a ferramenta “Mapa de Calor”.

Público-alvo

Toda a população do município e visitantes de outras cidades.

Proposta

O presente trabalho se iniciou com a coleta de dados, por meio do B.O. (Boletim de Ocorrência) da Polícia Militar do Estado de São Paulo/SP. Em seguida foi realizada uma análise para verificar a consistência dos dados, visando a correção das informações lançadas, sobretudo, sobre os locais nos quais ocorreram o sinistro de trânsito, como por exemplo, a exclusão dos boletins de acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias de jurisdição do Estado. Posteriormente os dados foram processados em planilhas do Microsoft Excel e a sistematização ocorreu através de relatórios, tabelas e gráficos, facilitando a caracterização dos sinistros.

Realizada esta etapa inicial, os dados de sinistros de trânsito foram georreferenciados, conforme a latitude e longitude informada no B.O., considerando as correções das inconsistências encontradas em alguns boletins. Tal georreferenciamento permitiu obter uma distribuição espacial dos sinistros de trânsito, a qual foi realizada utilizando o *software* gratuito denominado QGIS.

De forma a identificar as áreas urbanas com maior ocorrência de sinistros de trânsito, foi gerado um “Mapa de Calor”, também denominado “Mapa de Densidade de Kernel”. Tal identificação subsidiou os diagnósticos mais precisos contribuindo na apresentação de propostas de oportunidade de melhorias mais direcionadas ao locais, considerando suas características próprias, tais como características do fluxo de veículos, geometria viária, operação do sistema de transporte coletivo, fluxo de pedestres, características dos Polos Geradores de Viagens (PGV’s), dentre outros.

Estratégia de implementação

A estratégia de implementação consiste em várias etapas, sendo elas:

- a) coleta de dados;
- b) análise de consistência;
- c) processamento dos dados;
- d) sistematização dos dados;
- e) georreferenciamento dos dados;
- f) identificação das áreas urbanas com maior ocorrência de sinistros de trânsito (“Mapa de Calor”);
- i) apresentação de propostas de oportunidade de melhorias.

Cronograma de execução

O tempo total estimado para o desenvolvimento de etapa da solução por exercício, ou seja, por ano, é de no máximo 6 meses (180 dias), conforme demonstrado na tabela 04:

Tabela 04 – Cronograma de execução

Ordem das etapas	Atividade	Tempo de execução
1º	Coleta de dados	15 dias
2º	Análise de consistência	15 dias
3º	Processamento dos dados	15 dias
4º	Sistematização dos dados	15 dias
5º	Georrefenciamento dos dados	15 dias
6º	Elaboração do mapa de calor	15 dias
7º	Análise e elaboração de propostas de melhorias	30 dias
8º	Implantação das ações	60 dias

Fonte: Elaboração própria.

Desenvolvimento

O primeiro passo realizado foi a Coleta de Dados dos de sinistros de trânsito ocorridos nos anos 2020, 2021 e 2022. Durante esse triênio ocorreram 584 sinistros de trânsito, sendo 318 sem vítimas e 266 com vítimas, conforme detalhado na Tabela 05.

Tabela 05 – Demonstração da quantidade de sinistros e tipos por ano.

Discriminação	Exercício 2020 (Quantidade)	Exercício 2021 (Quantidade)	Exercício 2022 (Quantidade)	TOTAL
Sinistros de trânsito com vítimas	87	87	92	266
Sinistros de trânsito sem vítimas	104	105	109	318
Total de sinistros de trânsito	191	192	201	584

Fonte: Elaboração própria.

Na análise foi diagnosticado que a média diária de sinistro de trânsito neste município é de 0,53 e a mensal de 16,22. Houve neste período 330 vítimas no total, com as seguintes gravidades: 12 fatais, 32 graves e 286 leves. A Tabela 06 detalha em quantidade e porcentagem as gravidades das vítimas decorrentes de sinistros de trânsito ocorridos nos anos de 2020, 2021

e 2022. A taxa de mortalidade nesse triênio foi de 10,36 por 100.000 habitantes.

Tabela 06 – Gravidade das vítimas nos anos de 2020, 2021 e 2022.

Gravidade das vítimas	Exercício 2020 (Quantidade e %)		Exercício 2021 (Quantidade e %)		Exercício 2022 (Quantidade e %)	
Leve	97	88,99%	97	90,66%	92	80,70%
Grave	04	3,67%	09	8,41%	19	16,67%
Fatal	08	7,34%	01	0,93%	03	2,63%
T O T A L	109	100%	107	100%	114	100%

Fonte: Elaboração própria.

Silva (2013, p. 27), afirma que “a violência no trânsito tem deixado muitas famílias desestruturadas, deixando órfãos e pais privados de seus filhos”. Não resta dúvida que, quando um ente querido sofre um acidente, todos sofrem, desde os familiares até aos amigos. É necessário dar um basta neste sofrimento que na maioria das vezes é evitável.

Os tipos de veículos envolvidos nos sinistros de trânsito nos anos de 2020, 2021 e 2022 estão discriminados na Tabela 07. A média de motocicletas envolvidas nesse triênio foi de 41,41%. Já a média das bicicletas foi de 4,83%.

Tabela 07 – Discriminação dos veículos envolvidos nos sinistros de trânsito.

Discriminação (Espécie do veículo)	Exercício 2020 (Quantidade e %)		Exercício 2021 (Quantidade e %)		Exercício 2022 (Quantidade e %)	
Automóvel/Camioneta	64	41,83%	69	43,13%	73	45,91%
Ônibus/Microônibus	00	0,00%	01	0,62%	00	0,00%
Caminhão/Caminhonete	12	7,84%	13	8,13%	14	8,80%
Reboque/Semi-reboque	00	0,00%	00	0,00%	01	0,63%
Motocicleta	74	48,37%	63	39,38%	58	36,48%
Bicicleta	03	1,96%	11	6,87%	09	5,66%
Outros	00	0,00%	03	1,87%	02	1,26%
Não Informado	00	0,00%	00	0,00%	02	1,26%
T O T A L	153	100%	160	100%	159	100%

Fonte: Elaboração própria.

Outro dado importante encontrado foi quanto ao grupo de idade dos condutores envolvidos nos sinistros de trânsito. A média de jovens com idade de 18 a 29 anos foi de 31,74% no triênio. Já a média do público de 30 a 59 anos de idade foi de 53,24% no triênio. A Tabela 08 demonstra a situação dos condutores por grupo de idade.

Tabela 08 – Discriminação por grupo de idade dos condutores envolvidos.

Discriminação (Grupos de idade)	Exercício 2020 (Quantidade e %)		Exercício 2021 (Quantidade e %)		Exercício 2022 (Quantidade e %)	
Menos de 18 anos de idade	00	0,00%	06	3,75%	03	1,89%
De 18 a 29 anos de idade	45	29,41%	56	35%	49	30,82%
De 30 a 59 anos de idade	89	58,17%	81	50,63%	81	50,94%
De 60 anos de idade a mais	17	11,11%	14	8,75%	22	13,84%
Não informado	02	1,31%	03	1,87%	04	2,51%
T O T A L	153	100%	160	100%	159	100%

Fonte: Elaboração própria.

Quanto ao tipo de usuário da via com relação à gravidade “vítimas não fatais” no triênio, os motociclistas tiveram uma média de 58,17%, os pedestres 5,89% e os ciclistas 5,58%. Totalizando esse grupo que são os mais vulneráveis no trânsito, a média percentual chega a 69,64%, desta forma, merecem uma atenção especial por pertencerem ao grupo dos mais vulneráveis. Vasconcellos (2005, p. 82) relata que “em países em desenvolvimento como o Brasil, uma das características dos acidentes de trânsito é que a maioria das vítimas é feita de pedestres e ciclistas que são os participantes mais vulneráveis do trânsito”. A Tabela 09 demonstra a situação de todas as vítimas “não fatais” nos anos de 2020, 2021 e 2022.

Tabela 09 – Discriminação das vítimas “não fatais” envolvidas nos sinistros de trânsito.

Discriminação (Espécie)	Exercício 2020 (Quantidade e %)		Exercício 2021 (Quantidade e %)		Exercício 2022 (Quantidade e %)	
Condutor	13	12,87%	18	16,98%	23	20,72%
Passageiro	12	11,88%	12	11,32%	17	15,31%
Pedestre	01	0,99%	11	10,38%	07	6,31%
Ciclista	03	2,97%	06	5,66%	09	8,11%
Motociclista	70	69,31%	59	55,66%	55	49,55%
Outros	00	0,00%	00	0,00%	00	0,00%
Não informado	02	1,98%	00	0,00%	00	0,00%
T O T A L	101	100%	106	100%	111	100%

Fonte: Elaboração própria.

A coleta de informações realizada antes e visualizada em documentos e mapas em papel não possibilitava uma análise da distribuição geográfica integrada com outros dados. Com o aparecimento da tecnologia da informação foi possível ter todos esses dados em um ambiente computacional e assim surgiu o Geoprocessamento (CÂMARA *et al.*, 2001). Com a utilização do software gratuito denominado QGIS já foi possível fazer uma distribuição espacial dos

sinistros de trânsito dos anos de 2020, 2021 e 2022. As figuras 01, 02 e 03 já demonstram os mapas de calor dos referidos anos.

Figura 01 – Mapa de calor do ano de 2020.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 02 – Mapa de calor do ano de 2021.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 03 – Mapa de calor do ano de 2022.



Fonte: Elaboração própria.

Polidoro e Barros (2010) relatam a importância de trabalhar com dados espaciais, já que proporcionam uma perfeita compreensão do espaço e a relação espacial dos objetos aos gestores municipais para uma melhor tomada de decisão.

Com os dados foi possível encontrar como resultado os logradouros com mais ocorrências no período de 2020 a 2022, conforme demonstrados nas tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 10 – Locais com mais sinistros de trânsito no ano de 2020.

LOCAL	Com Vítima	Sem Vítima	Atropelamento	Total
Rua Trajano Machado	02	06	00	08
Avenida da Saudade	04	03	00	07
Estr. Vicinal Salathiel da C. Pereira	04	03	00	07
Rua 28 de Outubro	01	03	00	04

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11 – Locais com mais sinistros de trânsito no ano de 2021.

LOCAL	Com Vítima	Sem Vítima	Atropelamento	Total
Avenida da Saudade	08	05	01	14
Rua 15 de Novembro	02	09	01	12
Estr. Vicinal Salathiel da C. Pereira	03	05	00	08
Avenida Ângela Blaso Segreto	05	01	00	06

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12 – Locais com mais sinistros de trânsito no ano de 2022.

LOCAL	Com Vítima	Sem Vítima	Atropelamento	Total
Avenida da Saudade	07	07	00	14
Avenida Cel. J. Junqueira	03	06	00	09
Avenida Domingos Baraldo	03	05	00	08
Rua Trajano Machado	03	02	01	06

Fonte: Elaboração própria.

O mapeamento da real situação das ocorrências colaborou na análise e caracterização dos sinistros de trânsito, perfil do envolvidos e pontos críticos, objetivando a implantação de políticas públicas com foco na redução da acidentalidade.

Resultado

Após análise espacial, por meio do mapa de calor, foi possível diagnosticar 07 (sete) vias com maior índice de sinistros de calor nos anos de 2020, 2021 e 2022, sendo elas: Av. da Saudade, Estrada Vicinal Salathiel da Costa Pereira, Rua Trajano Machado, Rua 15 de Novembro, Av. Coronel Joaquim Junqueira, Av. Ângela Blaso Segreto e Rua 28 de Outubro.

Com os dados pormenorizados das vítimas, foi possível trazer à tona que a maior letalidade ocorreu com os pedestres (33%), seguido do ciclista (16,67%) e motociclista (16,67%), ou seja, os mais vulneráveis no trânsito.

Após o diagnóstico, buscou-se adotar ações pautadas nos pilares do PNATRANS (Plano Nacional de Redução de Mores e Lesões no Trânsito), já que o mesmo está alinhado aos conceitos da abordagem de “Sistema Seguro e Visão Zero”.

Assim, foi possível iniciar um trabalho dando prioridade nas ações e intervenções para esse grupo mais vulnerável (pedestres, ciclistas e motociclistas), com a implantação de faixa elevada para pedestre, ciclofaixa e ações educativas, conforme fotos 01, 02, 03 e 04.

Foto 01 – Travessia elevada para pedestre.



Local: Rua Trajano Machado

Foto 02 – Travessia elevada para pedestre.



Local: Av. Cel. J. Junqueira

Foto 03 – Implantação de ciclofaixa.**Local:** Av. Armando de Biasi**Foto 04** – Espaço Vivencial de Trânsito**Local:** Praça Dr. Euclides C. Castilho

As ações em prol da segurança no trânsito realizadas por esse município foram norteadas pelos baluartes: gestão da segurança no trânsito; vias seguras; normatização e fiscalização; educação para o trânsito com o tema “no trânsito, escolha a vida”.

As ações implementadas também contemplam dois dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e duas das metas, sendo ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) com a meta 3.6 e a ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) com a meta 11.2.

Diversas intervenções de engenharia de tráfego, educação de trânsito e fiscalização de trânsito foram executadas nas vias com maior mancha de calor, bem como em outras vias com potencial risco de acidentalidade. Nas ações educativas foi possível demonstrar que há necessidade de adotar comportamentos seguros, compreendendo que o lema é “no trânsito, escolha a vida”. As inúmeras ações realizadas estão demonstradas por meio de fotos no tópico de materiais complementares.

A facilidade de implantar as ações ocorreu porque o discente de Engenharia Urbana da Universidade é servidor público municipal e trabalha ainda no Órgão de Trânsito, ou seja, um elo perfeito, já que o pesquisador é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto da pesquisa.

Um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidos, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (Godoy, 1995, p. 21).

Ao final desse ano serão avaliados os resultados e impactos das ações implantadas baseadas em evidências concretas extraídas da análise espacial e, por fim, será realizada uma comparação com os dados dos sinistros de trânsito dos anos anteriores para verificar se está ocorrendo o cumprimento das metas estabelecidas.

Conclui-se, que a utilização da tecnologia, por meio do SIG (Sistema de Informação Geográfica), materializado através do uso do *software* QGIS, é uma ferramenta tecnológica e eficaz para diagnósticos precisos para a obtenção de um trânsito mais seguro e humanizado. Além do mais, torna-se um instrumento primordial para o cumprimento das metas, sobretudo, a meta da 2ª Década de Ação pela Segurança no Trânsito (2021 a 2030), que é reduzir pela metade o número de mortes e feridos no trânsito no referido período.

Bibliografia

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. **Óbitos por acidentes de transporte**. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 28 de set. 2023.

_____. LEI NACIONAL nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018. **PNATRANS (Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/LeidoPnatrans.pdf>>. Acesso em: 25 de set. 2023.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; A. M. V. MONTEIRO; **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Câmara, G.; Davis, Clodoveu. (eds) "**Por que Geoprocessamento?**". São José dos Campos, INPE, 2001 (INPE-10506-RPQ/249). Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 01 de out. 2023.

FERRAZ, A. C. P. et al. **Segurança viária**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012. ISBN 978 85 98156 69 9.

GODOY, Arilda Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas (ERA), São Paulo, v. 35, n.2 p. 57-63, mai/jun. 1995.

POLIDORO, M.; BARROS, M. V. F. **Utilização de Geotecnologias no Suporte a Gestão de Políticas Públicas Municipais**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Seção Três Lagoas, v. 7, n. 11, p. 81-98, maio. 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/projetos/atlasrml/publicacoes/periodicos/4.pdf>>. Acesso em: 25 de set. 2023.

SILVA, Irene Rios da. **Guia Didático de Educação para o Trânsito**. Florianópolis: Ilha Mágica Editora. 2013. 176p.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **A cidade, o transporte e o trânsito**. São Paulo: Prolivros. 2005.