

# ANÁLISE ESPACIAL DE ACIDENTES DE TRÂNSITO NA PRINCIPAL VIA DE ACESSO AO NOVO CAMPUS DA UFSM EM CACHOEIRA DO SUL

Juliana Aguiar Macedo<sup>1</sup>, Cassiane Jrayj de Melo Victoria Bariani<sup>2</sup>, Brenda Medeiros Pereira<sup>3</sup> e Alejandro Ruiz Padillo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, julianaeng95@gmail.com; <sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, cassiane.victoria@gmail.com; <sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, brenda.pereira@ufsm.br; e <sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br

## RESUMO

A análise do padrão espacial de acidentes de trânsito e da sua intensidade é essencial para a segurança viária e desenvolvimento sustentável do meio urbano. A geração de informações espacializadas sobre os acidentes de trânsito é fundamental para subsidiar as tomadas de decisões e melhorias na segurança de todos os usuários da via. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar de forma espacial os acidentes de trânsito envolvendo motocicletas, entre o período de 2015 a 2017, na Av. Marcelo Gama, principal via de acesso para o novo Campus da UFSM em Cachoeira do Sul. Foram identificados e classificados dez trechos de incidências de acidentes, sendo um com alta incidência, responsável por 33,33% das ocorrências, cinco com média incidência, responsáveis por 9,52% e quatro com baixa incidência, responsáveis por 4,76% de acidentes cada um. As informações podem servir para a escolha e adequação de iniciativas de intervenções que previnam os possíveis acidentes nos trechos identificados.

**Palavras-chave** – segurança viária, geoprocessamento, Sistema de Informação Geográfica, estimador Kernel.

## ABSTRACT

*The analysis of the spatial pattern of traffic accidents and their intensity is essential for road safety and the sustainable development of the urban environment. The generation of spatially-detailed information on traffic accidents is essential to support decision-making and improvements in the safety of all the users of the access. In this sense, the present study aims to analyze traffic accidents involving motorcycles between the period from 2015 to 2017 at Av. Marcelo Gama, the main access road to the new UFSM Campus in Cachoeira do Sul. Ten incidents of accidents were identified and classified, one with a high incidence, accounting for 33.33% of the occurrences, five with a mean incidence, responsible for 9.52% and four with a low incidence, accounting for 4.76% of accidents each. The information can serve to select and adapt intervention initiatives that prevent possible accidents in the identified stretches.*

**Key words** – road safety, geoprocessing, Geographic Information System, Kernel estimator.

## 1. INTRODUÇÃO

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) está presente em alguns municípios do Estado do Rio Grande do Sul, entre eles, Cachoeira do Sul, onde iniciou suas atividades acadêmicas em agosto de 2014. Provisoriamente as atividades do Campus se realizam em imóveis alugados no centro da cidade, mas a previsão é que a partir de 2019 algumas atividades acadêmicas serão realizadas em sede própria localizada na Estrada da Ferreira, afastada cerca de 8 km do centro da cidade.

Com isso, espera-se um incremento no número de viagens entre o centro da cidade, localização da maior parte das residências da população acadêmica, e o novo campus, destino de trabalho e estudo dos acadêmicos. A principal via de acesso ao novo Campus será a Av. Marcelo Gama, caracterizada como uma via urbana, que faz a ligação de dois trechos da BR-153, foco central deste estudo.

Em 2018, uma pesquisa do Detran RS mostrou que houve um crescimento acelerado da frota de veículos no município de Cachoeira do Sul. Segundo esta pesquisa, a frota de veículos cresceu 66% nos últimos 10 anos, chegando a 48.242 veículos, sendo 29.330 carros e 18.912 motocicletas. A cidade possui 85.495 habitantes [1], o que resulta em uma média de um veículo para 1,8 habitantes [2].

O aumento na frota de veículos resulta em congestionamentos nas principais vias e maior probabilidade de acidentes de trânsito, principalmente em horários-pico como às 7, 12 e 18 horas, horários em que também ocorre a mobilização de forma mais importante por parte da comunidade acadêmica.

Sendo assim, a geração de informações espacializadas sobre os acidentes de trânsito, na Av. Marcelo Gama, é fundamental para subsidiar as tomadas de decisões e melhorias na segurança viária para cidadãos em geral e para os alunos e servidores públicos da UFSM Campus Cachoeira do Sul.

Segundo relatório do Ministério da Saúde de 2017, mais de 1,2 milhão de mortes no mundo são causadas por acidentes de transporte terrestre (ATT). A maioria dessas mortes ocorre em países não desenvolvidos ou emergentes, devido a um aumento da motorização atrelada à falta de vias adequadas e de políticas públicas voltadas para o trânsito seguro [3].

Em 2016, o seguro DPVAT, instituído no Brasil como indenização aos danos pessoais causados por veículos automotores de vias terrestres, pagou 346.060 indenizações por invalidez permanente decorrentes de acidentes de trânsito no país. As motocicletas, apesar de representarem 27% da frota nacional de veículos, são responsáveis pelo maior

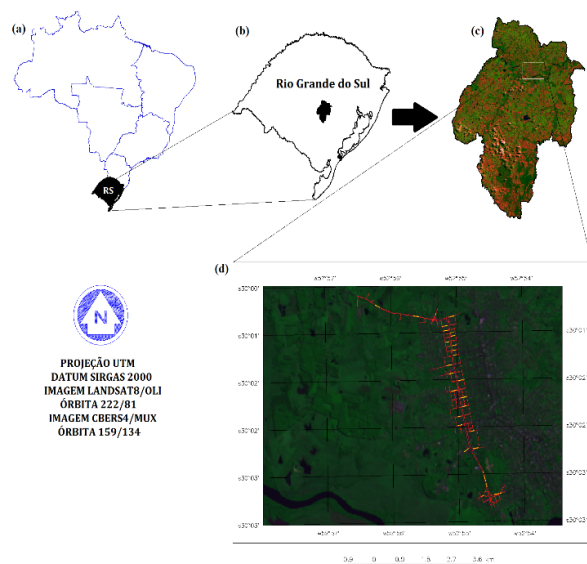
número de acidentes e de vítimas: as motos somam mais de 285 mil sinistros, 74% das indenizações pagas em 2017 [4]. Um estudo recente aponta para a interiorização dos acidentes de trânsito no Brasil, uma vez que foi observado o aumento das taxas de mortalidade nos municípios menos populosos, enquanto houve redução nos mais populosos [5].

Quando se buscam informações sobre a caracterização dos acidentes de trânsito em cidades de pequeno e médio porte é constatada uma escassez de trabalhos acadêmicos e práticos nesta área. A maioria das pesquisas tende a focar em cidades maiores seja por apresentarem maiores valores absolutos para mortes no trânsito, melhores dados para análises ou número maior de pesquisadores na área [6, 7].

Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar de forma espacial os acidentes de trânsito com lesões corporais envolvendo motocicletas, entre o período de 2015 a 2017, na Av. Marcelo Gama, principal via de acesso para o novo Campus da UFSM em Cachoeira do Sul (Figura 1). Desta forma, as informações levantadas neste estudo poderão servir de base para a escolha e adequação de iniciativas de intervenções que previnam os possíveis acidentes nos trechos identificados com alta, média e baixa incidência de acidentes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo desta pesquisa é a Av. Marcelo Gama, localizada no município de Cachoeira do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil como mostrado na Figura 1.



**Figura 1:** Mapa de Localização da Área de Estudo. (a) Brasil; (b) Rio Grande do Sul; (c) Cachoeira do Sul; (d) Av. Marcelo Gama.

Inicialmente foi levantada a localização mais precisa, com base em logradouro e número ou interseção, de cada acidente com lesões corporais envolvendo motocicletas no período selecionado, a partir das informações encontradas nos boletins de ocorrência fornecidos pelo 35º Batalhão de Polícia Militar de Cachoeira do Sul, responsável pelo atendimento e controle dos acidentes de trânsito na cidade. Posteriormente, os dados dos 30 acidentes de trânsito

ocorridos na Av. Marcelo Gama foram georreferenciados em ambiente SIG, por meio do software Spring em sua versão 5.5.3.

A análise geoespacial foi realizada utilizando o estimador Kernel que estima a intensidade de um padrão de pontos interpolando um valor de intensidade para cada célula de uma grade, considerando uma função, simétrica, centrada na célula utilizando-se para o cálculo os pontos situados até certa distância do centro da célula.

Desse modo, faz-se a estimativa alisada da intensidade local dos eventos sobre a área estudada, obtendo-se uma "superfície de risco" para sua ocorrência [8]. A estimativa básica para a intensidade do padrão de pontos na posição  $s$  é dada pela equação (1):

$$\hat{\lambda}_{\tau}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} \cdot k \cdot \left( \frac{s - s_i}{\tau} \right)$$

Onde:

$k$  - função de alisamento gaussiano;

$\tau$  - é a largura da banda que define o grau de alisamento;

$s$  - centro da área a ser estimada;

$s_i$  - localização dos eventos;

$n$  - número total de pontos (eventos);

$\hat{\lambda}_{\tau}(s)$  - valor estimado.

A análise de densidade de Kernel foi realizada para analisar regiões com alta, média e baixa densidade de acidentes de trânsito envolvendo motocicletas. A densidade de Kernel é um método de estimar a densidade espacial de uma região com base na distribuição de objetos pontuais na área de destino. É amplamente utilizado para visualizar padrões de distribuição de dados pontuais [6, 10].

Na análise da densidade de Kernel, os dados visualizados podem mudar de acordo com a forma como a largura de banda espacial é determinada e qual função é selecionada [10]. Neste estudo, a largura de banda espacial foi definida como 100 metros.

## 3. RESULTADOS

A qualidade da informação de endereço e a eficiência do banco de dados geográfico, SIG para localizar os eventos pontualmente de forma georreferenciada é de fundamental importância para possibilitar as análises dos padrões de distribuição dos acidentes de trânsito.

Utilizando-se o SIG foi possível georreferenciar 100% dos locais onde ocorreram acidentes de trânsito, envolvendo motocicletas, na Av. Marcelo Gama, durante os anos de 2015 a 2017.

A Figura 2 apresenta os resultados da função Kernel para os acidentes analisados. Foram atribuídas cores para diferentes graus de incidência de acidentes:

- i) verde para baixa incidência;
- ii) amarelo para média incidência; e
- iii) vermelho para alta incidência.

Os resultados mostram que os acidentes de trânsito na Av. Marcelo Gama ocorreram em dez regiões diferentes como mostra a Tabela 1:

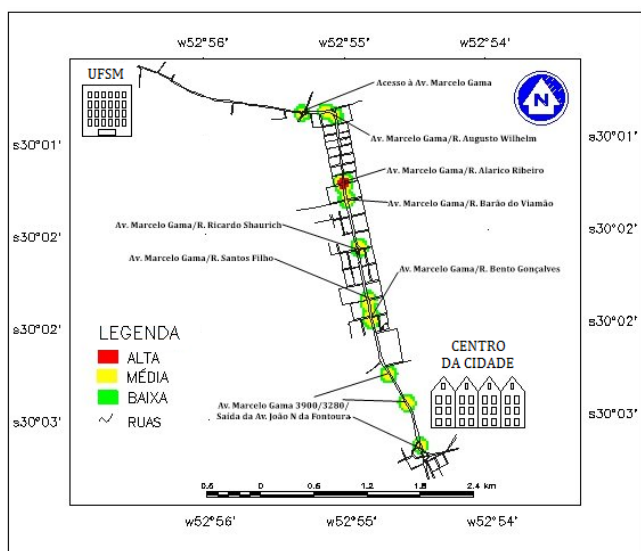


Figura 2: Representação dos acidentes de trânsito na Avenida Marcelo Gama - Cachoeira do Sul segundo o estimador Kernel.

Regiões de Acidentes	Percentual
Cruza. Com a Rua Alarico Ribeiro	33,33%
Cruza. Com a Rua Augusto Wilhelm	9,52%
Cruza. Com a Rua Ricardo Shaurich	9,52%
Cruza. Com a Rua Santos Filho	9,52%
Cruza. Com a Rua Bento Gonçalves	9,52%
Av. Marcelo Gama, 3280	9,52%
Acesso à Marcelo Gama	4,76%
Cruza. Com a Rua Barão do Viamão	4,76%
Av. Marcelo Gama, 3900	4,76%
Saída da Av. João Neves da Fontoura	4,76%

Tabela 1: Pontos críticos de acidentes envolvendo motocicleta

#### 4. DISCUSSÃO

As áreas de concentração de acidentes de trânsito com lesões corporais envolvendo motocicletas durante os anos de 2015 a 2017, na Avenida Marcelo Gama, no município de Cachoeira do Sul, foram analisadas em ambiente SIG configurando a largura de banda para 100 metros.

As metodologias baseadas em SIG têm sido utilizadas extensivamente para mapear acidentes de trânsito, o que auxilia pesquisadores, profissionais e formuladores de políticas públicas a identificar locais perigosos das vias urbanas e/ou rodovias [10, 11].

A demanda por entender os padrões espaço temporais e sua intensidade quanto a incidência de acidentes de trânsito fornece maneiras mais eficazes e eficientes para a segurança urbana e o desenvolvimento sustentável do meio urbano.

Neste contexto fica evidente a importância deste estudo para tomadas de decisões eficientes antes que o fluxo de veículos seja aumentado na Av. Marcelo Gama devido principalmente à mobilidade da comunidade acadêmica da UFSM já que todos, em algum momento da viagem passarão pela via em estudo.

Os resultados mostram que há um total de dez regiões onde

se concentram os acidentes envolvendo motocicletas. Essas regiões em sua maioria são cruzamentos caracterizados em sua essência como potenciais lugares para acidente viário. Segundo Braz, a diferença de velocidade gerada pela presença de cruzamentos é a principal causa de acidentes em rodovias urbanas [12].

Utilizando o estimador de Kernel as regiões puderam ser classificadas como de alta, média e baixa incidência de acidentes. Essa classificação permite aos gestores dar prioridade a determinados pontos no estudo de medidas para a melhoria da segurança viária.

#### 5. CONCLUSÕES

Este estudo investigou, de forma espacializada, o grau de incidência de acidentes de trânsito com lesões corporais, envolvendo motocicletas, na principal via de acesso ao Campus da UFSM em Cachoeira do Sul. As principais conclusões são as seguintes:

- São dez as regiões onde ocorreram estes acidentes na Av. Marcelo Gama entre os anos de 2015 a 2017;
- Há três regiões onde o raio de abrangência dos acidentes são maiores, são eles:
  - No cruzamento da Av. Marcelo Gama com a rua Augusto Wilhelm;
  - No trecho da Av. Marcelo Gama entre as ruas Alarico Ribeiro e Barão do Viamão; e
  - No trecho da Av. Marcelo Gama entre as ruas Santos Filho e Bento Gonçalves;
- O cruzamento entre a Av. Marcelo Gama e a rua Alarico Ribeiro apresentou alto grau de incidência de acidentes envolvendo motocicletas para o período analisado.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/> Acessado em 12 out. 2018.
- [2] Detran. Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul. Notícia: FROTA CRESCEU 66% EM 10 ANOS EM CACHOEIRA DO SUL. Disponível em: [http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/49386/frota-cresceu-66-em-10-anos-em-cachoeira-do-sul/termosbusca=\\*](http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/49386/frota-cresceu-66-em-10-anos-em-cachoeira-do-sul/termosbusca=*) Acessado em 12 out. 2018.
- [3] Brasil. Saúde Brasil 2017: uma análise da situação de saúde e os desafios para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. [online] Brasília: Ministério da Saúde, p. 295, 2017. Disponível em: <http://editora.saude.gov.br>. Acesso em: editora.saude.gov.br. Acesso em: 09 de outubro de 2018.
- [4] Seguradora Líder. Relatório Anual Seguradora Líder-Dpvt 2017. Disponível em: <https://www.seguradoralider.com.br>. Acesso em: 13 de agosto de 2018.

- [5] Brasil. Saúde Brasil 2015/2016: uma análise da situação de saúde e da epidemia pelo vírus Zika e por outras doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*. [online] Brasília: Ministério da Saúde, p.201, 2016. Disponível em: <http://editora.saude.gov.br>. Acesso em: 13 de agosto de 2018.
- [6] Bailey, T. C.; Gatrell, A. C., 1995 Interactive Spatial Analysis. 1st Ed. Essex: Longman
- [7] Anderson TK. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accid Anal Prev.*, volume (41), número (3), páginas (359–364), 2009.
- [8] Xie Z, Yan J. Kernel density estimation of traffic accidents in a network space. *Comput Environ Urban Syst*, volume (32), número (5), páginas, (396–406), 2008.
- [9] Kang, Y.; Cho, N.; Son, S. Spatiotemporal characteristics of elderly population's traffic accidents in Seoul using spac-time cube and space-time kernel density estimation. *Journal Plos One*, volume (13), número (5), páginas (3-8), 2018.
- [10] Yaxin, F.; Xinyan, Z.; Bing, S.; Wei, G.; Tao, G. Network-constrained spatio-temporal clustering analysis of traffic collisions in Jiangnan District of Wuhan, China. *Journal Plos One*, volume (13), número (4), páginas (3-8), 2018.
- [11] Braz, J.T. Novos Conceitos para Definição e Configuração Viária das Entradas e Saídas nas Vias Principais. In: Congresso da ANPET, 8., 1994, Recife. *Anais...* (p 313-322).