



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**  
**PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANTONIO LUIZ FREITAS BEZERRA**

**APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DE PARETO E MAPA DE CALOR NA ANÁLISE DE  
ACIDENTES DE TRÂNSITO EM MOSSORÓ/RN**

**MOSSORÓ / RN**  
**2020**

**ANTONIO LUIZ FREITAS BEZERRA**

**APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DE PARETO E MAPA DE CALOR NA ANÁLISE DE  
ACIDENTES DE TRÂNSITO EM MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal  
Rural do Semi-Árido, como requisito para a obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Prof. Paulo Cesar Moura da Silva

Co-orientador (a): Prof. Eric Amaral Ferreira

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Ba Bezerra, Antonio Luiz Freitas. Aplicação do Princípio de Pareto e Mapa de Calor na análise de acidentes de trânsito em Mossoró/RN / Antonio Luiz Freitas Bezerra. - 2020.  
110 f. : il.

Orientador: Paulo Cesar Moura Silva.  
Coorientador: Eric Amaral Ferreira.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de Produção, 2020.

1. Geoprocessamento. 2. Acidentes de trânsito.  
3. Mapa de Calor. 4. Princípio de Pareto. I.  
Silva, Paulo Cesar Moura , orient. II. Ferreira,  
Eric Amaral, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

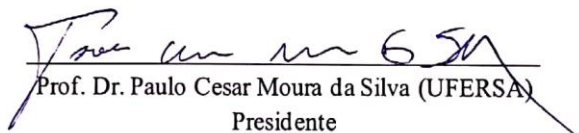
**ANTONIO LUIZ FREITAS BEZERRA**

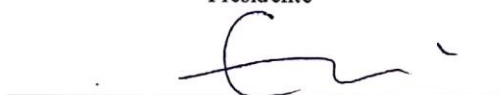
**APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DE PARETO E MAPA DE CALOR NA ANÁLISE DE  
ACIDENTES DE TRÂNSITO EM MOSSORÓ/RN**

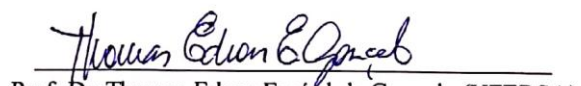
Monografia apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido como requisito  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

Apresentada em: 06 / 02 / 2020

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva (UFERSA)  
Presidente

  
Prof. Dr. Eric Amaral Ferreira (UFERSA)  
Membro Examinador

  
Prof. Dr. Thomas Edson Espíndola Gonçalves (UFERSA)  
Membro Examinador

**MOSSORÓ**

**2020**



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus pela vida e pela força para enfrentar os obstáculos diários!

Agradeço a Maria das Dores, minha mãe, e ao meu pai, Luiz Gonzaga, pelos pais atenciosos que sempre foram, por terem sido meu porto seguro, abdicando quase sempre dos próprios interesses em prol dos meus e cuja educação, carinho e confiança me permitiram chegar onde cheguei.

Agradeço ao meu irmão Adjan Freitas por ser o homem que é, inspirando-me a seguir o seu exemplo, sempre acreditando no meu potencial para alçar voos cada vez maiores e minha irmã Bruna Patrícia, pelos conselhos, broncas e pela força nos momentos bons e especialmente nos ruins.

A minha tia Rosa Maria, professora, por tudo que fez por nós quando do falecimento do meu pai, em especial a continuação da minha educação e também pelos bons momentos nas nossas idas a Natal, pelas risadas e pelo carinho nas suas ligações todo domingo.

Aos meus professores do curso de Engenharia de Produção, em especial o professor Eric Amaral, por todas as oportunidades, portas abertas e tarefas designadas e por ter me apresentado ao mundo da Logística. O professor Paulo Cesar, meu orientador, pelo fascínio pela área de Geoprocessamento que despertou em mim, sempre solícito para sanar minhas dúvidas. E o professor Thomas Edson, pela chance de aprofundar-me na pesquisa científica, desenvolvendo um trabalho potencialmente enriquecedor para a nossa cidade e o seu trânsito.

Por fim, a todos os amigos que fiz ao longo destes anos de faculdade, em especial aos amigos de estágio Raimundo Júnior, João Neto, Hítalo Vinícius, Victor Marcelo e Erivan Brunno por ter me aguentado durante o expediente por dois anos, pelas brincadeiras, conversas e risadas sentados no banco debaixo do pé de manga em frente a nossa sala tomando café no fim de uma tarde de trabalho.

## RESUMO

O trânsito tem se tornado um assunto cada vez mais discutido não só pelas autoridades competentes, mas também pela própria sociedade. O Brasil, por sua vez, está entre os países com um dos trânsitos mais violentos do mundo segundo a Organização Mundial da Saúde, ocupando o quinto lugar no número de mortes por acidentes de trânsito. A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG na sigla em inglês) representa um importante avanço na análise de dados geoespaciais, como por exemplo maior rapidez na correlação de diversas variáveis em poucos cliques, a criação de mapas temáticos de interesse das autoridades de trânsito, etc. O emprego dessas ferramentas, portanto, agilizam e otimizam a alocação de recursos onde eles se fazem realmente necessários. Assim sendo, a presente pesquisa objetiva empregar ferramentas de análise georreferenciada e de otimização, para determinar em que momento do dia e em quais pontos da cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte, os acidentes de trânsito são mais frequentes. Os dados obtidos em uma parceria com a Prefeitura de Mossoró através de sua Secretaria de Mobilidade Urbana e o Distrito de Polícia Rodoviária Estadual (2º DPRE) foram primeiramente tratados e depois inseridos num software SIG, onde foram processados. Um mapa de calor, com raio de 30 metros, foi então criado para cada faixa horária, de modo a delimitar os pontos com ocorrências mais concentradas, permitindo a criação de um ranking com os trechos tanto com mais recorrências quanto com mais acidentes.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Acidentes de trânsito; Mapa de Calor; Princípio de Pareto.

## **ABSTRACT**

Traffic has become an issue increasingly discussed not only by the competent authorities, but also by society. Brazil, for example, is between the most violent traffics in the world, according to the World Health Organization, occupying the fifth place in the number of deaths from traffic accidents. The use of a Geographic Information System (GIS) can represent an important advance in the analysis of geospatial data, providing greater speed in the correlation of several variables in a few clicks, the creation of thematic maps of interest to the traffic authorities and so on. The use of these tools, therefore, streamlines and optimizes the allocation of resources where they are really needed. This way, this research aims to employ such tools of analysis and optimization, to determine at what time of the day and at which points in the city of Mossoró, in Rio Grande do Norte, traffic accidents are more frequent. The data obtained in a partnership with the City of Mossoró through its Urban Mobility Secretariat and the State Road Police District (2nd DPRE) was inserted in a GIS software, where they was processed. A heat map, with a radius of 30 meters, was then created for each time band, in order to delimit the points with more concentrated occurrences, allowing the creation of ranking with both more recurrences and more accidents.

**Keywords:** Geoprocessing; Traffic-accidents; Heat map; Pareto principle.

## **Lista de figuras**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Estimador de densidade de Kernel .....                        | 18 |
| Figura 2: Exemplo de mapa de Kernel.....                                | 19 |
| Figura 3 - Fluxograma das etapas .....                                  | 24 |
| Figura 4 - Distribuição dos acidentes sem vítima por faixa horária..... | 30 |
| Figura 5 - Acidentes com vítimas por faixa horária.....                 | 47 |

## **Lista de equações**

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Equação 1: Ocorrências por unidade de área..... | 19 |
| Equação 2: Atributo por unidade de área .....   | 20 |
| Equação 3: Distribuição de Pareto .....         | 20 |

## Lista de mapas

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Mapa 1 - Acidentes sem vítimas entre 2014 e 2017 .....               | 26  |
| Mapa 2 - Mapa de calor dos acidentes sem vítimas.....                | 28  |
| Mapa 3 - Acidentes sem vítimas entre 11:01 e 12:00.....              | 75  |
| Mapa 4 - Hotspots entre 11:01 e 12:00 .....                          | 76  |
| Mapa 5 - Acidentes sem vítimas entre 12:01 e 13:00.....              | 77  |
| Mapa 6 - Hotspots entre 12:01 e 13:00 .....                          | 78  |
| Mapa 7 - Acidentes sem vítimas entre 13:01 e 14:00.....              | 79  |
| Mapa 8 - Hotspots entre 13:01 e 14:00 .....                          | 80  |
| Mapa 9 - Acidentes sem vítimas entre 10:01 e 11:00.....              | 81  |
| Mapa 10 - Hotspots entre 10:01 e 11:00 .....                         | 82  |
| Mapa 11 - Acidentes sem vítimas entre 08:01 e 09:00.....             | 83  |
| Mapa 12 - Hotspots entre 08:01 e 09:00 .....                         | 84  |
| Mapa 13 - Acidentes sem vítimas entre 09:01 e 10:00.....             | 85  |
| Mapa 14 - Hotspots entre 09:01 e 10:00 .....                         | 86  |
| Mapa 15 - Acidentes sem vítimas entre 16:01 e 17:00.....             | 87  |
| Mapa 16 - Hotspots entre 16:01 e 17:00 .....                         | 88  |
| Mapa 17 - Acidentes sem vítimas entre 17:01 e 18:00.....             | 89  |
| Mapa 18 - Hotspots entre 17:01 e 18:00 .....                         | 90  |
| Mapa 19 - Acidentes com vítimas entre 2014 e 2017 .....              | 43  |
| Mapa 20 - Hotspots dos acidentes com vítimas.....                    | 45  |
| Mapa 21 - Acidentes com vítimas nas 3 primeiras faixas horárias..... | 91  |
| Mapa 22 - Acidentes com vítimas entre 11:01 e 12:00 .....            | 92  |
| Mapa 23 - Hotspots entre 11:01 e 12:00 .....                         | 93  |
| Mapa 24 - Acidentes com vítimas entre 17:01 e 18:00 .....            | 94  |
| Mapa 25 - Hotspots entre 17:01 e 18:00 .....                         | 95  |
| Mapa 26 - Acidentes com vítimas entre 07:01 e 08:00 .....            | 96  |
| Mapa 27 - Hotspots entre 07:01 e 08:00 .....                         | 97  |
| Mapa 28 - Acidentes com vítimas entre 18:01 e 19:00 .....            | 98  |
| Mapa 29 - Hotspots entre 18:01 e 19:00 .....                         | 99  |
| Mapa 30 - Acidentes com vítimas entre 16:01 e 17:00 .....            | 100 |
| Mapa 31 - Hotspots entre 16:01 e 17:00 .....                         | 101 |
| Mapa 32 - Acidentes com vítimas entre 15:01 e 16:00 .....            | 102 |
| Mapa 33 - Hotspots entre 15:01 e 16:00 .....                         | 103 |
| Mapa 34 - Acidentes com vítimas entre 13:01 e 14:00 .....            | 104 |
| Mapa 35 - Hotspots entre 13:01 e 14:00 .....                         | 105 |
| Mapa 36 - Acidentes com vítimas entre 14:01 e 15:00 .....            | 106 |
| Mapa 37 - Hotspots entre 14:01 e 15:00 .....                         | 107 |
| Mapa 38 - Acidentes com vítimas entre 08:01 e 09:00 .....            | 108 |
| Mapa 39 - Hotspots entre 08:01 e 09:00 .....                         | 109 |
| Mapa 40 - Acidentes com vítimas entre 09:01 e 10:00 .....            | 110 |
| Mapa 41 - Hotspots entre 09:01 e 10:00 .....                         | 111 |

## Lista de quadros

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Distribuição da frota municipal.....                                  | 22 |
| Quadro 2 - Percentual de acidentes por faixa horária .....                       | 31 |
| Quadro 3 - Hotspots entre 11:01 e 12:00 .....                                    | 33 |
| Quadro 4 - Hotspots entre 12:01 a 13:00 .....                                    | 34 |
| Quadro 5 - Hotspots entre 13:01 e 14:00 .....                                    | 35 |
| Quadro 6 - Hotspots entre 10:01 e 11:00 .....                                    | 36 |
| Quadro 7 - Hotspots entre 08:01 e 09:00 .....                                    | 37 |
| Quadro 8 - Hotspots entre 09:01 e 10:00 .....                                    | 38 |
| Quadro 9 - Hotspots entre 16:01 e 17:00 .....                                    | 39 |
| Quadro 10 - Hotspots entre 17:01 e 18:00.....                                    | 40 |
| Quadro 11 - Resultado final dos acidentes sem vítimas com pontos agrupados ..... | 41 |
| Quadro 12 - Percentual de acidentes com vítimas por faixa horária.....           | 48 |
| Quadro 13 - Hotspots entre 11:01 e 12:00.....                                    | 50 |
| Quadro 14 - Hotspots entre 17:01 e 18:00.....                                    | 51 |
| Quadro 15 - Hotspots entre 07:01 e 08:00.....                                    | 52 |
| Quadro 16 - Hotspots entre 18:01 e 19:00.....                                    | 54 |
| Quadro 17 - Hotspots entre 16:01 e 17:00.....                                    | 55 |
| Quadro 18 - Hotspots entre 15:01 e 16:00.....                                    | 57 |
| Quadro 19 - Hotspots entre 13:01 e 14:00.....                                    | 58 |
| Quadro 20 - Hotspots entre 14:01 e 15:00.....                                    | 59 |
| Quadro 21 - Hotspots entre 08:01 e 09:00.....                                    | 60 |
| Quadro 22 - Hotspots entre 09:01 e 10:00.....                                    | 61 |
| Quadro 23 - Resultado final dos acidentes com vítimas com pontos agrupados ..... | 62 |

## SUMÁRIO

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO .....                            | 12 |
| 1. OBJETIVOS .....                          | 14 |
| 1.1 Objetivo Geral.....                     | 14 |
| 1.2 Objetivos Específicos .....             | 14 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....               | 15 |
| 2.1 Panorama dos acidentes de trânsito..... | 15 |
| 2.2 Geoprocessamento .....                  | 16 |
| 2.3 Mapa de calor .....                     | 18 |
| 2.4 Princípio de Pareto .....               | 20 |
| 3. METODOLOGIA.....                         | 22 |
| 3.1 Caracterização da área de estudo .....  | 22 |
| 3.2 Etapas da pesquisa .....                | 23 |
| 4. ANÁLISES E DISCUSSÕES .....              | 25 |
| 4.1 Acidentes sem vítimas .....             | 25 |
| 4.2 Acidentes com vítimas.....              | 42 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....               | 63 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....         | 65 |

## INTRODUÇÃO

Segundo estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2009, que reuniu dados de acidentes de trânsito de 178 países, o Brasil ocupava o quinto lugar no ranking de mortes no trânsito. Em todo o globo, a OMS estima que cerca de 1,3 milhão de pessoas morram anualmente, com mais 50 milhões sofrendo algum tipo de lesão. Economicamente, os acidentes custam entre 1% a 3% do Produto Interno Bruto (PIB) de cada país (WHO, 2009 apud Senado Federal, 2013).

Em 2017, o Fórum Brasileiro de Segurança Pública publicou o Anuário Brasileiro da Segurança Pública, onde se mostrava que ocorreram pouco mais de 61 mil mortes violentas em 2016, enquanto o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), elaborado no âmbito do Ministério das Cidades, mostrava que no mesmo ano houveram 37345 mortes no Brasil em decorrência de acidentes de trânsito (BRASIL, 2018). Explicar os números não é uma tarefa fácil. Os acidentes podem ser causados por uma série de razões. De acordo com a Polícia Rodoviária Federal (PRF), as principais causas por trás dos acidentes em 2016 foram desatenção ao conduzir (30,8%), excesso de velocidade (21,9%), direção sob efeito de álcool ou outras drogas (15,6%), desrespeito a sinalização (10%), ultrapassagem em local proibido (9,3%) e sono ao volante (6,7%) (PRF, 2016 apud Paraná Portal, 2017).

Ainda de acordo com os dados do PNATRANS de 2018, no Rio Grande do Norte, de 2010 a 2015 os números de mortos no trânsito mantiveram certa constância, oscilando de 652 em 2010 a 587 em 2015, apresentando o nível mais baixo em 2016: 545 casos, ou uma queda de 7,15% se comparado com o ano anterior (BRASIL, 2018).

Pode-se traçar até os últimos anos da década de 1990 os esforços legais de regulamentação do trânsito no Brasil. A legislação de trânsito atual foi promulgada pelo Congresso em 23 de Setembro de 1997 na forma da Lei nº 9503, instituindo assim o Código Brasileiro de Trânsito, entrando em vigor de fato a partir do dia 22 de Janeiro do ano seguinte. O texto original possuía 20 capítulos e 341 artigos, com mais sendo acrescentados ao longo dos anos de acordo com a necessidade (BRASIL, 1997).

Desde esses primeiros passos, a legislação de trânsito vem sendo constantemente revisada e aperfeiçoada. Em Dezembro de 2017, por exemplo, através da Lei nº 13546, as penalidades para condutores que dirigirem sob o efeito de drogas ou álcool foi aumentada, agora com penas entre 5 e 8 anos de reclusão (BRASIL, 2017). No entanto, mesmo com o rigor das novas leis, o número de mortos no trânsito é tão alto quanto o de mortes violentas, como mostrado anteriormente.

Podemos destacar também o aumento substancial da frota de veículos como um dos fatores influenciadores. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) relata que entre 2003 e 2014 a venda de automóveis cresceu 102,6%, enquanto a venda de motocicletas subiu 269,8% (IPEA, 2015). No Rio Grande do Norte, haviam 731263 veículos registrados em 2010 contra 1231518 em 2017, um aumento de cerca de 68,40% (BRASIL, 2018). O crescimento



nem sempre ordenado das cidades associado a esse crescimento exorbitante por si só já representam mais um fator preocupante para o trânsito.

Outro agravante para o problema é a falta de metodologias aptas e eficazes de modo a transformar dados variados, como provenientes de acidentes, demografia, etc em informações espaciais, permitindo uma fácil visualização da situação. Com exceção de pouquíssimos casos, em geral os centros urbanos maiores, como a cidade de São Paulo e Curitiba, onde as autoridades mantêm bancos de dados e metodologias de tratamento dos mesmos, sem contar é claro a miríade de estudos feitos por membros da sociedade civil oriundos das universidades, a maioria das cidades não dispõe de meios para visualizar, de maneira fácil e objetiva, as informações anteriormente citadas.

Mossoró, por exemplo, começou a trabalhar dados georreferenciados somente a partir de 2017, em um projeto em parceria com a Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) e com a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Mesmo tendo um banco de dados com 4 anos de informações sobre os acidentes, antes da parceria com as universidades os órgãos de trânsito não eram capazes de determinar qual era o tipo de acidente mais recorrente, em que dia da semana a maioria deles ocorreu ou principalmente em que pontos seria necessária uma intervenção por parte das autoridades otimizando o uso de recursos das entidades de trânsito.

É neste contexto que estão inseridos os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Esses softwares trazem grande agilidade para o tratamento das informações espaciais. Ao utilizar os mesmos, pode-se analisar o mesmo problema de vários ângulos diferentes em poucos minutos simplesmente selecionando atributos diferentes associados àquele ponto. Esse sistema permite, por exemplo, que os órgãos de trânsito consigam identificar de uma maneira bastante fácil a ocorrência de locais de maior acidentalidade, chamado aqui de pontos quentes (*hotspots*) a cada hora do dia. Dessa forma, o presente trabalho visa propor uma metodologia, utilizando softwares SIG gratuitos, para que órgãos públicos de trânsito possam transformar esses dados brutos em informações úteis para a elaboração de suas políticas públicas, permitindo uma melhor aplicação dos recursos (humanos e materiais, ambos finitos) no combate ao problema.

## **1. OBJETIVOS**

O presente trabalho será desenvolvido no intuito de alcançar os seguintes objetivos:

### **1.1 Objetivo Geral**

Propor a utilização de uma metodologia de execução simples para identificar pontos de maior incidência de acidentes de trânsito ao longo do dia na cidade de Mossoró, abordando dados referentes a 4 anos.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- 1 – Ordenar os acidentes com e sem vítima por faixa horária, identificando que hora do dia ocorre mais acidentes
- 2 – Aplicar o Princípio de Pareto para identificar faixas horárias críticas que demandem mais atenção conforme o número de acidentes
- 3 – Encontrar os pontos críticos através de mapas de calor aplicados na área urbana de Mossoró
- 4 – Otimizar a aplicação dos recursos preventivos, como equipes de agentes de trânsito e obras de engenharia

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Panorama dos acidentes de trânsito

A OMS o define como todo aquele ocorrido em via pública, indo de colisões entre veículos a colisões com objetos fixos (postes, placas etc.) ou ainda em pedestres ou ciclistas (WHO, 2012). Para Destri (2005), são eventos que também ocorrem em via pública com o envolvimento de um veículo ou mais, motorizado ou não, que leva a danos físicos, materiais ou ambos. Destri ainda os classifica em evitáveis e não evitáveis. Para o autor, o primeiro tipo seria aquele onde não se executa todas as ações possíveis para evitá-lo. O segundo por sua vez é aquele onde mesmo adotando-se todas as precauções não é possível impedi-lo.

Obviamente nem todos os acidentes são iguais, mas podem ser agrupados em algumas categorias. Segundo Raia Júnior e Santos (2006), os sinistros podem ser agrupados em seis categorias, de acordo com características específicas, sendo elas:

1. Colisão: subdivide-se em frontal (quando os veículos colidem frontalmente), traseira (um dos veículos colide com a traseira do outro), lateral (um dos veículos colide com a lateral do outro) e transversal (a colisão se dá ortogonal ou obliquamente).
2. Choque: o veículo que trafega na via colide com algum objeto fixo.
3. Atropelamento: o veículo acaba com chocar-se com um pedestre ou um animal qualquer.
4. Capotamento: o veículo em movimento acaba girando em seu próprio eixo.
5. Tombamento: o veículo tomba para um dos lados, sem, no entanto, girar sobre si mesmo.
6. Engavetamento: sinistro onde há o choque de dois ou mais veículos que trafegam no mesmo sentido.

Em um artigo publicado no seu site em inglês, a OMS aponta grupos de risco. Segundo a organização, 93% das mortes no trânsito acontecem em países de baixa e média renda. 48% das mortes são de pessoas entre 15 e 44 anos de idade. 73% do total de mortes acontecem entre jovens do sexo masculino com menos de 25 anos (WHO, 2018). A organização ainda elenca alguns fatores de risco, tais como excesso de velocidade, dirigir alcoolizado ou sob efeito de outras substâncias, infraestrutura precária, etc. Para Max Ernani e Maurício Régio (2008), as causas dos acidentes podem ser agrupadas em três áreas:

1. Fatores humanos: ações imprudentes que uma pessoa, condutor ou pedestre, venha a ter no trânsito gerando danos físicos ou materiais, como por exemplo dirigir alcoolizado, não respeitar a sinalização, etc.
2. Fatores ambientais e/ou da via: aspectos tanto da via quanto do ambiente em si que possam vir a contribuir para a ocorrência do acidente.
3. Fatores veiculares: são ocasionados por problemas mecânicos nos próprios veículos, geralmente causados por uma manutenção precária ou mesmo inexistente.

O portal Knoema, ferramenta digital que reúne dados de várias fontes (governos, órgãos das Nações Unidas etc.) sobre os mais diversos temas, mostra que em 2014 o número de mortos e feridos era de aproximadamente 6,597 milhões (KNOEMA, 2019). O número de mortes após 30 dias do acidente foi de pouco mais de 300 mil mortos (KNOEMA, 2019). Os números, no entanto, podem ser sensivelmente maiores, uma vez que os dados de muitos países não foram encontrados. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o número de mortes seja de 1,25 milhão, enquanto o número de feridos oscila entre 20 a 50 milhões anualmente, tudo a um custo estimado de US\$ 1,850 trilhão ao ano (WHO, 2015).

As estatísticas nacionais também são preocupantes. O PNATRANS (Plano Nacional de Reduções de Mortes e Lesões no Trânsito, 2018) trazia a informação de que em 2016, como citado anteriormente, ocorreram 37345 mortes no trânsito (BRASIL, 2018). Ainda de acordo com o PNATRANS, o impacto a economia nacional é de R\$ 52 bilhões anualmente. Entretanto, o Ministério da Saúde, usando os dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), mostra que entre 2010 e 2016 houve uma redução de 27,4% no número de mortes por lesões de trânsito nas capitais dos estados brasileiros, indo de 7.952 mortes em 2010 para 5.773 em 2016 (Min. Saúde, 2017). Ainda de acordo com o órgão, em 2016 foram registradas 180.443 internações oriundas de vítimas de acidentes de trânsito, a um custo de R\$ 253,2 milhões.

Em 2000, morreram em acidentes de trânsito no Brasil 28.995 pessoas, o que equivale a uma taxa de 17,1 por 100 mil habitantes. Em 2011, o número saltou para 43256 mortes e uma taxa de 22,5 por 100 mil habitantes (Waiselfisz, 2013). De acordo com Vasconcellos (2000), em seu livro “Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas”, o aumento pode ser explicado graças ao crescimento da frota e o crescimento das próprias cidades, muitas vezes de maneira desordenada e sem políticas de transporte público eficiente.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) ambicionava reduzir pela metade, até 2020, o número de mortes e ferimentos causados por acidentes de trânsito em todo o mundo. A OMS busca auxiliar os governos nacionais através de disseminação de boas práticas e suporte técnico priorizando os principais fatores de risco: a direção sob efeito de álcool, o excesso de velocidade, o não uso do capacete por parte dos motociclistas, o uso do cinto de segurança e o uso de cadeirinhas para o transporte de crianças.

## 2.2 Geoprocessamento

Pode-se rastrear o uso mapas com informações geoespaciais a partir do século XIX, mais precisamente em 1854. Naquele ano, Londres era assolada por um grande surto de cólera. O médico John Snow, obstetra e um dos pioneiros no advento da anestesia, acreditava que a doença era transmitida através de fontes de água contaminadas, ao contrário da crença contemporânea de que ela era transmitida pelo ar. O médico então elaborou mapas com os locais de casos da doença notificados bem como as localizações dos poços e fontes de água que

abasteciam os moradores na região do Soho. Com seu trabalho, ele conseguiu mostrar a correlação entre a cólera e a fonte de água contaminada (SCHOLTEN; LEPPER, 1991).

A área de Geoprocessamento é uma área de estudos multidisciplinar por excelência. Estatística, Geografia, Cartografia e principalmente a Ciência da Computação são áreas essenciais que formam os pilares do Geoprocessamento (SCHEIDEGGER; CARNEIRO; ARAUJO, 2013). Uma das formas de se representar esses dados é utilizando um modelo com a localização espacial e um atributo a ela relacionado. Tal atributo representa alguma característica desse ponto, de forma quantitativa ou qualitativa, em escala nominal, ordinal, razão ou intervalo, sendo que o ponto geográfico em questão pode ter vários atributos (MIRANDA, 2010). Essa representação se dá na forma de pontos, linhas ou polígonos e recebe o nome de representação vetorial. A outra forma de se representar graficamente é a chamada forma matricial, onde o espaço é feito por uma matriz “P (m, n) com m sendo o número de colunas e n o número de linhas. Nessa representação é possível plotar imagens de satélites e outros tipos de mapas (MOREIRA, 2012).

Como explanado por Scholten e de Lepper (1991) em seu trabalho para a Organização Mundial da Saúde, um SIG é definido como “um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, consulta, análise e plotagem das informações espaciais”. Segundo os autores, há quatro tarefas básicas que um SIG deve ser capaz de realizar, sendo elas:

1. Como explicado anteriormente, um banco de dados espacialmente referenciado contém uma localização geográfica e um atributo. A informação geográfica pode ser na forma de um ponto, linha ou polígono. O SIG deve ser capaz de armazenar, gerenciar e integrar essas bases de dados, gigantescas em alguns casos.
2. O SIG deve ser capaz de permitir a consulta dos dados da base, seja de um único ponto, de um conjunto de pontos, de uma área definida por um polígono, etc.
3. Ele também tem que proporcionar ferramentas de análise ao usuário. O grau de sofisticação das análises pode variar de software para software. Alguns podem oferecer opções mais simples, como apenas a plotagem de acordo com o tipo de certo atributo. No entanto, a maioria dos softwares hoje no mercado dispõem de rotinas nativas para análises complexas, desde modelos estatísticos até o uso da modelagem.
4. Por fim, o SIG deve ser capaz de plotar mapas na tela com alta qualidade de acordo com as necessidades e configurações definidas pelo usuário.

O surgimento dos sistemas de informação geográfica (SIG's) podem ser traçados a partir da década de 1970, mas a crescente capacidade computacional das últimas décadas, seu uso vem ganhando cada vez mais espaço e aplicabilidade, se tornando uma importante ferramenta de auxílio à tomada de decisão. Dentre suas aplicações podemos citar o planejamento urbano (desde o uso de solo até o planejamento das linhas de transporte), planejamento agrícola, acompanhamento e gestão de recursos naturais, análise de políticas públicas dentre muitos outros.

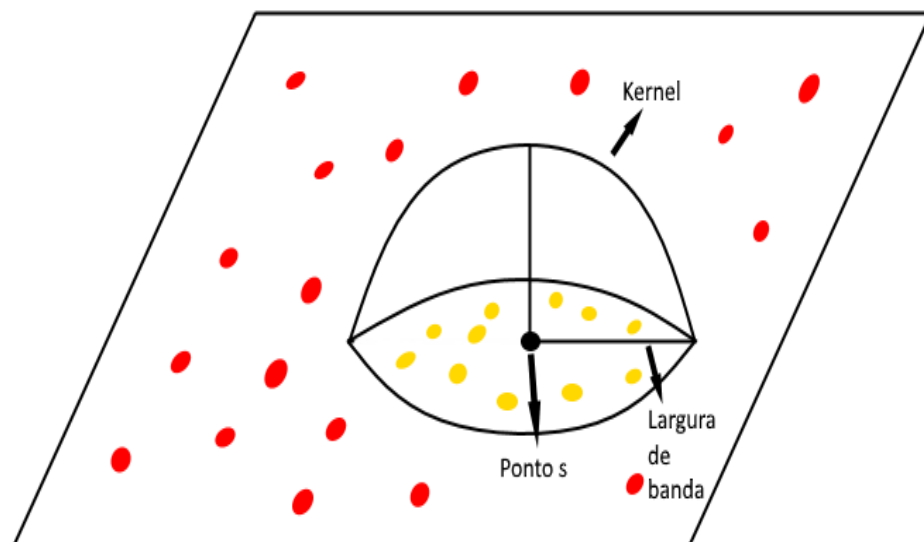
## 2.3 Mapa de calor

Como citado anteriormente, uma das principais funções dos sistemas de informação geográfica é realizar análises com as informações do banco de dados em questão. A aplicação de métodos estatísticos em softwares SIG é um dos meios mais usados. A estatística espacial pode ser definida como uma área da estatística que analisa a localização espacial dos pontos de interesse. Ela permite identificar, localizar, visualizar e modelar os eventos distribuídos espacialmente, permitindo a identificação de padrões (SANTOS e SOUZA, 2007).

Santos e Souza (2007) seguem definindo a classificação que essas distribuições espaciais podem possuir. Para os autores, há três tipos: espacialmente aleatória, onde não é possível detectar, a princípio, um padrão; aglomerada, onde é possível identificar um padrão de similaridade e por fim a espacialmente regular, que seguem um certo padrão. Uma das ferramentas da estatística espacial é a Estimativa da densidade de Kernel.

A estimativa da densidade de Kernel, ou mapa de Kernel ou ainda mapa de calor, é definida como estimativa da intensidade de ocorrência do evento pontual em uma área de estudo. É uma função bidimensional que pesa as ocorrências dentro de uma área definida por um raio, contando-se os pontos presentes dentro dela e mostrando então as zonas com maior ou menor concentração de pontos (BAILEY; GATRELL, 1995 apud MATSUMOTO; FLORES, 2012).

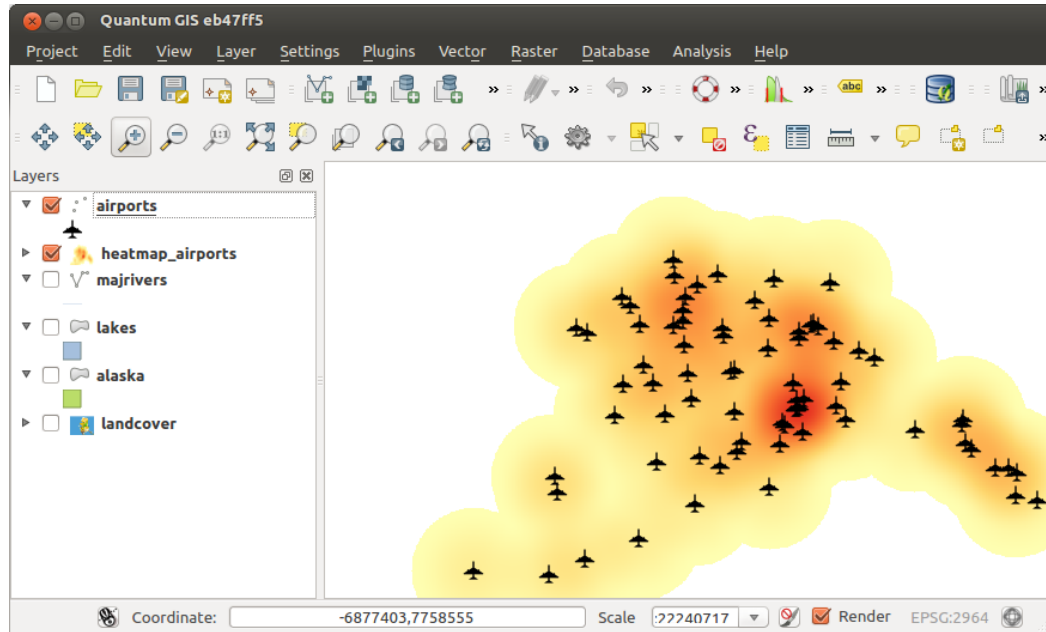
Figura 1: Estimador de densidade de Kernel



Fonte: adaptado de Matsumoto e Flores (2012).

A seguir, na figura 2, vemos um exemplo prático de um mapa de calor (ou kernel) elaborado num dos softwares de geoprocessamento disponíveis no mercado.

Figura 2: Exemplo de mapa de Kernel



Fonte: QGIS, (2018).

São calculadas as distâncias de cada ponto às ocorrências dentro da área de influência determinada por uma distância  $h$ . Se tomarmos  $s$  como um ponto qualquer na região  $R$ ,  $s_1, s_2, \dots, s_i$  são  $n$  pontos encontrados e  $h_i$  é a distância entre  $s$  e  $s_i$ . Dessa forma, a estimativa de Kernel realiza a interpolação um valor de intensidade para cada célula numa grade, adotando-se uma função simétrica e pontos situados até uma distância determinada do centro da célula. (CARNEIRO et al., 2005).

Como apresentado por Patrícia Matsumoto e Edilson Ferreira em seu artigo submetido a revista GeoAtos (MATSUMOTO; FLORES, 2012) os chamados eventos por unidade de área são uma função quárticabiponderada, onde cada ponto simboliza a ocorrência do evento. Esse cálculo é dado pela:

Equação 1: Ocorrências por unidade de área

$$\Lambda_{\tau} = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi r^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2$$

Fonte: adaptado de Matsumoto e Flores, 2012.

Onde:

$\pi$  equivale a 3,141592;

$h$  é igual a distância entre  $s$  e  $s_i$ ;

$\tau$  é o raio de influência determinante da vizinhança do ponto interpolado.

É possível que haja algum valor associado ao ponto. Para representar a quantidade do atributo por área, se utiliza a seguinte equação:

Equação 2: Atributo por unidade de área

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} \left( \frac{(s - s_i)}{\tau} \right) y_i$$

Fonte: adaptado de Matsumoto e Flores, 2012.

Onde  $s - s_i$  é a distância entre o ponto estimado e o que se irá estimar e  $y_i$  é o atributo em questão. Em softwares SIG, a estrutura dos dados do estimador de Kernel geralmente é elaborada de forma matricial, onde o tamanho de cada célula (pixel) é alterado de acordo com as especificações do usuário.

Mapas de Kernel são muito úteis para a tomada de decisão em várias áreas de atuação. Com eles, pode se ter uma ideia da distribuição espacial daquilo que esteja sendo analisado, por exemplo a concentração de um certo tipo de árvore explorada por uma empresa ou de acidentes por parte do poder público, facilitando assim a intervenção de forma mais rápida nos pontos mais críticos.

## 2.4 Princípio de Pareto

Em 1896, Vilfredo Pareto, um sociólogo e economista italiano, publicou um estudo onde demonstrava que 20% da população italiana era detentora de 80% das propriedades do país. Suas contribuições não se limitaram a isso. Posteriormente, o mesmo elaborou uma equação matemática para expressar a distribuição desigual de renda em qualquer país e em qualquer tempo, que seguiria um padrão logarítmico (DUNFORD et al. 2014).

Equação 3: Distribuição de Pareto

$$\log(N) = \log(A) - \alpha \log(x)$$

Fonte: adaptado de Dunford et al. (2014)



Onde  $N$  representa o número de pessoas com um patrimônio maior que um limite  $X$  e  $A$  e  $\alpha$ , ou Índice de Pareto, são constantes. Simplificando, caso o logaritmo das pessoas  $N$  seja graficamente representado contra o logaritmo dessas rendas, o gráfico resultante seria uma linha reta.

Entretanto, foi Joseph M. Juran, um dos grandes estudiosos da qualidade, que popularizou seu emprego. Ele abstraiu o conceito das descobertas de Pareto e o generalizou para se tornar aplicável a praticamente qualquer área, nomeando-o de fato como Princípio de Pareto, em homenagem ao seu “descobridor” original (DUNFORD et al, 2014).

A proposição muito utilizada nos dias de hoje em áreas tão diversas como economia, esportes, qualidade, entre outros nos diz que 80% das consequências são geradas por 20% das causas. Podemos encontrar centenas e talvez milhares de exemplos de sua aplicação na literatura. Por exemplo, a gigante da informática Microsoft percebeu que fixando 20% dos bugs mais reportados, resolveria 80% dos erros num dado sistema (CRN, 2002). Ainda na área, o *Dynamic Systems Development Method* (DSDM) baseia-se na ideia de que 80% da aplicação pode ser entregue em 20% do tempo que levaria para entregar a aplicação completa (PRESSMAN, 2010).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte. Localizada no interior do Estado, a referida cidade tinha, de acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 295.619 habitantes em 2017, sendo, portanto, a segunda maior cidade do Estado em termos populacionais. Tratando de área, é o maior município do Estado, com 2099,36 km<sup>2</sup>. Possui, ainda, altitudes majoritariamente inferiores a 100 metros, tem seu relevo formado pela Chapada do Apodi, Depressão Sertaneja São Francisco, depressão sublitorânea, e planícies fluviais, sendo o ponto mais alto da cidade a chamada Serra Mossoró, com 250 metros (MOSSORÓ, 2014). Já sua frota de veículos, segundo o DETRAN (2018), era estimada da seguinte forma no quadro 1:

Quadro 1 - Distribuição da frota municipal

| Tipo            | Mossoró | Percentual municipal |
|-----------------|---------|----------------------|
| Automóvel       | 58114   | 36,35%               |
| Motocicleta     | 51032   | 31,92%               |
| Motoneta        | 15979   | 10%                  |
| Ciclomotor      | 11178   | 6,99%                |
| Caminhonete     | 8414    | 5,26%                |
| Caminhão        | 4076    | 2,55%                |
| Camioneta       | 3130    | 1,96%                |
| Reboque         | 2988    | 1,87%                |
| Utilitário      | 1772    | 1,11%                |
| Semi reboque    | 1497    | 0,94%                |
| Caminhão trator | 905     | 0,57%                |
| Ônibus          | 368     | 0,23%                |
| Micro-ônibus    | 292     | 0,18%                |
| Triciclo        | 95      | 0,06%                |
| Trator de rodas | 17      | 0,01%                |
| Motor-casa      | 5       | 0%                   |
| Side-car        | 1       | 0%                   |

|                    |        |      |
|--------------------|--------|------|
| Trator de esteiras | 0      | 0%   |
| Trator misto       | 2      | 0%   |
| Total              | 159865 | 100% |

Fonte: adaptado de DETRAN (2018)

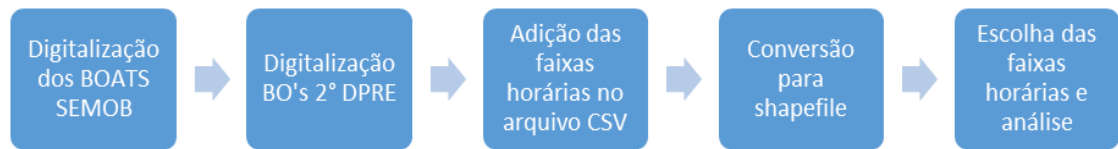
O Estado do Rio Grande do Norte, segundo o estudo, possuía 1.270.747 veículos, sendo 54.6791 automóveis e 433.222 motocicletas. Em termos percentuais, Mossoró representaria 12,58% da frota de veículos do Estado, 10,62% dos automóveis e 11,77% das motocicletas. Um fato interessante é quando comparamos São Paulo, município com maior frota do país, com 5.729.252 automóveis e 961.686 motocicletas na quantidade de ciclomotores: o primeiro tem uma frota de 4052 ciclomotores, enquanto Mossoró possuía, em 2018, 10661 registrados, sendo a única categoria de veículos superando a capital paulista. A cidade potiguar segue, ainda, como o município com o maior número de ciclomotores registrados no Brasil, com o Rio de Janeiro em segundo lugar com 9123 veículos e em 143º lugar no quantitativo de automóveis em sua frota (IBGE, 2018).

### 3.2 Etapas da pesquisa

A primeira etapa da pesquisa consistiu em processar as informações sobre acidentes sem vítimas no perímetro urbano de Mossoró, de responsabilidade da Secretaria de Mobilidade Urbana (SEMOB). A secretaria possui um software de captura próprio, mas a equipe do projeto realizou alguns acréscimos, como a possibilidade de se inserir a latitude e longitude de modo a geolocalizar o acidente.

A segunda etapa, a coleta dos acidentes com vítimas, foi realizada através de uma parceria com o 2º Distrito de Polícia Rodoviária Estadual (DPRE). Uma vez que não foi permitido o uso do software da corporação, foi necessário o desenvolvimento de uma nova aplicação adaptada ao modelo de formulário da instituição, inclusive com campos para geolocalização.

Figura 3 - Fluxograma das etapas



Fonte: o autor (2019).

Com todos os boletins de ocorrência de ambas as instituições digitados, foi feita a extração dos bancos de dados dos softwares usados no formato *Comma-separated values*(CSV). Como a análise será por faixa horária, foi necessário acrescentar manualmente uma nova coluna nos arquivos para categorizar os horários de ocorrência dos acidentes em faixas horárias de uma hora cada. Concluída essa etapa, os arquivos foram importados diretamente no QGIS 3.4. Esse tipo de arquivo permite visualizar na tela de trabalho do QGIS os pontos e as informações a eles associadas, mas não permite nenhum tipo de edição ou manipulação. Esse tipo de procedimento só pode ser feito com arquivos no formato *shapefile* (SHP). Os arquivos CSV de acidentes sem vítimas e com vítimas foram então salvos nesse novo formato, usando o datum WGS 84 e a projeção UTM Zona 24 Sul, onde está inserida Mossoró, o que trará maior precisão para o posicionamento.

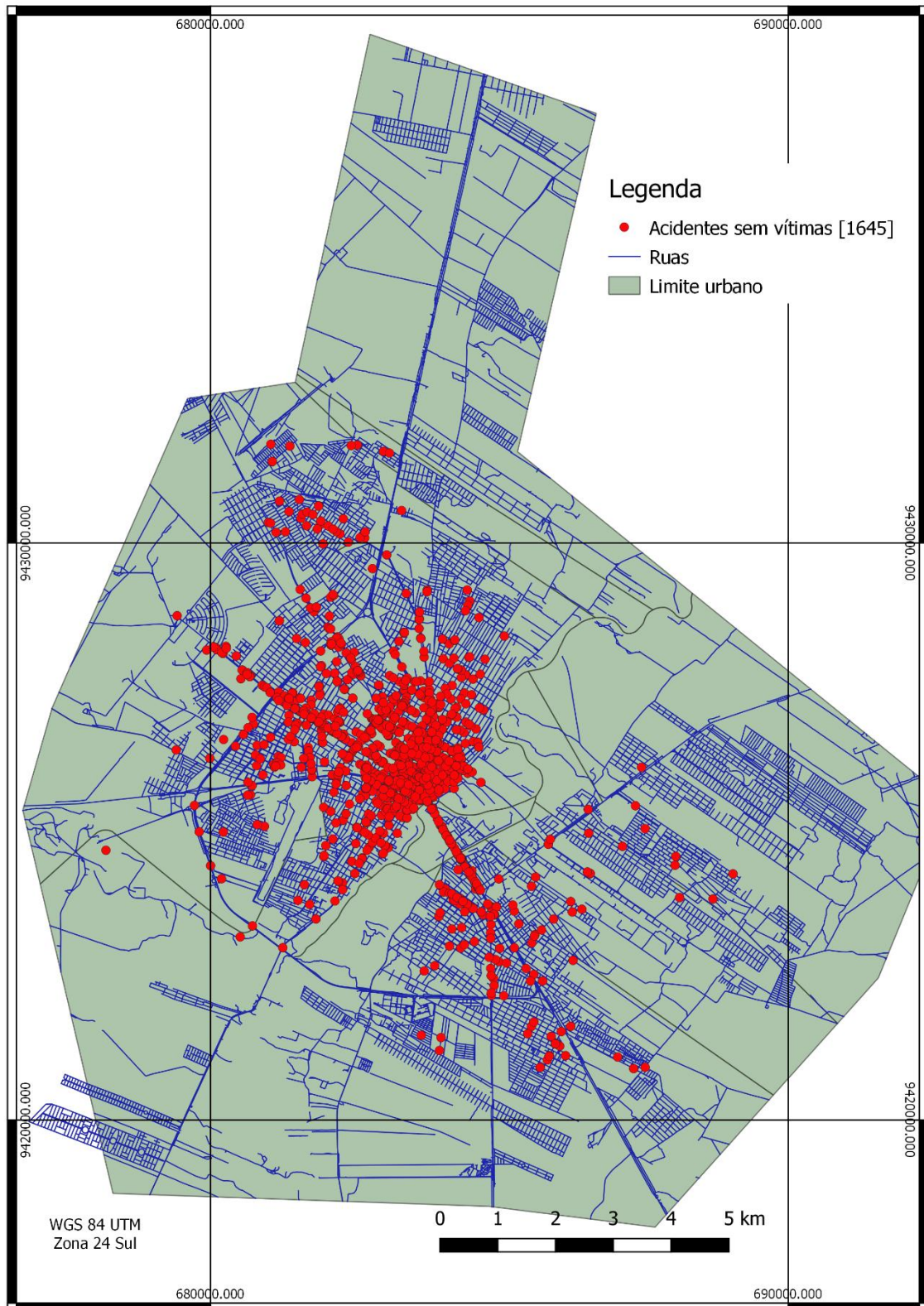
Com os arquivos devidamente separados, foi então escolhida as faixas horárias críticas para posterior análise. Para essa escolha, foi necessário organizar as quantidades de acidentes por faixa horária separadamente e então foi aplicado o Princípio de Pareto. Criou-se então dois mapas de calor (*heatmaps*) gerais, para explicitar as manchas de calor (*hotspots*). Para uma análise individual, foram criados heatmaps separados para cada faixa horária para cada tipo de acidente.

## **4. ANÁLISES E DISCUSSÕES**

### **4.1 Acidentes sem vítimas**

O primeiro *shapefile* elaborado foi o de acidentes sem vítimas. Mossoró, de 2014 a 2017, registrou-se 1.645 acidentes sem vítimas, ou seja, ocorrências somente com danos materiais, em seu perímetro urbano. Dada a quantidade de mapas e o tamanho dos mesmos, eles foram agrupados no apêndice. No mapa 1 temos a distribuição desses acidentes pela malha viária da cidade.

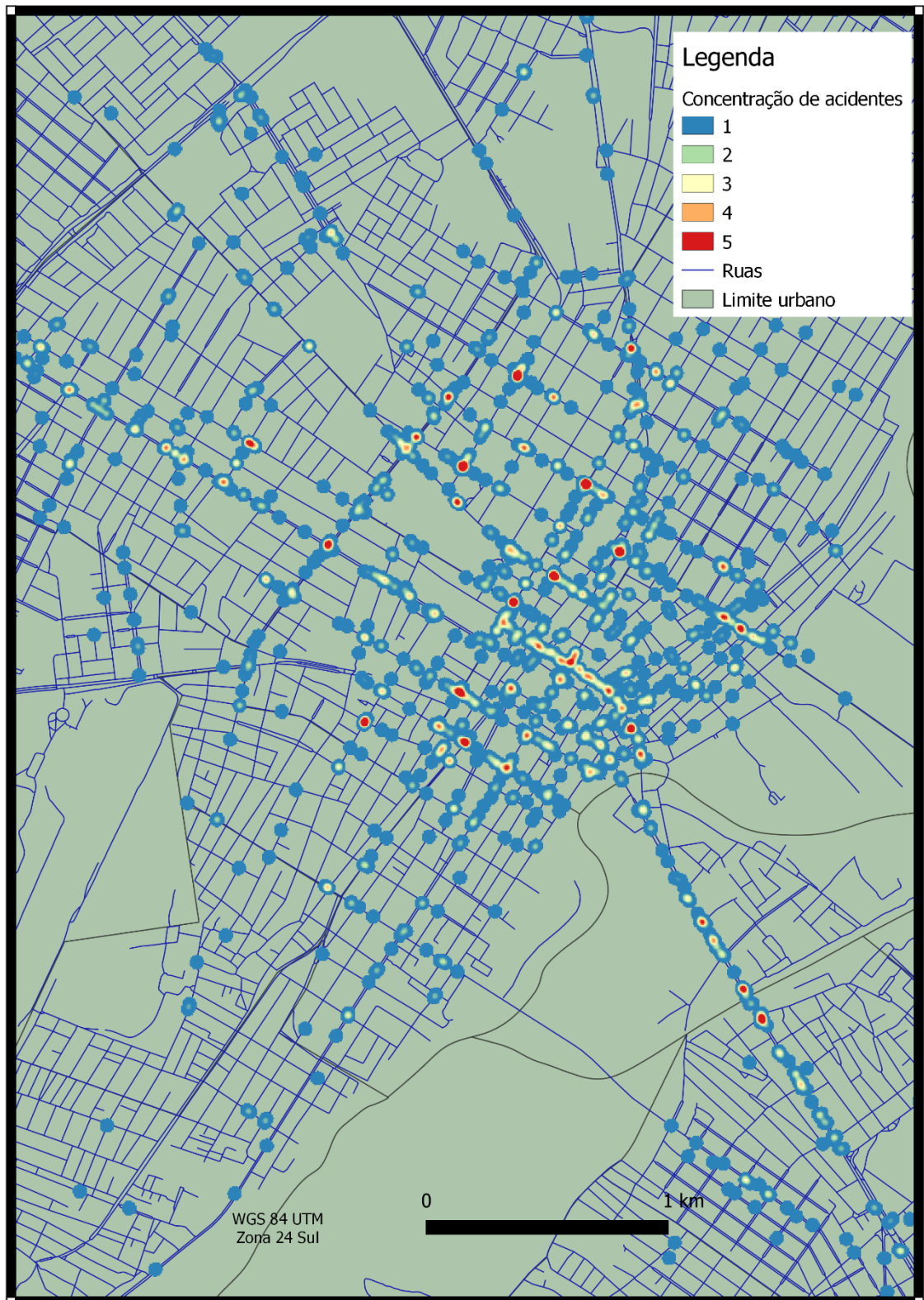
Mapa 1 - Acidentes sem vítimas entre 2014 e 2017



Fonte: o autor (2019).

Da forma como está exposto no mapa, não é possível identificar facilmente os pontos de interesse. Assim sendo, fez-se uso do *plugin* denominado “Mapa de Calor” do QGIS 3.4. Tal *plugin* permite criar mapas de densidade de Kernel, agrupando as ocorrências de acordo com um raio previamente definido pelo usuário. Foi usada como forma do Kernel uma função quártica biponderada, com um raio de 30 metros e tamanho das células X e Y igual a 5, de modo a maximizar a visualização da forma mais suave possível. Em seguida, foi escolhida uma renderização com banda simples falsa-cor e os dados foram separados em classes. O QGIS, ao fazer a divisão automaticamente, determinou valores decimais. Uma vez que não existe fração de acidentes, buscou-se valores máximos e mínimos de modo que cada classe ficasse representada por um número inteiro, sendo os valores de 5 e 1 respectivamente. O mapa 2 representa a densidade dos pontos na região central e suas imediações.

Mapa 2 - Mapa de calor dos acidentes sem vítimas



Fonte: o autor (2019).



Agora os pontos de interesse ficam mais evidentes, facilitando sua visualização. Como podemos ver no referido mapa, boa parte dos hotspots estão localizados no centro e bairros circunvizinhos. A Avenida Augusto Severo apresenta alguns dos piores pontos, como em seus cruzamentos com Rua Coronel Gurgel, Avenida Rio Branco, Rua Melo Franco e, em especial, no cruzamento com a Avenida Alberto Maranhão. A Rua Santos Dumont apresenta um ponto crítico no cruzamento com a Rua 30 de Setembro. Outros cruzamentos dignos de atenção são o da Rua Princesa Isabel com a Frei Miguelinho, Rua Lopes Trovão com Silva Jardim, Melo Franco com Duodécimo Rosado, Felipe Camarão com Avenida Rio Branco e também com a Alberto Maranhão, Juvenal Lamartine com Doutor João Marcelino, Prudente de Moraes com Melo Franco, Avenida DixNeuf Rosado (Leste Oeste) com Avenida Rio Branco, Ferreira Itajubá com Jeremias da Rocha e também com José Damião, a Jeremias da Rocha com Rodrigues Alves, Avenida Rio Branco com Delfim Moreira, Avenida DixNeuf Rosado entre as ruas 30 de Setembro e Doutor Mário Negócio, Duodécimo Rosado com Francisco Eudes, Avenida Diocesana com João da Escóssia, entre outros pontos.

Três vias de extrema importância para a cidade, a Avenida DixNeuf Rosado, que liga a parte leste a oeste da cidade, a Avenida Presidente Dutra e a Avenida João da Escóssia possuem uma série de pontos preocupantes. Na primeira via citada, há um ponto bastante intenso em seu cruzamento com a Avenida Rio Branco e dois outros menores nas imediações da central de abastecimento popularmente conhecida como Cobal. Na segunda via citada, seus pontos mais densos estão concentrados entre o seu cruzamento com a Avenida Francisco Mota e sua junção com a Rua Santos Dumont, em especial nas regiões próximas as pontes que cruzam o Rio Mossoró. Por fim, a Avenida João da Escóssia apresenta pontos de interesse em todo seu comprimento, em especial no cruzamento com a Avenida Diocesana.

Com essa primeira análise concluída, passamos então para a análise horária. O dia foi dividido em 24 faixas horárias, com os acidentes sendo agrupados nelas de acordo com o horário de sua ocorrência. A figura 4 nos traz essa informação.

Figura 4 - Distribuição dos acidentes sem vítima por faixa horária



Fonte: o autor (2019).

A partir das informações da figura anterior, podemos ter uma noção da distribuição dos acidentes de acordo com as horas do dia. O período da madrugada (de 00:01 até as 6h da manhã) concentra 20 acidentes, ou 1,21% do total, aproximadamente. Já o período da manhã (entre 06:01 até as 12:00) teve 690 ocorrências (41,94% do total). 709 acidentes foram registrados no período da tarde (das 12:01 até as 18:00), correspondendo a 43,10% das ocorrências. Por fim, o período da noite (das 18:01 até meia noite) registrou 226 acidentes (13,73%). Há uma diferença de 2,75% entre os acidentes da manhã e à tarde, um decréscimo de 68,12% entre os períodos da tarde e noite.

Foi criado então uma nova tabela para análise do Princípio de Pareto. Para tal, descobriu-se os percentuais para cada faixa horária e seu acumulado, como demonstrado no QUADRO 2.

Quadro 2 - Percentual de acidentes por faixa horária

| Faixa horária | Contagem | % do total | Acumulado |
|---------------|----------|------------|-----------|
| 11:01 a 12:00 | 184      | 11.19%     | 11.19%    |
| 12:01 a 13:00 | 148      | 9.00%      | 20.18%    |
| 13:01 a 14:00 | 143      | 8.69%      | 28.88%    |
| 10:01 a 11:00 | 142      | 8.63%      | 37.51%    |
| 08:01 a 09:00 | 115      | 6.99%      | 44.50%    |
| 09:01 a 10:00 | 113      | 6.87%      | 51.37%    |
| 16:01 a 17:00 | 112      | 6.81%      | 58.18%    |
| 17:01 a 18:00 | 108      | 6.57%      | 64.74%    |
| 15:01 a 16:00 | 103      | 6.26%      | 71.00%    |
| 07:01 a 08:00 | 97       | 5.90%      | 76.90%    |
| 14:01 a 15:00 | 95       | 5.78%      | 82.67%    |
| 18:01 a 19:00 | 84       | 5.11%      | 87.78%    |
| 19:01 a 20:00 | 58       | 3.53%      | 91.31%    |
| 06:01 a 07:00 | 39       | 2.37%      | 93.68%    |
| 20:01 a 21:00 | 32       | 1.95%      | 95.62%    |
| 21:01 a 22:00 | 29       | 1.76%      | 97.39%    |
| 22:01 a 23:00 | 17       | 1.03%      | 98.42%    |
| 05:01 a 06:00 | 10       | 0.61%      | 99.03%    |
| 23:01 a 24:00 | 6        | 0.36%      | 99.39%    |
| 03:01 a 04:00 | 4        | 0.24%      | 99.64%    |
| 00:01 a 01:00 | 2        | 0.12%      | 99.76%    |
| 04:01 a 05:00 | 2        | 0.12%      | 99.88%    |
| 01:01 a 02:00 | 1        | 0.06%      | 99.94%    |
| 02:01 a 03:00 | 1        | 0.06%      | 100.00%   |

Fonte: o autor (2019).

As aplicações do Princípio de Pareto não precisam ser estritamente na relação de 80/20, podendo ser 90/10, 70/30 ou 60/40. O objetivo central é mostrar o desequilíbrio entre causa e efeito. Dessa forma, adotando uma relação de 70/30, temos que as 8 faixas horárias mais críticas (cerca de 33% do total de faixas) representam 64,74% dos acidentes.

O *shapefile* principal foi dividido em 8 novos arquivos, cada um abordando essas faixas horárias de maneira isolada. A primeira faixa analisada foi entre 11:01 a 12:00. O mapa 3 (apêndice, p. 75) mostra a disposição dos 184 acidentes registrados nessa faixa.

Quanto a natureza dos acidentes, 59 foram colisões traseiras, 52 colisões transversais, 44 colisões laterais, 10 choques, 9 engavetamentos, 4 colisões frontais, 2 outros (sem classificação), 2 sem informação, 1 capotamento e 1 tombamento. Em seguida, foi feito um mapa de calor seguindo as mesmas especificações do primeiro (raio de 30 metros e tamanho das células X e Y em 5). Para efeitos de visualização, dessa vez as classes foram divididas em 1 a 3, com valores fracionários em incrementos de 0,5. O mapa 4 (apêndice, p. 76) traz a região do centro e bairros circunvizinhos. O quadro 3 a seguir traz uma relação desses principais *hotspots*, com a quantidade de ocorrências registradas em cada um.

Quadro 3 - Hotspots entre 11:01 e 12:00

| Rua 1                    | Rua 2                                     | Qtde |
|--------------------------|-------------------------------------------|------|
| Avenida Augusto Severo   | Dionísio Filgueira                        | 3    |
| Avenida Augusto Severo   | Próximo a Av. Alberto Maranhão            | 2    |
| Avenida Augusto Severo   | Alberto Maranhão                          | 2    |
| Avenida Diocesana        | Frei Miguelinho                           | 2    |
| Avenida Mota Neto        | Avenida João da Escossia                  | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Heriberta Melo                            | 3    |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini                     | 3    |
| Avenida Rio Branco       | Roderick Grandall                         | 3    |
| Avenida Rio Branco       | Frei Miguelinho                           | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Avenida DixNeuf Rosado                    | 2    |
| Doutor Mário Negócio     | Em frente ao ponto de ônibus da Cobal     | 2    |
| Felipe Camarão           | Alberto Maranhão                          | 3    |
| Frei Miguelinho          | Entre Sebastião Dias e José Andrade Nunes | 2    |
| Juvenal Lamartine        | Doutor João Marcelino                     | 2    |
| Juvenal Lamartine        | Prudente de Moraes                        | 2    |
| Lopes Trovão             | Silva Jardim                              | 3    |
| Melo Franco              | Duodécimo Rosado                          | 2    |

Fonte: o autor (2019).

A faixa horária seguinte, 12:01 as 13:00, contabilizou 148 acidentes, mostrados no mapa 5 (p. 77). 45 foram colisões transversais, 39 colisões laterais, 36 colisões traseiras, 9 engavetamentos, 6 choques e 6 sem informações. Já para o seu mapa de calor, foram definidas 5 classes. Nota-se nessa faixa horária a redução de aglomerações. Há apenas dois pontos bastantes vermelhos: no cruzamento da Santos Dumont com Coronel Vicente Saboia e 30 de Setembro, registrando ali 4 acidentes e na Avenida Rio Branco com Dix Neuf Rosado, com 3 acidentes. Podemos ver esses pontos no mapa 6 (p. 78). No quadro a seguir, temos as estatísticas de todos os pontos para essa faixa horária.

Quadro 4 - Hotspots entre 12:01 a 13:00

| Rua 1                    | Rua 2                            | Qtde |
|--------------------------|----------------------------------|------|
| Santos Dumont            | Coronel Vicente Saboia           | 4    |
| Avenida Rio Branco       | Avenida Dix Neuf Rosado          | 3    |
| Frei Miguelinho          | Avenida Cunha da Mota            | 4    |
| Antonio de Souza         | Avenida Cunha da Mota            | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Francisco Isódio                 | 2    |
| Avenida Augusto Severo   | Coronel Gurgel                   | 2    |
| Melo Franco              | Próximo a Avenida Augusto Severo | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Doutor João Marcelino            | 2    |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha                | 5    |
| Ferreira Itajubá         | José Damião                      | 2    |
| Pedro Alvares Cabral     | Luiz Gandra de Melo              | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini            | 2    |

Fonte: o autor (2019).

Prosseguindo, a faixa horária seguinte, isto é, 13:01 e 14:00, contabilizou 143 ocorrências, dispostos no mapa 7 (p. 79), sendo 52 colisões transversais, 39 colisões traseiras, 35 colisões laterais, 7 engavetamentos, 4 choques, 3 colisões frontais, 2 outros e 1 sem informação quanto a natureza. Apesar da quantidade de acidentes bem semelhante a faixa anterior, esse horário apresenta mudanças no seu mapa de calor, com o surgimento de mais pontos, como demonstrado no mapa 8 (p. 80). No quadro 5, tem-se a listagem dos pontos de calor do respectivo horário e a quantidade de acidentes em cada um.

Quadro 5 - Hotspots entre 13:01 e 14:00

| Rua 1                    | Rua 2                             | Qtde |
|--------------------------|-----------------------------------|------|
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Augusto Severo            | 3    |
| Avenida Alberto Maranhão | Felipe Camarão                    | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Próximo a Delfim Moreira          | 3    |
| Avenida Augusto Severo   | Avenida Rio Branco                | 2    |
| Avenida Diocesana        | Avenida João da Escóssia          | 2    |
| Avenida Diocesana        | Duodécimo Rosado                  | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Ao lado da Cobal                  | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Francisca de França de Nascimento | 3    |
| Avenida Rio Branco       | Avenida Dix Neuf Rosado           | 3    |
| Bezerra Mendes           | Ao lado do Mercado Central        | 2    |
| Doutor João Marcelino    | Pedro Velho                       | 2    |
| Francisco Eudes          | Duodécimo Rosado                  | 3    |
| Idalino de Oliveira      | Em frente a Catebral              | 2    |
| Princesa Isabel          | Frei Miguelinho                   | 2    |
| Princesa Isabel          | Avenida João da Escóssia          | 2    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                       | 3    |

Fonte: o autor (2019).

A contagem, na casa dos 140 acidentes, repete-se na próxima faixa horária, entre 10:01 e 11:00, com seus 142 registros, sendo 54 colisões transversais, 42 colisões traseiras, 25 colisões laterais, 7 choques, 5 engavetamentos, 4 colisões frontais, 3 outros e 2 sem informação. No mapa 9 (p. 81), podemos ver sua distribuição espacial. Comparando com a hora anterior, essa faixa apresenta apenas um ponto mais intenso, na Avenida Cunha da Mota com Frei Miguelinho. No mapa 10 (p. 82), é possível ver a localização dos pontos de calor para essa faixa. Nota-se um ponto de intensidade moderada no cruzamento da Prudente de Moraes com Melo Franco também. O quadro 6 a seguir traz mais informações sobre esses pontos.

Quadro 6 - Hotspots entre 10:01 e 11:00

| Rua 1                  | Rua 2                                       | Qtde |
|------------------------|---------------------------------------------|------|
| Avenida Augusto Severo | Melo Franco                                 | 3    |
| Avenida Cunha da Mota  | Frei Miguelinho                             | 3    |
| Avenida Rio Branco     | Avenida Dix Neuf Rosado                     | 3    |
| Avenida Rio Branco     | Lopes Trovão                                | 2    |
| Francisco Xavier       | Entre José Damião e Higino Francisco Dantas | 2    |
| Melo Franco            | João Cordeiro                               | 2    |
| Prudente de Moraes     | Melo Franco                                 | 4    |
| Santos Dumont          | Coronel Vicente Saboia                      | 2    |

Fonte: o autor (2019).

As próximas 4 faixas horárias, na ordem que aparecem no quadro 1, isto é, 08:01 a 09:00, 09:01 a 10:00, 16:01 a 17:00 e 17:01 a 18:00 apresentam valores bastante próximos: 115, 113, 112 e 108 respectivamente. Analisando primeiramente a faixa de 08:01 a 09:00, temos que seus acidentes se classificam em 34 colisões traseiras, colisões transversais e laterais com 33 cada, 6 choques, 3 engavetamentos e igual número de sem informações, 2 colisões frontais e 1 outro. No mapa 11 (p. 83), vemos sua distribuição espacial.

Dos 8 pontos observáveis, como mostra o mapa 12 (p. 84), 2 são no Centro propriamente dito, 3 são nos Paredões, em sua região fronteira com o bairro anteriormente citado, 1 está na praticamente no centro da Ilha de Santa Luzia, bairro também vizinho ao Centro e os 2 restantes estão mais afastados, no Santo Antonio, em sua divisão com o Abolição e com o Bom Jardim. Os *hotspots* identificados estão listados no próximo quadro.



Quadro 7 - Hotspots entre 08:01 e 09:00

| Rua 1                    | Rua 2                                          | Rua 3       | Qtde |
|--------------------------|------------------------------------------------|-------------|------|
| Avenida Cunha da Mota    | Santos Dumont                                  |             | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Ao lado da Cobal                               |             | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Em frente ao condomínio na Ilha de Santa Luzia |             | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Alfredo Fernandes                              | Rui Barbosa | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Delfim Moreira                                 |             | 2    |
| Prudente de Moraes       | Marechal Deodoro                               |             | 2    |
| Prudente de Moraes       | Wenceslau Brás                                 |             | 2    |
| Prudente de Moraes       | José Damião                                    |             | 2    |

Fonte: o autor (2019).

Prosseguindo com a análise, agora da faixa horária de 09:01 a 10:00, seus 113 acidentes se distribuem da seguinte forma: 36 foram colisões traseiras, 35 colisões transversais, 27 colisões laterais, 6 engavetamentos, 5 choques, 2 sem informações e atropelamento de pedestre e colisão frontal registraram cada um 1 acidente. Como podemos ver no mapa 13 (p. 85), o Centro continua sendo o principal foco de acidentes. Analisando o mapa de calor dessa faixa horária, vemos um deslocamento dos pontos do Centro. Dos 5 pontos mais facilmente identificáveis, 3 estão fora do Centro, mas próximo a suas fronteiras. No quadro a seguir, estão listados os pontos, enquanto o mapa 14 (p. 86) traz sua representação espacial.

Quadro 8 - Hotspots entre 09:01 e 10:00

| Rua 1                    | Rua 2                      | Qtde |
|--------------------------|----------------------------|------|
| Avenida João da Escóssia | Professor Manoel João      | 4    |
| Avenida Rio Branco       | Duodécimo Rosado           | 2    |
| Campos Sales             | Dracon de Albuquerque      | 2    |
| Juvenal Lamartine        | Próximo a Ferreira Itajubá | 2    |
| Melo Franco              | Duodécimo Rosado           | 2    |

Fonte: o autor (2019).

De acordo com o mapa 15 (p. 87), vemos que na faixa horária entre 16:01 até 17:00, há poucos acidentes nos bairros mais afastados, como Planalto 13 de Maio, Belo Horizonte, Barrocas, Aeroporto, dentre outros. Dos 112 acidentes dessa faixa, 28 são dentro da área do Centro, com mais 14 em vias que delimitam suas fronteiras com outros bairros, como Alto da Conceição, Doze Anos, Paredões, Bom Jardim e Santo Antonio. Além disso, dividem-se em 37 colisões transversais, 32 colisões laterais, 28 colisões traseiras, 5 colisões frontais e mesmo número de engavetamentos, choque e sem informações cada um com 2 ocorrências e finalizando 1 tombamento. Quando analisamos o mapa de calor, apresentado no mapa 16 (p. 88), temos uma visão clara desses pontos na região do Centro. No quadro 9 segue a discriminação desses pontos.

Quadro 9 - Hotspots entre 16:01 e 17:00

| Rua 1                   | Rua 2                      | Qtde |
|-------------------------|----------------------------|------|
| Avenida Dix Neuf Rosado | Do lado do ginásio         | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado | Doutor Mário Negócio       | 2    |
| Avenida Rio Branco      | Campos Sales               | 2    |
| Bezerra Mendes          | Meira e Sá                 | 3    |
| Epitácio Pessoa         | João Cordeiro              | 2    |
| Avenida Diocesana       | Do lado do<br>Hipermercado | 2    |
| Juvenal Lamartine       | Doutor João Marcelino      | 4    |
| Rodrigues Alves         | Jeremias da Rocha          | 2    |

Fonte: o autor (2019).

A última faixa horária analisada referente aos acidentes sem vítimas é a faixa entre 17:01 e 18:00. Nesse horário conseguimos visualizar uma distribuição de certa forma mais equilibrada. Em relação a faixa anterior, houve uma queda de 13 acidentes dentro do Centro, indo de 28 para 15. Seus limites registraram 9 (anteriormente haviam sido 14). Quanto ao tipo de acidentes, tem-se a seguinte situação: 36 colisões traseiras, 31 colisões laterais, 25 colisões transversais, 5 choques, 4 engavetamentos, 3 sem informações, 2 tombamentos e colisões frontais. Percebe-se um ligeiro acréscimo de ocorrências em vias importantes, como Avenida Presidente Dutra e João da Escóssia, como demonstrado no mapa 17 (p. 89). Com a redução de acidentes no bairro, dos 6 *hotspots* identificáveis, nenhum está localizado no Centro. O quadro a seguir detalha o número de acidentes por ponto. Por sua vez, podemos checar no mapa 18 (p. 90) a distribuição espacial desses *hotspots*.

Quadro 10 - Hotspots entre 17:01 e 18:00

| Rua 1                    | Rua 2                                     | Qtde |
|--------------------------|-------------------------------------------|------|
| Avenida João da Escóssia | Antonio Vieira de Sá                      | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Benício Filho                             | 2    |
| Frei Miguelinho          | Entre Sebastião Dias e José Andrade Nunes | 2    |
| Juvenal Lamartine        | Delfim Moreira                            | 2    |
| Pedro Velho              | Doutor João Marcelino                     | 2    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                               | 2    |

Fonte: o autor (2019).

As tabelas para cada faixa foram analisadas de maneira conjunta. Os pontos de cada faixa foram comparados, com os acidentes de pontos iguais sendo somados. O número de citações, por sua vez, representa o número de vezes que aquele ponto em específico apareceu ao longo do recorte temporal analisado. O quadro 11, localizado por completo no apêndice dado o seu tamanho traz em detalhes essa informação. A seguir, temos apenas os pontos identificados em mais de uma faixa horária.

Quadro 11 - Resultado final dos acidentes sem vítimas com pontos agrupados

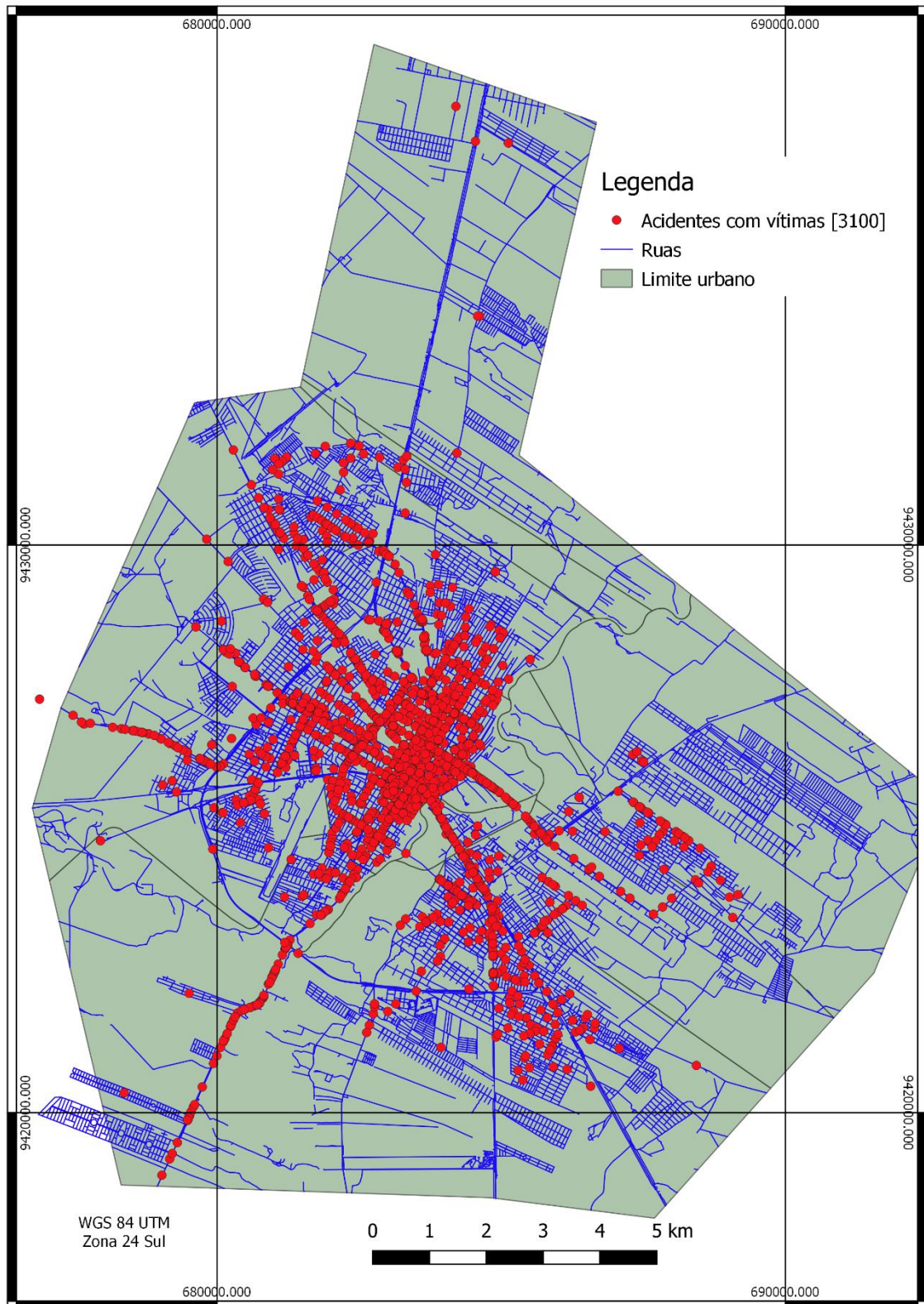
| Rua 1                    | Rua 2                                     | Qtde | Citações |
|--------------------------|-------------------------------------------|------|----------|
| Avenida Rio Branco       | Avenida DixNeuf Rosado                    | 11   | 4        |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                               | 9    | 3        |
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Augusto Severo                    | 5    | 2        |
| Avenida Alberto Maranhão | Felipe Camarão                            | 5    | 2        |
| Avenida Cunha da Mota    | Frei Miguelinho                           | 7    | 2        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Ao lado da Cobal                          | 4    | 2        |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini                     | 5    | 2        |
| Doutor João Marcelino    | Pedro Velho                               | 4    | 2        |
| Frei Miguelinho          | Entre Sebastião Dias e José Andrade Nunes | 4    | 2        |
| Juvenal Lamartine        | Doutor João Marcelino                     | 6    | 2        |
| Melo Franco              | Duodécimo Rosado                          | 4    | 2        |
| Santos Dumont            | Coronel Vicente Saboia                    | 6    | 2        |

Ao longo de todas as faixas, foram contabilizados 65 pontos distintos onde ocorreram mais de 1 acidente. Esses 65 pontos, por sua vez, foram responsáveis por 190 acidentes, ou 17,84% do total (1065 ocorrências). 18,45% dos pontos, isto é, 12 pontos, podem exigir uma maior atenção por conta de sua recorrência (pontos que apareceram mais de uma vez na lista). Essas localidades somaram 70 acidentes (36,84% dos 190). O cruzamento da Avenida Rio Branco com Avenida Dix Neuf Rosado seria o ponto mais crítico para o período analisado, tendo aparecido em 4 faixas horárias distintas e registrando 11 acidentes ao total.

## **4.2 Acidentes com vítimas**

A análise dos acidentes com vítimas foi feita exclusivamente com os acidentes sob jurisdição da Polícia Rodoviária Estadual, ou seja, aqueles acidentes ocorridos em vias municipais ou estaduais. Entre 2014 a 2017, foram registrados 3100 acidentes por aquele órgão, como podemos ver no MAPA 19.

Mapa 3 - Acidentes com vítimas entre 2014 e 2017



Fonte: o autor (2019).

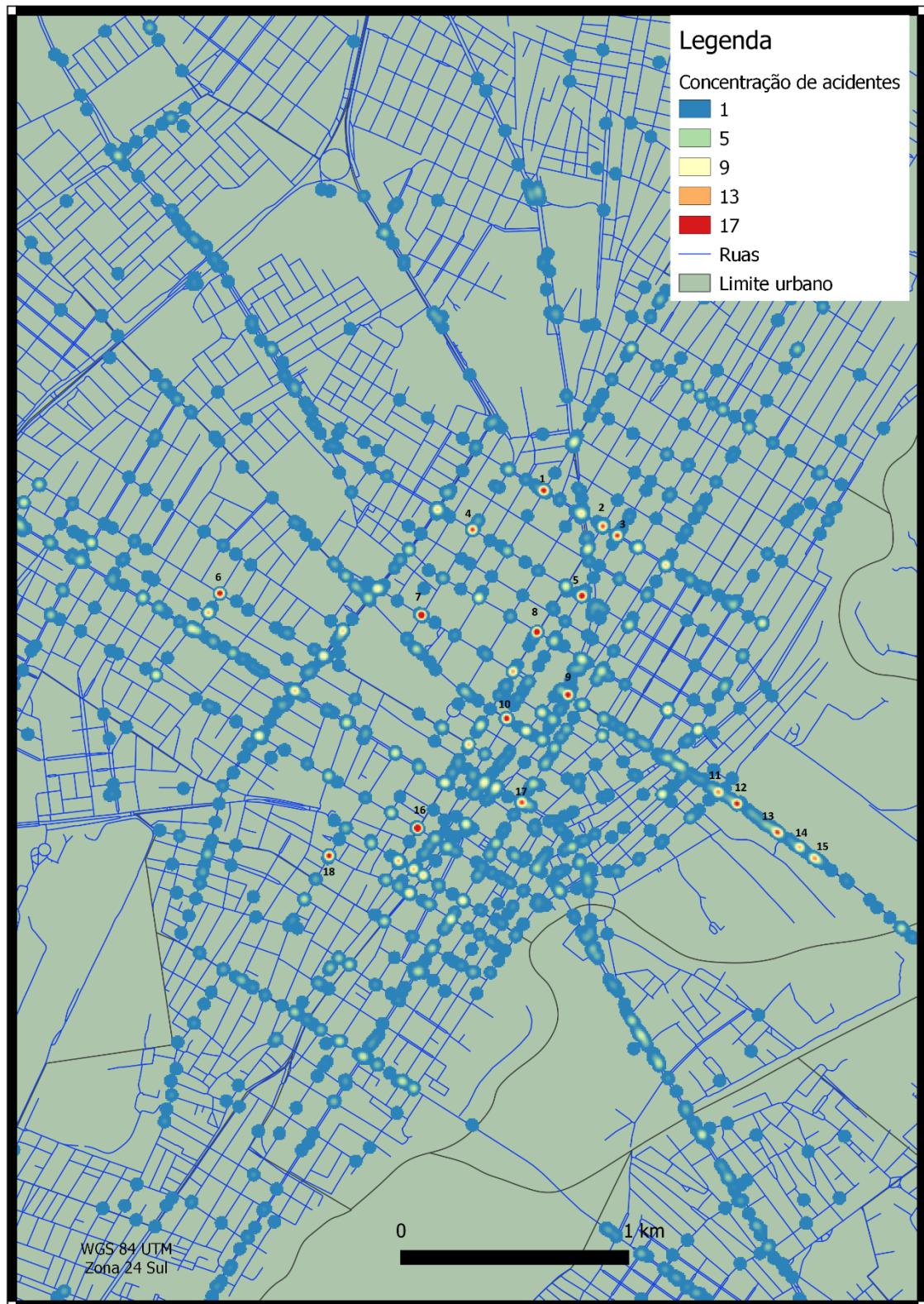
Nota-se pelo mapa que há mais acidentes com vítimas em bairros mais afastados do Centro. A região central da cidade também segue a tendência dos acidentes sem vítimas e

concentra uma grande parcela de ocorrências. É possível ver também que vias de importância para a cidade, como a RN 117, Avenida Dix Neuf Rosado, Avenida Presidente Dutra, Avenida Diocesana, Avenida João da Escóssia, Avenida Rio Branco, RN 015, as ruas José Damião, Doutor João Marcelino e Francisco Solon, que possuem uma velocidade mais elevada (na ordem dos 50 km/h) apresentam inúmeros pontos em suas extensões.

Dada a quantidade de pontos apresentada, quase o dobro dos acidentes sem vítimas, não conseguimos visualizar com facilidade os pontos de interesse. Dessa forma, foi aplicado um mapa de calor com as mesmas configurações dos anteriores, isto é, raio de 30 metros e tamanho de células X e Y de 5. A divisão de classes para esse primeiro mapa tomou como valor mínimo 1 e máximo arredondado em 17, uma vez que a classificação original máxima foi igual a 17,68. O resultado está explicitado no mapa 20.



Mapa 4 - Hotspots dos acidentes com vítimas



Fonte: o autor (2019).

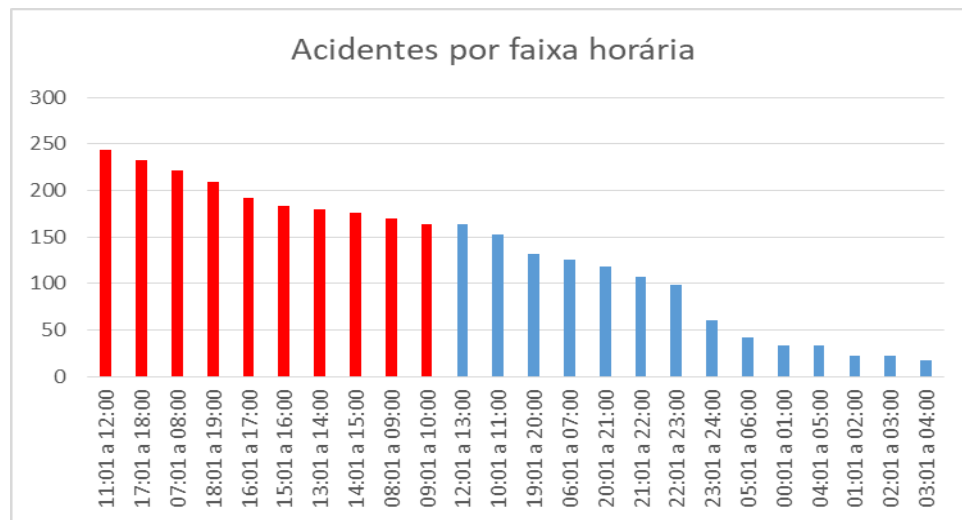
Há zonas entre 5 e 13 acidentes por toda a malha viária da cidade, então os esforços dessa primeira análise foram concentrados nos pontos mais críticos. São 18 pontos mais

intensos. 3 pontos estão na Delfim Moreira (pontos 1, 2 e 3), respectivamente em seus cruzamentos com as ruas 6 de Janeiro, Melo Franco e Juvenal Lamartine. A rua Rodrigues Alves tem 2 pontos: o ponto 4 está em seu cruzamento com a Jeremias da Rocha e o 5 junto da rua Juvenal Lamartine. No cruzamento das ruas Duodécimo Rosado e Francisco Eudes temos o ponto 6. O ponto 7 está localizado na junção das ruas Jeremias da Rocha e Ferreija Itajubá.

Prosseguindo a lista, temos o ponto 8 no cruzamento das ruas Prudente de Moraes e Melo Franco. A Avenida Dix Neuf Rosado apresenta uma série de pontos: o 9º ponto está em seu cruzamento com a Avenida Rio Branco; o 11º em sua junção com as ruas Jerônimo Rosado e Anatólia de Alves Melo e os pontos 12, 13, 14 e 15 escalonados ao longo de sua extensão. O 10º ponto está no cruzamento da rua Juvenal Lamartine com a Doutor João Marcelino. O 16º ponto localiza-se na Frei Miguelinho com a Princesa Isabel. Comparando com o mapa de calor dos acidentes sem vítimas, vemos que a Avenida Augusto Severo só apresenta um ponto mais intenso em seu cruzamento com a Avenida Alberto Maranhão. Por fim, o ponto 18 está no entrocamento das ruas Lopes Trovão e Silva Jardim.

Na figura 5, podemos visualizar de maneira mais fácil como esses acidentes estão distribuídos ao longo do dia.

Figura 5 - Acidentes com vítimas por faixa horária



Fonte: o autor (2019).

Para realizar a aplicação do Princípio de Pareto, os acidentes desse tipo também foram agrupados por faixa horária, contados, calculados seus percentuais em relação ao total e o percentual acumulado. O quadro a seguir mostra o resultado desse procedimento

Quadro 12 - Percentual de acidentes com vítimas por faixa horária

| Faixa horária | Contagem | % do total | Acumulado |
|---------------|----------|------------|-----------|
| 11:01 a 12:00 | 244      | 7.87%      | 7.87%     |
| 17:01 a 18:00 | 233      | 7.52%      | 15.39%    |
| 07:01 a 08:00 | 222      | 7.16%      | 22.55%    |
| 18:01 a 19:00 | 209      | 6.74%      | 29.29%    |
| 16:01 a 17:00 | 192      | 6.19%      | 35.48%    |
| 15:01 a 16:00 | 183      | 5.90%      | 41.39%    |
| 13:01 a 14:00 | 180      | 5.81%      | 47.19%    |
| 14:01 a 15:00 | 176      | 5.68%      | 52.87%    |
| 08:01 a 09:00 | 170      | 5.48%      | 58.35%    |
| 09:01 a 10:00 | 164      | 5.29%      | 63.65%    |
| 12:01 a 13:00 | 164      | 5.29%      | 68.94%    |
| 10:01 a 11:00 | 153      | 4.94%      | 73.87%    |
| 19:01 a 20:00 | 132      | 4.26%      | 78.13%    |
| 06:01 a 07:00 | 126      | 4.06%      | 82.19%    |
| 20:01 a 21:00 | 118      | 3.81%      | 86.00%    |
| 21:01 a 22:00 | 107      | 3.45%      | 89.45%    |
| 22:01 a 23:00 | 98       | 3.16%      | 92.61%    |
| 23:01 a 24:00 | 60       | 1.94%      | 94.55%    |
| 05:01 a 06:00 | 42       | 1.35%      | 95.90%    |
| 00:01 a 01:00 | 33       | 1.06%      | 96.97%    |
| 04:01 a 05:00 | 33       | 1.06%      | 98.03%    |
| 01:01 a 02:00 | 22       | 0.71%      | 98.74%    |
| 02:01 a 03:00 | 22       | 0.71%      | 99.45%    |
| 03:01 a 04:00 | 17       | 0.55%      | 100.00%   |

Fonte: o autor (2019).

É possível ver que o turno da madrugada (entre 00:01 e 06:00) somou 169 acidentes (5,45% do total registrado). O período da manhã (indo das 06:01 até 12:00) foi responsável por 34,08% dos acidentes, ou 1079 ocorrências. A tarde (12:01 até 18:00) e a noite (18:01 as 00:00) apresentaram, respectivamente, 1128 e 724 registros (36,38% e 23,35% do total).

Aplicando o Princípio de Pareto numa proporção 60/40, ou seja, 40% das faixas horárias são responsáveis por 60% dos acidentes, chegamos a 9,6 faixas horárias. Arredondando esse valor para 10, vemos que as 10 primeiras faixas horárias corresponderam a 63,65% dos acidentes, ou 1973 registros. Além disso, vê-se que 4 faixas horárias das 10 estão no período da manhã, 5 no período da tarde e apenas 1 no período da noite. Destaca-se também que as faixas de 07:01 a 08:00, 11:01 a 12:00 e 17:01 até 18:00 apresentam, se comparadas as outras, uma movimentação maior em bairros ao redor e distante do Centro, o que pode ser explicado pelo trânsito na saída de casa para o trabalho pela manhã, a saída para o horário de almoço e o final do expediente, como mostra o mapa 21 (p. 91).

Dando prosseguimento com o estudo, foi feita a análise da primeira faixa, entre 11:01 e 12:00. Quanto a classificação, 89 foram colisões transversais, sendo de longe a maior quantidade para a faixa, sendo seguida por 55 colisões laterais, 48 colisões traseiras, 22 sem informação, 13 choques, 9 colisões frontais, 3 para capotamento e atropelamento cada e 1 para tombamento e descida de acostamento, respectivamente. No mapa 22 (p. 92) podemos ver sua distribuição pela cidade.

Aplicando um mapa de calor para esses acidentes, obtemos as classes variando de 1 até 5, o valor inteiro mais próximo para que todas as classes sejam em valores inteiros. De acordo com o mapa 23 (p. 93), apenas 4 pontos são mais facilmente identificáveis, com um grande número de outros com até 2 acidentes. No quadro 13 podemos ver maiores informações sobre os pontos.

Quadro 13 - Hotspots entre 11:01 e 12:00

| Rua 1                    | Rua 2                              | Qtde |
|--------------------------|------------------------------------|------|
| Amaro Duarte             | Francisco Eudes                    | 4    |
| Avenida Augusto Severo   | Avenida Rio Branco                 | 3    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao condomínio            | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo ao hotel Ilha de Sta Luzia | 5    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao colégio               | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao hipermercado          | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Jerônimo Rosado                    | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Avenida Dix Sept Rosado            | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Avenida Rio Branco                 | 2    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                        | 2    |
| Prudente de Moraes       | Avenida Alberto Maranhão           | 2    |
| Delfim Moreira           | 6 de Janeiro                       | 2    |
| Delfim Moreira           | Melo Franco                        | 2    |
| Juvenal Lamartine        | Luiz Colombo                       | 2    |
| Rodrigues Alves          | Jeremias da Rocha                  | 2    |
| Prudente de Moraes       | José Damião                        | 2    |
| Doutor João Marcelino    | José Damião                        | 2    |
| Silva Jardim             | Próximo a rua Paulo de Albuquerque | 2    |
| Avenida Augusto Severo   | Próximo a Avenida Alberto Maranhão | 2    |
| Amaro Cavalcante         | Quintino Bocaiuva                  | 2    |
| João Cordeiro            | Wenceslau Brás                     | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Ernestina Dantas Bezerra           | 2    |

Fonte: o autor (2019).

O mapa 24 (p. 94), a seguir, traz a disposição espacial dos acidentes entre 17:01 e 18:00. Dos 233 acidentes, 85 foram colisões transversais, ou 36,48% do total. Na segunda posição vem as colisões laterais, com 39 (16,73%). Colisões traseiras e sem informação tiveram, respectivamente, 35 e 30 registros, enquanto colisões frontais e choques, por sua vez, somaram 17 e 16 respectivamente. Houveram 6 atropelamentos, 3 quedas de moto, 1 capotamento e 1 tombamento. No mapa 25 (p. 95) é possível ver como os pontos quentes para essa faixa horária

se distribuem ao longo da cidade, enquanto no quadro 14, a seguir, vemos as quantidades por ponto de maneira mais clara.

Quadro 14 - Hotspots entre 17:01 e 18:00

| Rua 1                    | Rua 2                       | Qtde |
|--------------------------|-----------------------------|------|
| Avenida João da Escóssia | Avenida Mota Neto           | 2    |
| Antonio Vieira de Sá     | Doutor João Marcelino       | 2    |
| Avenida Rio Branco       | 6 de Janeiro                | 2    |
| Epitácio Pessoa          | João Cordeiro               | 2    |
| Prudente de Moraes       | 6 de Janeiro                | 2    |
| Prudente de Moraes       | Pedro Velho                 | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Jerônimo Rosado             | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao condomínio     | 4    |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo a Av. Cunha da Mota | 2    |
| Princesa Isabel          | Felipe Camarão              | 3    |
| Avenida Augusto Severo   | Avenida Rio Branco          | 3    |
| Juvenal Lamartine        | Doutor João Marcelino       | 4    |
| Avenida Antonio Bento    | Zé de Alipio                | 2    |

Fonte: o autor (2019).

De acordo com o mapa 26 (p. 96), vemos que na faixa horária entre 07:01 as 08:00 há uma parcela considerável de ocorrências em bairros imediatamente vizinhos ao Centro, como Santo Antonio, Paredões, Bom Jardim, Nova Betânia e outros. Os acidentes propriamente no Centro somaram 17 ocorrências, com mais 26 em vias que delimitam suas fronteiras, somando ambos temos 19,36% dos acidentes ocorrendo neste bairro. Além disso, o tipo de acidente mais comum nessa faixa foi as colisões transversais, que tiveram um aumento, saindo da casa dos 80 para 97 ocorrências. Colisões traseiras e laterais somaram, respectivamente, 45 e 37 acidentes. Sem informações aparece em seguida, com 18. 10 acidentes foram do tipo choque, foram 8 colisões frontais, 3 atropelamentos, 2 capotamentos e finalizando a lista, capotamento e queda de moto foram 1 para cada.

O mapa de calor para essa faixa, exposto no mapa 27 (p. 97), reforça a ocorrência de mais pontos de calor fora do Centro. O quadro 15 traz mais informações.

Quadro 15 - Hotspots entre 07:01 e 08:00

| Rua 1                    | Rua 2                             | Qtde |
|--------------------------|-----------------------------------|------|
| Amaro Duarte             | Cezar Leite                       | 2    |
| Amaro Duarte             | Antonio Vieira de Sá              | 2    |
| Avenida Diocesana        | Duodécimo Rosado                  | 2    |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha                 | 3    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                       | 3    |
| Prudente de Moraes       | Juvenal Lamartine                 | 2    |
| Doutor João Marcelino    | Juvenal Lamartine                 | 2    |
| Rodrigues Alves          | Juvenal Lamartine                 | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Lopes Trovão                      | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Avenida Augusto Severo            | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Auta de Souza                     | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Avenida Dix Neuf Rosado           | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Delfim Moreira                    | 2    |
| 6 de Janeiro             | Delfim Moreira                    | 2    |
| José Damião              | Delfim Moreira                    | 2    |
| Avenida João da Escóssia | Melo Franco                       | 2    |
| Rodrigues Alves          | Marechal Deodoro                  | 2    |
| Coelho Neto              | Joaquim Nabuco                    | 2    |
| Coelho Neto              | Coronel Gurgel                    | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Francisca de Franca de Nascimento | 2    |
| Av. Presidente Dutra     | Monsenhor Mota                    | 3    |
| Av. Dix Neuf Rosado      | Em frente ao condomínio           | 3    |

Fonte: o autor (2019).

A última faixa horária a apresentar mais de 200 acidentes foi a que compreende o período entre 18:01 até as 19:00, com 209 registros, sendo 80 colisões transversais, 33 colisões traseiras, 24 colisões laterais, choques e colisões frontais com, respectivamente, 18 e 16 ocorrências, atropelamentos e sem informação cada um com 15, 3 capotamentos, 2 atropelamentos de animais, 2 tombamentos e 1 queda de moto. No mapa 28 (p. 98) podemos ver esses pontos. A avenida Dix Neuf Rosado destaca-se com 19 ocorrências ao longo dos seus



2,66 km de extensão. Com auxílio do mapa 29 (p. 99), identificamos uma série de pontos de interesse e no quadro 16 vemos a quantidade de acidentes em cada um desses pontos.

Quadro 16 - Hotspots entre 18:01 e 19:00

| Rua 1                     | Rua 2                      | Rua 3                     | Qtde |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|------|
| Avenida Abel Coelho       | Cleodon Almeida            |                           | 2    |
| Francisco Eudes           | Amaro Duarte               |                           | 2    |
| Francisco Eudes           | Duodécimo Rosado           |                           | 2    |
| Rodrigues Alves           | José Damião                |                           | 2    |
| Rodrigues Alves           | Jeremias da Rocha          |                           | 2    |
| Rodrigues Alves           | Juvenal Lamartine          |                           | 3    |
| Prudente de Moraes        | Jeremias da Rocha          |                           | 2    |
| Delfim Moreira            | 6 de Janeiro               |                           | 2    |
| Delfim Moreira            | Juvenal Lamartine          |                           | 2    |
| Delfim Moreira            | Epitácio Pessoa            |                           | 2    |
| João Cordeiro             | 6 de Janeiro               |                           | 2    |
| Luiz Colombo              | Epitácio Pessoa            |                           | 2    |
| Prudente de Moraes        | Melo Franco                |                           | 2    |
| Doutor João Marcelino     | Juvenal Lamartine          |                           | 2    |
| Avenida João da Escóssia  | Benjamin Constant          |                           | 2    |
| Avenida João da Escóssia  | Velho Darico               |                           | 2    |
| Frei Miguelinho           | Benjamin Constant          |                           | 2    |
| Frei Miguelinho           | Princesa Isabel            |                           | 3    |
| Avenida Alberto Maranhão  | Antonio Francisco dos Reis |                           | 2    |
| Amaro Cavalcante          | Quintino Bocaiuva          |                           | 3    |
| Avenida Sérvulo Marcelino | Benício Gago               |                           | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado   | Em frente a igreja         |                           | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado   | Em frente ao hipermercado  |                           | 3    |
| Avenida Dix Neuf Rosado   | Jerônimo Rosado            | Anatália de<br>Alves Melo | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado   | Ao lado da Cobal           |                           | 3    |

Fonte: o autor (2019).

Percebe-se, de acordo com o mapa 30 (p. 100), que os acidentes na faixa de 16:01 até 17:00, em alguns bairros está mais em seu interior. Isso talvez se justifique com a dinâmica do trânsito municipal: muitas pessoas ainda estão em seus trabalhos a essa hora, daí a pouca

ocorrência em vias principais. Vemos que nessa faixa horária a Avenida Dix Neuf Rosado, por exemplo, registrou 11 ocorrências. No Conjunto Vingt Rosado, no bairro Rincão, os acidentes migraram de sua via principal para o interior do bairro. No entanto, os acidentes na Avenida João da Escóssia foram mais abundantes nessa faixa, indo de 8 para 13. Quanto a classificação, foram 82 colisões transversais, 35 traseiras e 33 laterais, além de 17 sem informação, 9 choques, 8 colisões frontais, 5 atropelamentos e 1 ocorrência para capotamento, tombamento e queda de moto.

De acordo com o mapa 31 (p. 101), observa-se que os pontos mais quentes não estão localizados no Centro. Há 3 no bairro Bom Jardim, 1 no Santo Antônio e 1 no Nova Betânia. É possível notar também que a Avenida Dix Neuf Rosado apresentou apenas 1 ponto, enquanto a Avenida João da Escóssia e a Presidente Dutra não apresentam nenhum nesse horário. De acordo com o quadro 17, temos:

Quadro 17 - Hotspots entre 16:01 e 17:00

| Rua 1                    | Rua 2              | Qtde |
|--------------------------|--------------------|------|
| Duodécimo Rosado         | Francisco Eudes    | 4    |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha  | 4    |
| Delfim Moreira           | Melo Franco        | 4    |
| Delfim Moreira           | Juvenal Lamartine  | 3    |
| Delfim Moreira           | 6 de Janeiro       | 2    |
| Rodrigues Alves          | Juvenal Lamartine  | 3    |
| Avenida Alberto Maranhão | João Cordeiro      | 2    |
| Doutor João Marcelino    | Avenida Rio Branco | 2    |
| Doutor João Marcelino    | Juvenal Lamartine  | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Avenida Rio Branco | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Meira e Sá         | 2    |
| Avenida Augusto Severo   | Avenida Rio Branco | 3    |
| Felipe Camarão           | Avenida Rio Branco | 2    |
| Almirante Barroso        | Avenida Rio Branco | 2    |
| Princesa Isabel          | Lopes Trovão       | 2    |

Fonte: o autor (2019).

Prosseguindo com a análise, vemos que a quantidade de acidentes na hora seguinte, 15:01 a 16:00, portanto temporalmente anterior à última faixa analisada, foi ligeiramente

menor, como mostrado no mapa 32 (p. 102). De acordo com a classificação, 77 foram colisões transversais, ou seja, 42,07% do total. Na segunda posição, temos 36 colisões laterais, seguida de 29 colisões traseiras, 15 choques, 13 sem informação, 9 colisões frontais e 4 atropelamentos. Observando o mapa 33 (p. 103), a disposição dos *hotspots* não é muito diferente do já observado até aqui. De acordo com o quadro 18, vemos a seguinte distribuição:

Quadro 18 - Hotspots entre 15:01 e 16:00

| Rua 1                    | Rua 2                          | Qtde |
|--------------------------|--------------------------------|------|
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao hipermercado      | 5    |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha              | 3    |
| Ferreira Itajubá         | José Damião                    | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Roderick Grandall              | 3    |
| Princesa Isabel          | Frei Miguelinho                | 3    |
| Melo Franco              | José Otávio                    | 3    |
| Avenida Diocesana        | Raimundo Leão de Moura         | 2    |
| Avenida Diocesana        | Avenida João da Escóssia       | 2    |
| Melo Franco              | Ferreira Itajubá               | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Doutor João Marcelino          | 2    |
| Avenida Augusto Severo   | Próximo a Av. Alberto Maranhão | 2    |
| Avenida Augusto Severo   | Melo Franco                    | 2    |
| Princesa Isabel          | Felipe Camarão                 | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Felipe Camarão                 | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Alfredo Fernandes              | 2    |
| Coronel Gurgel           | Alfredo Fernandes              | 2    |
| Duodécimo Rosado         | Francisco Eudes                | 2    |
| Rodrigues Alves          | Jeremias da Rocha              | 2    |
| Delfim Moreira           | Melo Franco                    | 2    |
| Prudente de Moraes       | Wenceslau Brás                 | 2    |
| Silva Jardim             | Padre Elesbão                  | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini          | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Rodrigues Gois                 | 2    |
| Dona Mariinha Mendes     | Bodoca                         | 2    |

Fonte: o autor (2019).

Continuando, temos a faixa horária que compreende o período entre as 13:01 até 14:00, e sua distribuição espacial pode ser vista no mapa 34 (p. 104). Dividindo-os quanto a natureza, temos que 83 foram colisões transversais (46,11% do total), 34 colisões laterais, 31 traseiras, 15 sem informação, 11 colisões frontais, 5 choques e 1 capotamento. Observando no mapa 35

(p. 105) os *hotspots* dessa faixa, vemos que o mais intenso está localizado nas fronteiras do Centro.

Quadro 19 - Hotspots entre 13:01 e 14:00

| Rua 1                    | Rua 2                      | Qtde |
|--------------------------|----------------------------|------|
| Princesa Isabel          | Frei Miguelinho            | 4    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente a igreja         | 3    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao condomínio    | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Avenida Rio Branco         | 2    |
| Avenida João da Escóssia | Cezar Leite                | 2    |
| Doutor João Marcelino    | Próximo a Ferreira Itajubá | 2    |
| Avenida Diocesana        | Frei Miguelinho            | 2    |
| Silva Jardim             | Lopes Trovão               | 2    |
| Silva Jardim             | Padre Elesbão              | 2    |
| Felipe Camarão           | Avenida Rio Branco         | 2    |
| Alfredo Fernandes        | Avenida Rio Branco         | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Nísia Floresta             | 3    |
| Avenida Alberto Maranhão | Próximo a Coelho Neto      | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Augusto Severo     | 2    |
| Duodécimo Rosado         | Melo Franco                | 2    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                | 2    |
| Rodrigues Alves          | Juvenal Lamartine          | 2    |
| Delfim Moreira           | Melo Franco                | 2    |
| 6 de Janeiro             | Avenida Rio Branco         | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo a Padre Florêncio  | 3    |
| Avenida Presidente Dutra | Benício Filho              | 2    |

Fonte: o autor (2019).

Para a faixa horária seguinte, entre 14:01 e 15:00, foram registrados 176 ocorrências com algum tipo de vítima. Desse total, cerca de 42%, ou 74 registros, foram de colisões transversais. 31 foram colisões traseiras (posteriores), 29 colisões laterais, 15 sem informações, 13 choques, 8 colisões frontais, 5 atropelamentos e 1 capotamento. No mapa 36 (p. 106) vemos como se distribuem ao longo da cidade. Quanto aos pontos de calor, no mapa 37 (p. 107)

observa-se a ocorrência dos mesmos pontos ao longo da Avenida Dix Neuf Rosado, aparecendo 3 vezes e a Avenida Rio Branco, com 4 aparições.

Quadro 20 - Hotspots entre 14:01 e 15:00

| Rua 1                    | Rua 2                                 | Rua 3                     | Qtde |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|------|
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente a igreja                    |                           | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Jerônimo Rosado                       | Anatália de<br>Alves Melo | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Avenida Rio Branco                    |                           | 2    |
| Jerônimo Rosado          | José Negreiros                        |                           | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Doutor João Marcelino                 |                           | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Cesar Campos                          |                           | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Alfredo Fernandes                     |                           | 2    |
| Avenida Diocesana        | Frei Miguelinho                       |                           | 2    |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha                     |                           | 3    |
| Ferreira Itajubá         | Juvenal Lamartine                     |                           | 2    |
| Ferreira Itajubá         | Melo Franco                           |                           | 2    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                           |                           | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Próximo a Frei Miguelinho             |                           | 3    |
| Doutor João Marcelino    | Juvenal Lamartine                     |                           | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Meira e Sá                            |                           | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini                 |                           | 2    |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo a Ernestina Dantas<br>Bezerra |                           | 2    |

Fonte: o autor (2019).

A penúltima hora analisada, entre 08:01 a 09:00, registrou ao todo 170 acidentes, sendo que 37,05%, ou 63 acidentes, foram colisões transversais. Colisões laterais e traseiras representaram 19,41% e 18,82%, respectivamente 33 e 32 registros. 13 ocorrências foram de choque, 12 colisões frontais, 9 sem informação, 6 atropelamentos e 1 ocorrência para capotamento e engavetamento. No mapa 38 (p. 108) vemos a localização dos mesmos, enquanto que no mapa 39 (p. 109), podemos ver que para essa faixa, os pontos são mais visíveis, indicando uma maior proximidade entre os acidentes bem como mais ocorrências. O ponto mais intenso está no cruzamento da Juvenal Lamartine com Doutor João Marcelino.

Quadro 21 - Hotspots entre 08:01 e 09:00

| Rua 1                    | Rua 2                     | Qtde |
|--------------------------|---------------------------|------|
| Juvenal Lamartine        | Doutor João Marcelino     | 4    |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha         | 4    |
| Delfim Moreira           | Marechal Deodoro          | 4    |
| Princesa Isabel          | Frei Miguelinho           | 3    |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco               | 3    |
| Avenida Rio Branco       | Lopes Trovão              | 3    |
| Avenida Rio Branco       | Felipe Camarão            | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Delfim Moreira            | 2    |
| Juvenal Lamartine        | Delfim Moreira            | 2    |
| Avenida João da Escóssia | Cezar Leite               | 2    |
| Doutor Fernando Costa    | Frei Miguelinho           | 2    |
| Silva Jardim             | Lopes Trovão              | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Doutor João Marcelino     | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Dix Neuf Rosado   | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Prudente de Moraes        | 2    |
| Santos Dumont            | Coronel Vicente Saboia    | 2    |
| Duodécimo Rosado         | Raul Falcão Freire        | 2    |
| Duodécimo Rosado         | Melo Franco               | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Em frente ao hipermercado | 3    |

Fonte: o autor (2019).

Finalizando a análise, chegamos a última faixa horária a ser analisada, o período entre 09:01 e 10:00. Esse horário totalizou 164 ocorrências em toda Mossoró, sendo que 73 registros foram de colisões transversais, 31 foram colisões traseiras, 30 colisões laterais, 13 choques, 7 sem informações quanto a sua natureza, 5 colisões frontais, 3 atropelamentos e 2 quedas de moto. Quanto ao mapa de calor, vemos pouca alteração quanto ao padrão que apresentou-se até aqui ao longo das horas. Analisando o mapa 41 (p. 111), vemos a seguinte distribuição:



Quadro 22 - Hotspots entre 09:01 e 10:00

| Rua 1                    | Rua 2                                    | Qtde |
|--------------------------|------------------------------------------|------|
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Augusto Severo                   | 3    |
| Avenida Alberto Maranhão | Lopes Trovão                             | 3    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Entre hipermercado e igreja              | 2    |
| Avenida Dix Neuf Rosado  | Entre hipermercado e igreja              | 6    |
| Avenida João da Escóssia | Antonio Vieira de Sá                     | 2    |
| Avenida João da Escóssia | Avenida Diocesana                        | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Almirante Barroso                        | 2    |
| Avenida Alberto Maranhão | Major Romão                              | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Alfredo Fernandes                        | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Avenida Dix Neuf Rosado                  | 2    |
| Avenida Rio Branco       | Antes da rotatória da Prudente de Moraes | 2    |
| Ferreira Itajubá         | Melo Franco                              | 2    |
| Delfim Moreira           | 6 de Janeiro                             | 2    |
| Rodrigues Alves          | José Damião                              | 2    |
| João Cordeiro            | Melo Franco                              | 2    |

Fonte: o autor (2019).

Adotando-se o mesmo procedimento dos acidentes sem vítimas, isto é, agrupando todos os pontos de cada faixa horária e contabilizando o número de repetições de cada um, foi possível reduzir dos 193 pontos identificados para 111. Dado seu tamanho, o quadro 23 foi incluído no apêndice deste trabalho, mas podemos ver a seguir os pontos que registraram 10 acidentes ou mais.

Quadro 23 - Resultado final dos acidentes com vítimas com pontos agrupados

| Rua 1                   | Rua 2                     | Qtde | Citações |
|-------------------------|---------------------------|------|----------|
| Doutor João Marcelino   | Juvenal Lamartine         | 16   | 6        |
| Prudente de Moraes      | Melo Franco               | 14   | 6        |
| Avenida Dix Neuf Rosado | Avenida Rio Branco        | 12   | 6        |
| Ferreira Itajubá        | Jeremias da Rocha         | 17   | 5        |
| Avenida Dix Neuf Rosado | Em frente ao hipermercado | 13   | 4        |
| Frei Miguelinho         | Princesa Isabel           | 13   | 4        |
| Avenida Augusto Severo  | Avenida Rio Branco        | 11   | 4        |
| Avenida Dix Neuf Rosado | Em frente ao condomínio   | 11   | 4        |
| Delfim Moreira          | Melo Franco               | 10   | 4        |
| Rodrigues Alves         | Juvenal Lamartine         | 10   | 4        |
| 6 de Janeiro            | Delfim Moreira            | 10   | 2        |

Vale destacar que esses 111 pontos únicos foram responsáveis por 446 acidentes dos 1973 totais para as 10 faixas horárias analisadas. Essa cifra corresponde a 22,60% do total das faixas horárias e 14,38% dos 3100 acidentes com vítimas registrados em Mossoró no período de 2014 a 2017. 70 pontos, ou 63,06% do universo de 111 localidades, não apresentaram recorrência, isto é, apareceram em apenas uma faixa horária ou ocasião. Esses mesmos pontos registraram 153 acidentes, indo de 2 ocorrências (valor mínimo) até 5 registros.

Enquanto isso, as localidades que registraram 10 acidentes ou mais somaram 137 acidentes distribuídos ao longo de 11 cruzamentos. Esses pontos apresentam sinais de recorrência, sendo que o menor valor encontrado foi de 2 repetições e o maior em 6. Analisando o meio termo (faixas com mais de 1 repetição e menos de 10 acidentes) temos 30 pontos, com 156 acidentes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi analisado na seção anterior, podemos chegar a algumas conclusões sobre a distribuição horária e espacial dos acidentes, com e sem vítima, na cidade de Mossoró.

Começando pelos acidentes sem vítimas, vemos que das 8 faixas horárias analisadas, 7, ou 87,5%, ocorreram em condições teoricamente perfeitas de iluminação, sendo 4 pelo período da manhã (entre 8h e 12h) e 4 pela tarde (entre 12:01 e 18h). Apenas a faixa entre 17:01 e 18h apresenta condições adversas em sua metade final, quando o sol se põe, por volta das 17:40, e gera uma condição de penumbra. Ainda assim, foi a faixa com menos acidentes entre as 8, registrando 108 ocorrências.

Quando analisamos os acidentes com vítimas, o cenário é bem parecido também. Das 10 faixas horárias, 8 foram em condições de boa luminosidade (80% do total), sendo 4 pelo período da manhã (entre 07:01 e 12h), 5 pelo período da tarde (entre 12:01 e 18h) e 1 no período noturno (entre 18:01 e 19h). Diferente dos acidentes sem vítimas, para os com vítimas a faixa entre 17:01 e 18h foi a segunda em números absolutos de acidentes (233 registros), sendo que a faixa entre 18:01 e 19h registrou 209 acidentes, sendo a quarta em número de ocorrências. Das faixas analisadas, a que menos registrou acidentes foi entre 09:01 e 10h, com 164 casos.

Quanto a natureza dos acidentes, nos sem vítimas, 31,26%, ou 333 dos 1065 acidentes, foram do tipo colisão transversal, 29,10% (ou 310 ocorrências) foram do tipo colisões traseiras, 266 foram colisões laterais (24,97%), 48 engavetamentos (4,50%), 4,22% (ou 45 registros) foram choques, colisões frontais e sem informação registraram, respectivamente, 25 e 21 acidentes (2,34% e 1,97%). 11 foram classificados como outros (1,03%), 4 tombamentos (0,37%) e atropelamento de pedestres e capotamentos cada um com 1 acidente (0,09% cada um).

Há algumas similaridades quando analisamos os acidentes com vítimas. Para esse tipo de acidente, as colisões transversais também foi maioria, contabilizando 803 registros (40,69% dos 1973 totais). Vale destacar que esse tipo é, sozinho, mais que os dois próximos tipos somados, que são colisões traseiras e laterais, cada uma com 350 acidentes (ou 17,73% para cada). Sem informação, choques e colisões frontais foram, respectivamente, 161, 125 e 103 ocorrências (8,16%, 6,33% e 5,22%). Houveram 50 atropelamentos (2,53%) escalonados ao longo das faixas horárias, 13 capotamentos (0,65%), 8 quedas de moto (0,40%), 6 tombamentos (0,30%), 2 atropelamentos de animais (0,10%) e 1 engavetamento e 1 descida de acostamento.

Algumas das vias apresentadas, como Rio Branco e Dix Neuf Rosado são vias arteriais, com um tráfego de veículos bastante intenso. A Dix Neuf Rosado, por exemplo, conecta bairros da região leste, como Rincão, Pintos e o polo universitário (UFERSA e UERN) praticamente direto ao Centro. A Avenida Rio Branco e Alberto Maranhão, esta uma coletora, por sua vez, cortam a cidade de norte a sul (a Alberto Maranhão é a maior via da cidade, indo dos limites das Barrocas até a BR 304, uma distância de 7,84 km). Entretanto, os pontos onde ocorrem a maior parte dos acidentes são, em teoria, com uma melhor estrutura de sinalização e fiscalização. Destaca-se aqui o cruzamento da Dix Neuf Rosado com Rio Branco: é muito próximo a um sinal bem sinalizado, mas as características do entorno o tornam um ponto cego.

De posse dessa análise quantitativa, o poder público e os órgãos de trânsito locais poderão direcionar estudos mais detalhados quanto aos pontos listados nas tabelas finais. Para a Secretaria de Mobilidade Urbana e sua Gerência de Trânsito uma abordagem quantitativa pode ser um bom ponto de início para o direcionamento dos recursos. Sabendo quais locais apresentam uma recorrência maior de acidentes, tais autoridades poderão alocar as equipes de fiscalização e de engenharia para estudos mais aprofundados sobre as características físicas e ambientais que propiciam a ocorrência desses acidentes.

Por sua vez, os acidentes com vítimas necessitam de uma atenção maior. Uma vez que acidentes com vítimas é todo aquele com algum tipo de prejuízo a vida humana, desde ferimentos leves a graves e até a morte, nem sempre aquele ponto com mais acidentes ou maior recorrência será o ponto mais crítico. É perfeitamente plausível que um ponto com certa quantidade de acidentes apresente ocorrências com ferimentos mais leves, enquanto outro ponto, com uma menor quantidade, tenha um maior número de mortes ou ferimentos graves. Dessa forma, como sugestão de trabalhos futuros seria analisar qualitativamente esses pontos, abordando desde a característica física do ponto até, se possível, números de óbitos e outros tipos de ferimentos. Também pode-se sugerir um comparativo com os dados de 2018 e 2019. Na metade de 2018, a Prefeitura de Mossoró deu início a implantação de câmeras de vídeo monitoramento em alguns trechos e cruzamentos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Francielly. **Brasil é o quinto país do mundo em mortes no trânsito, segundo OMS**. Paraná Portal, 2017. Disponível em: <<https://paranaportal.uol.com.br/cidades/brasil-recordista-mortes-transito/>>. Acesso em: 18 de Março de 2019.

BRASIL, Conselho Nacional de Trânsito. **Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito**. Governo do Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/cidadania-e-inclusao/2018/09/governo-lanca-plano-com-metas-para-reduzir-mortes-no-transito-pela-metade/livro-pnatran.pdf>>. Acesso em: 22 de Março de 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Óbitos por acidentes de trânsito caem pelo segundo ano consecutivo**. Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/component/content/article/42245-obitos-por-acidentes-de-transito-caem-pelo-segundo-ano-consecutivo/>>. Acesso em: 06 de Abril de 2019.

BRASIL, Senado Federal. **Estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre mortes por acidentes de trânsito em 178 países é base para década de ações para segurança**. Em Discussão!, 2013. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/motos/saude/estudo-da-organizacao-mundial-da-saude-oms-sobre-mortes-por-acidentes-de-transito-em-178-paises-e-base-para-decada-de-aco-es-para-seguranca.aspx>>. Acesso em: 16 de Março de 2019.

BRASIL. **Lei n.º 9.503, de 20 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, Distrito Federal, 24 set 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm)>. Acesso em: 25 de Março de 2019.

BRASIL. **Lei nº 13546, de 19 de dezembro de 2017. Altera dispositivos da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para dispor sobre crimes cometidos na direção de veículos automotores**. 19 dez 2017. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13546.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13546.htm)>. Acesso em: 25 de Março de 2019.

CARNEIRO, E. O.; SANTOS, R. L.S.; QUINTANILHA, J.A. **Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas: o uso de técnicas de geoprocessamento na saúde pública**. Congresso Brasileiro de Cartografia, 22. Anais... Macaé, Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <[https://www.academia.edu/3384600/AN%C3%81LISE\\_ESPACIAL\\_APLICADA\\_NA\\_DETERMINA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_%C3%81REAS\\_DE\\_RISCO\\_PARA\\_ALGUMAS\\_DOEN%C3%87AS\\_END%C3%8AMICAS\\_O\\_USO\\_DE\\_T%C3%89CNICAS\\_DE\\_GEOPROCESSAMENTO\\_NA\\_SA%C3%9ADE\\_P%C3%9ABLICA](https://www.academia.edu/3384600/AN%C3%81LISE_ESPACIAL_APLICADA_NA_DETERMINA%C3%87%C3%83O_DE_%C3%81REAS_DE_RISCO_PARA_ALGUMAS_DOEN%C3%87AS_END%C3%8AMICAS_O_USO_DE_T%C3%89CNICAS_DE_GEOPROCESSAMENTO_NA_SA%C3%9ADE_P%C3%9ABLICA)>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

DESTRI, Jorge Jr. **Sistema de apoio à decisão espacial aplicado ao serviço de atendimento móvel de urgência em vias de trânsito** [Tese de Doutorado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102336/221828.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 de Abril de 2019.

DUNFORD, Rosie; QUANRONG, Su; TAMANG, Ekraj; WINTOUR, Abigail. The Pareto Principle. **The Plymouth Student Scientist**, 7 (1), 140-148, 2014. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/ef82/dfe7b0ef7a88727636f5ad680a464e33e345.pdf>>. Acesso em: 28 de Junho de 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IPEA. **Acidentes De Trânsito Nas Rodovias Federais Brasileiras – Caracterização, tendências e custos para a sociedade**; Brasília – DF: 2015. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922\\_relatorio\\_acidentes\\_transito.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_transito.pdf)> Acesso em: 27 de Março de 2019.

KNOEMA. **Casualties**. Knoema, 2019. Disponível em: <<https://knoema.com/atlas/topics/Transportation/Road-Accidents/Casualties>>. Acesso em: 02 de Abril de 2019.

KNOEMA. **Fatalities**. Knoema, 2019. Disponível em: <<https://knoema.com/atlas/topics/Transportation/Road-Accidents/Fatalities>>. Acesso em: 02 de Abril de 2019.

MATSUMOTO, P. S. S.; FLORES, E. F. **Estatística Espacial na Geografia: um Estudo dos Acidentes de Trânsito em Presidente Prudente - SP**. Geografia em Atos (Online), v. 1, p. 95-113, 2012. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/viewFile/1755/matsumoto>>. Acesso em: 25 de abril de 2019.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MIRANDA, José I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. –2. ed. rev. atual. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. V-4, Viçosa-MG, 2012.

PREFEITURA DE MOSSORÓ. **Geografia**. Disponível em <<http://archive.is/zdjlP>>. Acesso em: 22 de Setembro de 2019.

PAULA, M. E. B. de; RÉGIO, M. **Investigação de acidentes de trânsito fatais**. 42. ed. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego, 2008. 68 p. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/56546/btcetsp42.pdf>>. Acesso em: 11 de Abril de 2019.

PRESSMAN, Roger S. **Software engineering: a practitioner's approach**. 7º ed. Boston: McGraw-Hill, 2010.

RAIA, A. A., SANTOS, L. **Identificação de pontos críticos de acidentes de trânsito no Município de São Carlos – SP – Brasil: análise comparativa entre um banco de dados relacional – BDR e a técnica de agrupamentos pontuais**. PLURIS. 2006. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2006-1/275-raiajr-santos-pluris2006/file>>. Acesso em: 09 de Abril de 2019.

SANTOS, S. M.; SOUZA, W. V. (Org.). **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília: Ministério da saúde, 2007. 122p. Disponível em: <[http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS\\_CURSO\\_VIGILANCIA/capacitacao\\_e\\_atualizacao\\_em\\_geoprocessamento\\_em\\_saude\\_3.pdf](http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitacao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf)>. Acesso em: 23 de abril de 2019.

SCHEIDEGGER, Emerson; CARNEIRO, T. C. J. ; ARAUJO, C. . **Impactos do Sistema de Informação Geográfica na Administração Pública Municipal**. Revista Gestão & Tecnologia, v. 2, p. 3-21, 2012. Disponível em: <<http://revistagt.fpl.edu.br/get/article/view/442>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.

SCHOLTEN, H. J. & LEPPER, M. J. C. **The Benefits of the Application of Geographic Information Systems in Public and Environmental Health**. World Health Statistical Quarterly, 44:160-170. Genebra: 26-29 de novembro de 1990. Disponível em: <<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Septiembre2007/CD1/pdf/eng/doc5534/doc5534-contenido.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e Propostas**. (2000) 3ª ed. São Paulo: Annablume.

WASELFISZ, Julio Jacobo. **Mapa da Violência 2013. Acidentes de Trânsito e Motocicletas**. Rio de Janeiro, Flacso Brasil, 2013. Disponível em: <[https://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2013/mapa2013\\_transito.pdf](https://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2013/mapa2013_transito.pdf)>. Acesso em: 12 de Abril de 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Brasilia Declaration on Road Safety**. 2nd Global High Level Conference on Road Safety, 2015. Disponível em: <[https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_traffic/Brasilia\\_Declaration/en/](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/Brasilia_Declaration/en/)>. Acesso em: 02 de Abril de 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Folha informativa - Acidentes de trânsito**. Pan American Health Organization (PAHO), 2018. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779)>. Acesso em: 11 de Abril de 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Sistemas de dados: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Brasília, D.F.: OPAS, 2012. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44256/9789275717110\\_por.pdf?sequence=3](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44256/9789275717110_por.pdf?sequence=3)>. Acesso em: 08 de Abril de 2019.

## APÊNDICE

Quadro 11 - Resultado final dos acidentes sem vítimas com pontos agrupados

| Rua 1                    | Rua 2                                     | Rua 3 | Qtde | Citações |
|--------------------------|-------------------------------------------|-------|------|----------|
| Avenida Rio Branco       | Avenida DixNeuf Rosado                    |       | 11   | 4        |
| Prudente de Moraes       | Melo Franco                               |       | 9    | 3        |
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Augusto Severo                    |       | 5    | 2        |
| Avenida Alberto Maranhão | Felipe Camarão                            |       | 5    | 2        |
| Avenida Cunha da Mota    | Frei Miguelinho                           |       | 7    | 2        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Ao lado da Cobal                          |       | 4    | 2        |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini                     |       | 5    | 2        |
| Doutor João Marcelino    | Pedro Velho                               |       | 4    | 2        |
| Frei Miguelinho          | Entre Sebastião Dias e José Andrade Nunes |       | 4    | 2        |
| Juvenal Lamartine        | Doutor João Marcelino                     |       | 6    | 2        |
| Melo Franco              | Duodécimo Rosado                          |       | 4    | 2        |
| Santos Dumont            | Coronel Vicente Saboia                    |       | 6    | 2        |
| Antonio de Souza         | Avenida Cunha da Mota                     |       | 2    | 1        |
| Avenida Alberto Maranhão | Francisco Isódio                          |       | 2    | 1        |
| Avenida Alberto Maranhão | Próximo a Delfim Moreira                  |       | 3    | 1        |
| Avenida Augusto Severo   | Dionísio Filgueira                        |       | 3    | 1        |
| Avenida Augusto Severo   | Próximo a Avenida Alberto Maranhão        |       | 2    | 1        |
| Avenida Augusto Severo   | Coronel Gurgel                            |       | 2    | 1        |



|                          |                                                |             |   |   |
|--------------------------|------------------------------------------------|-------------|---|---|
| Avenida Augusto Severo   | Avenida Rio Branco                             |             | 2 | 1 |
| Avenida Augusto Severo   | Melo Franco                                    |             | 3 | 1 |
| Avenida Cunha da Mota    | Santos Dumont                                  |             | 2 | 1 |
| Avenida Diocesana        | Frei Miguelinho                                |             | 2 | 1 |
| Avenida Diocesana        | Avenida João da Escóssia                       |             | 2 | 1 |
| Avenida Diocesana        | Duodécimo Rosado                               |             | 2 | 1 |
| Avenida Diocesana        | *Hipermercado                                  |             | 2 | 1 |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Do lado do Ginásio                             |             | 2 | 1 |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Doutor Mário Negócio                           |             | 2 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Professor Manoel João                          |             | 4 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Antonio Vieira de Sá                           |             | 2 | 1 |
| Avenida Mota Neto        | Avenida João da Escossia                       |             | 2 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Heriberta Melo                                 |             | 3 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Francisca de França de Nascimento              |             | 3 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Em frente ao condomínio na Ilha de Santa Luzia |             | 2 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Benício Filho                                  |             | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Roderick Grandall                              |             | 3 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Frei Miguelinho                                |             | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Doutor João Marcelino                          |             | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Lopes Trovão                                   |             | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Alfredo Fernandes                              | Rui Barbosa | 2 | 1 |

|                      |                                             |  |   |   |
|----------------------|---------------------------------------------|--|---|---|
| Avenida Rio Branco   | Delfim Moreira                              |  | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco   | Duodécimo Rosado                            |  | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco   | Campos Sales                                |  | 2 | 1 |
| Bezerra Mendes       | Ao lado do Mercado Central                  |  | 2 | 1 |
| Bezerra Mendes       | Meira e Sá                                  |  | 3 | 1 |
| Campos Sales         | Dracon de Albuquerque                       |  | 2 | 1 |
| Doutor Mário Negócio | Em frente ao ponto de ônibus da Cobal       |  | 2 | 1 |
| Epitácio Pessoa      | João Cordeiro                               |  | 2 | 1 |
| Ferreira Itajubá     | Jeremias da Rocha                           |  | 5 | 1 |
| Ferreira Itajubá     | José Damião                                 |  | 2 | 1 |
| Francisco Eudes      | Duodécimo Rosado                            |  | 3 | 1 |
| Francisco Xavier     | Entre José Damião e Higino Francisco Dantas |  | 2 | 1 |
| Idalino de Oliveira  | Em frente a Catebral                        |  | 2 | 1 |
| Juvenal Lamartine    | Prudente de Moraes                          |  | 2 | 1 |
| Juvenal Lamartine    | Próximo a Ferreira Itajubá                  |  | 2 | 1 |
| Juvenal Lamartine    | Delfim Moreira                              |  | 2 | 1 |
| Lopes Trovão         | Silva Jardim                                |  | 3 | 1 |
| Melo Franco          | Próximo a Avenida Augusto Severo            |  | 2 | 1 |
| Melo Franco          | João Cordeiro                               |  | 2 | 1 |
| Pedro Alvares Cabral | Luiz Gandra de Melo                         |  | 2 | 1 |
| Princesa Isabel      | Frei Miguelinho                             |  | 2 | 1 |
| Princesa Isabel      | Avenida João da Escóssia                    |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes   | Marechal Deodoro                            |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes   | Wenceslau Brás                              |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes   | José Damião                                 |  | 2 | 1 |
| Rodrigues Alves      | Jeremias da Rocha                           |  | 2 | 1 |

Fonte: o autor (2019).

Quadro 23 - Resultado final dos acidentes com vítimas com pontos agrupados

| Rua 1                    | Rua 2                       | Rua 3                  | Qtde | Citações |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------|------|----------|
| Doutor João Marcelino    | Juvenal Lamartine           |                        | 16   | 6        |
| Prudente de Morais       | Melo Franco                 |                        | 14   | 6        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Avenida Rio Branco          |                        | 12   | 6        |
| Ferreira Itajubá         | Jeremias da Rocha           |                        | 17   | 5        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Em frente ao hipermercado   |                        | 13   | 4        |
| Frei Miguelinho          | Princesa Isabel             |                        | 13   | 4        |
| Avenida Augusto Severo   | Avenida Rio Branco          |                        | 11   | 4        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Em frente ao condomínio     |                        | 11   | 4        |
| Delfim Moreira           | Melo Franco                 |                        | 10   | 4        |
| Rodrigues Alves          | Juvenal Lamartine           |                        | 10   | 4        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Jerônimo Rosado             | Anatália de Alves Melo | 8    | 4        |
| Avenida Rio Branco       | Felipe Camarão              |                        | 8    | 4        |
| Avenida Rio Branco       | Alfredo Fernandes           |                        | 8    | 4        |
| Duodécimo Rosado         | Francisco Eudes             |                        | 8    | 3        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Em frente a igreja          |                        | 7    | 3        |
| Delfim Moreira           | Juvenal Lamartine           |                        | 7    | 3        |
| Ferreira Itajubá         | Melo Franco                 |                        | 6    | 3        |
| Rodrigues Alves          | Jeremias da Rocha           |                        | 6    | 3        |
| 6 de Janeiro             | Delfim Moreira              |                        | 10   | 2        |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Entre hipermercado e igreja |                        | 8    | 2        |
| Amaro Duarte             | Francisco Eudes             |                        | 6    | 2        |
| Amaro Cavalcante         | Quintino Bocaiuva           |                        | 5    | 2        |
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida Augusto Severo      |                        | 5    | 2        |
| Avenida Rio Branco       | Lopes Trovão                |                        | 5    | 2        |
| Princesa Isabel          | Felipe Camarão              |                        | 5    | 2        |
| 6 de Janeiro             | Avenida Rio Branco          |                        | 4    | 2        |
| Avenida Alberto Maranhão | Meira e Sá                  |                        | 4    | 2        |
| Avenida Alberto Maranhão | Prudente de Morais          |                        | 4    | 2        |

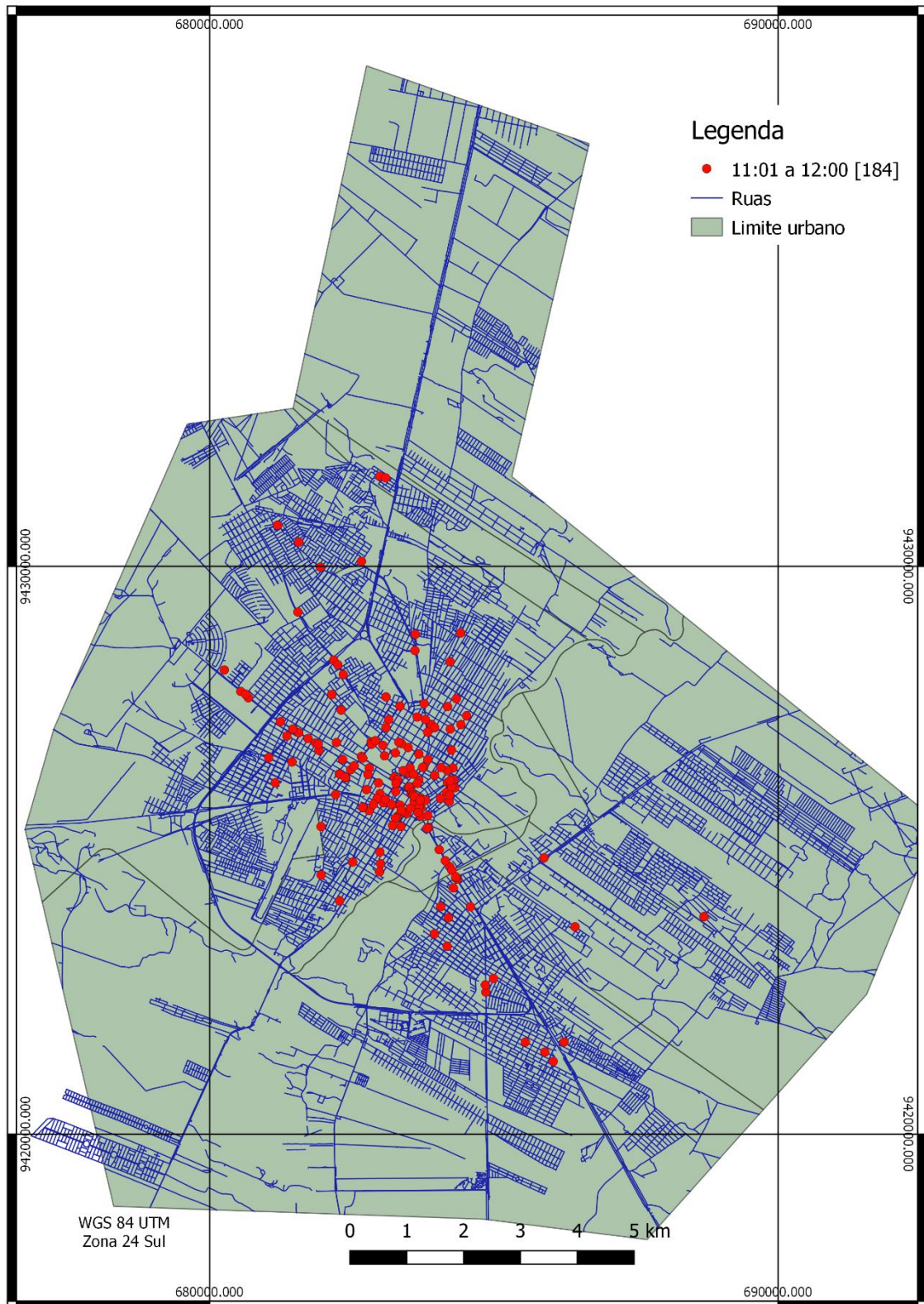
|                          |                                         |  |   |   |
|--------------------------|-----------------------------------------|--|---|---|
| Avenida Augusto Severo   | Próximo a Avenida Alberto Maranhão      |  | 4 | 2 |
| Avenida Diocesana        | Frei Miguelinho                         |  | 4 | 2 |
| Avenida João da Escóssia | Cezar Leite                             |  | 4 | 2 |
| Avenida João da Escóssia | Avenida Diocesana                       |  | 4 | 2 |
| Avenida Presidente Dutra | Ernestina Dantas Bezerra                |  | 4 | 2 |
| Avenida Presidente Dutra | Doutor Pedro Ciarlini                   |  | 4 | 2 |
| Avenida Rio Branco       | Delfim Moreira                          |  | 4 | 2 |
| Avenida Rio Branco       | Doutor João Marcelino                   |  | 4 | 2 |
| Avenida Rio Branco       | Almirante Barroso                       |  | 4 | 2 |
| Duodécimo Rosado         | Melo Franco                             |  | 4 | 2 |
| Rodrigues Alves          | José Damião                             |  | 4 | 2 |
| Silva Jardim             | Padre Elesbão                           |  | 4 | 2 |
| Silva Jardim             | Lopes Trovão                            |  | 4 | 2 |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo ao hotel da Ilha de Santa Luzia |  | 5 | 1 |
| Delfim Moreira           | Marechal Deodoro                        |  | 4 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Roderick Grandall                       |  | 3 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Nísia Floresta                          |  | 3 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Próximo a Frei Miguelinho               |  | 3 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Lopes Trovão                            |  | 3 | 1 |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Ao lado da Cobal                        |  | 3 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Monsenhor Mota                          |  | 3 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo a Padre Florêncio               |  | 3 | 1 |
| José Otávio              | Melo Franco                             |  | 3 | 1 |
| 6 de Janeiro             | João Cordeiro                           |  | 2 | 1 |
| 6 de Janeiro             | Prudente de Moraes                      |  | 2 | 1 |
| Amaro Duarte             | Cezar Leite                             |  | 2 | 1 |
| Amaro Duarte             | Antonio Vieira de Sá                    |  | 2 | 1 |
| Antonio Vieira de Sá     | Doutor João Marcelino                   |  | 2 | 1 |

|                          |                                          |  |   |   |
|--------------------------|------------------------------------------|--|---|---|
| Avenida Abel Coelho      | Cleodon Almeida                          |  | 2 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Antonio Francisco dos Reis               |  | 2 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | João Cordeiro                            |  | 2 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Próximo a Coelho Neto                    |  | 2 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Doutor João Marcelino                    |  | 2 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Avenida DixNeuf Rosado                   |  | 2 | 1 |
| Avenida Alberto Maranhão | Major Romão                              |  | 2 | 1 |
| Avenida Antonio Bento    | Zé de Alipio                             |  | 2 | 1 |
| Avenida Augusto Severo   | Melo Franco                              |  | 2 | 1 |
| Avenida Diocesana        | Duodécimo Rosado                         |  | 2 | 1 |
| Avenida Diocesana        | Raimundo Leão de Moura                   |  | 2 | 1 |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Em frente ao colégio                     |  | 2 | 1 |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Avenida DixSept Rosado                   |  | 2 | 1 |
| Avenida DixNeuf Rosado   | Rodrigues Gois                           |  | 2 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Avenida Mota Neto                        |  | 2 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Melo Franco                              |  | 2 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Benjamin Constant                        |  | 2 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Velho Darico                             |  | 2 | 1 |
| Avenida João da Escóssia | Antonio Vieira de Sá                     |  | 2 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Próximo a Avenida Cunha da Mota          |  | 2 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Francisca de Franca de Nascimento        |  | 2 | 1 |
| Avenida Presidente Dutra | Benício Filho                            |  | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Auta de Souza                            |  | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Cesar Campos                             |  | 2 | 1 |
| Avenida Rio Branco       | Antes da rotatória da Prudente de Moraes |  | 2 | 1 |

|                           |                                    |  |   |   |
|---------------------------|------------------------------------|--|---|---|
| Avenida Rio Branco        | Doutor João Marcelino              |  | 2 | 1 |
| Avenida Sérvulo Marcelino | Benício Gago                       |  | 2 | 1 |
| Coelho Neto               | Joaquim Nabuco                     |  | 2 | 1 |
| Coelho Neto               | Coronel Gurgel                     |  | 2 | 1 |
| Coronel Gurgel            | Alfredo Fernandes                  |  | 2 | 1 |
| Delfim Moreira            | Epitácio Pessoa                    |  | 2 | 1 |
| Delfim Moreira            | José Damião                        |  | 2 | 1 |
| Dona Mariinha Mendes      | Bodoca                             |  | 2 | 1 |
| Doutor Fernando Costa     | Frei Miguelinho                    |  | 2 | 1 |
| Doutor João Marcelino     | José Damião                        |  | 2 | 1 |
| Doutor João Marcelino     | Próximo a Ferreira Itajubá         |  | 2 | 1 |
| Duodécimo Rosado          | Raul Falcão Freire                 |  | 2 | 1 |
| Ferreira Itajubá          | José Damião                        |  | 2 | 1 |
| Ferreira Itajubá          | Juvenal Lamartine                  |  | 2 | 1 |
| Frei Miguelinho           | Benjamin Constant                  |  | 2 | 1 |
| Jerônimo Rosado           | José Negreiros                     |  | 2 | 1 |
| João Cordeiro             | Epitácio Pessoa                    |  | 2 | 1 |
| João Cordeiro             | Wenceslau Brás                     |  | 2 | 1 |
| João Cordeiro             | Melo Franco                        |  | 2 | 1 |
| Luiz Colombo              | Juvenal Lamartine                  |  | 2 | 1 |
| Luiz Colombo              | Epitácio Pessoa                    |  | 2 | 1 |
| Princesa Isabel           | Lopes Trovão                       |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes        | José Damião                        |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes        | Pedro Velho                        |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes        | Juvenal Lamartine                  |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes        | Jeremias da Rocha                  |  | 2 | 1 |
| Prudente de Moraes        | Wenceslau Brás                     |  | 2 | 1 |
| Rodrigues Alves           | Marechal Deodoro                   |  | 2 | 1 |
| Santos Dumont             | Coronel Vicente Saboia             |  | 2 | 1 |
| Silva Jardim              | Próximo a rua Paulo de Albuquerque |  | 2 | 1 |

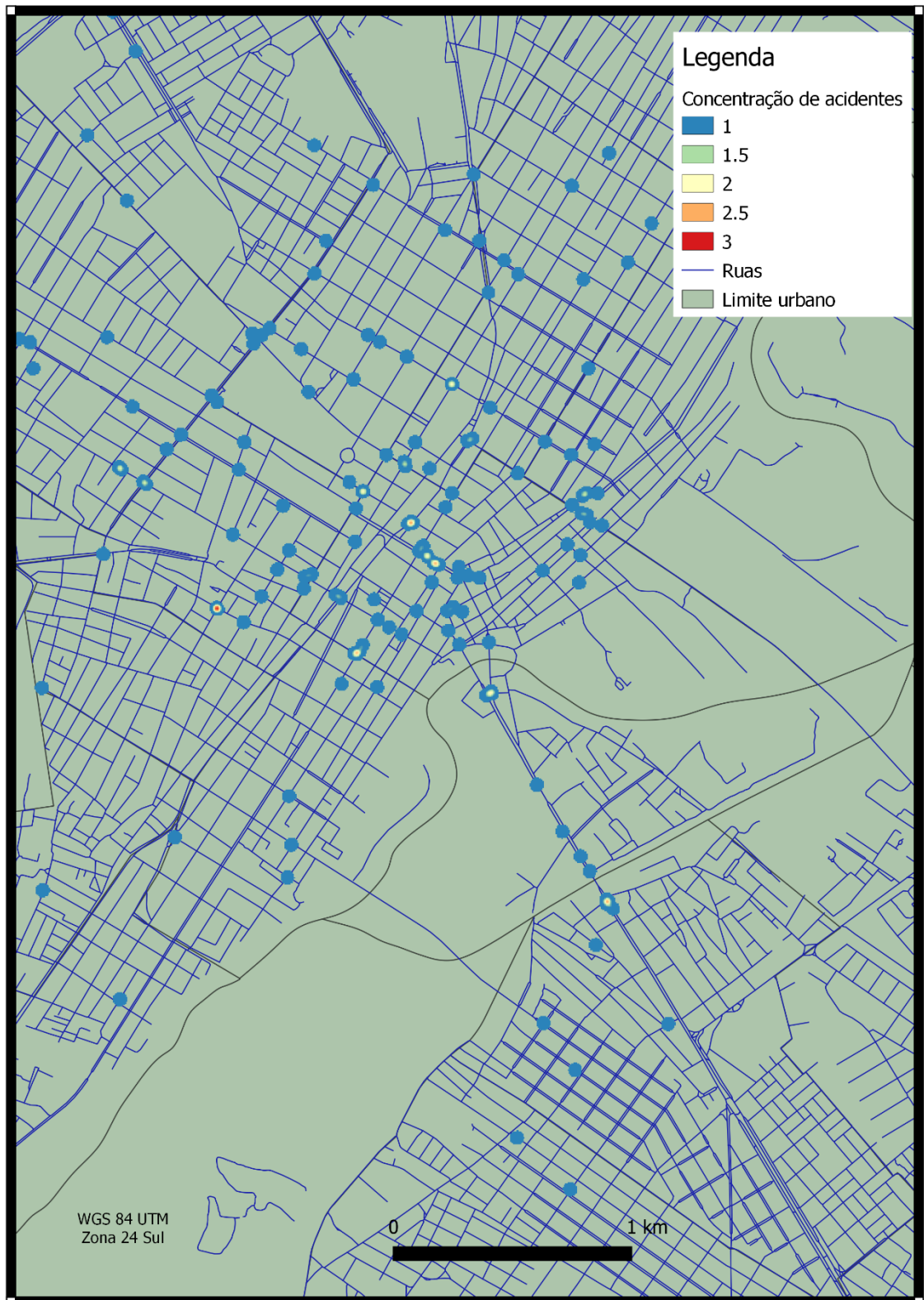
Fonte: o autor (2019).

Mapa 5 - Acidentes sem vítimas entre 11:01 e 12:00



Fonte: o autor (2019).

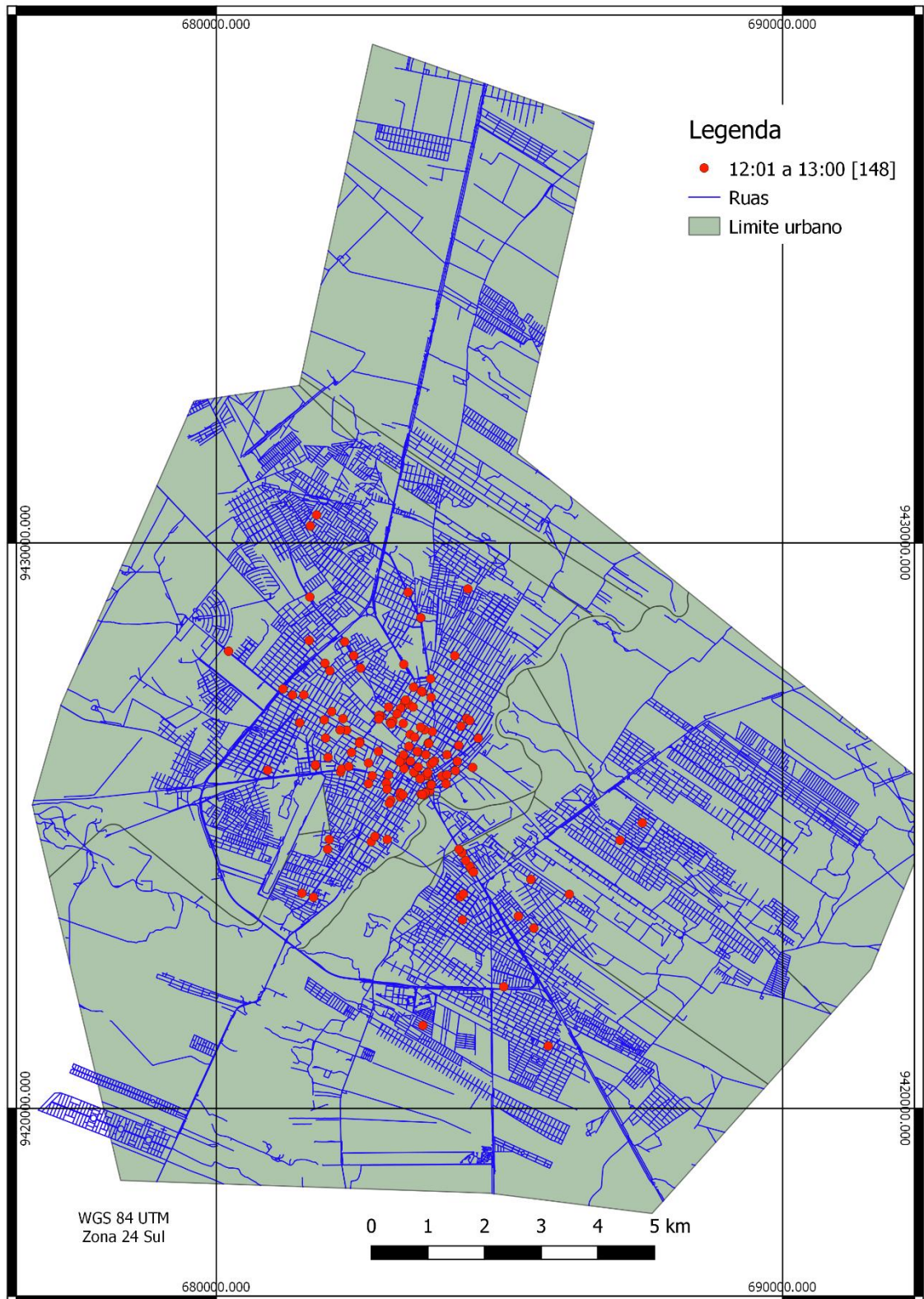
Mapa 6 - Hotspots entre 11:01 e 12:00



Fonte: o autor (2019).

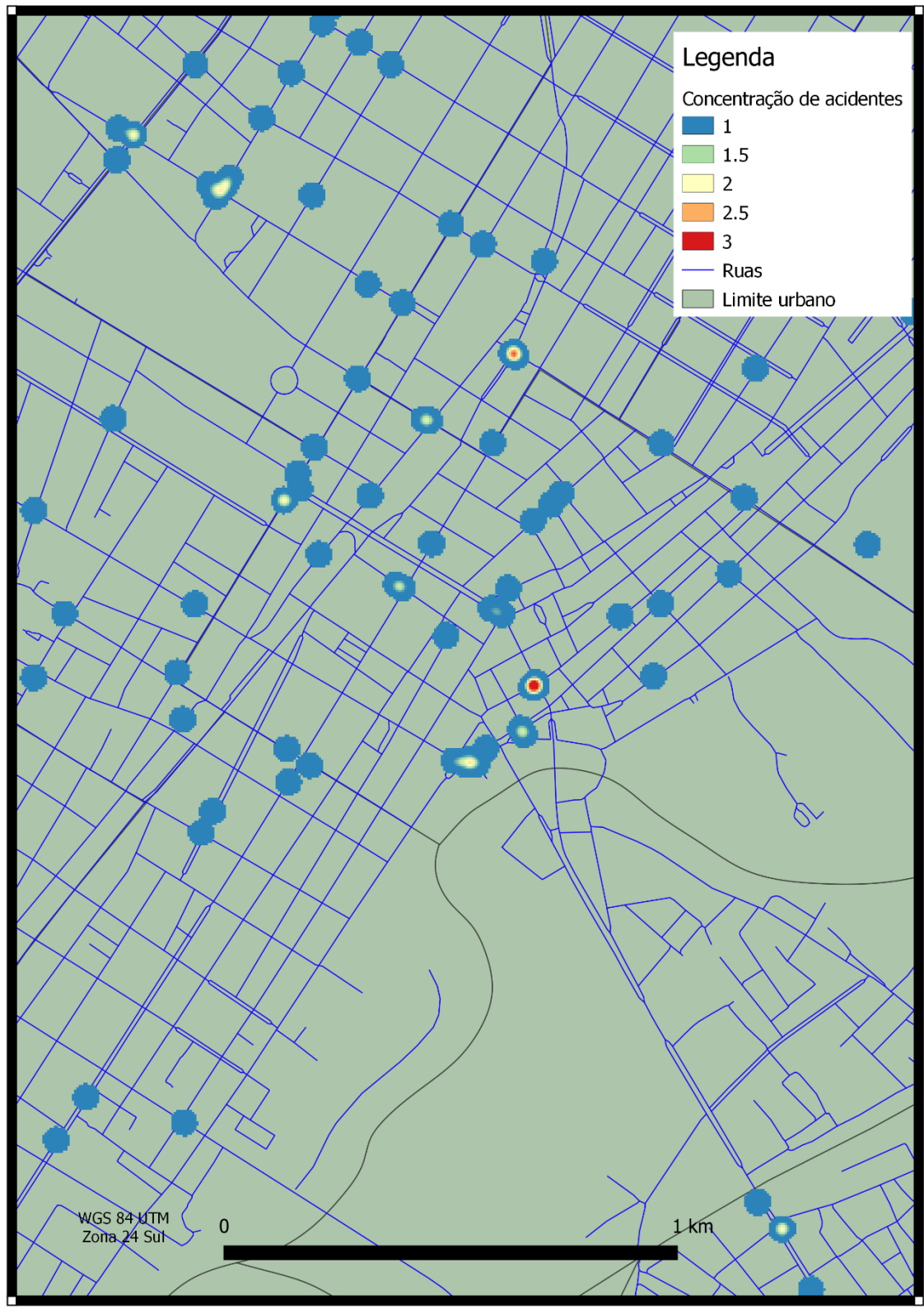


Mapa 7 - Acidentes sem vítimas entre 12:01 e 13:00



Fonte: o autor (2019).

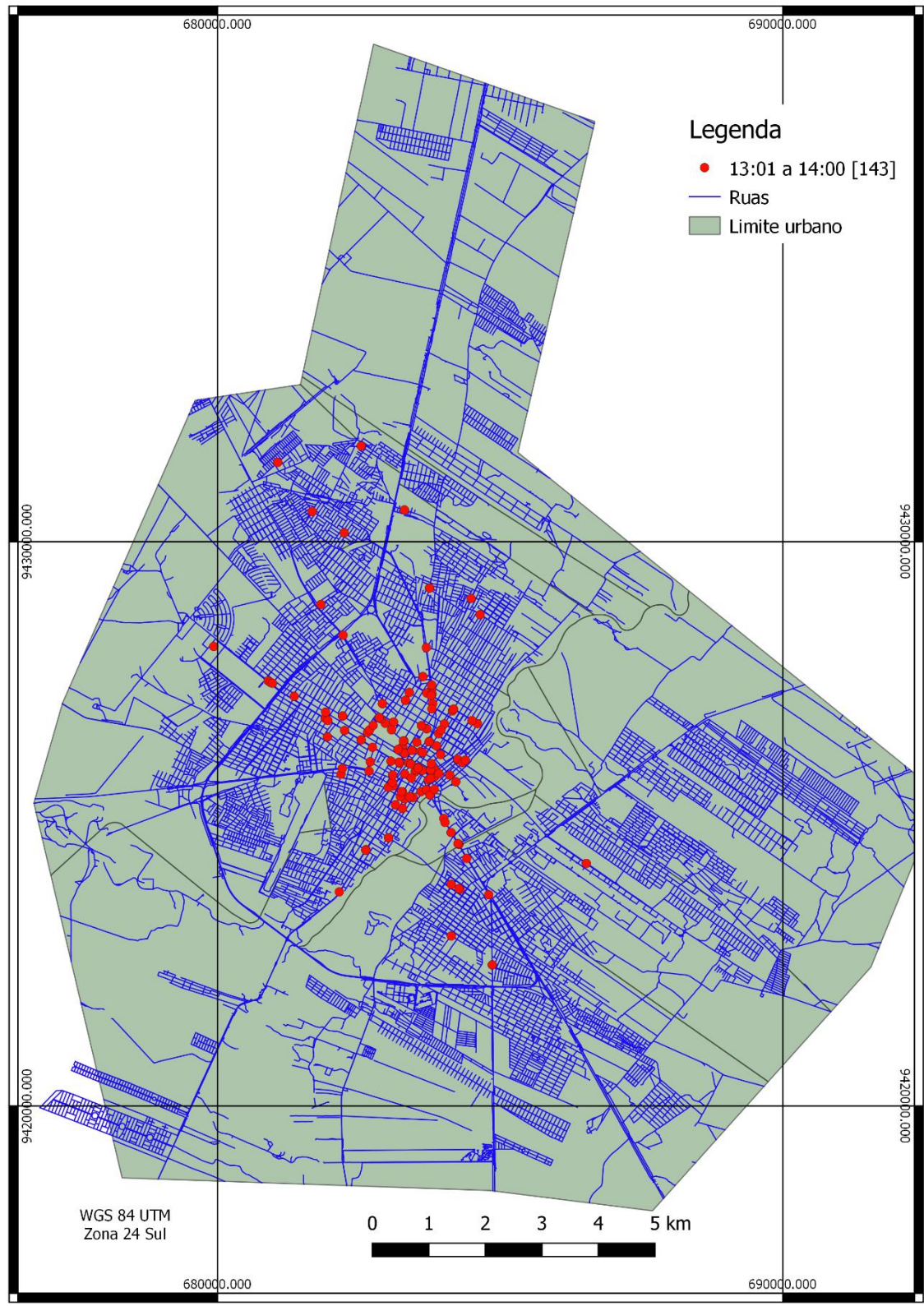
Mapa 8 - Hotspots entre 12:01 e 13:00



Fonte: o autor (2019).

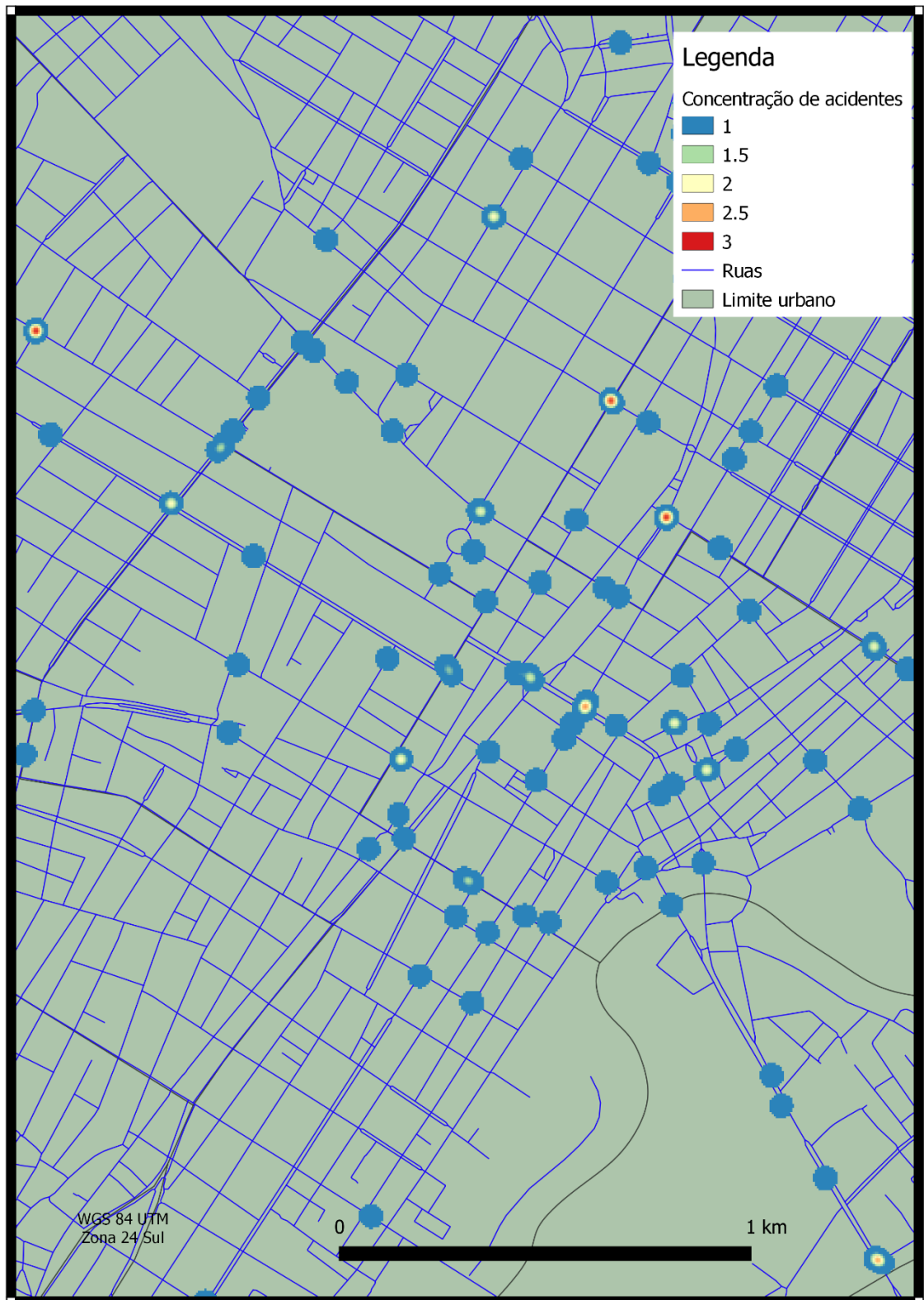


Mapa 9 - Acidentes sem vítimas entre 13:01 e 14:00



Fonte: o autor (2019).

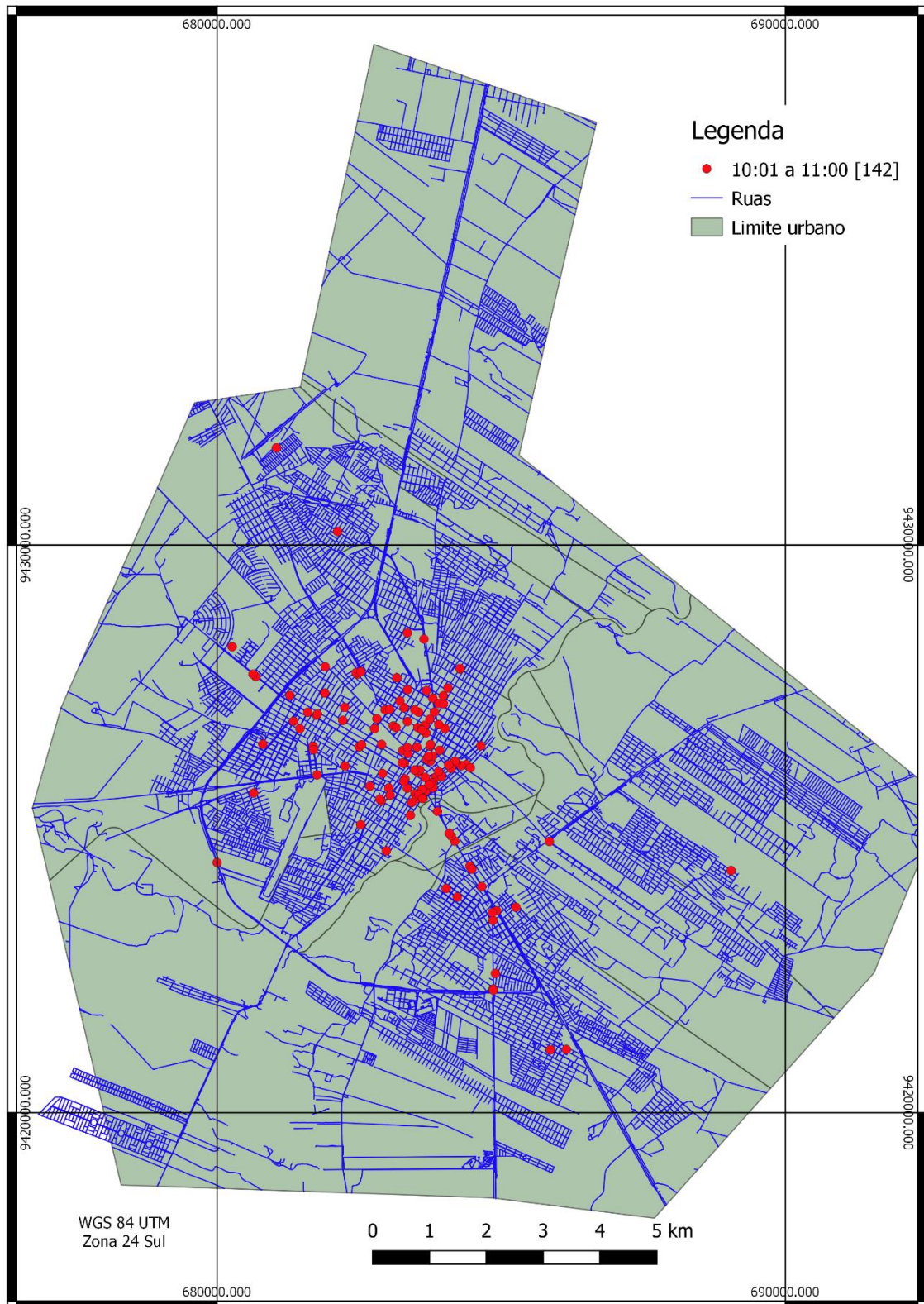
Mapa 10 - Hotspots entre 13:01 e 14:00



Fonte: o autor (2019).

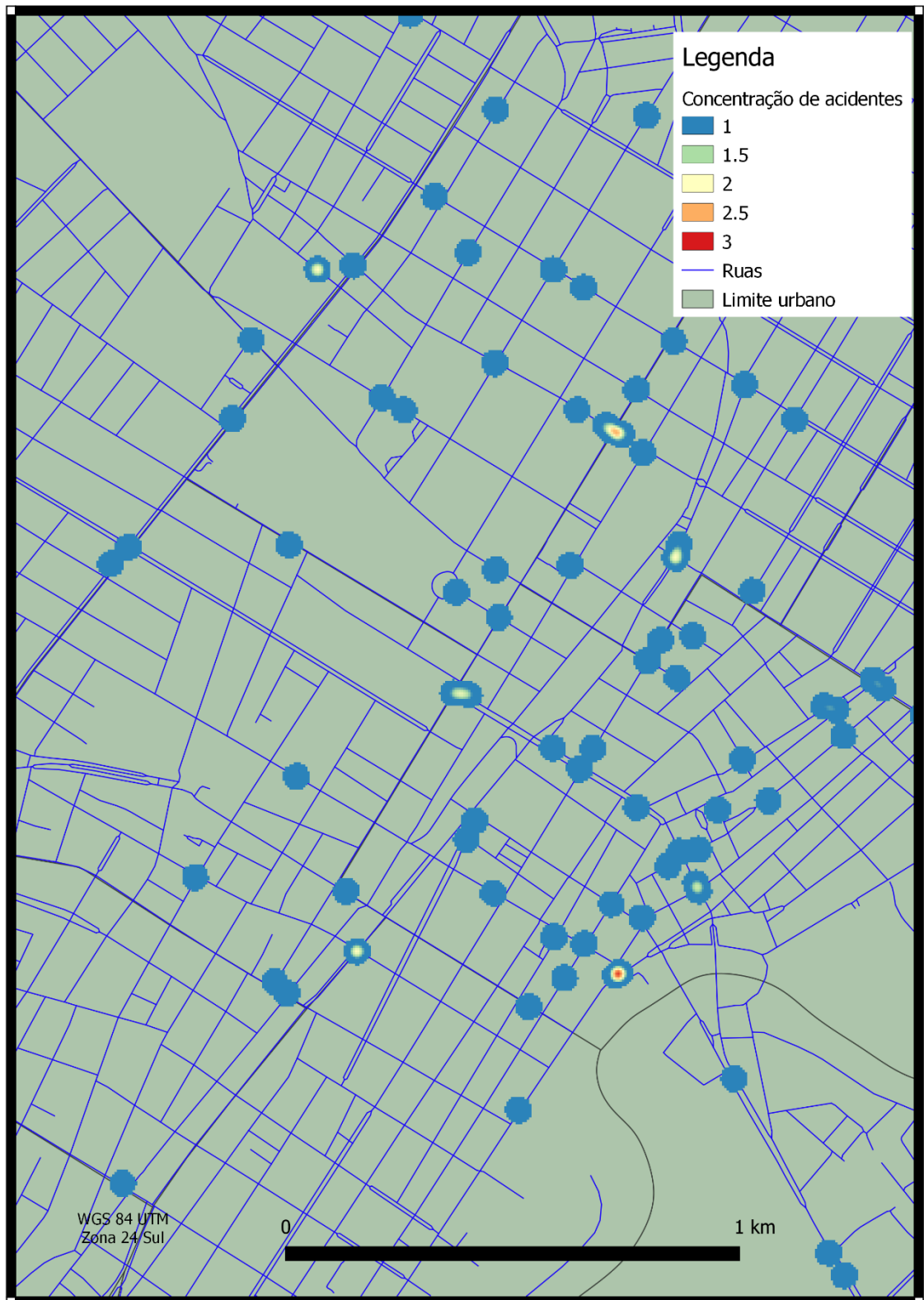


Mapa 11 - Acidentes sem vítimas entre 10:01 e 11:00



Fonte: o autor (2019).

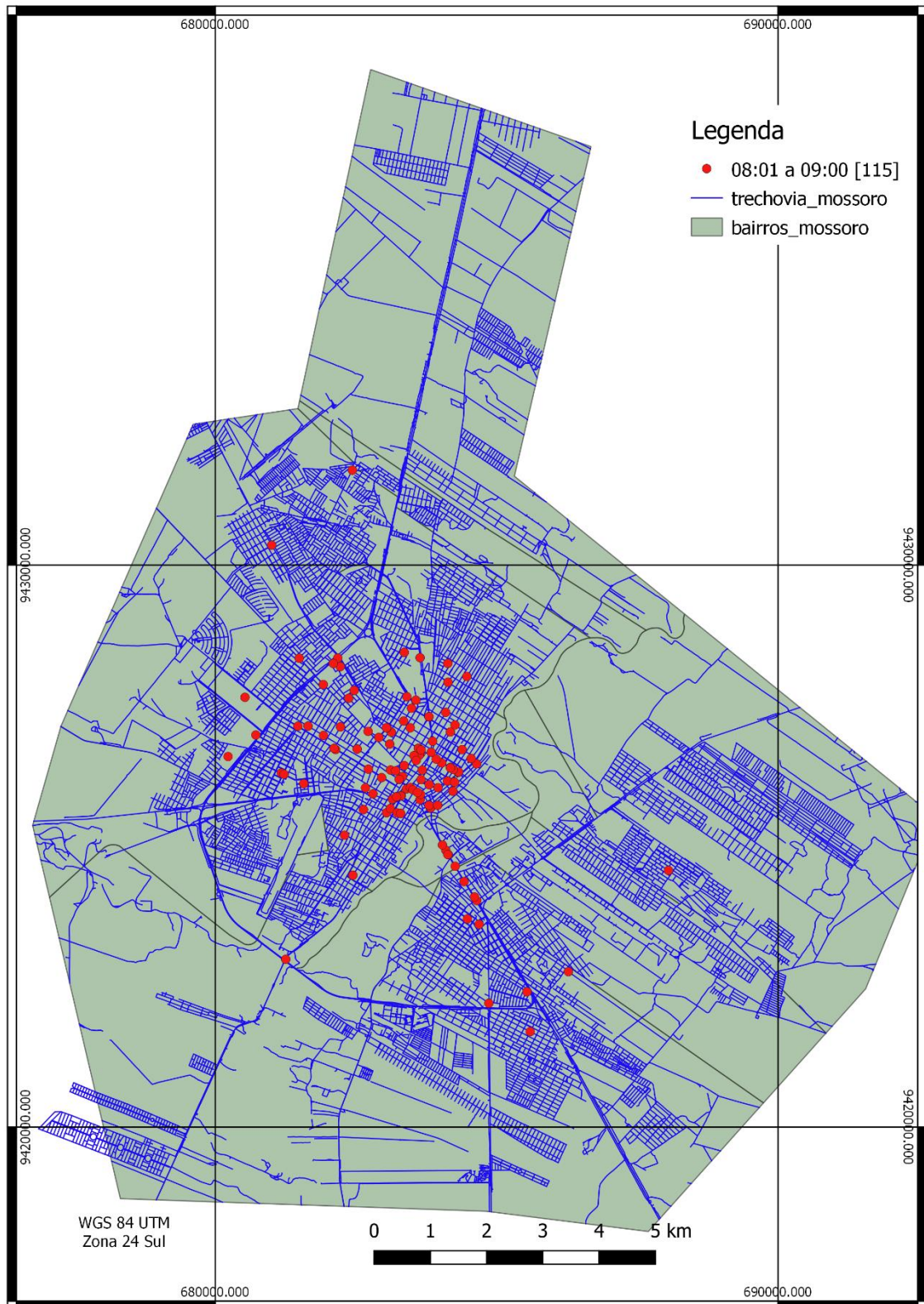
Mapa 12 - Hotspots entre 10:01 e 11:00



Fonte: o autor (2019).



Mapa 13 - Acidentes sem vítimas entre 08:01 e 09:00



Fonte: o autor (2019).

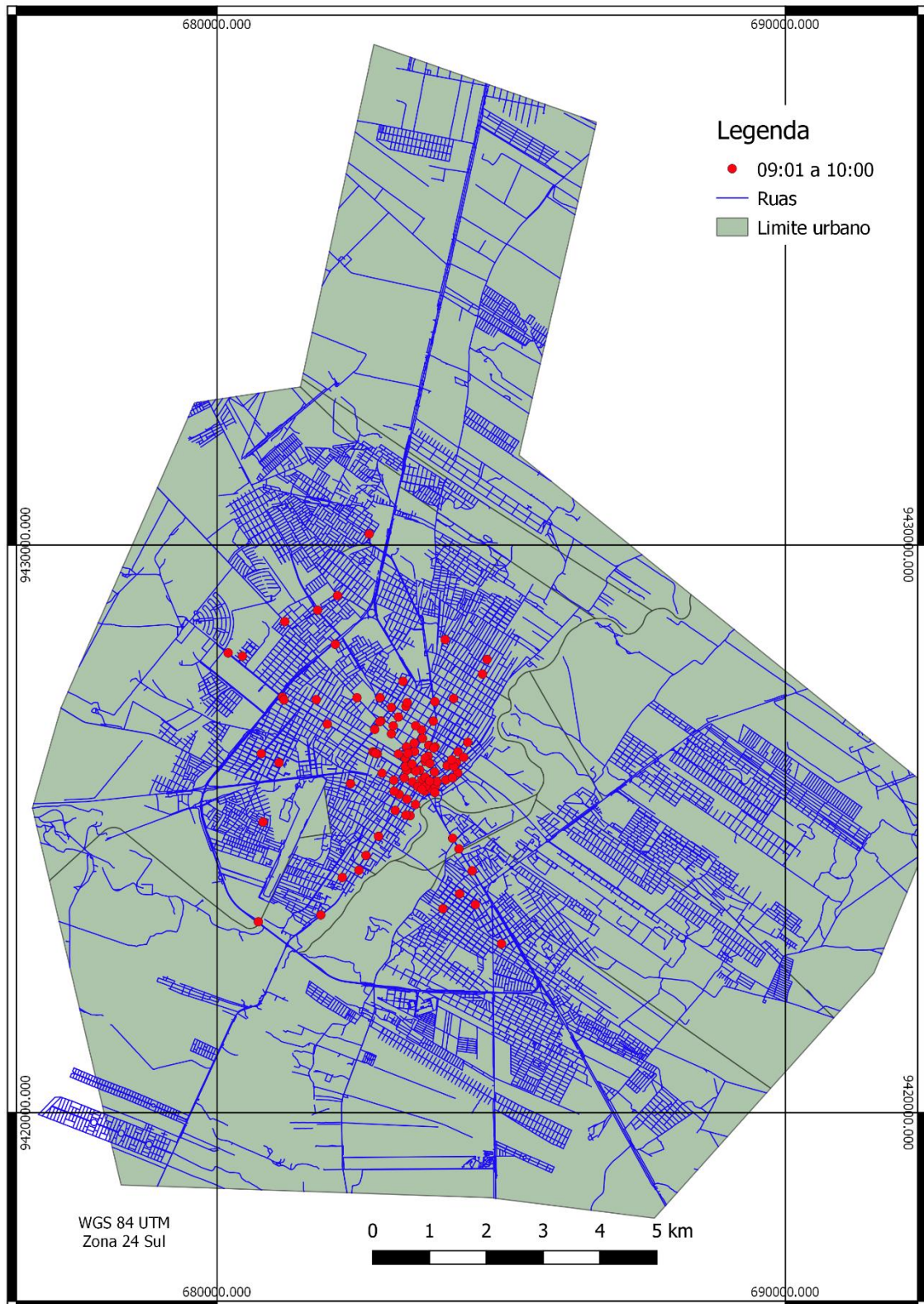
Mapa 14 - Hotspots entre 08:01 e 09:00



Fonte: o autor (2019).



Mapa 15 - Acidentes sem vítimas entre 09:01 e 10:00



Fonte: o autor (2019).

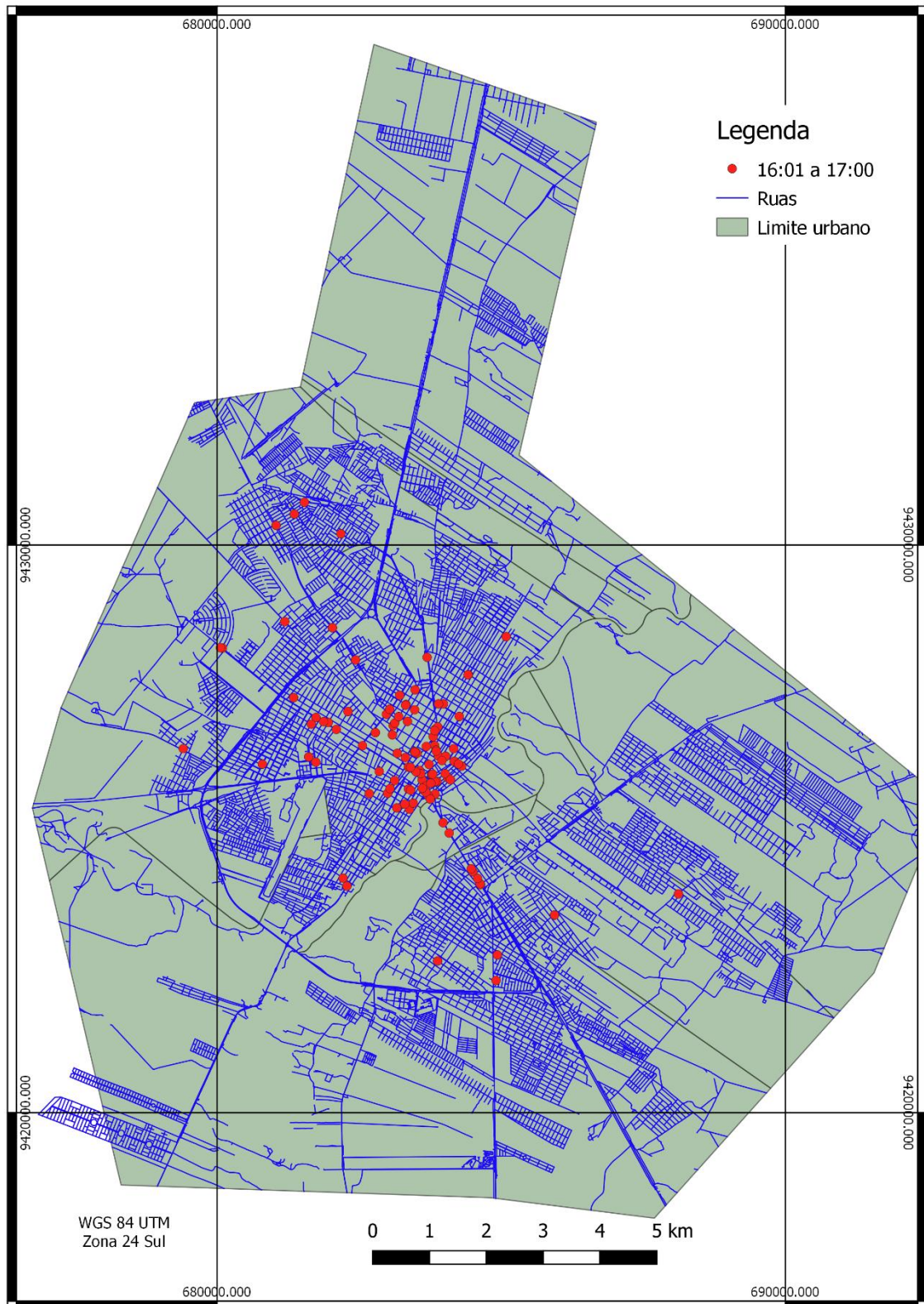
Mapa 16 - Hotspots entre 09:01 e 10:00



Fonte: o autor (2019).

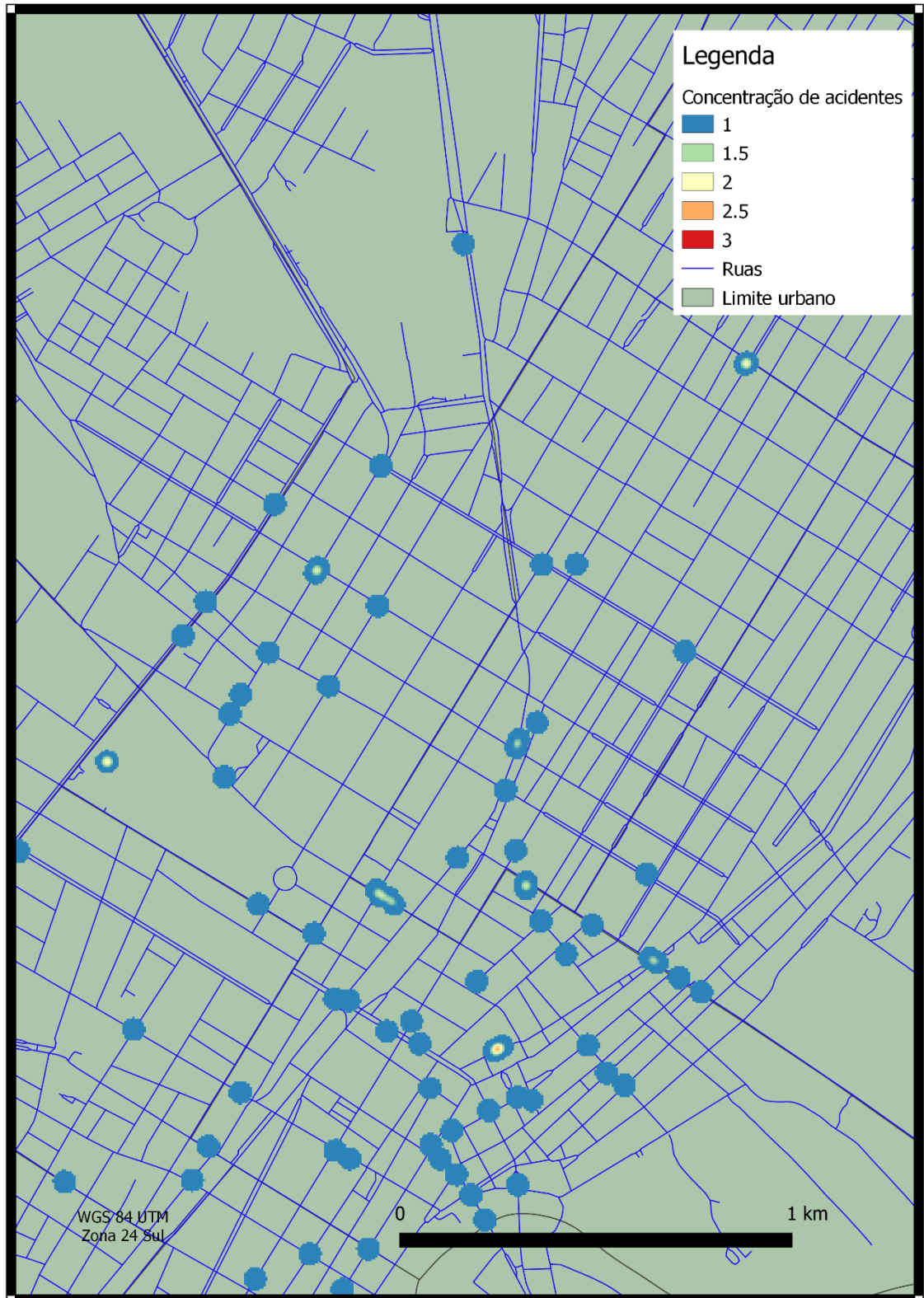


Mapa 17 - Acidentes sem vítimas entre 16:01 e 17:00



Fonte: o autor (2019).

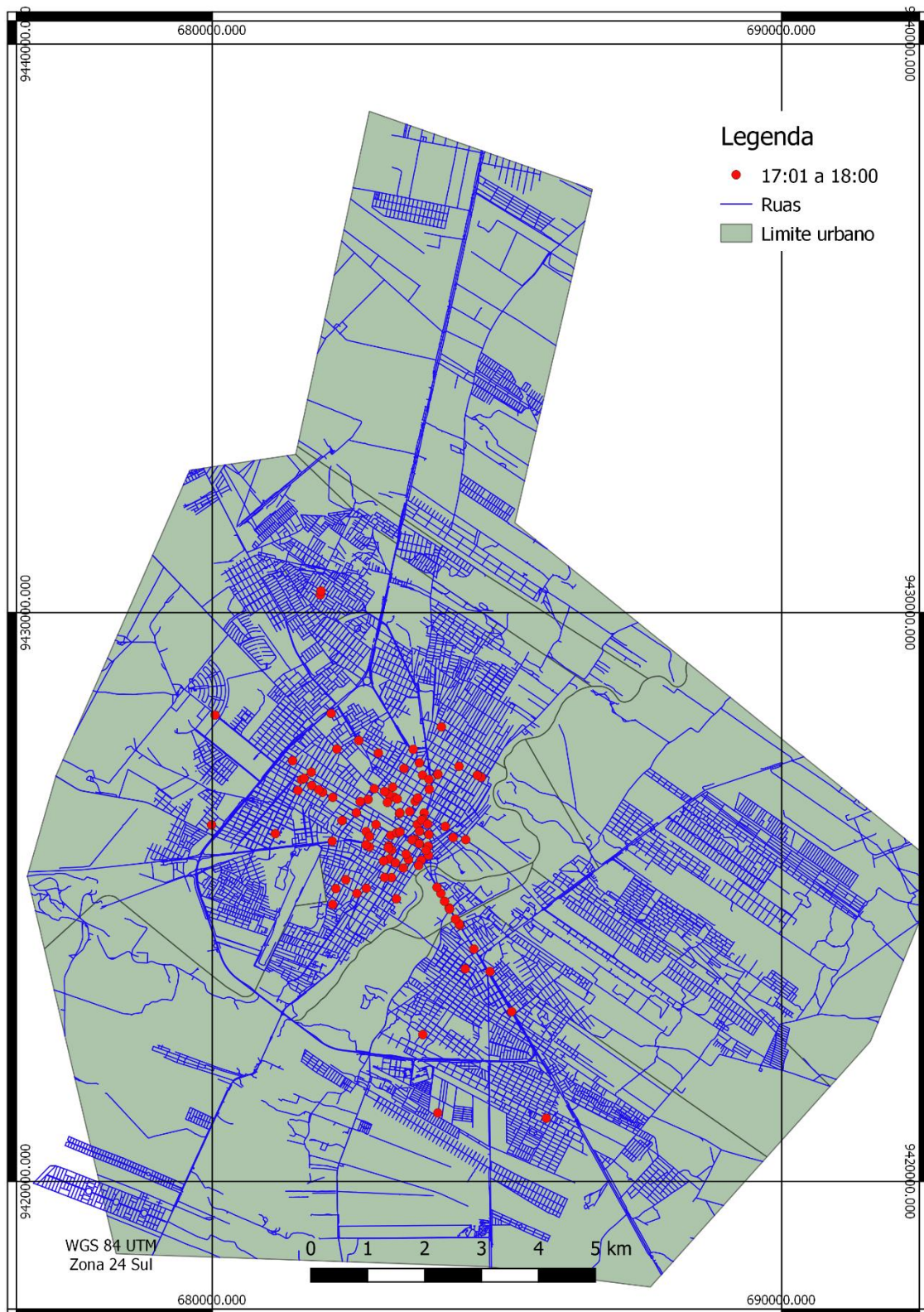
Mapa 18 - Hotspots entre 16:01 e 17:00



Fonte: o autor (2019).

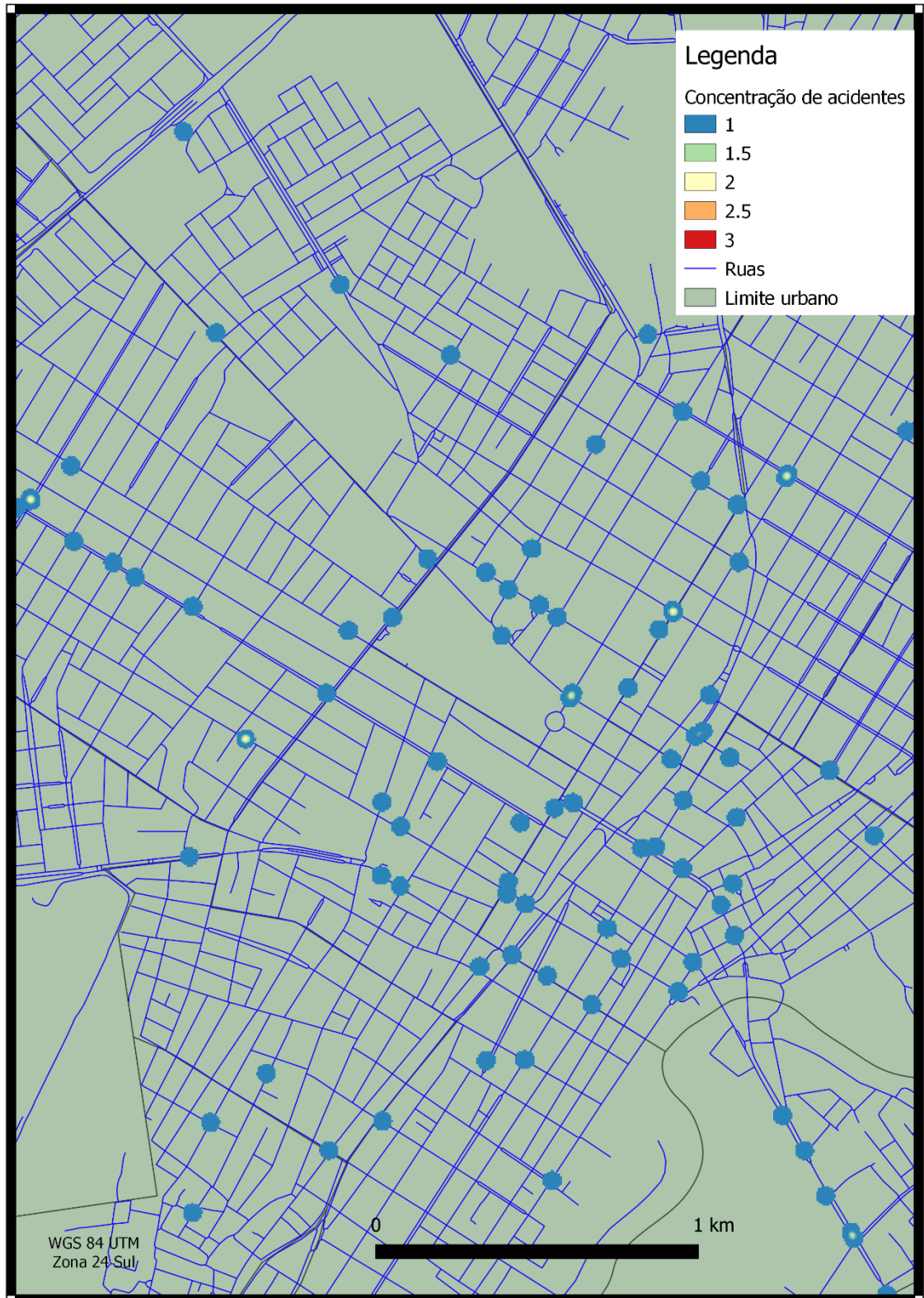


Mapa 19 - Acidentes sem vítimas entre 17:01 e 18:00



Fonte: o autor (2019).

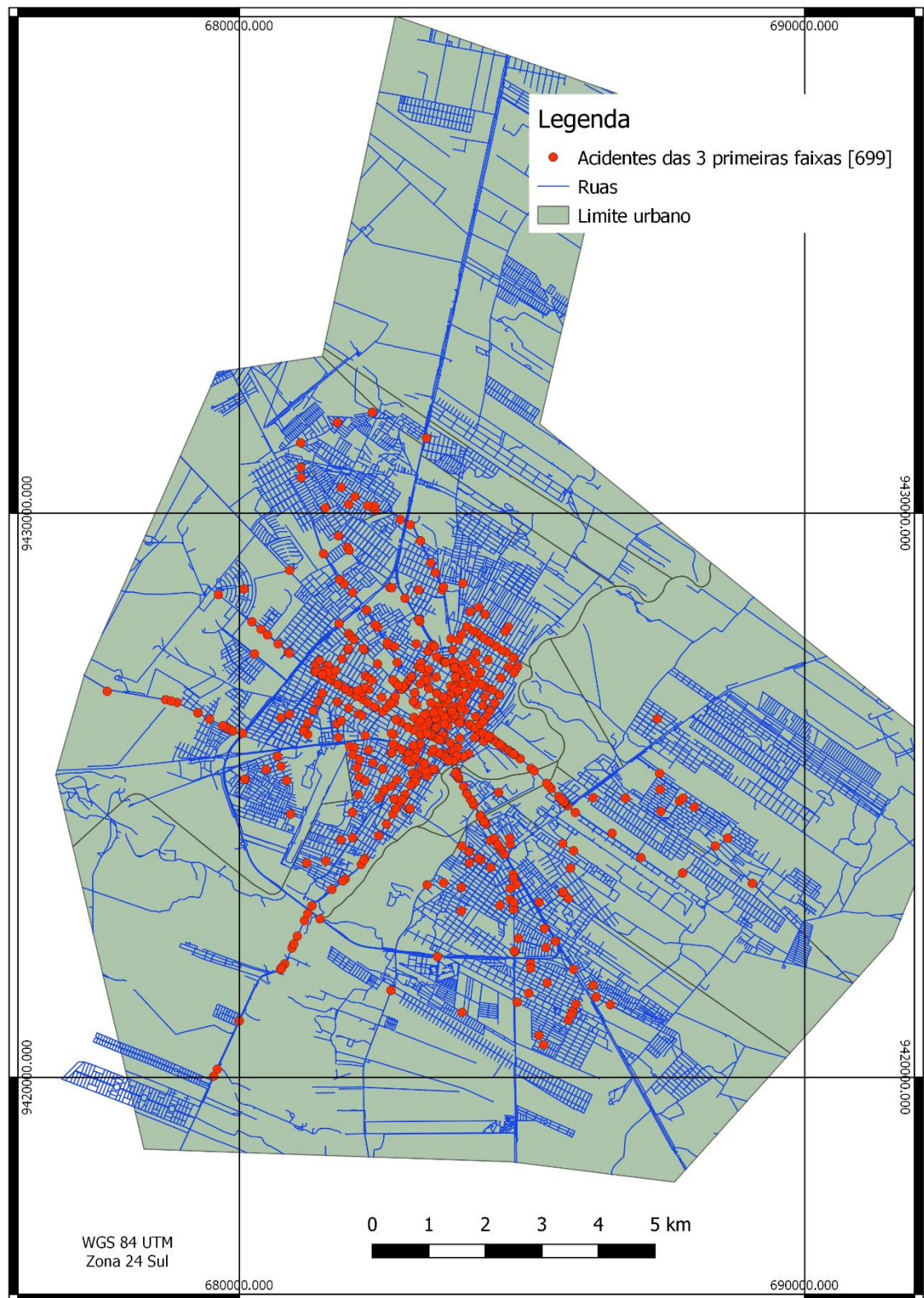
Mapa 20 - Hotspots entre 17:01 e 18:00



Fonte: o autor (2019).

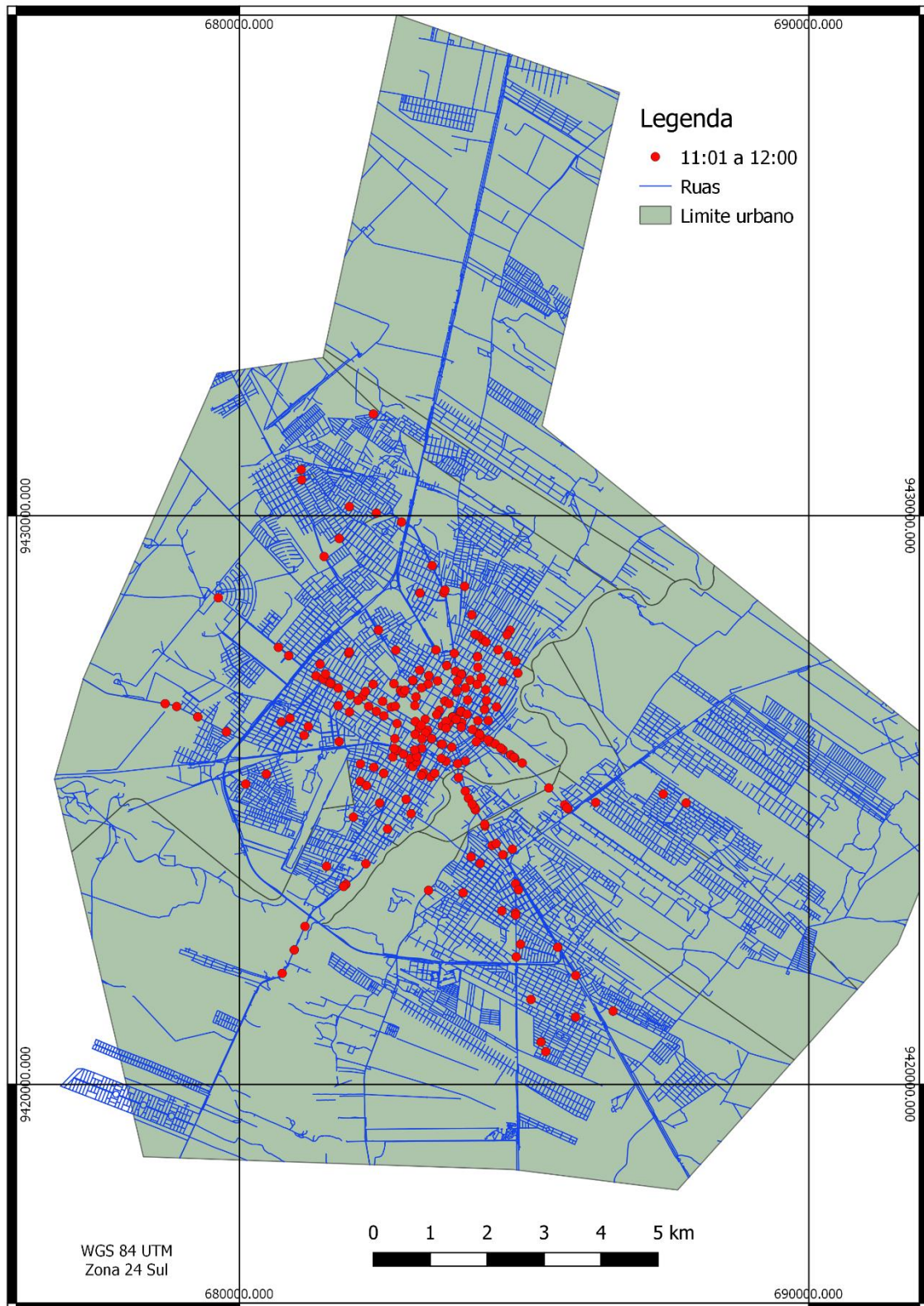


Mapa 21 - Acidentes com vítimas nas 3 primeiras faixas horárias



Fonte: o autor (2019).

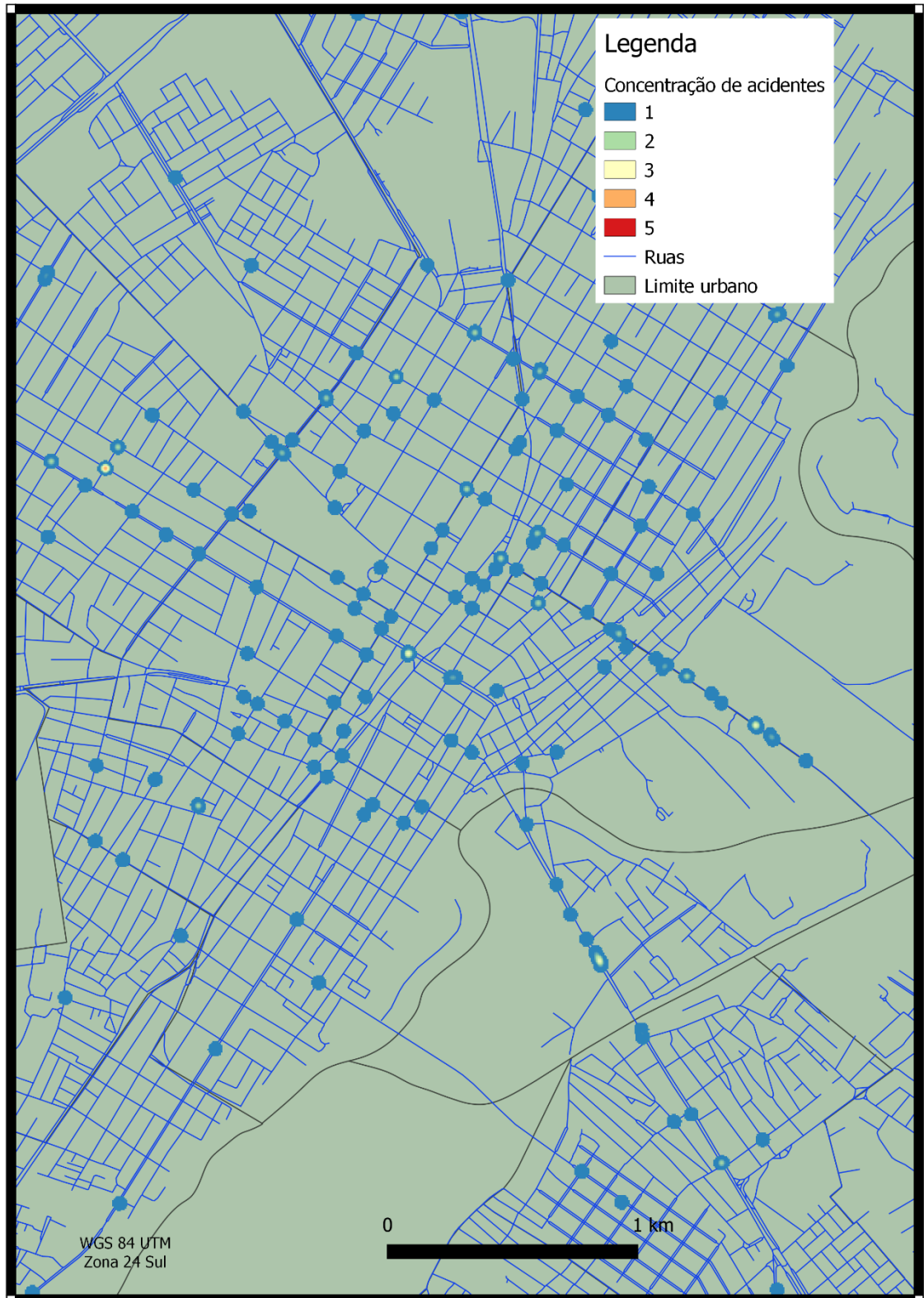
Mapa 22 - Acidentes com vítimas entre 11:01 e 12:00



Fonte: o autor (2019).

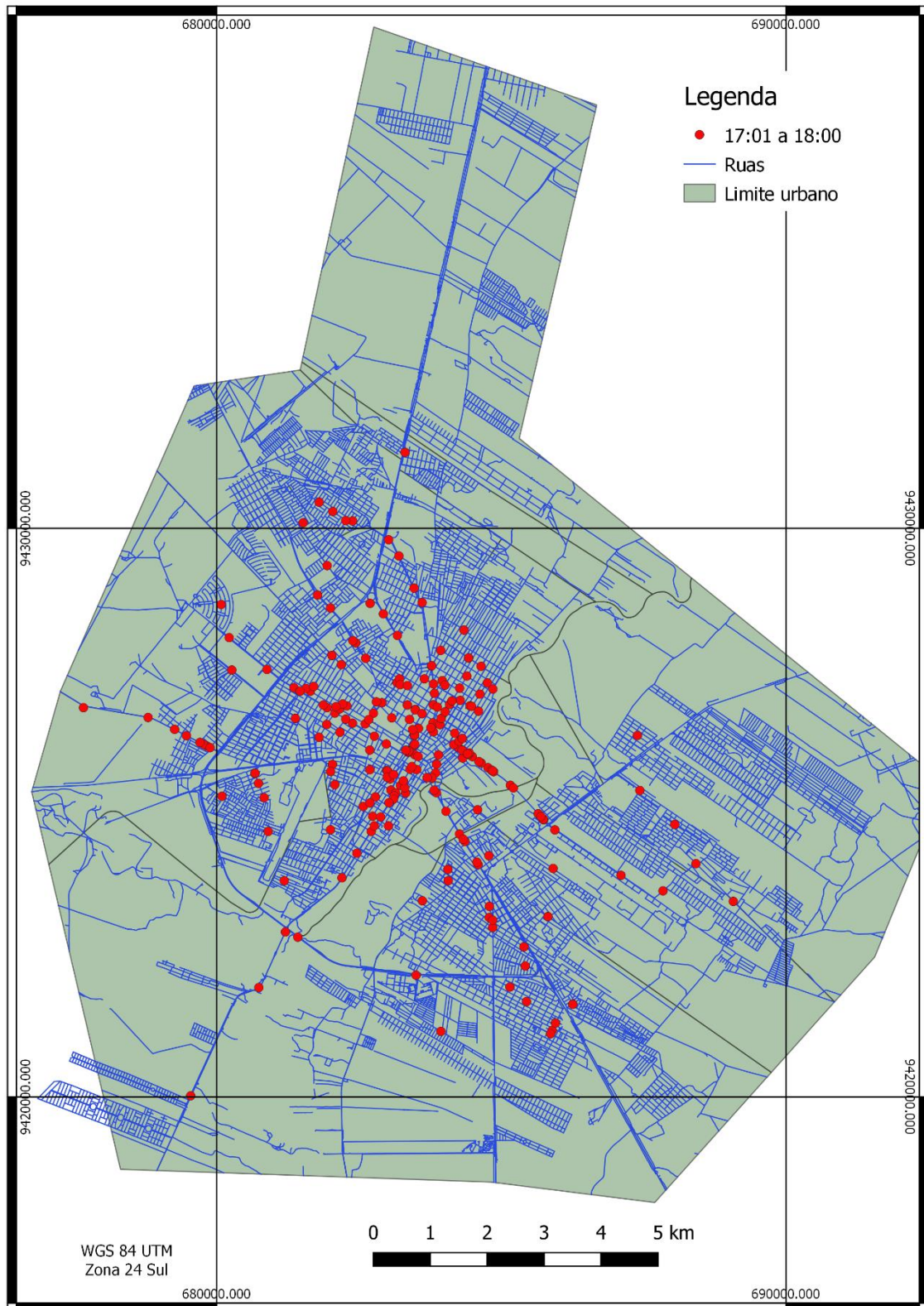


Mapa 23 - Hotspots entre 11:01 e 12:00



Fonte: o autor (2019).

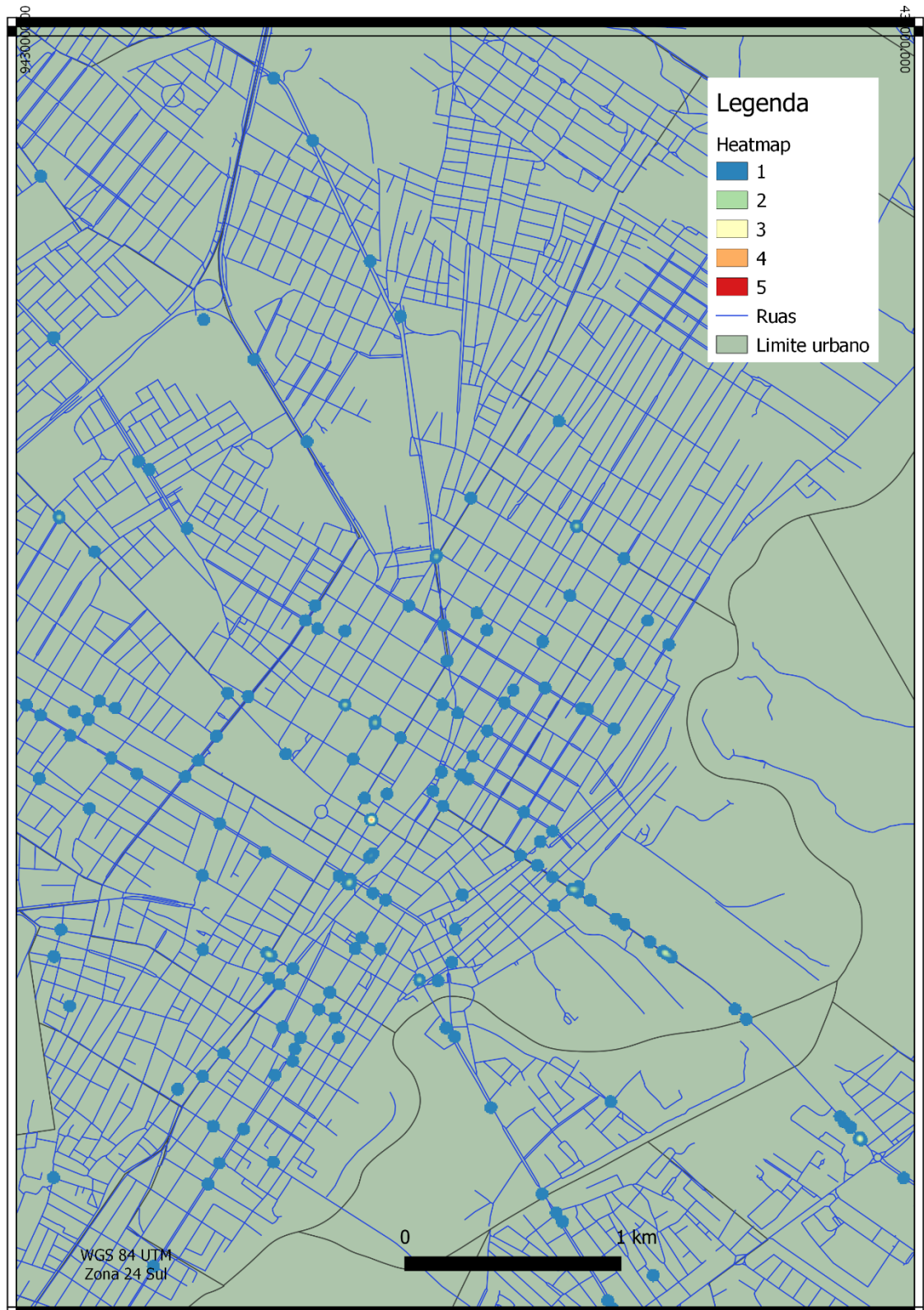
Mapa 24 - Acidentes com vítimas entre 17:01 e 18:00



Fonte: o autor (2019).

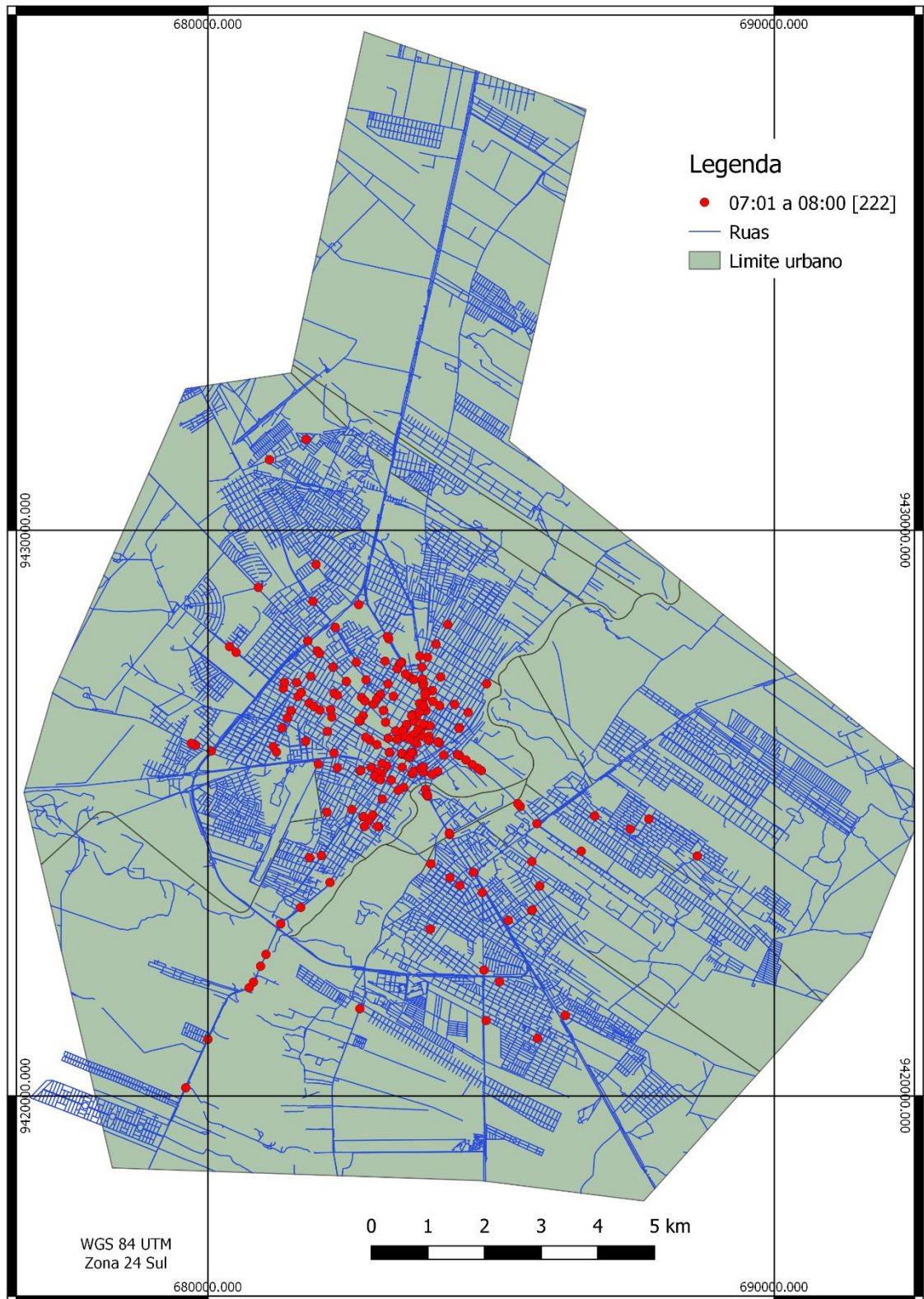


Mapa 25 - Hotspots entre 17:01 e 18:00



Fonte: o autor (2019).

Mapa 26 - Acidentes com vítimas entre 07:01 e 08:00



Fonte: o autor (2019).

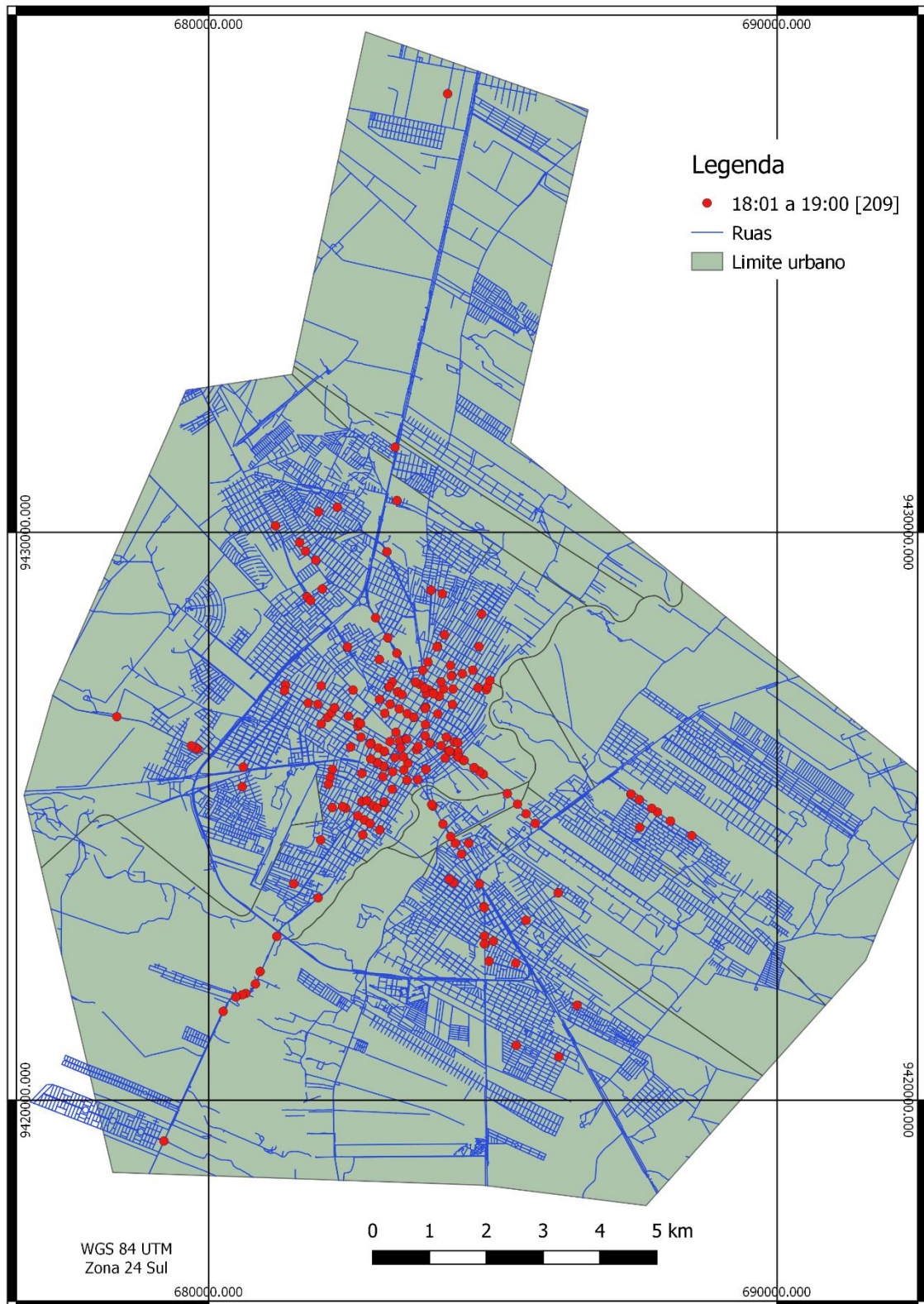


Mapa 27 - Hotspots entre 07:01 e 08:00



Fonte: o autor (2019).

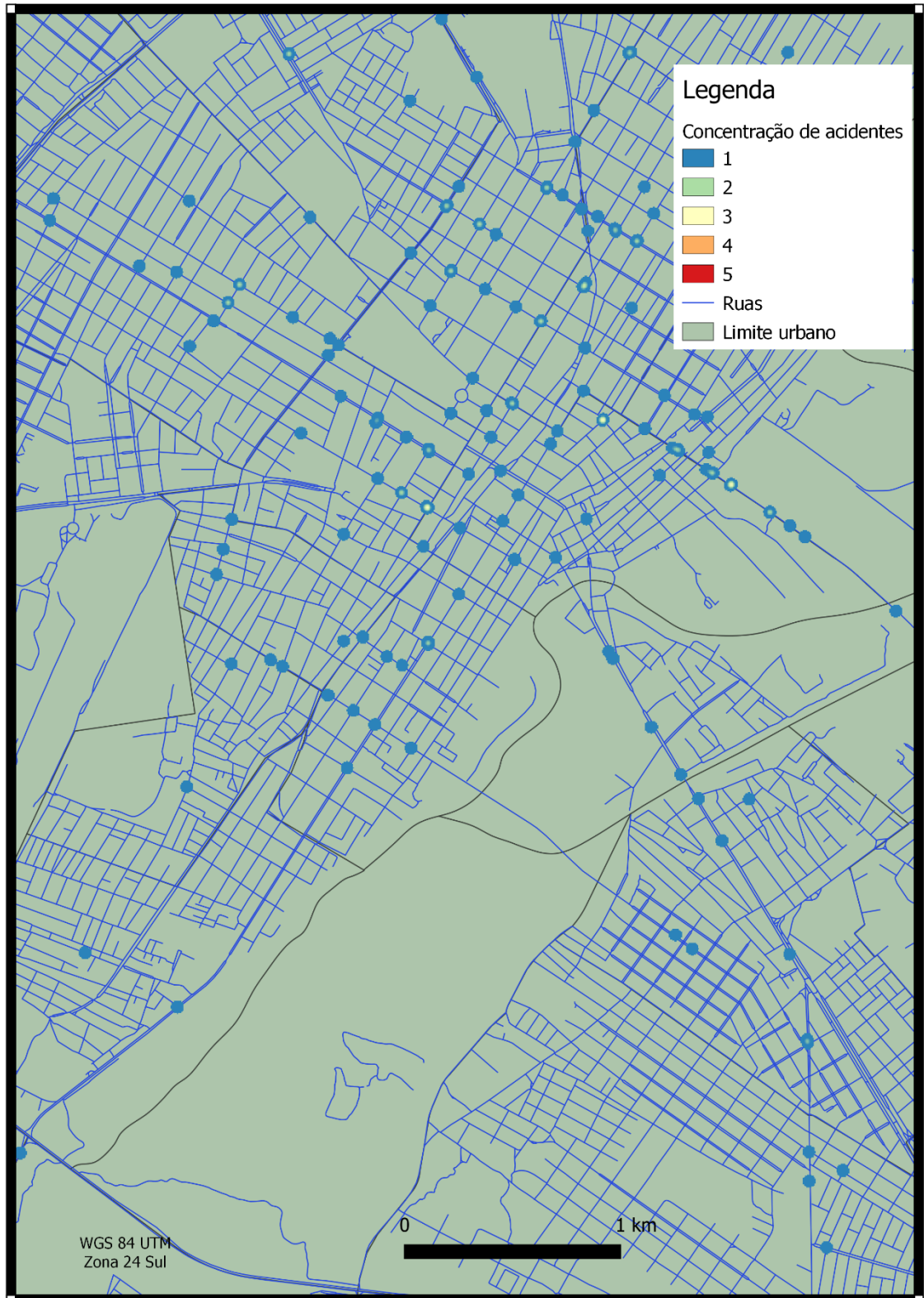
Mapa 28 - Acidentes com vítimas entre 18:01 e 19:00



Fonte: o autor (2019).

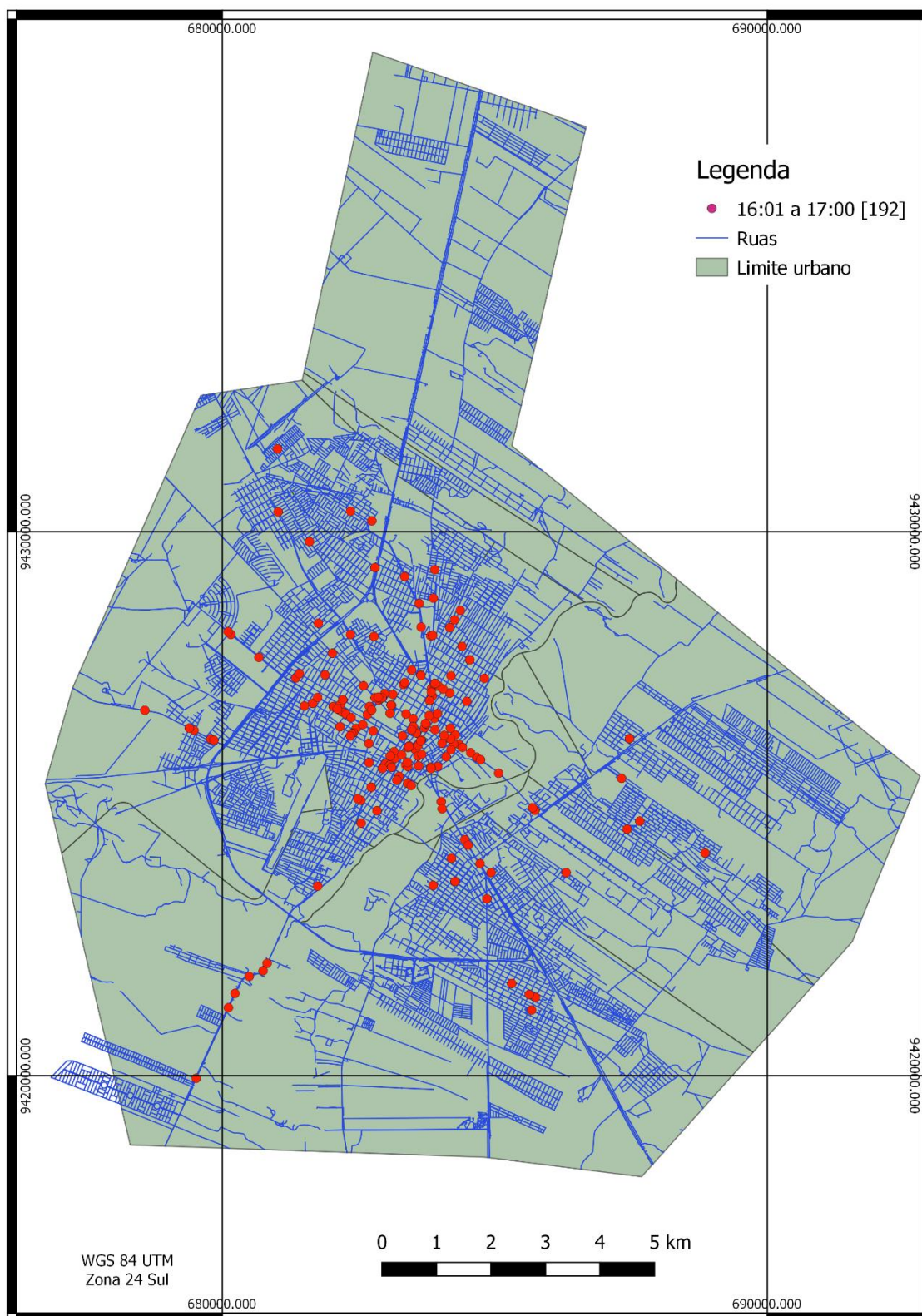


Mapa 29 - Hotspots entre 18:01 e 19:00



Fonte: o autor (2019).

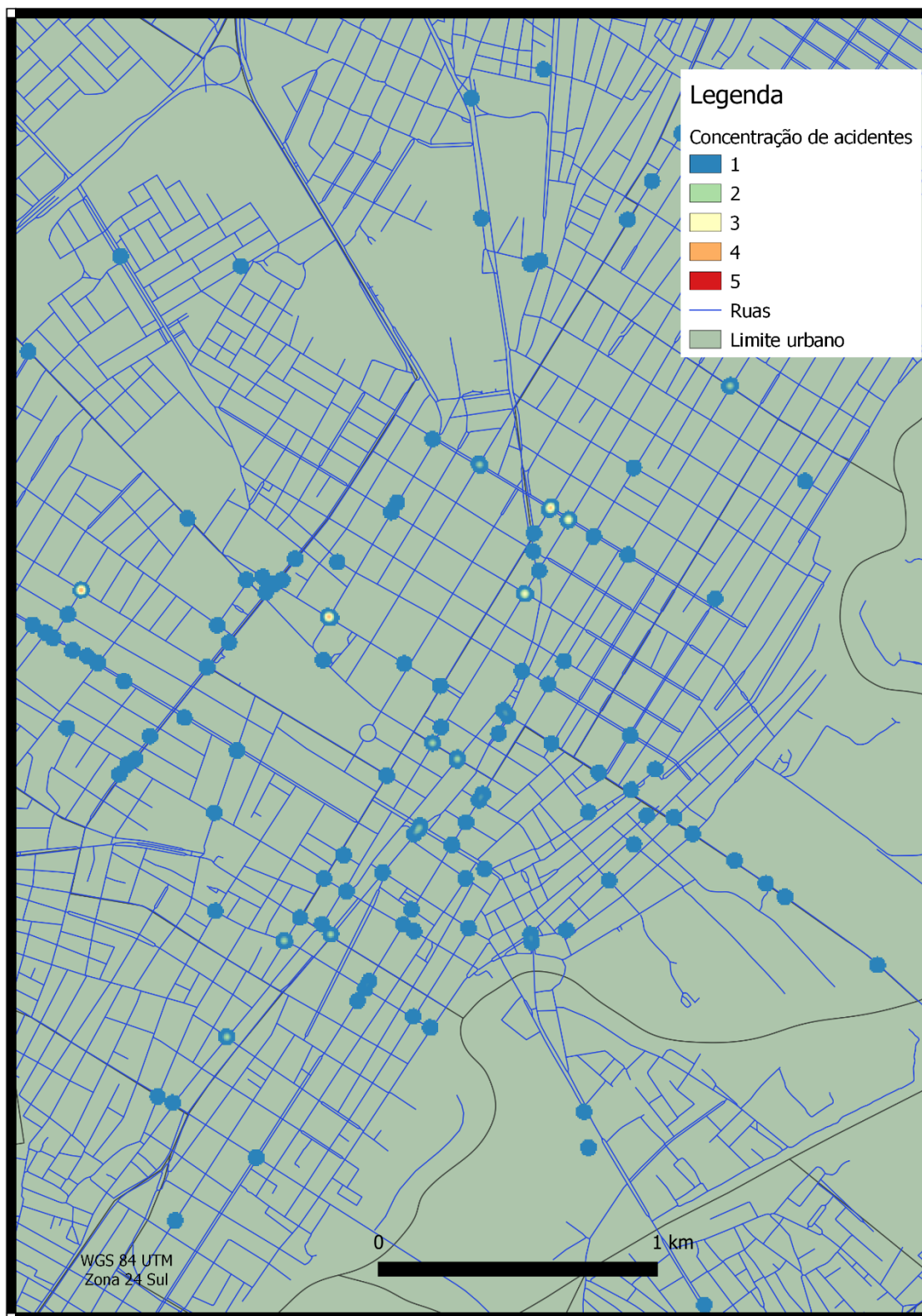
Mapa 30 - Acidentes com vítimas entre 16:01 e 17:00



Fonte: o autor (2019).

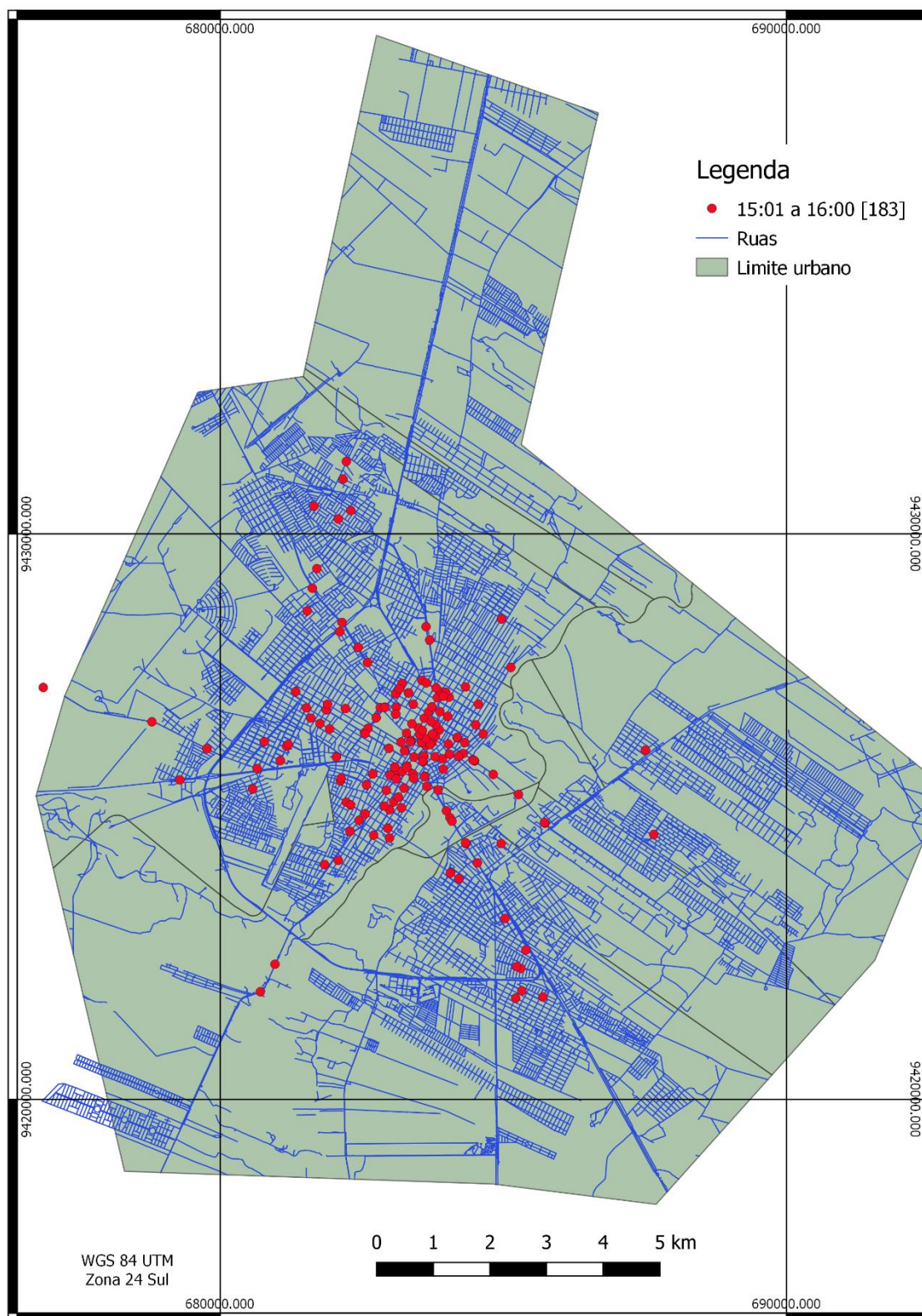


Mapa 31 - Hotspots entre 16:01 e 17:00



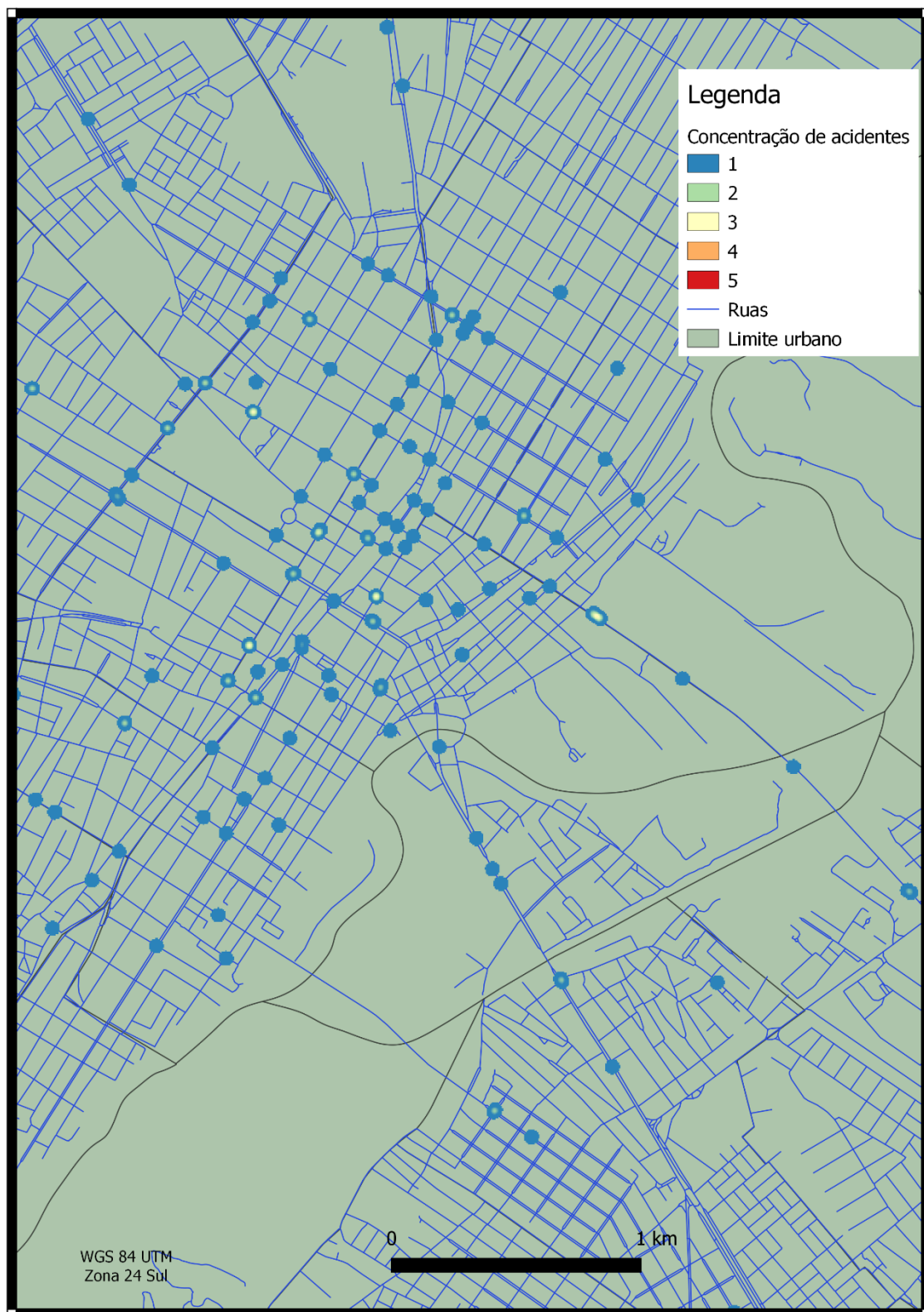
Fonte: o autor (2019).

Mapa 32 - Acidentes com vítimas entre 15:01 e 16:00



Fonte: o autor (2019).

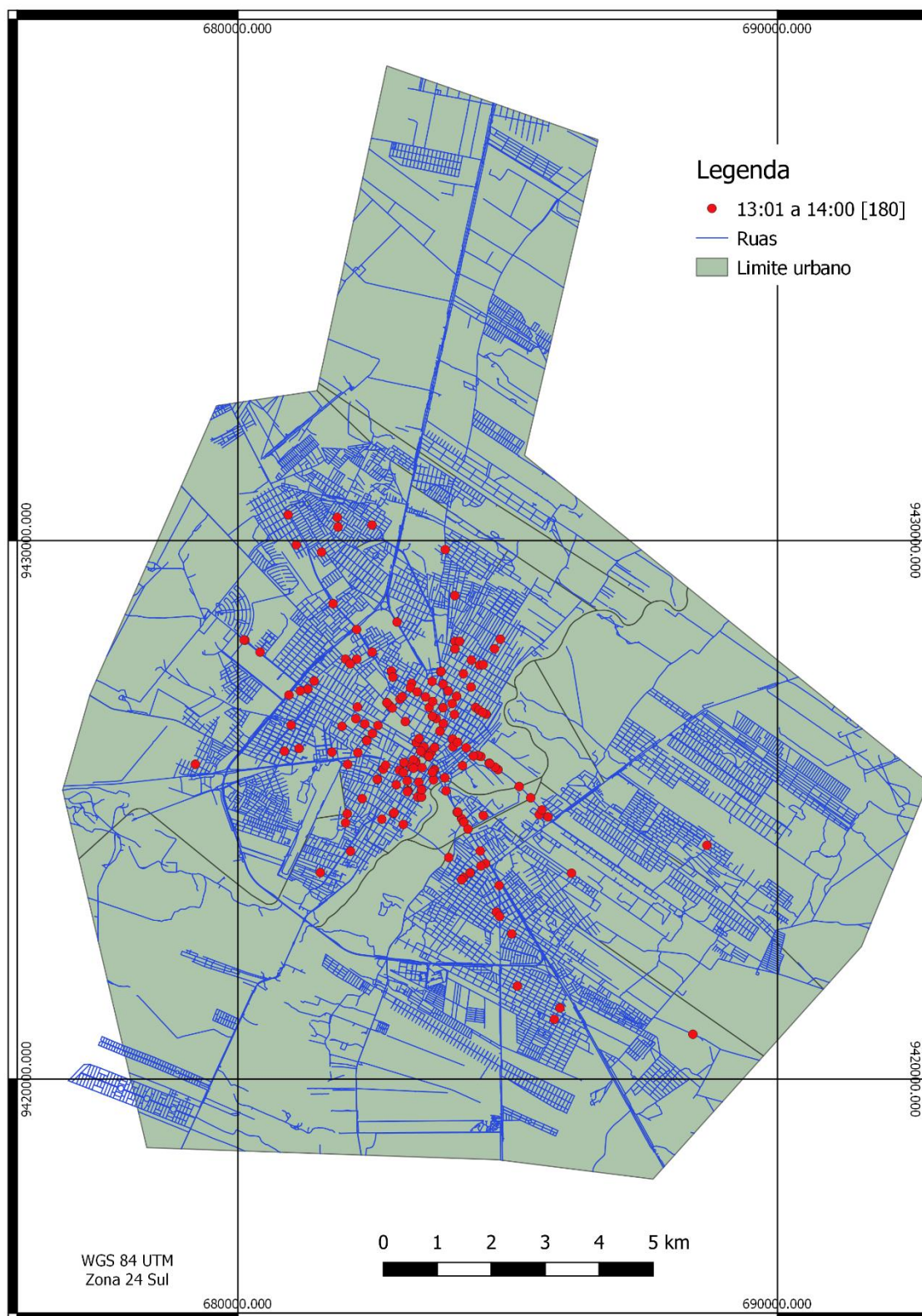
Mapa 33 - Hotspots entre 15:01 e 16:00



Fonte: o autor (2019).



Mapa 34 - Acidentes com vítimas entre 13:01 e 14:00



Fonte: o autor (2019).

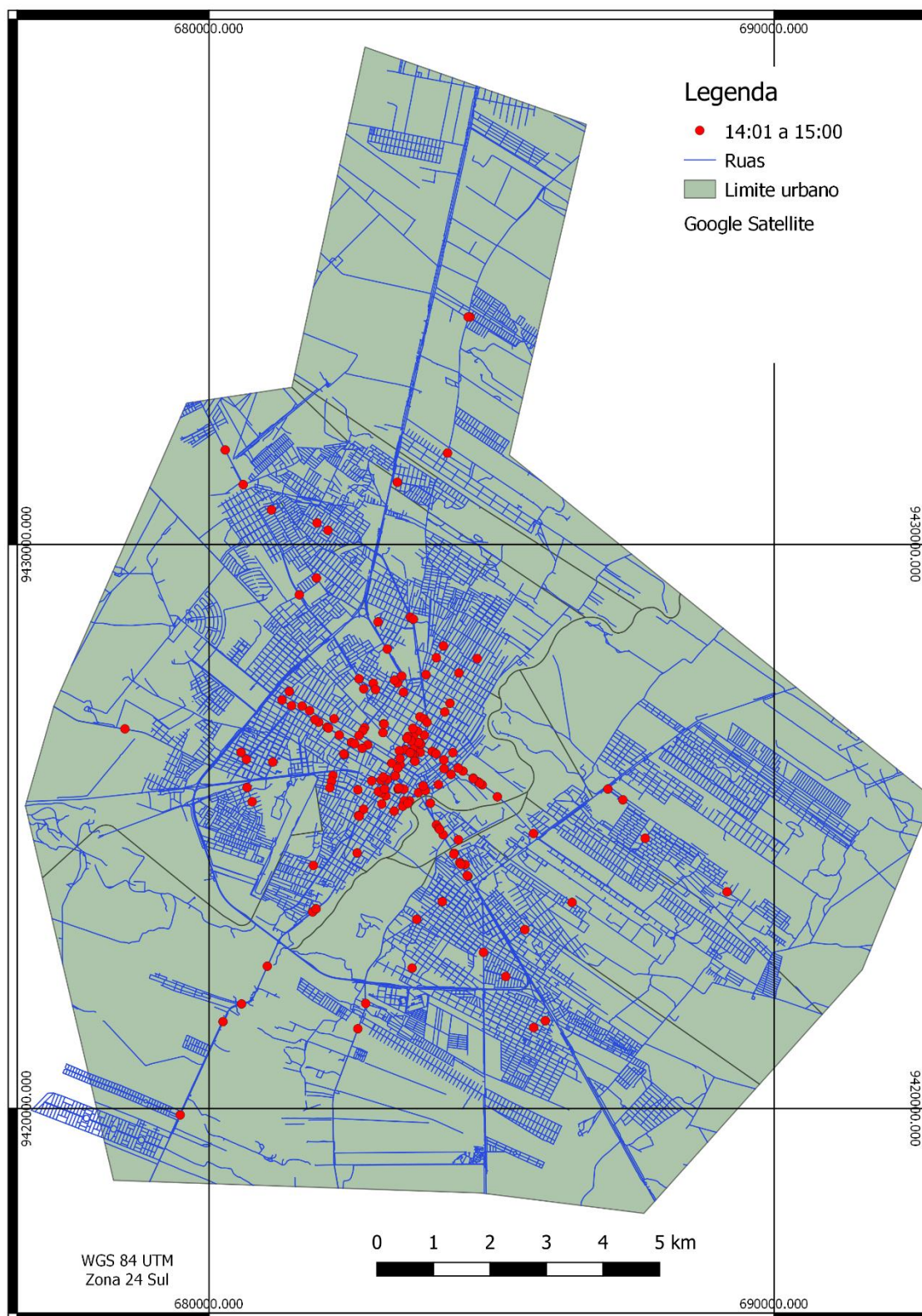
Mapa 35 - Hotspots entre 13:01 e 14:00



Fonte: o autor (2019).

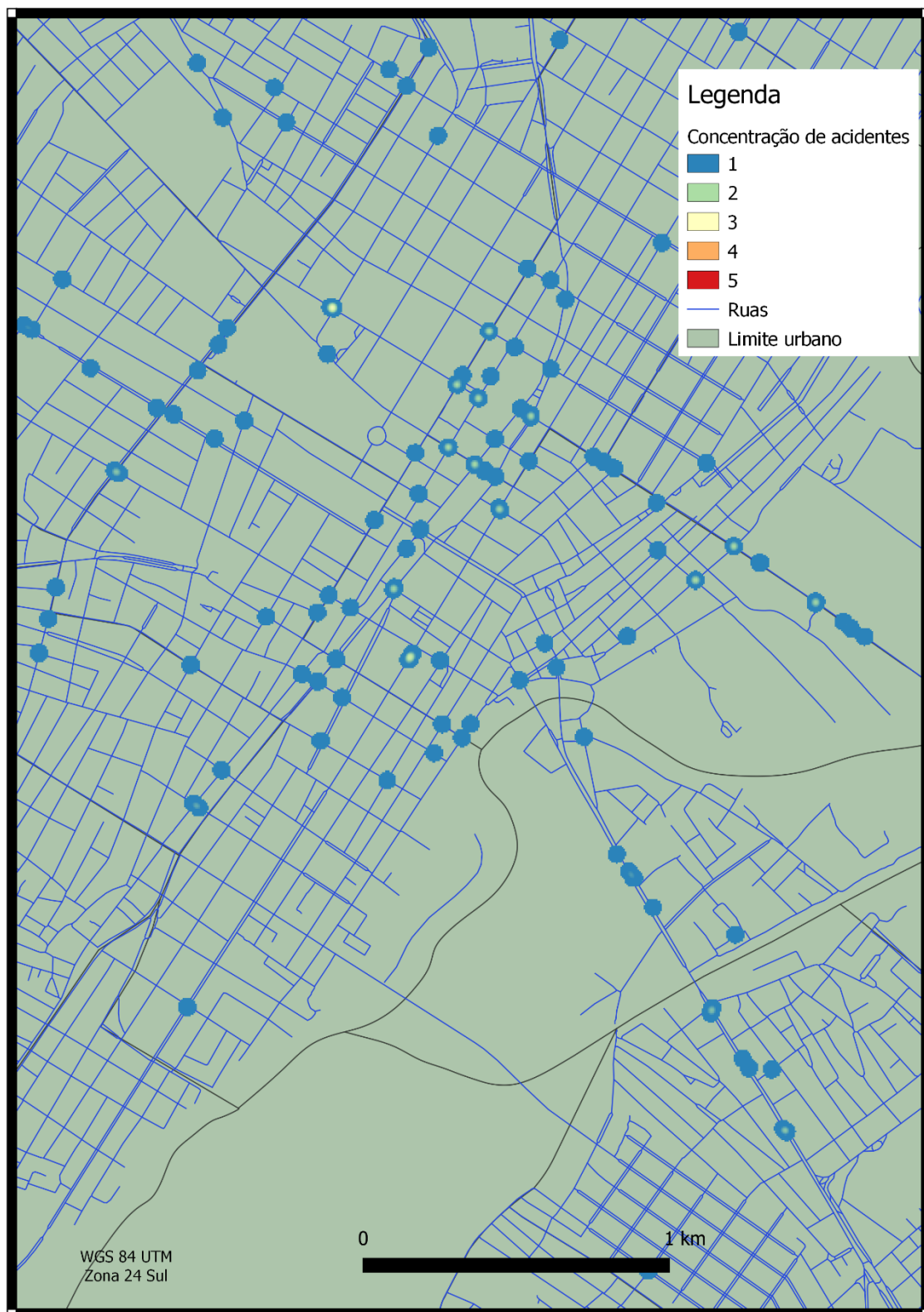


Mapa 36 - Acidentes com vítimas entre 14:01 e 15:00



Fonte: o autor (2019).

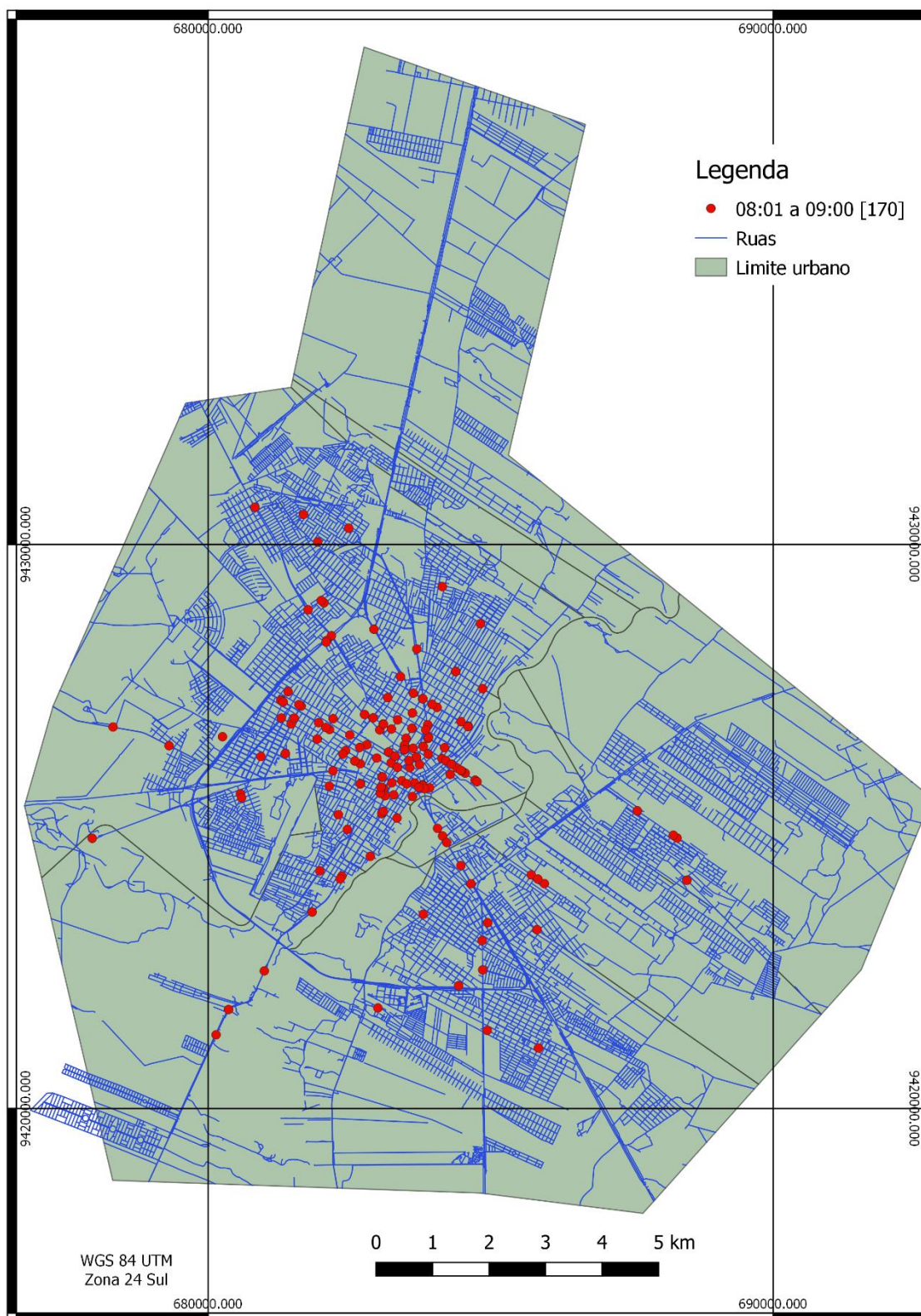
Mapa 37 - Hotspots entre 14:01 e 15:00



Fonte: o autor (2019).

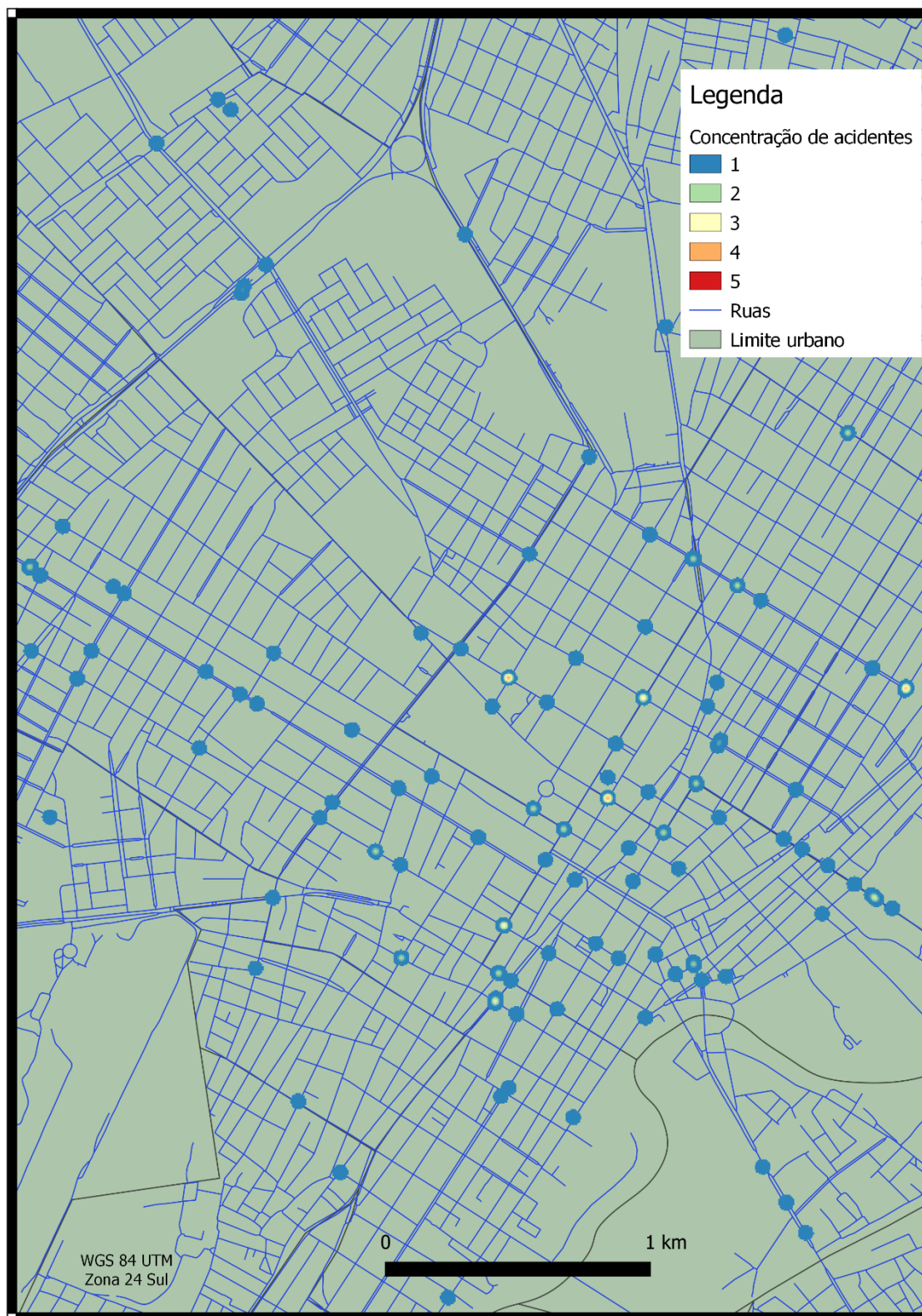


Mapa 38 - Acidentes com vítimas entre 08:01 e 09:00



Fonte: o autor (2019).

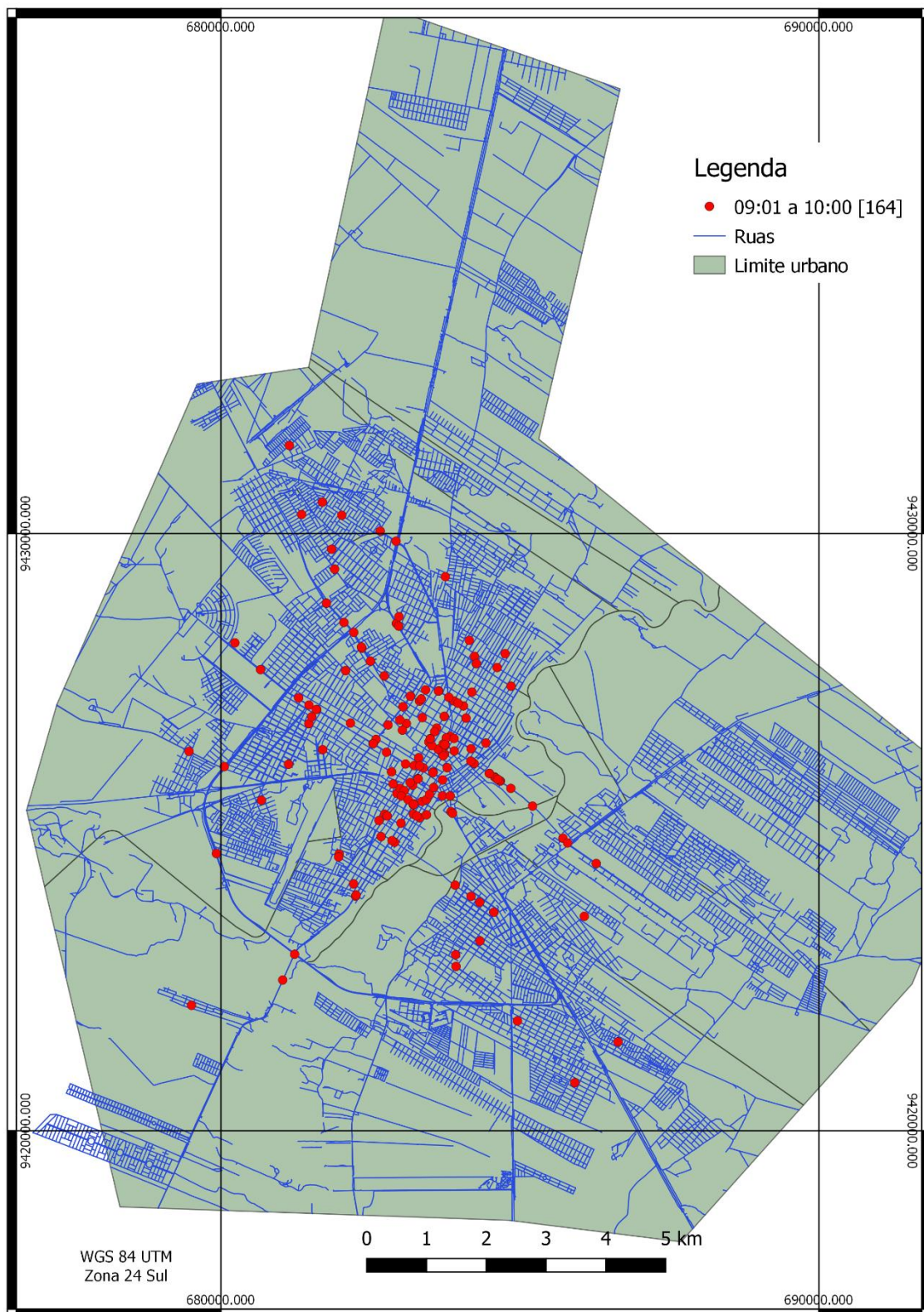
Mapa 39 - Hotspots entre 08:01 e 09:00



Fonte: o autor (2019).



Mapa 40 - Acidentes com vítimas entre 09:01 e 10:00



Fonte: o autor (2019).

Mapa 41 - Hotspots entre 09:01 e 10:00



Fonte: o autor (2019).