



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SAMUEL DE ANDRADE LOPES

**ANÁLISE DE ACIDENTES DE TRÂNSITO COM O USO DE SIG E
GEOESTATÍSTICA: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE PALMAS – TO**

Palmas/TO
2020

SAMUEL DE ANDRADE LOPES

**ANÁLISE DE ACIDENTES DE TRÂNSITO COM O USO DE SIG E
GEOESTATÍSTICA: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE PALMAS – TO**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. sob orientação do prof. Orientador: Dr. Felipe de Azevedo Marques

Palmas/TO
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- L864a Lopes, Samuel de Andrade.
Análise de acidentes de trânsito com uso de SIG e geoestatística: : Estudo de caso da cidade de Palmas - TO . / Samuel de Andrade Lopes. – Palmas, TO, 2020.
79 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2020.
Orientador: Felipe de Azevedo Marques
1. Acidentes de trânsito. 2. Sistema de Informações Geográficas. 3. Geoestatística. 4. Análise espacial e temporal. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SAMUEL DE ANDRADE LOPES

ANÁLISE DE ACIDENTES DE TRÂNSITO COM O USO DE SIG E GEOESTATÍSTICA:
ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE PALMAS – TO

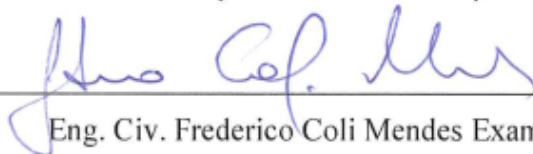
Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. sob orientação do prof. Orientador: Dr. Felipe de Azevedo Marques

Data da aprovação 10 / 02 / 2020

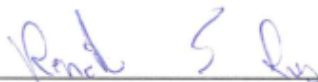
Banca examinadora:



Prof. Dr. Felipe de Azevedo Marques Orientador, UFT



Eng. Civ. Frederico Coli Mendes Examinador, SESMU



Arq. Renato Silva Reis Examinador, UFT

Dedico este trabalho à minha esposa, meus pais e meus irmãos pelo apoio, carinho e por confiarem no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças para concluir essa jornada.

Ao professor Dr. Felipe de Azevedo Marques, pela orientação deste trabalho, pelos incentivos e por acreditar no meu potencial. Aos demais professores do curso de Engenharia Civil da UFT, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus irmãos, Deurifran de Andrade Lopes e Rosimara de Andrade Lopes, por assumirem o compromisso de cuidar dos meus pais quando decidi seguir carreira nos estudos.

Aos meus pais, Pedro Lopes de Andrade e Rosa Maria de Andrade Lopes, por acreditarem no meu potencial.

A minha esposa, Jhorrana Cristina de Sousa Leite Andrade, pela força e conselhos quando nem eu mesmo acreditava em mim.

RESUMO

Os acidentes de trânsito têm representado uma das maiores causas de mortes e feridos no Brasil e no mundo, gerando impactos diretos na economia e principalmente na saúde pública. Diante disso, uma das preocupações do poder público ou órgãos responsáveis pelo planejamento e gestão do trânsito é encontrar soluções que minimizem esses problemas, com isso, o desenvolvimento de novas tecnologias tem se mostrado uma solução prática na busca por melhorias. Diante desse contexto, o desenvolvimento desse trabalho teve como objetivo realizar análises espaciais e temporais dos acidentes de trânsito ocorridos na cidade de Palmas-TO entre janeiro de 2017 e julho de 2019, tendo como principal ferramenta de apoio o Sistema de Informações Geográficas (SIG) associado à Geoestatística, com a finalidade de identificar, por meio de análises de padrões pontuais como o estimador de intensidade de Kernel, os locais com maiores intensidades de ocorrências de acidentes na cidade, além de identificar também as tipologias predominantes e quais delas causam as maiores gravidades e principalmente os dias e horas com maior incidência de acidentes de trânsito. As análises mostram que os acidentes de trânsito ocorrem de maneira geral em quase toda a cidade, porém com maiores incidências na Região Sul, mais precisamente nos setores Jardim Aurenny III e Taquaralto – Centro, enquanto Na região central da cidade, as maiores incidências ocorrem na quadra 104 Sul – I, além disso identificou-se que ambas possuem características semelhantes, bem como predominância de construções comerciais nas suas principais vias e conseqüentemente alto fluxo de veículos e pessoas. Os maiores problemas identificados para esta pesquisa estão relacionados à coordenada geográfica do acidente, que tem como base os setores, bairros ou quadras e não o local exato da ocorrência, assim, contribuem para análises de baixa precisão. Portanto, para a cidade alcançar resultados satisfatórios em análises espaciais, em medidas preventivas e corretivas e principalmente reduzir o número de mortes e feridos no trânsito e os custos gerados por eles, é necessário maior atenção no sistema de registro e armazenamento de dados.

Palavras – Chave: Acidentes de Trânsito, Sistema de Informações Geográficas, Geoestatística, Análise Espacial e Temporal.

ABSTRACT

The traffic accidents have represented a major cause of deaths and injuries in Brazil and worldwide, generating direct impacts on the economy and especially on public health. Therefore, one of the government's concerns or agencies responsible for planning and traffic management is to find solutions that minimize these problems, therefore, the development of new technologies has proven to be a practical solution in the search for improvements. In this context, the development of this study aimed to perform spatial and temporal analysis of traffic accidents occurred in the city of Palmas-TO between January 2017 and July 2019, with the main support tool the Geographic Information System (GIS) associated with Geoestatística, in order to identify, by means of point pattern analysis and the Kernel intensity estimator, where the highest intensities of accident occurrences in the city, and also identify the prevailing types and which ones cause the greatest severity and especially the days and hours with the highest incidence of traffic accidents. The analyzes show that traffic accidents occur generally in almost all the city, but with a higher incidence in the Southern Region, specifically in the areas Jardim Aurenny III and Taquaralto - Centro, while in the central area of the city, the highest incidences occur in 104 Sul - I also identified that both have similar characteristics, and predominance of commercial buildings on the main roads and hence high flow of vehicles and people. The major problems identified for this research are related to the geographic coordinates of the accident, which is based on the sectors, neighborhoods or blocks and not the exact location of the occurrence, thus contributing to low precision analysis. So for the city to achieve satisfactory results in spatial analyzes, preventive and corrective measures and especially reduce the number of deaths and injuries in traffic and the costs generated by them, we need more attention in the registration system and data storage.

Keywords: Traffic Accidents, Geographical Information System, Geostatistics, Spatial Analysis and Temporal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica da cidade de Palmas – TO	15
Figura 2 - Composição de custos de acidentes de trânsito - aglomerações urbanas, Brasil 2001 ...	16
Figura 3 - Taxa de óbitos causados por acidentes de trânsito para cada 100 mil habitantes no Brasil...	22
Figura 4 - Número de óbitos por acidentes de trânsito no Tocantins	23
Figura 5 - Levantamento do número de vítimas fatais entre 2011 e 2018 em Palmas – TO.....	24
Figura 6 - Estrutura de um Sistema de Informações Geográficas (SIG).....	26
Figura 7 - Estimador de intensidade de Kernel	28
Figura 8 - Estrutura do projeto de graduação	29
Figura 9 - Esquema de Coleta e armazenamento de dados de acidentes de trânsito.....	30
Figura 10 - Análise espacial de Kernel.....	32
Figure 11 – Análise espacial e temporal.....	33
Figura 12 - Banco de dados disponibilizado	35
Figura 13 - Análise espacial das ocorrências de acidentes de trânsito	36
Figura 14 - Av. I próximo à estação Xerente em Jardim Aurenny III.....	37
Figura 15 - Cruzamento da Av. Tocantins com a Av. Perimetral Norte em Taquaralto - Centro.....	37
Figura 16 - Análise de tipologias de acidentes de trânsito.....	38
Figura 17 - Análise de gravidades das vítimas de acidentes de trânsito.....	39
Figura 18 - Análise dos dias e horas das ocorrências de acidentes de trânsito	40
Figura 19 - Análise espacial e temporal das ocorrências de acidentes de trânsito – Jardim Aurenny III.....	41
Figura 20 - Análise espacial das ocorrências de atropelamento	43
Figura 21 - Cruzamento da Av. Tocantins e Av. Taquaruçu em Taquaralto - Centro.....	44
Figura 22 - Análise de gravidade das vítimas de atropelamento	45
Figura 23 - Análise dos dias e horas das ocorrências de atropelamento	46
Figura 24 - Análise espacial e temporal das ocorrências de atropelamento.....	47
Figura 25 - Análise espacial das ocorrências de capotamento	49
Figura 26- Av. I, via de acesso do setor Jardim Aurenny I ao setor Jardim Aurenny III	50
Figura 27 - Análise de gravidade das vítimas de capotamento.....	51
Figura 28 - Análise dos dias e horas das ocorrências de capotamento	52
Figura 29 - Análise espacial e temporal das ocorrências de capotamento	53
Figura 30 - Análise espacial das ocorrências de choque.....	55
Figura 31 - Análise de gravidade das vítimas de choque.....	56
Figura 32 - Análise dos dias e horas das ocorrências de choque	57

Figura 33 - Análise espacial e temporal das ocorrências de choque	58
Figura 34 - Análise espacial das ocorrências de colisão	60
Figura 35 - Colisão de veículos no entorno das quadras 108 e 110 norte	61
Figura 36 - Análise de gravidade das vítimas de colisão	62
Figura 37 - Análise dos dias e horas das ocorrências de colisão	63
Figure 38 - Análise espacial e temporal das ocorrências de colisão – Jardim Aurenny III	64
Figura 39 - Análise espacial das ocorrências de queda	66
Figura 40 – Via no entorno do setor Jardim Aurenny IV	67
Figura 41 - Análise de gravidade das vítimas de queda	68
Figura 42 - Análise dos dias e horas das ocorrências de queda	69
Figura 43 - Análise espacial e temporal das ocorrências de queda	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Inconsistências encontradas e removidas do banco de dados	34
Quadro 2 - Análise de tipologia e gravidade das ocorrências de acidentes de trânsito	38
Quadro 3 - Análise dos dias e horas das ocorrências de acidentes de trânsito	40
Quadro 4 - Análise de gravidade das vítimas de atropelamento	45
Quadro 5 - Análise dos dias e horas das ocorrências de atropelamento	46
Quadro 6 - Análise de gravidade das vítimas de capotamento	50
Quadro 7 - Análise dos dias e horas das ocorrências de capotamento	52
Quadro 8 - Análise de gravidade das vítimas de choque	56
Quadro 9 - Análise dos dias e horas das ocorrências de choque	57
Quadro 10 - Análise de gravidade das vítimas de colisão	62
Quadro 11 - Análise dos dias e horas das ocorrências de colisão.....	63
Quadro 12 - Análise de gravidade das vítimas de queda	67
Quadro 13- Análise dos dias e horas das ocorrências de queda	69

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Agência Brasileira de Normas Técnicas
CAU/TO	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Tocantins
CGDI	Comissão de Gestão da Informação
CNM	Confederação Nacional dos Municípios
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN/TO	Departamento Estadual de Transportes do Tocantins
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNT	Política Nacional de Trânsito
PVT	Projeto Vida No trânsito
QCG	Quartel do Comando Geral da Polícia Militar
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SESMU	Secretaria Municipal de Segurança e Mobilidade Urbana
SIAD	Sistema Integrado de Atendimento e Despacho
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SIOP	Sistema Integrado de Operações
SNT	Sistema Nacional de Trânsito

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Caracterização da área de estudo	14
1.2	Justificativa	16
1.3	Objetivos.....	17
1.3.1	Objetivo geral	17
1.3.2	Objetivo específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Definição e classificação de acidentes de trânsito.....	18
2.2	Política Nacional de Trânsito	19
2.3	Panorama estadual e municipal	21
2.4	Sistema de Informações Geográficas e segurança viária	25
2.5	Geoestatística ou análise espacial	27
2.5.1	Estimador de Intensidade (Kernel Estimation)	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	Coleta e sistematização dos registros de ocorrências de acidentes de trânsito ...	29
3.2	Classificação dos acidentes de trânsito	31
3.3	Análise, distribuição e comportamento dos acidentes de trânsito	32
4	RESULTADOS	34
4.1	Análise geral das ocorrências de acidentes de trânsito	34
4.2	Análise de tipologias das ocorrências de acidentes de trânsito	42
4.2.1	Atropelamento.....	42
4.2.2	Capotamento	48
4.2.3	Choque	54
4.2.4	Colisão.....	59
4.2.5	Queda	65
5	COSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	73
	ANEXO I - ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	77
	ANEXO II - ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DAS OCORRÊNCIAS DE COLISÃO..	78

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito têm alcançado um patamar preocupante nos últimos anos, já que são considerados os maiores causadores de óbitos e lesões de longa duração no mundo. Diante disso, tornou-se um caso de saúde pública e tem impactado diretamente na economia dos países, uma vez que direcionam tais custos à recuperação das vítimas de acidentes de trânsito e na restauração de equipamentos danificados durante essas ocorrências (OMS, 2015).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o número de feridos em acidentes de trânsito chegou a quase 50 milhões em 2013, com aproximadamente 1,25 milhões de óbitos ao ano, sendo que metade dos envolvidos é composta por pedestres, ciclistas e motociclistas. Em países desenvolvidos esse número tem se estabilizado, mesmo com crescimento da população, que subiu 4% entre os anos de 2010 e 2013 e com o aumento na frota de automóveis, 16% nesse mesmo período. O mesmo não acontece em países considerados subdesenvolvidos, que são responsáveis por 54% da frota de veículos e concentram cerca de 90% das mortes causadas por lesões de acidentes de trânsito (OMS, 2015). Já no Brasil, apesar de ter sofrido uma queda desde 2012 quando atingiu o seu ápice, o número de mortes chegou a quase 40.000 em 2016, porém a situação ainda é preocupante (DATASUS, 2018).

A OMS afirma ainda, que os fatores de risco que mais influenciam no acréscimo do número de acidentes, lesões e mortes no trânsito, estão diretamente ligados ao excesso de velocidade, a condução sob efeito de álcool, o não uso de capacete, além do não uso de sinto de segurança e equipamentos de retenção para crianças (OMS, 2015). Além desses, deve se considerar também o crescimento desordenado dos espaços urbanos, somados à precariedade da infraestrutura viária, à falta de iluminação pública em alguns pontos das vias e o despreparo de planejadores e usuários do sistema viário (MENESES, 2001, apud BERGAMASCHI, 2014).

Para Bergamaschi (2014), procurar entender esses acidentes e tentar reduzi-los tem sido um grande desafio tanto para a comunidade científica quanto para os órgãos responsáveis pelo planejamento de trânsito, uma vez que, para compreendê-los, esbarram em problemas metodológicos e apesar de acontecer com frequência, não se sabe exatamente quando ou onde o evento irá acontecer, pois são imprevisíveis quanto ao local de ocorrência.

De acordo com Marques (2018), os gestores públicos, ao atuarem em parceria com os demais órgãos responsáveis pela gestão do trânsito, assumem um papel importante na busca por melhorias na qualidade do sistema viário e na segurança do trânsito, uma vez que o tráfego intenso de veículos necessita de uma infraestrutura de qualidade.

Situação argumentada também por Vedovato (2013), quando este enfatiza que os gestores públicos precisam investir mais no sistema viário, no sentido de facilitar a circulação de pessoas e automóveis e minimizar os impactos gerados por esses veículos.

De acordo com Bergamaschi (2014) o número elevado de vítimas de acidentes de trânsito gera grandes gastos públicos, sendo estes os principais fatores motivadores na busca por melhorias. Deste modo, tem sido o alvo de muitas pesquisas tanto na área de engenharia de transportes quanto no estudo de comportamento humano.

A crescente evolução do número de acidentes de trânsito na cidade de Palmas – TO, tem despertado a atenção de estudiosos. Conforme estudos realizados pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM), observou-se que entre os anos de 2005 e 2007, Palmas alcançou uma taxa média de 31,4 mortes para cada 100 mil habitantes e já ocupava a segunda colocação no ranking quando comparada às demais capitais do Brasil (CNM, 2013).

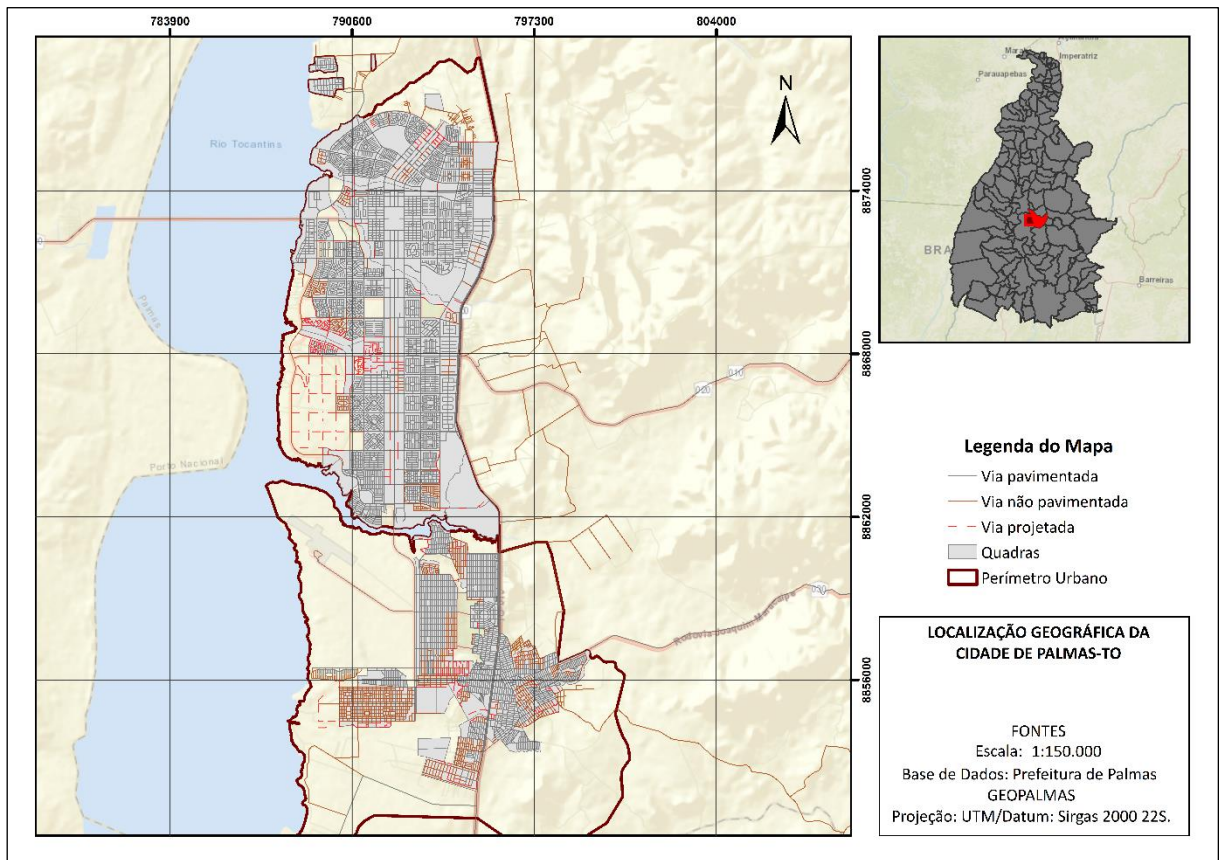
Diante disso, como forma de compreender e identificar onde tais eventos tendem a ocorrer com maior frequência pela cidade e possibilitar intervenções que contribuirão para a redução dos acidentes de trânsito, optou-se pelo uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Tal sistema, associado à geoestatística, proporciona a execução de análises mais detalhadas por meio do cruzamento dos dados e características dos acidentes, além de permitir a identificação e compreensão dos locais com altos índices de ocorrência desses sinistros.

1.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Palmas está localizada no centro geográfico do estado do Tocantins, limitado a Oeste pelo Rio Tocantins mais precisamente pelo Lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães e a Leste pela Serra do Lajeado. Foi fundada em 20 de maio de 1989 e conforme estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), Palmas foi a cidade com maior crescimento populacional no país entre os anos de 2016 e 2017 e sua população atual é estimada em 291.855 habitantes (IBGE, 2018).

Em conformidade com a Lei complementar Nº 400, de 2 de Abril de 2018, que dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Palmas - TO, o Perímetro Urbano da cidade é formado pelo somatório das áreas da Macrozona de Ordenamento Controlado com as Regiões de Planejamento de Taquaruçu, Buritirana e Taquaruçu Grande também denominada de área urbanização específica, além das zonas de Serviços Norte. Porém para o referente estudo, considerou-se apenas as quadras, bairros e setores existentes dentro da Macrozona de Ordenamento controlado, conforme ilustrada na **Figura 1**.

Figura 1 - Localização geográfica da cidade de Palmas – TO



Fonte: Autoria própria

De acordo com Velasques (2016), Palmas possui uma definição clara de suas quadras e da predominância quanto ao uso e ocupação do solo, assim como seu sistema viário, elaborado com dois eixos estruturantes: um no sentido Leste-Oeste, chamado Juscelino Kubitschek, do qual surgem paralelamente as L-Os e outro no sentido Norte-Sul chamado Avenida Teotônio Segurado de onde surgem as N-Ss. Os cruzamentos entre as avenidas foram projetados com rotatórias dimensionadas de acordo com a densidade e o fluxo de veículos de cada área. No entanto, Oliveira et al (2012), afirma que apesar de Palmas ter um sistema viário bem hierarquizado e possuir amplas avenidas, foi uma cidade projetada para carros, dessa forma, dificulta a circulação dos modos não motorizados, bem como como pedestres e ciclistas.

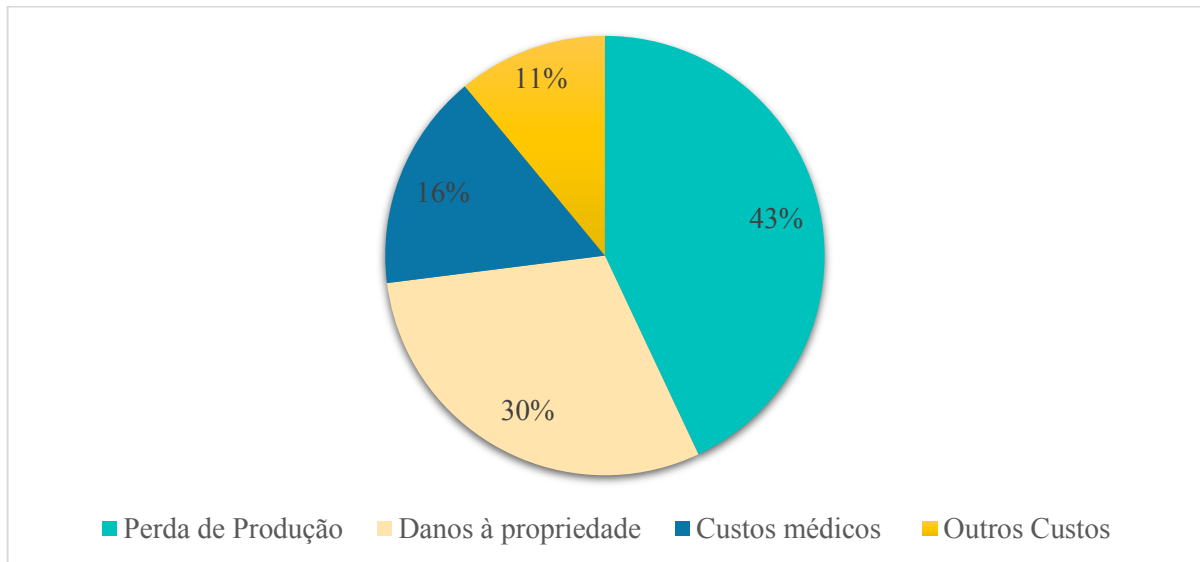
Em relação ao sistema viário urbano, o município conta com aproximadamente 1.667 km de vias, sendo 1.260 km com pavimentação e 407 km não pavimentadas, além destas, há também outros 127 km de vias que ainda estão em fase de projeto (RAMALHO, 2018). Já em relação à frota de veículos, até julho de 2018, Palmas contava com 183.745 veículos, sendo 35,96% deles fabricados entre 2000 e 2009 e 52,06% a partir de 2010 (DENATRAN, 2018).

1.2 Justificativa

O acréscimo no número de acidentes de trânsito tem impactado diretamente na economia de vários países pelo mundo. De acordo com estudos elaborados pela OMS, 518 bilhões de dólares por ano são direcionados à recuperação de danos causados por acidentes, cerca de 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) dos países de renda média (OMS, 2012).

Em uma pesquisa elaborada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2001, realizou-se um “Levantamento dos Custos destinados aos Acidentes de Trânsito ocorridos em Aglomerações Urbanas” e observou-se que os maiores gastos, **Figura 2**, são destinados às perdas de produção, danos a propriedades e despesas hospitalares (IPEA, 2003).

Figura 2 - Composição de custos de acidentes de trânsito - aglomerações urbanas, Brasil 2001



Fonte: Adaptação de (IPEA, 2003, p. 35)

De acordo com Ambev et al. (2017), ao analisar uma única vítima de acidente de trânsito no Brasil, esses custos chegaram a R\$ 109,5 mil em caso de fatalidade e R\$ 14,2 mil para acidentes sem vítimas fatais. Esses valores corrigidos ano a ano a partir do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) chegaram a um total de 19,3 bilhões em 2015, quando analisado em relação ao número de vítimas daquele ano. Com isso, R\$ 11,6 bilhões foram destinados aos custos com vítimas fatais e R\$ 7,7 bilhões os gastos com vítimas não fatais.

Esse impacto negativo tem despertado a atenção das autoridades que compreendem que reduzir esses acidentes deve ser prioridade nos eventuais planos de governo. Entretanto, para entender, minimizar e até mesmo evitar estes acidentes, há uma necessidade de estudar e aperfeiçoar as ferramentas utilizadas nos projetos de planejamento urbano e segurança viária.

Diante disso, optou-se pelo uso do SIG como ferramenta de apoio para auxiliar na identificação de locais com índices elevados de acidentes de trânsito nas quadras e setores da cidade de Palmas e que possibilita associá-los aos locais que possuem características semelhantes, de modo a identificar áreas aptas a receber investimentos na prevenção desses acidentes. Assim, os custos que eram destinados à recuperação das vítimas de acidentes poderão ser realocados a setores com maior carência de investimentos, de forma a contribuir para uma melhora na qualidade de vida de seus usuários.

Para Matsumoto e Flores (2012), o uso do SIG pode ser uma robusta ferramenta na busca de soluções para os problemas no trânsito, principalmente quando se trata de acidentes com ocorrência de feridos ou mortes. Além disso, consideram que a modelagem desses fenômenos, as análises de distribuição geográfica e a elaboração de mapas asseguram uma melhor percepção e visualização do ambiente trabalhado, além de possibilitar também o entendimento das relações existentes entre esses acidentes.

Outro ponto crucial para o desenvolvimento da pesquisa se deu ao fato da cidade de Palmas possuir monitoramento somente para os acidentes de trânsito com vítimas graves e fatais, o que despertou a curiosidade de estudar o comportamento dos demais acidentes, com a perspectiva de poder contribuir com a sua redução desses sinistros e principalmente com os custos gerados tanto na recuperação das vítimas quanto dos equipamentos danificados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Identificar locais com altos índices de acidentes e com risco elevado de ocorrência de acidentes de trânsito em áreas urbanas da cidade de Palmas – TO.

1.3.2 Objetivo específicos

- a) Coletar e sistematizar os registros de ocorrências de acidentes de trânsito;
- b) Classificar os acidentes por tipo, dia/hora e gravidade das ocorrências;
- c) Analisar a distribuição espaço-temporal e o comportamento dos acidentes de trânsito.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definição e classificação de acidentes de trânsito

De acordo com a Agência Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10.697 de 1989, acidentes de trânsito caracteriza-se como “qualquer evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e ou lesões em pessoas e ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública”. A ABNT também classifica os acidentes quanto as suas consequências e divide-os da seguinte forma:

- Acidentes de trânsito simples - é aquele acidente que não possui vítimas e nem gera prejuízos à via, trânsito e ao meio ambiente;
- Acidentes de trânsito grave - são acidentes que havendo ou não vítimas causa prejuízos à via, ao trânsito ou ao meio ambiente.

A ABNT reconhece ainda que os acidentes de trânsito em sua grande maioria deixam vítimas e de acordo com os ferimentos recebidos no momento ou até 30 dias após o ocorrido, essas vítimas podem ser classificadas como: vítima fatal de acidente de trânsito, vítima de acidente de trânsito de natureza grave e vítima de acidente de trânsito com ferimentos de natureza leve. Quanto à tipologia dos acidentes, os que acontecem com maiores regularidades podem ser classificados da seguinte maneira de acordo com a ABNT:

- Atropelamento – é o tipo de acidente em que pedestres ou animais sofrem impactos causados por um veículo, sendo que pelo menos um destes precisa estar em movimento;
- Capotamento – é quando um automóvel gira entorno de se mesmo e se estabiliza em qualquer posição, porém, o teto deve tocar ao chão pelo menos uma vez;
- Choque – impacto provocado por qualquer veículo em movimento contra um objeto fixo, os mais comuns são: arvores, muros, postes ou carros estacionados;
- Colisão – é quando ocorre um impacto em um pequeno espaço de tempo entre dois veículos em movimento, causando uma mudança repentina na velocidade dos veículos envolvidos. A colisão pode ser dividida em colisão frontal (mesma direção e sentidos contrários), colisão lateral (mesma direção e sentido), colisão transversal ou abalroamento (direções perpendiculares) e colisão traseira (mesma direção e sentido e velocidades diferentes);
- Engavetamento – é quando o acidente envolve mais de três automóveis que viajam em uma mesma direção e sentido da via, ou seja, são várias colisões traseiras;

- Queda – acidente causado por queda livre tanto do próprio veículo quanto de objetos ou pessoas que estão sendo transportadas por esses veículos;
- Tombamento – acidente em que os veículos tombam sobre uma de suas laterais após sair de sua posição normal e estabilizar-se sobre sua frente, traseira ou qualquer um dos lados, geralmente ocorre por excesso de peso e altas velocidades em curvas;

Existem também outros casos que não se encaixam em nenhum dos critérios citados anteriormente, isso ocorre quando há uma combinação de dois ou mais acidentes.

Apesar dos acidentes de trânsito possuírem natureza imprevisível, sabe-se que os principais fatores contribuintes para a ocorrência de um acidente estão relacionados com a natureza humana, com o próprio veículo, com a infraestrutura das vias e meio ambiente ou até mesmo com a combinação de dois ou mais fatores. Porém, para que um acidente venha ocorrer, deve existir um desequilíbrio entre esses fatores (MARQUES, 2018).

2.2 Política Nacional de Trânsito

Decorridos mais de 22 anos de sua entrada em vigor, a Lei Federal N° 9.503 de 23 de setembro de 1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que em tese deveria proporcionar aos usuários do trânsito condições seguras de circulação, não havia conseguido cumprir as metas almejadas. Sendo assim, com o intuito de corrigir esse erro, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) por meio da Resolução N° 166 de 15 de setembro de 2004, regulamentou a Política Nacional de Trânsito (PNT) (MCIDADES, 2004).

O Ministério das Cidades afirma ainda que a PNT tem como seu principal instrumento o Sistema Nacional de Trânsito (SNT), que é formado por um conjunto de órgãos e entidades responsáveis pela gestão do trânsito brasileiro. Por sua vez, o SNT defende que para o funcionamento adequado dessa política, os órgãos e entidades devem exercer seus trabalhos em perfeita sinergia, sempre com o intuito de cumprir as normas estabelecidas pelo CTB.

O principal objetivo da PNT é garantir um trânsito seguro aos seus maiores beneficiários, os cidadãos brasileiros. Já as entidades do Sistema Nacional de Trânsito detêm a responsabilidade de assegurar o direito de todos os cidadãos a um trânsito seguro, como determina o Art. 1° § 2° do CTB. A PNT recomenda também a implantação da educação para o trânsito, começando desde a pré-escola até o ensino superior. Essa ação tem a finalidade de trabalhar mudanças de atitudes, comportamentos e valores, além de se referir também à capacitação de condutores e instrutores, conforme já havia sido prevista pelo CTB.

Outro tópico considerado dentro da PNT está relacionado com a mobilidade e a qualidade de vida dos cidadãos, tendo em vista que todos devem possuir a liberdade de ir e vir, alcançar o destino desejado, além de suprir as necessidades de lazer, trabalho, educação entre outros. No entanto, a violência no trânsito e a redução da qualidade de vida nos centros urbanos estão ligadas, principalmente, à falta de organização e aos problemas de mobilidade.

Outro fator que contribui para o aumento da violência no trânsito é o consumo de bebida alcoólica que aumenta a probabilidade de ocorrência de acidentes de trânsito com ferimentos graves, morte, além de danos que podem permanecer ao longo da vida. Nesse sentido, em junho de 2008, com o objetivo de reduzir os acidentes provocados por condutores que dirigem sob efeito de bebida alcoólica e somar com a Política Nacional de Trânsito foi aprovada a Lei Nº 11.705 também chamada de “Lei Seca”.

A preocupação com a quantidade de mortes no trânsito também atraiu a atenção das autoridades mundiais e de acordo com o “Relatório Global sobre o Estado da Segurança Viária” elaborado pela OMS em 2009, a Organização das Nações Unidas (ONU) em uma conferência com seus 178 países membros, recomendou a criação de uma campanha mundial para redução de acidentes de trânsito. Com isso, implementou um projeto que decretou o período de 2011 a 2020 como a “Década de Ações para a Segurança no Trânsito”. Com a finalidade de reduzir em 50% o número de mortes no trânsito. Os países participantes elaboraram um plano diretor que ficou dividido em cinco pilares estratégicos, ordenados da seguinte forma: fiscalização, educação, saúde, segurança viária e segurança veicular. (OMS, 2015).

Existem ainda outras iniciativas que também foram implantadas para contribuir com o aprimoramento da segurança no trânsito e com a Política Nacional do Trânsito, dentre elas, destacam-se os programas: Vida no Trânsito; PARADA – Pacto Nacional pela Redução de Acidentes - Um Pacto pela Vida; Rodovida (OLIVEIRA,2016).

Em conformidade com as informações obtidas por meio do Ministério da Saúde, o Programa Vida no Trânsito foi lançado no Brasil em 2010, coordenado pelo próprio Ministério da Saúde e acompanhado por uma Comissão Interministerial instituída pela Portaria Nº 2.268 de 10 de agosto de 2010. O programa tem o objetivo de promover a saúde, ações de vigilância, prevenção de acidentes e principalmente proporcionar a redução de mortes no trânsito. Devido do elevado número de acidentes, foi inicialmente inserido nas cidades de Palmas/TO , Belo Horizonte/MG, Teresina/PI, Campo Grande/MS, Curitiba/PR, e só no ano de 2013 foi expandido para os municípios de Foz do Iguaçu e São José dos Pinhais, além de todas as capitais e municípios com populações acima de um milhão de habitantes (MS, 2017).

Segundo Sousa (2012) o Programa Vida no Trânsito foi elaborado tendo por base seis etapas que funcionam em um processo cíclico, são elas: Formação de parcerias, coleta e análise de dados de acidentes de trânsito, integração das ações, monitoramento e avaliação de resultados, revisão geral e renovação e expansão.

Já o programa “PARADA – Pacto Nacional pela Redução de Acidentes - Um Pacto pela Vida” é uma campanha coordenada pelo Ministério da Infraestrutura por meio do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), com o objetivo de diminuir os danos causados por acidentes de trânsito e principalmente o número de mortes. Possui a responsabilidade promover ações educativas, de forma a conscientizar a população sobre os riscos dos acidentes de trânsito e as perdas físicas e materiais que um acidente pode gerar (MI, 2012).

Outro programa importante na campanha para redução de acidentes é o programa Rodovida, segundo o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA), foi desenvolvido pela Polícia Rodoviária Federal como uma estratégia do governo para cumprir com os objetivos estabelecidos pela “Década de Ação para a Segurança no Trânsito”. Esse programa é responsável por diagnosticar e mostrar à população, os acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais, por meio de campanhas veiculadas pela televisão em período de férias, fim de ano e carnaval (MTPA, 2017).

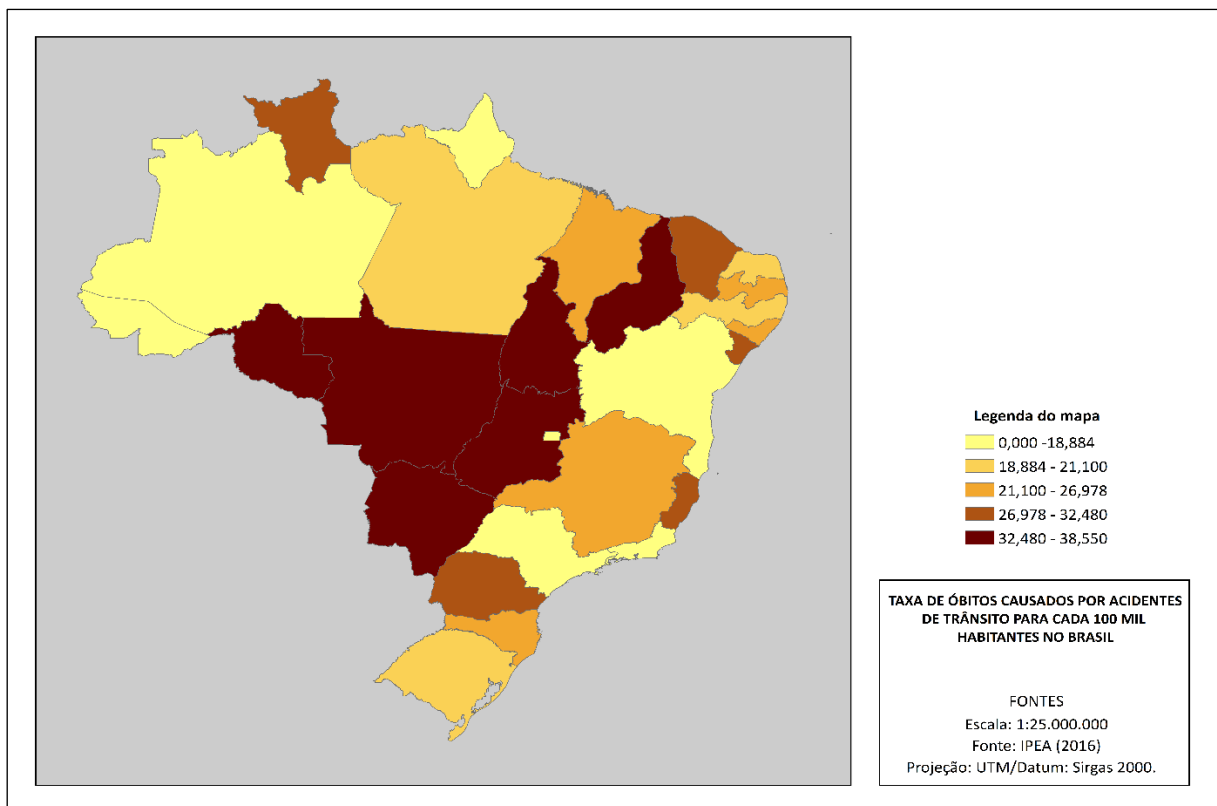
Já no estado do Tocantins as medidas tomadas para atender as exigências impostas pela a PNT e reduzir também os registros de mortes por acidentes de trânsito, foi publicado no dia 24 de setembro de 2012 no Diário Oficial da União, por meio da Portaria Nº 2371/2012 do Departamento Estadual de Transportes do Tocantins (DETRAN/TO) a criação do Fórum Permanente do Estado do Tocantins. Esse fórum é responsável pelo encaminhamento de medidas necessárias para a defesa de um trânsito mais seguro e equilibrado, por meio de um esforço conjunto entre órgãos e entidades públicas e privadas que queiram se comprometer com as mudanças de comportamentos do tocaninense.

2.3 Panorama estadual e municipal

Em um estudo realizado pela Confederação Nacional dos Municípios (CNM), o estado do Tocantins em 2010, apresentou uma taxa de 11,3 mortes para cada 10 mil automóveis. Sendo assim, apareceu como o primeiro estado no ranking nacional com maior risco de morte por acidentes com automóveis, sendo as motocicletas as responsáveis pelo maior número de mortes, com praticamente o dobro dos casos registrados (CNM, 2013).

Nos anos seguintes continuou aparecendo entre as unidades federativas com maior índice de mortes no trânsito. Dessa forma, ao ser analisado o retrato do número de óbitos nos estados brasileiros e compará-los a uma taxa para cada 100 mil habitantes em 2013, verificou-se que o estado do Tocantins juntamente com os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Piauí apresentaram os maiores índices nacionais, conforme mostrado na **Figura 3**. A pesquisa destaca ainda que essas médias são muito superiores à média mundial e são equivalentes às taxas observadas na África (IPEA, 2016).

Figura 3 - Taxa de óbitos causados por acidentes de trânsito para cada 100 mil habitantes no Brasil

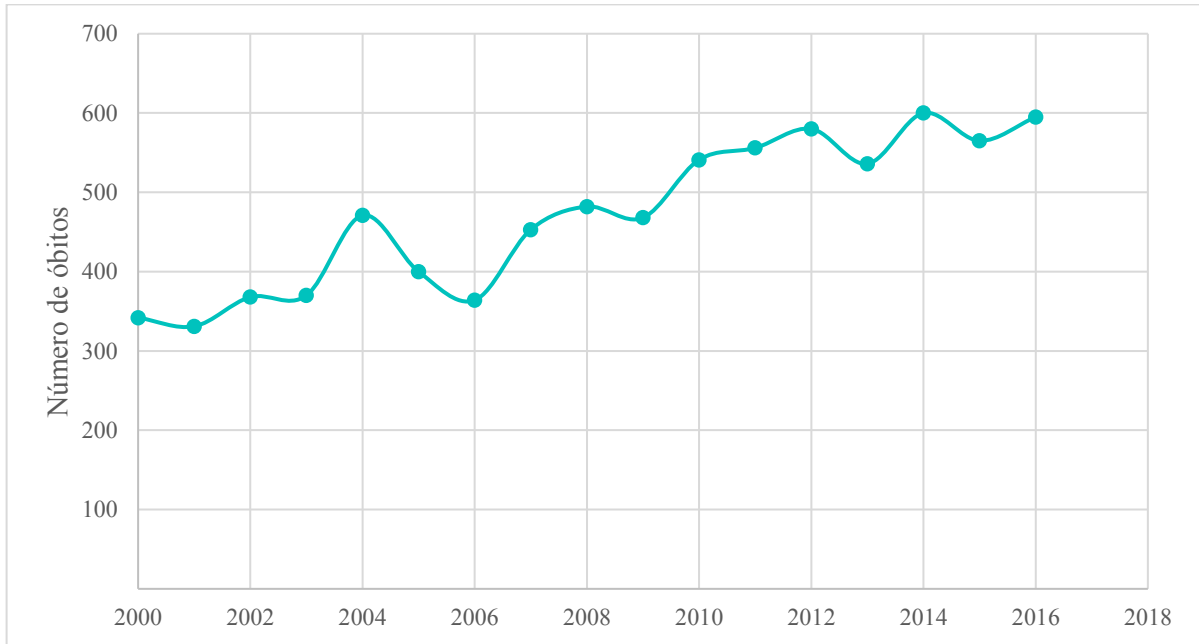


Fonte: Adaptação de (IPEA., 2016)

O IPEA enfatiza ainda que o grande número de acidentes no estado pode estar relacionado com o crescimento da frota de motocicletas e com fatores culturais, como a falta de hábito de uso de capacetes ou outros equipamentos de segurança. Além disso, a fiscalização é muito prejudicada pela falta de estrutura adequada (IPEA, 2016).

Quando analisado de forma separada, verifica-se que o Estado do Tocantins não acompanha as mesmas características da escala nacional, uma vez que o seu gráfico de mortes ainda continua em ascensão **Figura 4** ou pelo menos não há um padrão que identifique se há uma redução no número de óbitos. Nesse caso, entende-se que para reduzir esses números, o Tocantins precisa rever conceitos para melhor promover a segurança no trânsito.

Figura 4 - Número de óbitos por acidentes de trânsito no Tocantins



Fonte: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)

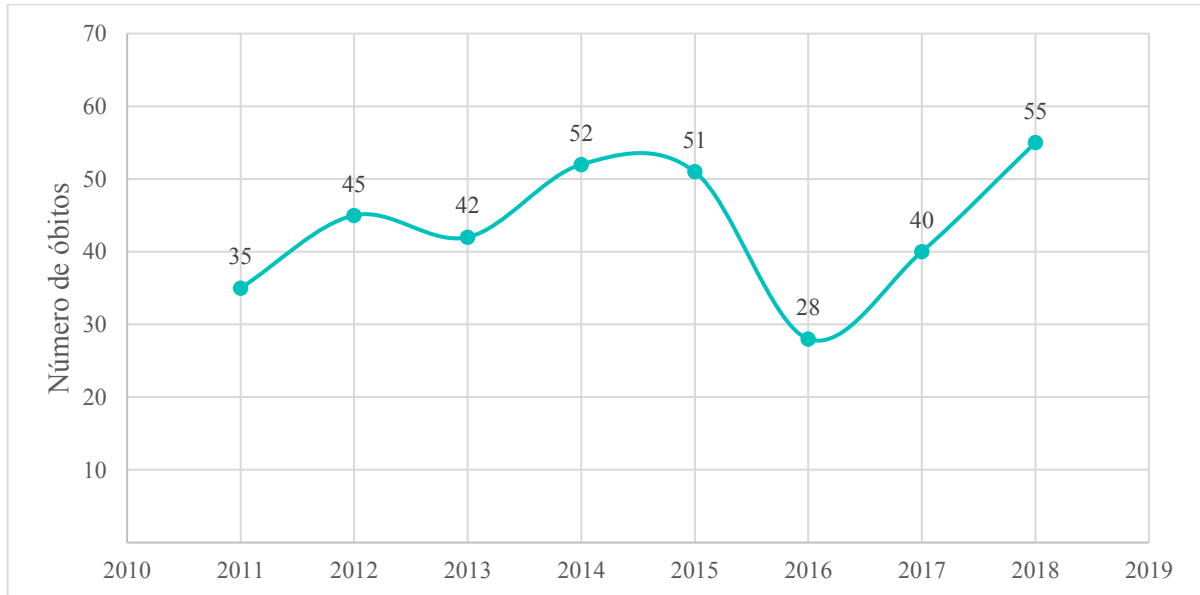
Já em Palmas, apesar de ser uma cidade com criação e emancipação mais recente e encontrar-se em processo de desenvolvimento, o número de acidentes com mortes no trânsito é considerado relativamente alto. Por ser uma cidade que possui vias largas, a velocidade de fluxo dos veículos costuma ser elevada, dessa forma, quando somadas ao consumo de bebida alcoólica e a imprudências de alguns condutores, esses dados tendem a ser mais preocupantes.

Como meta para reduzir o número de ocorrências de acidentes no trânsito, a cidade de Palmas foi uma das cinco primeiras capitais do País a receber o Projeto Vida No trânsito (PVT), que por meio de uma Comissão de Gestão da Informação – CGDI, coleta os dados registrados durante as ocorrências e armazena-os em banco de dados. Desse modo, torna-se possível a realização de estudos que contribuirão para a redução do número de vítimas no município. Desde que foi implementado, O PVT foi responsável por vários estudos em Palmas, porém as análises são restringidas apenas a acidentes com vítimas graves e fatais. Além disso, as vítimas fatais começaram a ser georreferenciadas só em 2016 e as graves em março de 2018.

Com o objetivo de produzir um balanço sobre o panorama atual da mobilidade urbana no Brasil e em Palmas e utilizar os resultados para traçar metas futuras voltadas à mobilidade, foi realizado na cidade de Palmas nos dias 30 e 31 de maio de 2019 a “I Conferência Municipal de Mobilidade Urbana”. Nesse evento, foram debatidos os cinco principais eixos voltados à mobilidade urbana, entre eles destacou-se o eixo de segurança viária (CAU/TO, 2018).

Na ocasião, foram apresentadas à população os números e a distribuição temporal das vítimas fatais de acidentes trânsito no município de Palmas entre os anos de 2011 e 2018, que foram distribuídas conforme mostrado na **Figura 5**.

Figura 5 - Levantamento do número de vítimas fatais entre 2011 e 2018 em Palmas – TO



Fonte: Adaptação (CGDI – PVT / GEOPALMAS, 2019)

De acordo com estudos elaborados pelo PVT, os principais fatores de risco que influenciaram no acréscimo das ocorrências de trânsito no município de Palmas em 2018 estão relacionadas com excesso de velocidade com 47% dos casos, consumo de bebida alcoólica 25%, problemas de infraestrutura 7%, condições climáticas e problemas relacionados ao veículo com 4% dos casos. Quanto à faixa etária das vítimas 35% delas, possuíam idades entre 18 e 25 anos, sendo os homens os mais afetados (ALVES, 2019).

Malheiros (2019), destaca ainda que 69% dos acidentes com vítimas fatais em 2018 foram ocasionados por motocicletas, apesar de representarem apenas 26,38% da frota de veículos existentes na capital. Em relação à tipologia dos acidentes, colisão foi o que mais aconteceu, já para a comparação mensal, julho apresentou o maior número de casos, enquanto o dia da semana foi representado pela sexta-feira.

Diante desses números, há uma necessidade quanto a inovação de ideias para contribuir com a redução das ocorrências e principalmente com os custos gerados por essas vítimas, além de permitir também o investimento de recursos que antes eram destinados à recuperação dos acidentados em equipamentos que possam prevenir esses sinistros.

2.4 Sistema de Informações Geográficas e segurança viária

Sistemas de informações Geográficas (SIG) do inglês (Geographic Information System), pode ser entendido como um conjunto de programas com funções automatizadas que possibilita a seus usuários capacidades avançadas de coleta, armazenamento, modelagem, e análise espacial de dados georreferenciados (localização geográfica).

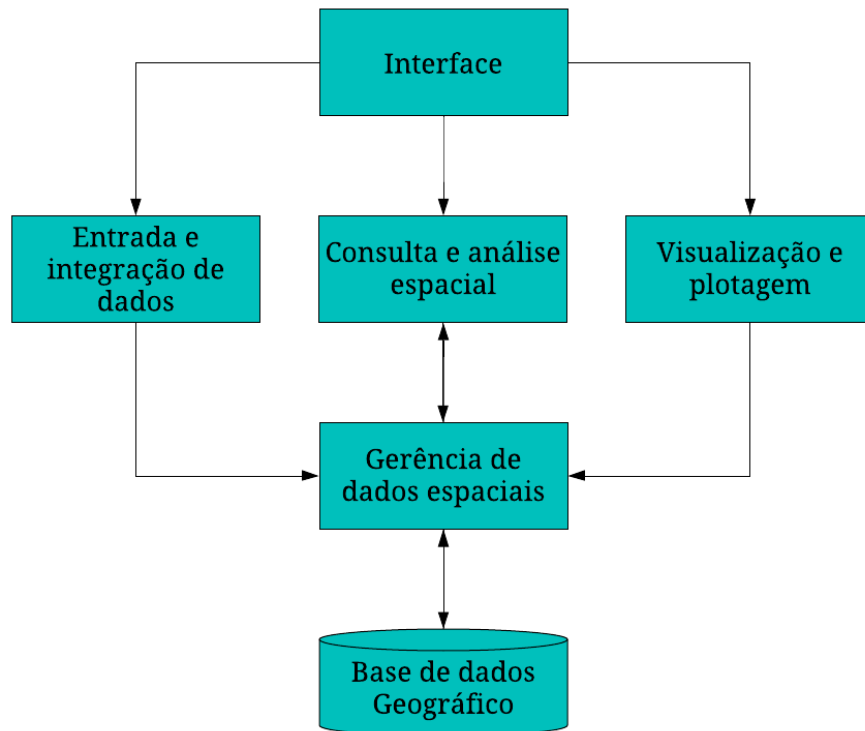
O SIG possibilita o acesso a uma série de informações que quando agrupadas, permite uma ampla capacidade de realizar análises, sejam elas originadas em várias áreas de conhecimento. Além da espacialização e cruzamento de dados coletados, proporciona também facilidade na identificação de informações, por meio da produção de mapas temáticos. Dessa forma, O SIG tem demonstrado ser uma ferramenta capaz de integrar banco de dados, além de facilitar a execução de atividades desde o planejamento, fase de projeto, execução e até mesmo o monitoramento dos sistemas viários.

De acordo com Cardoso (1999), há duas formas de representar dados espaciais no ambiente SIG, que podem ser encontradas como imagens, compostas por elementos organizados em forma de grid ou malha e dados vetoriais, definidos por pontos linhas e polígonos. Essa tecnologia tem sido muito adotada nas gestões públicas e privadas, uma vez que auxilia a segurança pública na identificação de locais com grandes números de assassinatos, além de apoiar também as equipes de planejamento urbano na identificação de áreas suscetíveis à inundação em uma cidade e principalmente auxiliar nas análises de acidentes de trânsito, bem como na identificação dos locais com elevados índices de ocorrência de acidentes e na priorização de áreas para investimentos, entre outros.

Segundo Câmara et al (2001), o conjunto de ferramentas que compõem o SIG se relacionam de maneira integrada e estruturada de forma a manter uma interligação. Essa relação inicia-se pela interface do sistema, onde permite uma interação da máquina com o usuário. Passa pela fase intermediária na qual o sistema conta com mecanismos de processamento de dados, bem como entrada e interação de dados, etapa em que o usuário entra com os dados coletados, além de permitir que esses dados passem por um processo de modelagem. E segue pelas fases de consulta e análise espacial, visualização e plotagem, além de uma etapa de gerência, e finalmente a formação do banco de dados geográfico.

Essa relação existente entre as várias etapas que compõem o SIG que foram citadas por Câmara et al (2001), além do caminho percorrido por cada uma até chegar ao produto final, o banco de dados geográfico, estão melhores representadas na **Figura 6**.

Figura 6 - Estrutura de um Sistema de Informações Geográficas (SIG)



Fonte: Adaptado de (CÂMARA et al., 2001, p. 44)

O SIG é uma ferramenta muito importante para a segurança viária pois, por meio dele é possível armazenar informações variadas, além de possuir ferramentas de modelagem, manipulação e análise espacial de dados geográficos. Sendo assim, podem ser usados em setores públicos ou privados, para fins de planejamento e gestões de governo.

Por meio de estudo realizado por Vedovato na cidade de Rio Claro - SP em 2013, tornou-se possível entender as funcionalidades do sistema SIG no planejamento viário, uma vez que as vítimas de acidentes fatais foram representadas por pontos georreferenciados, enquanto o sistema viário foi representado sob uma estrutura de rede por meio de um modelo vetorial. Esse processo tinha a finalidade de associar as coordenadas geográficas com os demais atributos e por fim utilizá-los para análises estatísticas (VEDOVATO, 2013).

Mantovani (2004), também destacou que por meio do SIG é possível agrupar dados de acidentes de trânsito, identificar os pontos críticos, os locais com maiores números de ocorrências de acidentes, que ficam posicionados geograficamente em locais específicos do sistema viário, observar os padrões existentes entre eles, possibilitar a combinação de informações e ajudar no planejamento urbano, com o objetivo de apontar os possíveis locais onde há a necessidade de uma intervenção ou implantação de medidas corretivas.

Além disso, com o SIG também é possível prever locais com características semelhantes a esses com altos índices de acidentes de trânsito. Sendo assim, torna-se viável trabalhar a favor da economia, por meio da implantação de vias e equipamentos de segurança viária capazes de impedir que esses acidentes aconteçam.

2.5 Geoestatística ou análise espacial

Geoestatística ou estatística espacial é um ramo da estatística que utiliza conceito de variáveis geoposicionadas, ou seja, são fenômenos naturais que variam no espaço e possuem alguma correlação espacial entre si.

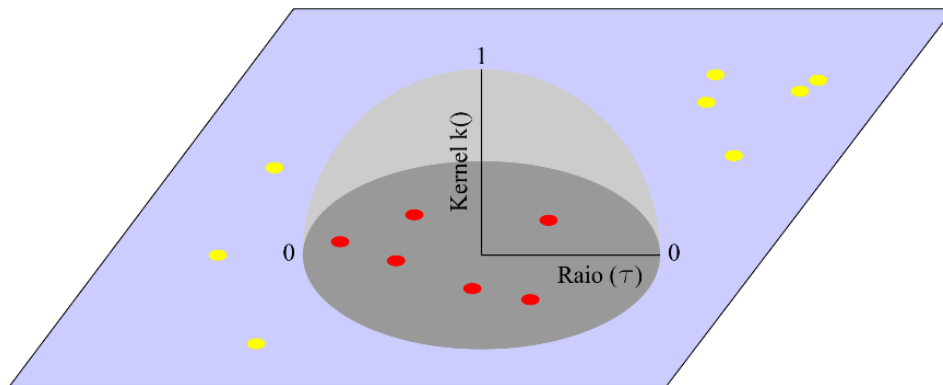
De acordo com Druck et al (2004), os problemas de análises espaciais lidam com dados ambientais e socioeconômicos, além disso, são compostas por um conjunto de técnicas que possibilitam obter conclusões excedentes aos limites conhecidos a partir dos dados originais. Eles destacam ainda que as análises espaciais podem ser executadas de acordo com os tipos de dados, desta forma, são divididas em três tipos:

- Análise espacial de eventos ou análise de padrões pontuais – tem como objetivo analisar a distribuição espacial dos pontos estudados, formular hipóteses de acordo com os padrões observados, além de identificar se esses pontos são distribuídos de forma regular, aleatória ou se estão agrupados. Diante disso, observa-se que o objeto de interesse é a localização geográfica do ponto e a intensidade dos acontecimentos, são os denominados efeitos de primeira e segunda ordem. São exemplos: Localização de crimes, localização de ocorrência de acidentes de trânsito, etc.
- Análise espacial de superfícies contínuas – São análises feitas a partir de amostras de dados pontuais, que podem estar distribuídos de forma regular ou irregular, isto é, valores representativos do fenômeno que será estudado. Essas análises são capazes de gerar superfícies por meio da interpolação dos dados coletados e geralmente são utilizados para representar levantamentos geológicos, pedológicos, topográficos, etc.
- Análise espacial de áreas com contagens e taxas agregadas – é um dos métodos de análises mais adotados para estudos socioeconômicos, principalmente para levantamentos de censos demográficos, como o elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Nesse caso, as análises de dados são delimitadas por polígonos, isto é, não se sabe exatamente a localização espacial de um evento individual, mas de vários eventos dentro de uma determinada área.

2.5.1 Estimador de Intensidade (Kernel Estimation)

O estimador de intensidade ou estimador de densidade de Kernel é uma das ferramentas mais utilizadas para análises espaciais de padrões pontuais, pois trata-se de uma ferramenta simples capaz de estimar a intensidade pontual de um evento dentro de uma região de estudo. Essa função executa a contagem de todos os eventos dentro de uma área de influência e de forma ponderada classifica-os de acordo com a distância para a localização de interesse, conforme ilustrado na **Figura 7** (DRUCK et al 2004).

Figura 7 - Estimador de intensidade de Kernel



Fonte: Adaptação de (DRUCK et al 2004).

Druck et al (2004), esclarecem ainda sobre os cuidados ao adotar valores e a importância dos parâmetros básicos da equação de kernel (I), principalmente quando se trata de (h) que é a distância da região de influência aos pontos observados e do raio de influência (τ) que define a área a ser analisada. Portanto, um raio muito grande poderá gerar uma superfície esmaecida enquanto um raio muito pequeno gerará uma superfície descontínua.

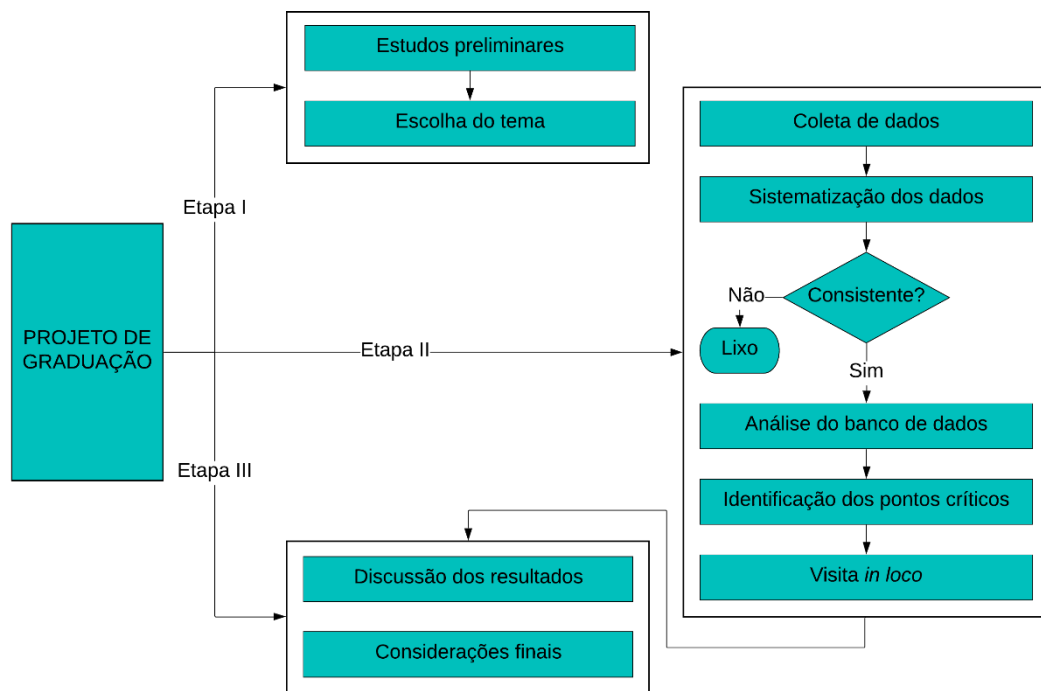
$$\hat{\lambda}_{\tau} = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi \cdot \tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right) \quad \text{Eq. 1}$$

Bergamasch, (2014), em uma pesquisa elaborada para a Região Metropolitana da Grande Vitória – ES, argumenta que o estimador de intensidade é uma ótima ferramenta na identificação de pontos críticos de ocorrências de acidentes de trânsito, pois fornece uma visão geral da distribuição de cada evento. Desse modo, possibilita a elaboração de mapas com a representação de cores variadas que enquadra desde o vermelho para locais com alta densidade, amarelo para média densidade até o verde para áreas com baixa densidade.

3 METODOLOGIA

A metodologia foi elaborada para atender os objetivos principal e específicos do projeto que terá como área de estudo as quadras bairros e setores da cidade de Palmas – TO. Esse estudo será dividido em três etapas, conforme ilustrado na **Figura 8**. Na etapa I foram executados os estudos preliminares e a escolha do tema, já na etapa II executou-se o tratamento e análises dos dados, enquanto na etapa III discutiu-se os resultados.

Figura 8 - Estrutura do projeto de graduação



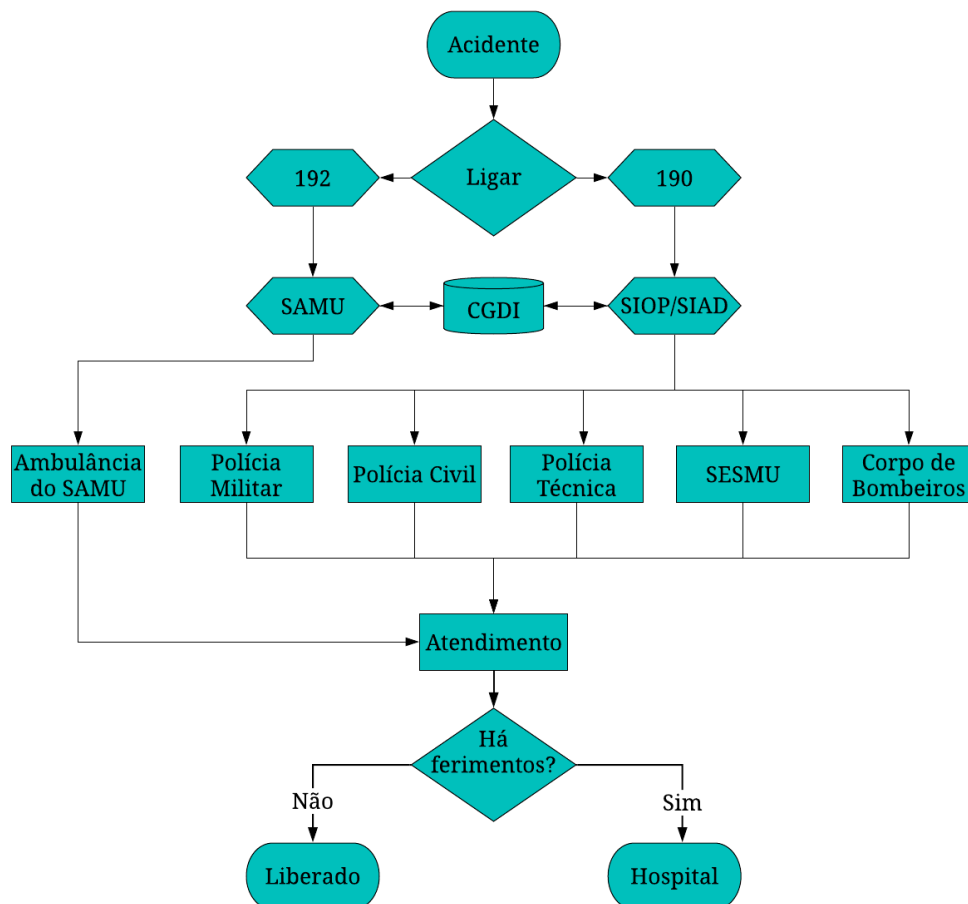
3.1 Coleta e sistematização dos registros de ocorrências de acidentes de trânsito

Nesta etapa foram executadas as coletas dos dados referentes às vítimas de acidentes de trânsito ocorridos no perímetro urbano da cidade de Palmas -TO, por meio da “Comissão de Gestão de Dados e Informações (CGDI) do Projeto Vida no Trânsito”, do Sistema Integrado de Operações (SIOP), hoje em processo de migração para um novo sistema, o Sistema Integrado de Atendimento e Despacho (SIAD), em parceria com a Secretaria Municipal de Segurança e Mobilidade Urbana do município (SESMU). Nesse sentido, apesar do Programa Vida no Trânsito atuar em Palmas desde o ano de 2010 e que as suas principais funções são coletar, armazenar, monitorar e acompanhar os dados de acidentes de trânsito, as informações coletadas, foram referentes somente ao período de janeiro de 2017 a julho de 2019.

O processo de coleta dos dados que foram repassados pela CGDI, inicia-se a partir do momento em que há uma solicitação por meio do acionamento do número emergencial 190, que direciona a ligação ao SIOP/SIAD. Criado por meio da Lei Nº 1.565 em 21 de abril de 2005 e publicado no Diário Oficial do Estado Nº1907, foi instalado no Quartel do Comando Geral da Polícia Militar (QCG). Possui uma tecnologia de ponta, responsável por integrar os serviços da Polícia Militar, Polícia Civil, Polícia Técnica, Corpo de Bombeiros e SESMU e direcionar o deslocamento de viaturas com maior agilidade e rapidez até o local da ocorrência.

Outro Serviço, que fornece dados à CGDI e também é bastante acionado é o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU). No entanto, para a prestação de serviços, o SAMU conta com a sua própria Central de atendimento e sua base de dados é armazenada de forma separada das demais. Com isso, o objetivo da equipe da CGDI é recolher essas informações nos órgãos responsáveis pela coleta e armazenar em seu banco de dados, conforme **Figura 9**. Porém, para o intervalo de tempo em estudo foram disponibilizados apenas dados parciais dos acidentes de trânsito, sendo estes coletados pelas equipes do SIOP/SIAD.

Figura 9 - Esquema de Coleta e armazenamento de dados de acidentes de trânsito



Fonte: Autoria própria

A sistematização do banco de dados trata-se de um procedimento capaz de levantar e organizar todas as variáveis que estão ligadas de forma direta e indiretamente aos acidentes de trânsito. Portanto, para esta etapa foram disponibilizadas as informações existentes referentes a planos diretores, localização dos acidentes de trânsito ocorridos em Palmas – TO e estudos desenvolvidos na área, além de uma base cartográfica digital com as informações de quadras, bairros e setores, malha viária com leyers diversos, além de mapas temáticos.

É importante ressaltar que após o recebimento dos dados de acidentes de trânsito, foi necessário realizar uma análise de consistências dos dados, com o objetivo de remover informações com erros ou que não se encaixasse dentro dos requisitos exigidos para o desenvolvimento do projeto. Isso se fez necessário devido as inconsistências de informações, pois são dados que estão suscetíveis a erros e são coletados por várias pessoas diferentes, em locais distintos da cidade. Assim, as análises ficarão mais seguras, ou seja, as chances de erros são reduzidas, além disso, haverá uma padronização do banco de dados geográfico.

3.2 Classificação dos acidentes de trânsito

Essa parte do projeto teve início com o processo de separação dos dados que foram trabalhados na fase anterior. Por meio da classificação dos dados é possível traçar um perfil para cada tipo de acidente e verificar a existência de um padrão entre eles. Diante disso, torna-se possível estabelecer medidas preventivas e corretivas para a redução das vítimas de acidentes de trânsito em locais com grandes ocorrências de acidentes ou com características semelhantes.

É de conhecimento que a maior quantidade de pessoas e veículos nas ruas ao longo da semana, ocorrem no início da manhã e no final da tarde, são os chamados horários de pico. Isso acontece devido ao deslocamento das pessoas aos seus locais de trabalho ou quando os mesmos se direcionam de volta as suas casas. Esse tipo de comportamento influencia diretamente na quantidade de acidentes e conseqüentemente no número de mortes no trânsito.

Sendo assim, ao classifica-los por dia/hora, é possível identificar quais são os dias da semana com maiores índices de ocorrências de acidentes e o horário aproximado de cada um. Esse processamento facilita também na identificação dos acidentes que acontecem com maiores frequências, onde eles acontecem, além detectar qual o tipo de acidente causa as maiores gravidades de lesões. É importante lembrar que já existe esse tipo de análise para vítimas de acidentes graves e fatais, porém para as vítimas de natureza leve não possuem dados registrados, portanto, nesse caso, houve uma expansão de um banco já existente.

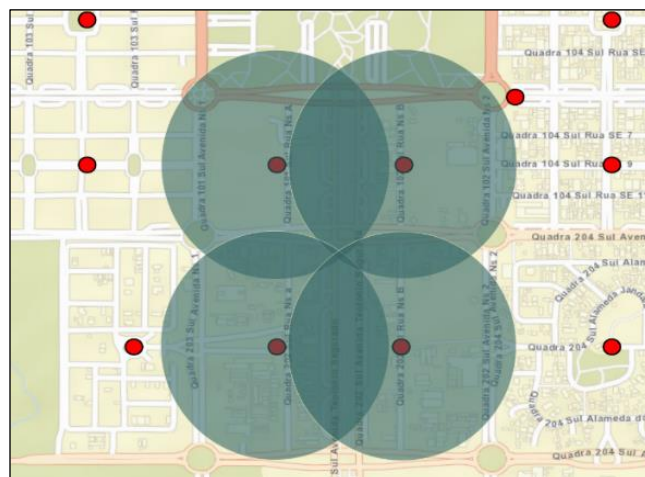
3.3 Análise, distribuição e comportamento dos acidentes de trânsito

Após a modelagem e georreferenciamento do banco de dados, foi analisada a distribuição espacial dos acidentes de trânsito. Por meio do uso de análises estatísticas e elaboração de mapas, torna-se possível identificar os locais com as maiores quantidades de ocorrências de acidentes, apontar as suas causas e características, com o objetivo de cooperar com os órgãos de fiscalização quando houver necessidade de mobilização de equipes.

Tendo em vista que os acidentes de trânsito tratam-se de padrões de pontuais, adotou-se o modelo geoestatístico de Kernel, isto é, um estimador de intensidade como método para realização das análises espaciais. Essa metodologia permite a criação de mapas temáticos que possibilita a identificação dos pontos críticos por meio de uma ponderação dos dados, assim, há uma variação de 0 a 1 na medida que o número eventos se distancia do centro para a extremidade do raio de influência, sendo 0 a extremidade do raio e 1 a região central.

O raio de influência foi definido a partir do cálculo médio de áreas das quadras e setores de Palmas, desse modo, verificou-se que a média calculada é menor que 1 Km². Porém, por se tratar de uma análise circular e as quadras em sua maioria serem retangulares, optou-se por adotar uma área de 1 Km², para fins de padronização de análise. Assim, a circunferência analisa toda a quadra, e há sobreposição de raios sobre o eixo das principais vias de forma a apontar os locais com maior quantidade de pixels, conforme **Figura 10**.

Figura 10 - Análise espacial de Kernel

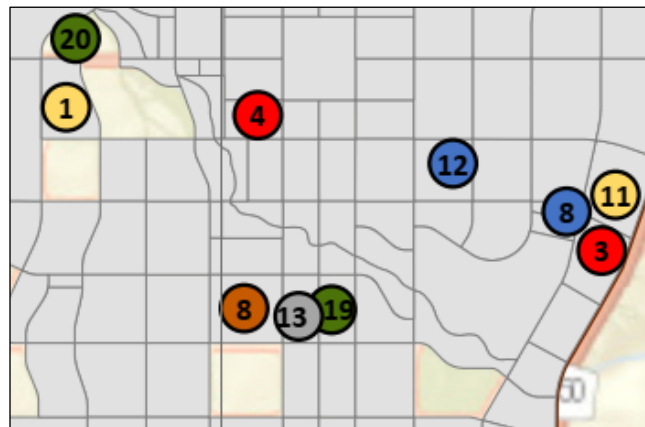


Fonte: Autoria própria

Quanto à escolha da paleta de cores para a representação das intensidades de ocorrências, optou-se pela escolha do vermelho para locais com as máximas intensidades, amarelo para intensidades médias e verde para locais com baixa intensidade de ocorrências.

Após a execução da análise espacial de Kernel foi executada também por meio de análise de padrões pontuais a distribuição espacial e temporal das ocorrências de acidentes de trânsito na cidade de Palmas. Esse procedimento tem o objetivo de organizar cada acidente separando-os em pontos divididos por cores, onde cada cor representará um dia da semana. Além disso no centro de cada ponto foi colocado uma legenda que representará a hora aproximada de cada acidente, conforme ilustrado na **Figura 11**.

Figure 11 – Análise espacial e temporal



Fonte: Autoria própria

Diante dessas análises, é possível compreender as relações existentes entre cada acidente, bem como, se compartilham de algum padrão específico ou se ocorrem de maneira aleatória. Além disso auxiliará nas ações de planejamento e fiscalização e principalmente na elaboração de medidas preventivas e corretivas.

Após findadas as análises espaciais, foram efetuadas visitas no entorno desses setores, com o objetivo de identificar as condicionantes dessas áreas, bem como, sinalização, estrutura das vias, construções predominantes e existência de equipamentos institucionais. Sendo assim, por meio de relatórios fotográficos e análises visuais, foram coletadas informações específicas de alguns pontos de cada setor, posteriormente foram anexadas ao banco de dados.

Quanto às condicionantes de sinalização viária, foram observados a existência ou não de sinalização eletrônica ou câmeras de segurança, a velocidade máxima das vias, a existência de sinalizações verticais e horizontais ou outros equipamentos de controle fiscalizatório, além de iluminação pública. Já para as características estruturais das vias foram observadas a qualidade do revestimento asfáltico, a funcionalidade das vias, quantidades de faixas presentes na pista e até mesmo relatar existência de passeio e a condição que mesmo se encontra.

Apesar do levantamento feito em campo, cabe ressaltar que a imprecisão espacial dos dados de acidentes de trânsito limita-se a uma espacialização em escala de quadra bairro ou setor. Nesse sentido, não é possível realizar uma análise de comportamento dos acidentes em relação aos elementos de infraestrutura viária, bem como as características da infraestrutura ou elementos de fiscalização pois não se sabe o local exato das ocorrências de acidentes de trânsito.

4 RESULTADOS

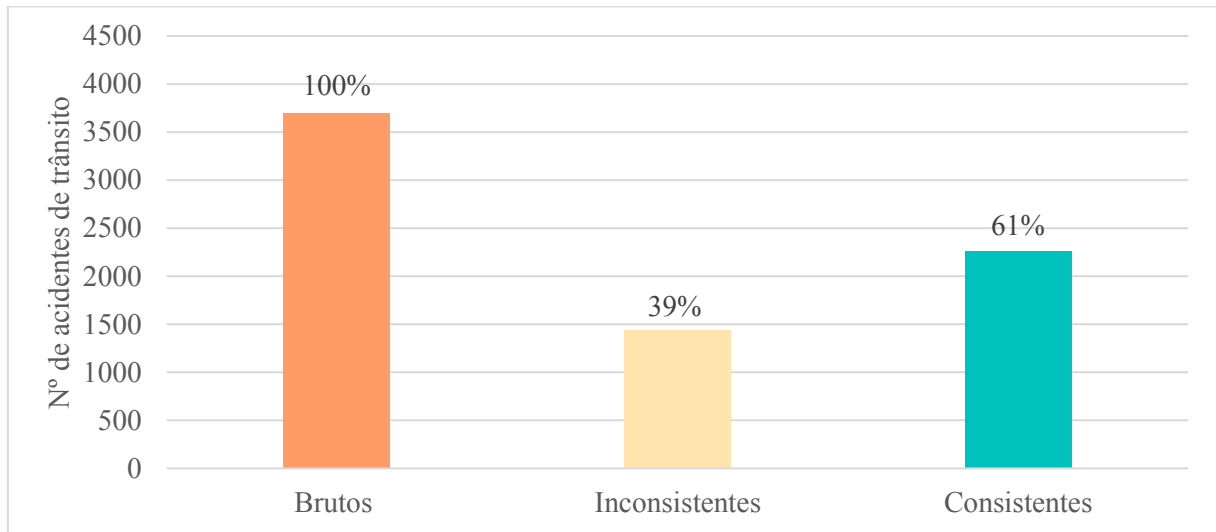
4.1 Análise geral das ocorrências de acidentes de trânsito

Após a coleta e sistematização dos dados de acidentes de trânsito ocorridos no perímetro urbano da cidade de Palmas entre janeiro de 2017 e julho de 2019, verificou-se que foram disponibilizadas 3.698 ocorrências, porém, por meio de uma análise detalhada desses dados foram detectadas e descartadas várias inconsistências, conforme listadas no **Quadro 1**. Sendo assim, foram descartados 1.438 acidentes, ou seja, 39% do total disponibilizado, logo para o desenvolvimento do estudo, foram aproveitados 2.260, conforme mostrado na **Figura 12**.

Quadro 1 - Inconsistências encontradas e removidas do banco de dados

Tipo	Quantidade
Blitz	35
Busca e resgate	1
Conduzir veículo com capacidade psicomotora alterada	20
Dano em veículo	57
Desmaio	2
Direção perigosa	10
Dirigir sem habilitação	1
Duplicados	291
Fora da área estudo	683
Georreferenciamento errado	46
Incêndio em veículo	13
Localização de objeto roubado	5
Patrulhamento em rodovia	1
Remoção de veículo	2
Sem endereço e tipologia	269
Soterramento	1
Tentativa de roubo	1
Total	1.438

Fonte: Autoria própria

Figura 12 - Banco de dados disponibilizado

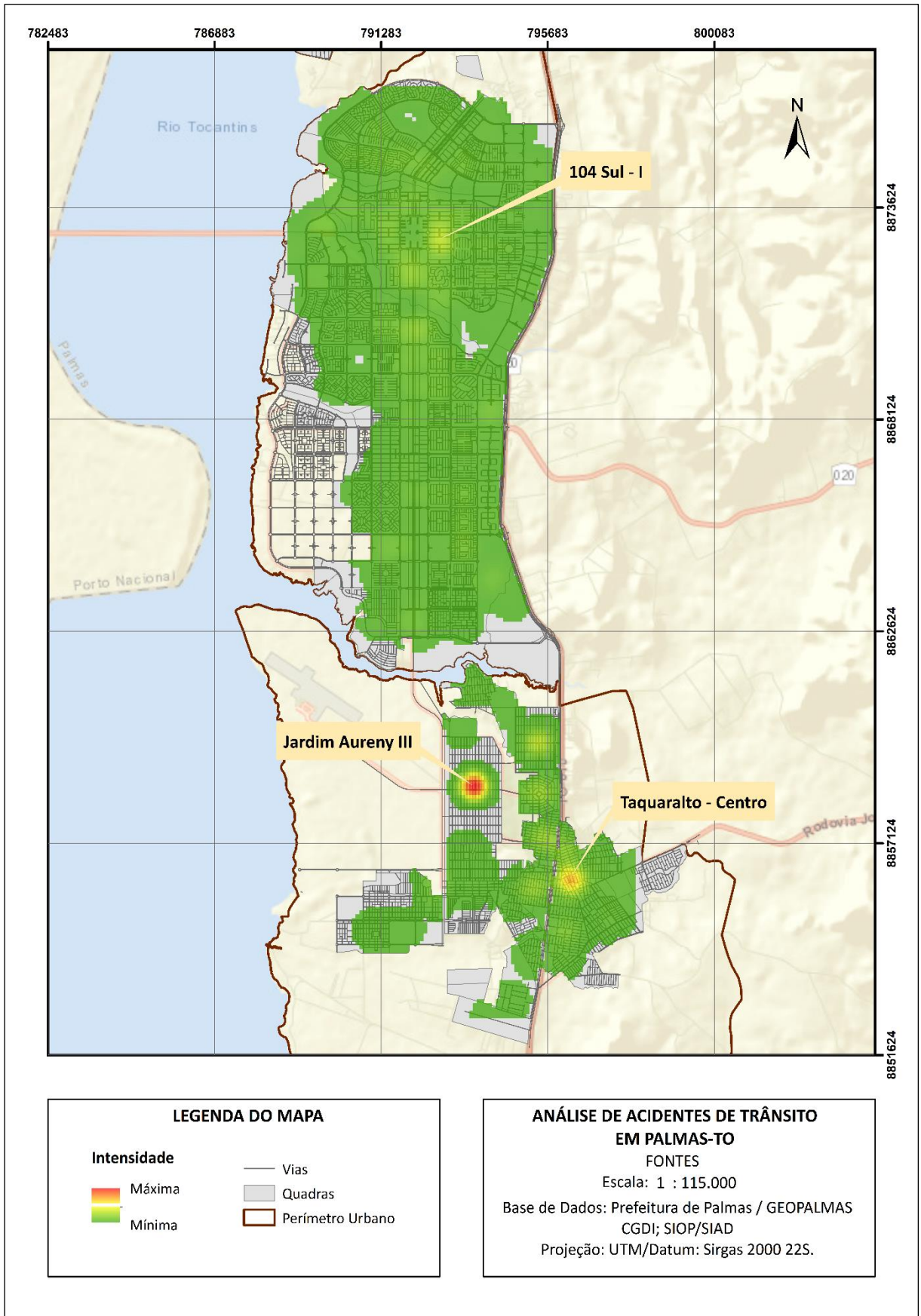
Fonte: Autoria própria

Ao analisarmos a **Figura 12**, é possível observar uma grande diferença entre os dados disponibilizados e os dados utilizados na pesquisa, logo, ao associarmos esses dados ao quadro 1, torna-se possível entender o motivo de tamanho descarte. Entre os principais tipos de dados descartados, podemos destacar as ocorrências fora da área de estudo, os dados sem endereço e tipologia de acidentes e os dados duplicados, sendo que os dois últimos casos foram encontrados principalmente no ano de 2017, uma vez que o georreferenciamento foi executado a partir da conferência desses dados.

Além disso, também foram encontradas inconsistências no banco de dados já disponibilizado com as coordenadas geográficas, bem como, ocorrências fora da área de estudo e coordenadas incompatíveis com o endereço citado, tendo como principal exemplo as quadras AE 1306 Sul e AE 409 Sul, para onde são deslocados os acidentes que ocorrem nos arredores do perímetro urbano de Palmas.

Após finalizar as análises de inconsistências e especializar os dados sem coordenadas geográficas, foi elaborado um mapa com o objetivo de identificar as áreas com maiores índices de ocorrências de acidentes de trânsito em Palmas, por meio de uma escala de cor com variação entre vermelho, amarelo e verde, com indicações de máxima, mediana e mínima intensidade de acidentes, conforme mostrado na **Figura 13**. Diante disso, observou-se que os maiores índices ocorrem na região sul, principalmente nos setores Jardim Aurenny III com um total de 206 casos e Taquaralto – Centro com 158 casos, enquanto na região centro os maiores índices estão na quadra 104 Sul – I com 66 casos, ambos somados representam um total de 19,0% das ocorrências registradas entre janeiro de 2017 e julho de 2019..

Figura 13 - Análise espacial das ocorrências de acidentes de trânsito



Fonte: Autoria própria

Com a identificação desses setores com maiores índices de acidentes de trânsito, foi realizado uma visita *in loco* com objetivo de verificar as principais condicionantes do entorno dessas áreas e que podem influenciar no acréscimo de acidentes. Sendo assim, foi possível observar que esses setores possuem grande densidade demográfica de acordo com o censo demográfico elaborado pelo IBGE em 2010. Sendo assim, além disso foi possível perceber a existência de vias com grandes concentrações de edificações comerciais, fator influenciador no acréscimo de automóveis e principalmente de pedestres, conforme as **Figuras 14 e 15**.

Figura 14 - Av. I próximo à estação Xerente em Jardim Aurenly III



Fonte: Autoria própria

Figura 15 - Cruzamento da Av. Tocantins com a Av. Perimetral Norte em Taquaralto - Centro



Fonte: Autoria própria

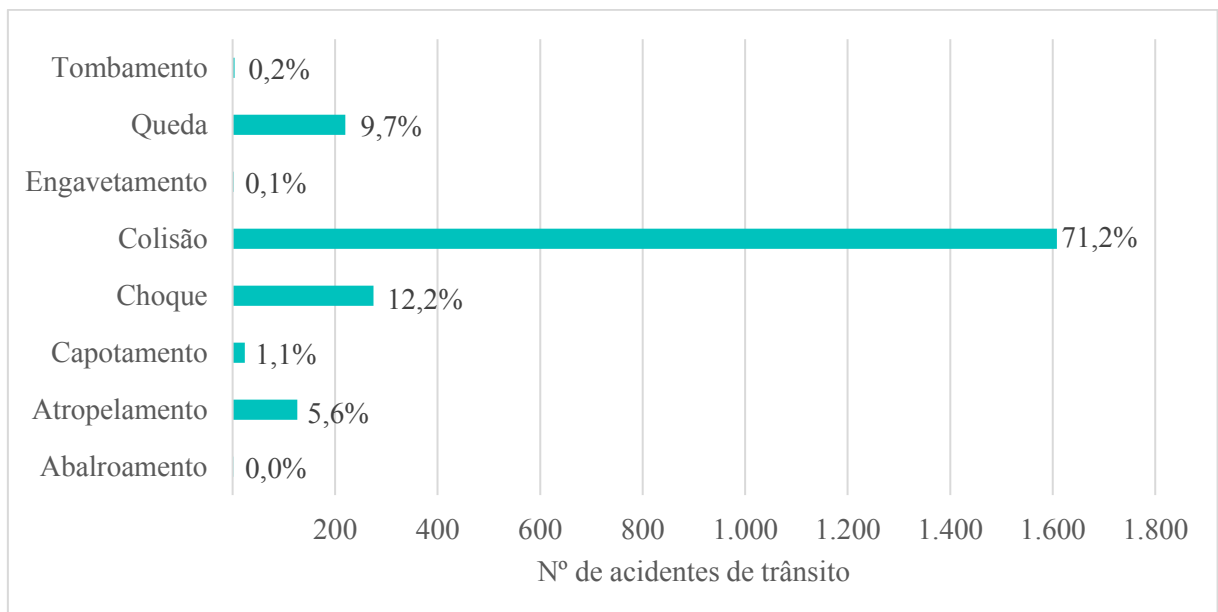
Quanto à tipologia das ocorrências, observou-se que 71,2% dos casos foram registrados como colisão, em seguida, apareceram as vítimas de choque com 12,2% das ocorrências, seguidas pelas vítimas de queda 9,7%, atropelamento com 5,6%, além de abalroamento, engavetamento, capotamento e tombamento, somando 1,4% dos casos registrados. Já o perfil da gravidade das vítimas de acidentes de trânsito, foi verificado uma grande diferença entre elas, uma vez que foi constatado uma maior quantidade de casos com vítimas de lesões, que representaram 69,0%, enquanto os casos sem vítimas representaram 29,9% e as vítimas fatais 1,1% das ocorrências de acidentes de trânsito, conforme dados especificados do **Quadro 2** e ilustrados nas **Figura 16 e 17**.

Quadro 2 - Análise de tipologia e gravidade das ocorrências de acidentes de trânsito

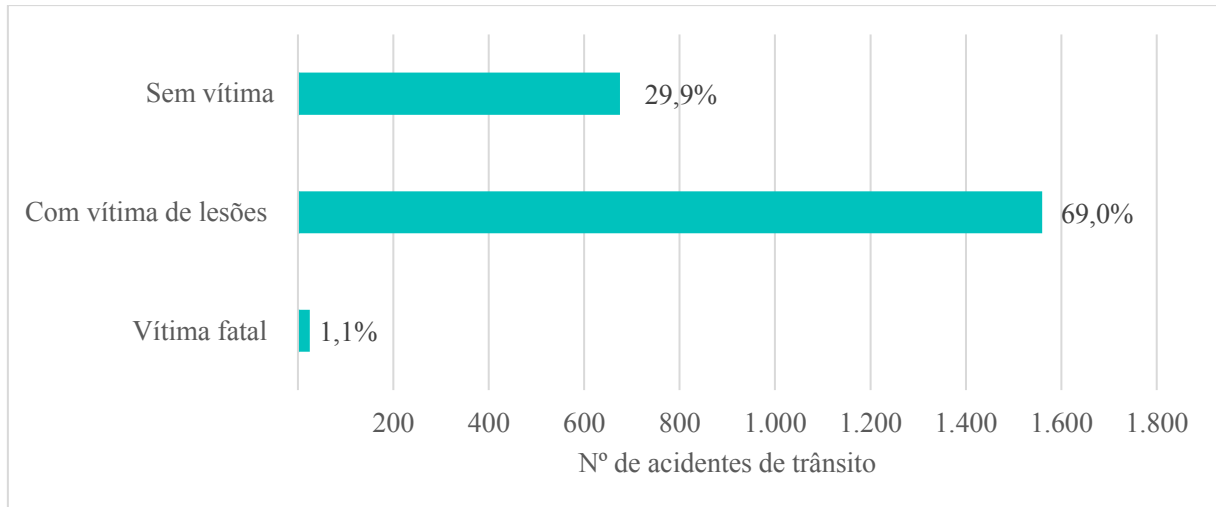
Tipologia/Gravidade	Sem vítima	Com vítima de lesões	Vítima fatal	Total	%
Abalroamento	1	0	0	1	0,0%
Atropelamento	6	117	3	126	5,6%
Capotamento	8	16	0	24	1,1%
Choque	165	104	6	275	12,2%
Colisão	485	1.109	14	1.608	71,2%
Engavetamento	2	0	0	2	0,1%
Queda	5	213	2	220	9,7%
Tombamento	3	1	0	4	0,2%
Total	675	1.560	25	2.260	100%
%	29,9%	69,0%	1,1%		

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 16 - Análise de tipologias de acidentes de trânsito



Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 17 - Análise de gravidades das vítimas de acidentes de trânsito

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Ao analisarmos os gráficos, torna-se possível notar uma discrepância na quantidade de dados de colisão em relação às demais tipologias, que possivelmente está relacionada ao excesso de velocidade e à abrangência do conceito de colisão, que se divide em colisão frontal, lateral, transversal e traseira. Quanto ao número de vítimas com lesões graves, além do excesso de velocidade, é possível que a cultura do não uso de equipamentos de segurança veicular, bem como, cinto de segurança influencie no acréscimo de casos.

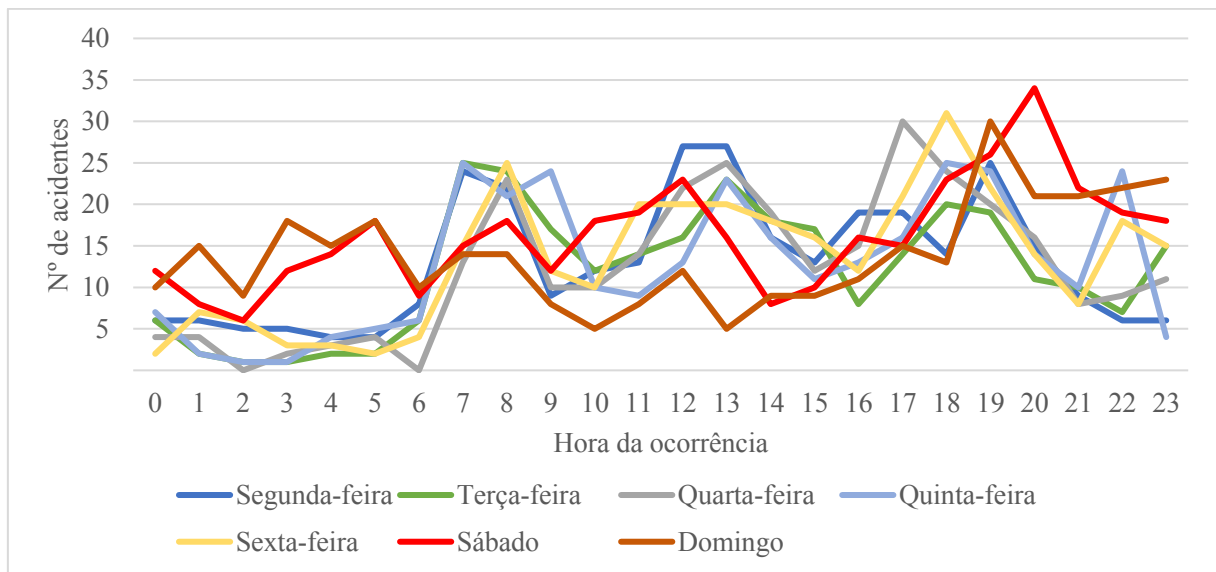
É importante ressaltar que apesar da existência de um estudo para as vítimas de acidentes fatais para os anos de 2017 e 2018, optou-se por não utilizá-los, uma vez que nem todos foram identificados nas planilhas disponibilizadas. Além disso, os dados que foram disponibilizados em formatos espaciais, possuíam apenas a geolocalização dos acidentes de trânsito, logo, não possuíam os atributos necessários para a realização do trabalho. Portanto, foram considerados apenas 25 casos de vítimas fatais, sendo 8 delas em 2019.

Outra análise realizada com a finalidade de compreender o comportamento dos acidentes de trânsito em Palmas foi a distribuição temporal ao longo da semana, bem como os dias de maiores ocorrências de acidentes e a hora aproximada de cada um. Porém, as ocorrências foram disponibilizadas apenas com as suas respectivas datas, sendo assim, por meio de uma análise simples realizou-se uma vinculação dessas datas aos devidos dias da semana. Além disso o formato da hora exata de cada ocorrência, dificultava o processo de análise dos acidentes, portanto, para fins de padronização do banco de dados, os acidentes ocorridos por exemplo entre às 18:00:00 e 18:59:59, foram arredondados para às 18:00:00 e assim executados para as demais horas do dia, sendo assim a distribuição diária e horária dos acidentes de trânsito podem ser observadas conforme o **Quadro 3** e **Figura 18**.

Quadro 3 - Análise dos dias e horas das ocorrências de acidentes de trânsito

Dia/Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	%
Segunda-feira	6	6	5	5	4	4	8	24	22	9	12	13	27	27	16	13	19	19	14	25	15	9	6	6	314	14%
Terça-feira	6	2	1	1	2	2	6	25	24	17	12	14	16	23	18	17	8	14	20	19	11	10	7	15	290	13%
Quarta-feira	4	4	0	2	3	4	0	13	23	10	10	14	22	25	19	12	15	30	24	20	16	8	9	11	298	13%
Quinta-feira	7	2	1	1	4	5	6	25	21	24	10	9	13	23	16	11	13	16	25	24	14	10	24	4	308	14%
Sexta-feira	2	7	6	3	3	2	4	15	25	12	10	20	20	20	18	16	12	21	31	22	14	8	18	15	324	14%
Sábado	12	8	6	12	14	18	9	15	18	12	18	19	23	16	8	10	16	15	23	26	34	22	19	18	391	17%
Domingo	10	15	9	18	15	18	10	14	14	8	5	8	12	5	9	9	11	15	13	30	21	21	22	23	335	15%
Total	47	44	28	42	45	53	43	131	147	92	77	97	133	139	104	88	94	130	150	166	125	88	105	92	2.260	
%	2%	2%	1%	2%	2%	2%	2%	6%	7%	4%	3%	4%	6%	6%	5%	4%	4%	6%	7%	7%	6%	4%	5%	4%	100%	

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

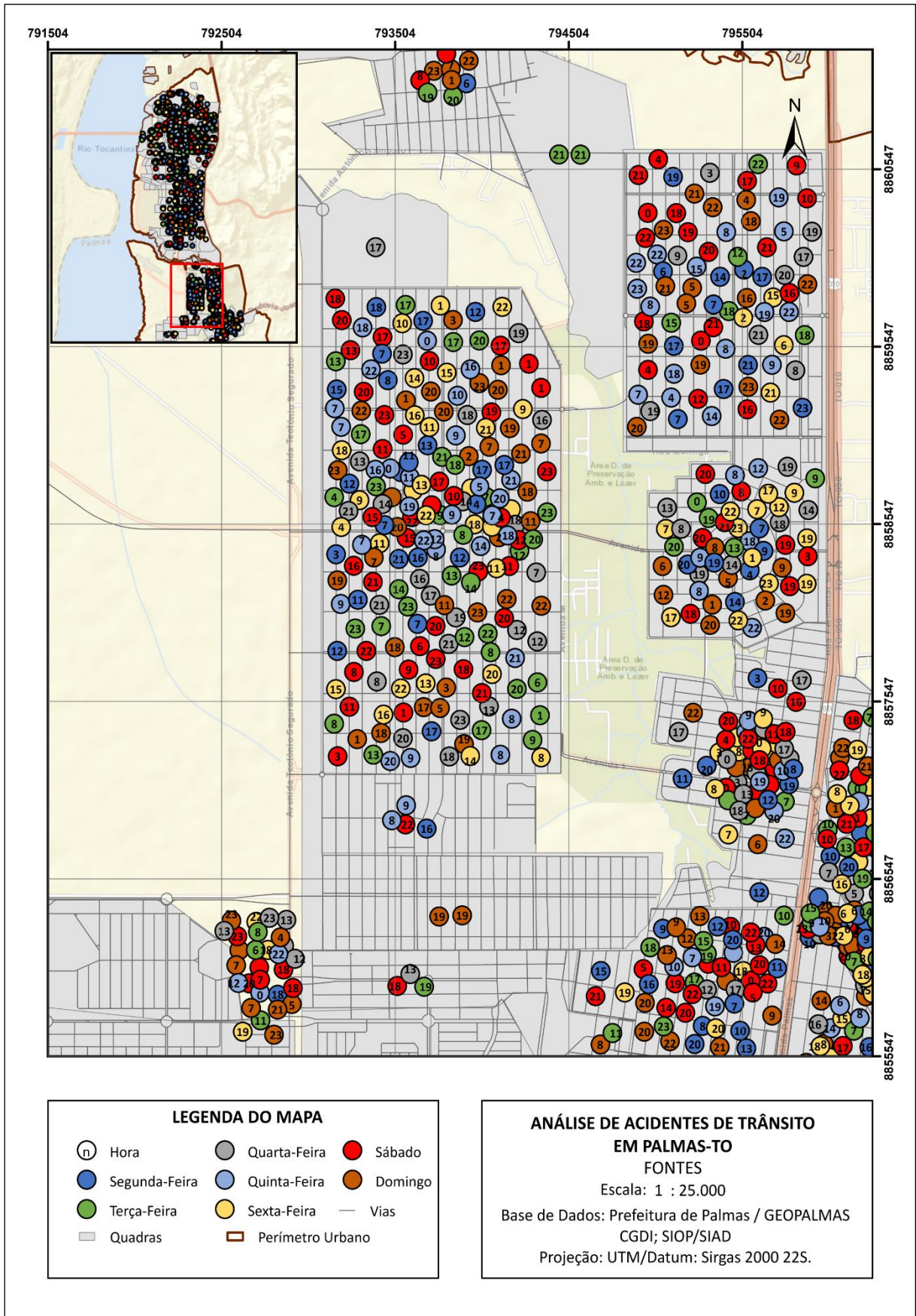
Figura 18 - Análise dos dias e horas das ocorrências de acidentes de trânsito

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Com base nos dados expostos, é possível verificar que as maiores ocorrências de acidentes, em contrapartida aos demais locais estudados e de forma surpreendente concentram-se durante os fins de semana. Além disso, nota-se que ao longo dos dias úteis a intensidade desses eventos ocorre quase que de forma similar, por outro lado no sábado e no domingo essa diferença é mais perceptível, principalmente no período da madrugada, onde os números de acidentes aumentam em relação aos demais dias da semana. Também foi possível observar que os horários de pico das ocorrências de acidentes coincidem com os horários de deslocamento de pessoas e consequentemente maior fluxo veículos nas vias.

Dentro desse mesmo contexto elaborou-se um mapa de pontos com dia e a hora de ocorrência de cada acidente, com o objetivo de observar a distribuição espaço-temporal das ocorrências de acidentes em Palmas. Dessa forma, cada ponto contém em seu interior a hora de ocorrência, além disso, foram ordenados em escala de cores, com a finalidade de identificar qual dia da semana ocorreu o evento, conforme **Figura 19** e **Anexo I**.

Figura 19 - Análise espacial e temporal das ocorrências de acidentes de trânsito – Jardim Aurenny III



Fonte: Autoria própria

Apesar da maior concentração de veículos nas vias acontecer durante os dias úteis da semana, uma explicação para as ocorrências acontecerem no fim de semana pode estar relacionada ao excesso de velocidade, uma vez que, Palmas possui vias largas, grandes trechos em linhas retas, além disso a menor quantidade de veículos nessas vias favorece o fluxo mais rápido dos automóveis. Por outro lado, nos fins de semana há um maior consumo de bebida alcoólica, fator que somado ao uso da direção e ao excesso de velocidade, pode colocar em risco tanto a vida do condutor quando de outros usuários do sistema viário

4.2 Análise de tipologias das ocorrências de acidentes de trânsito

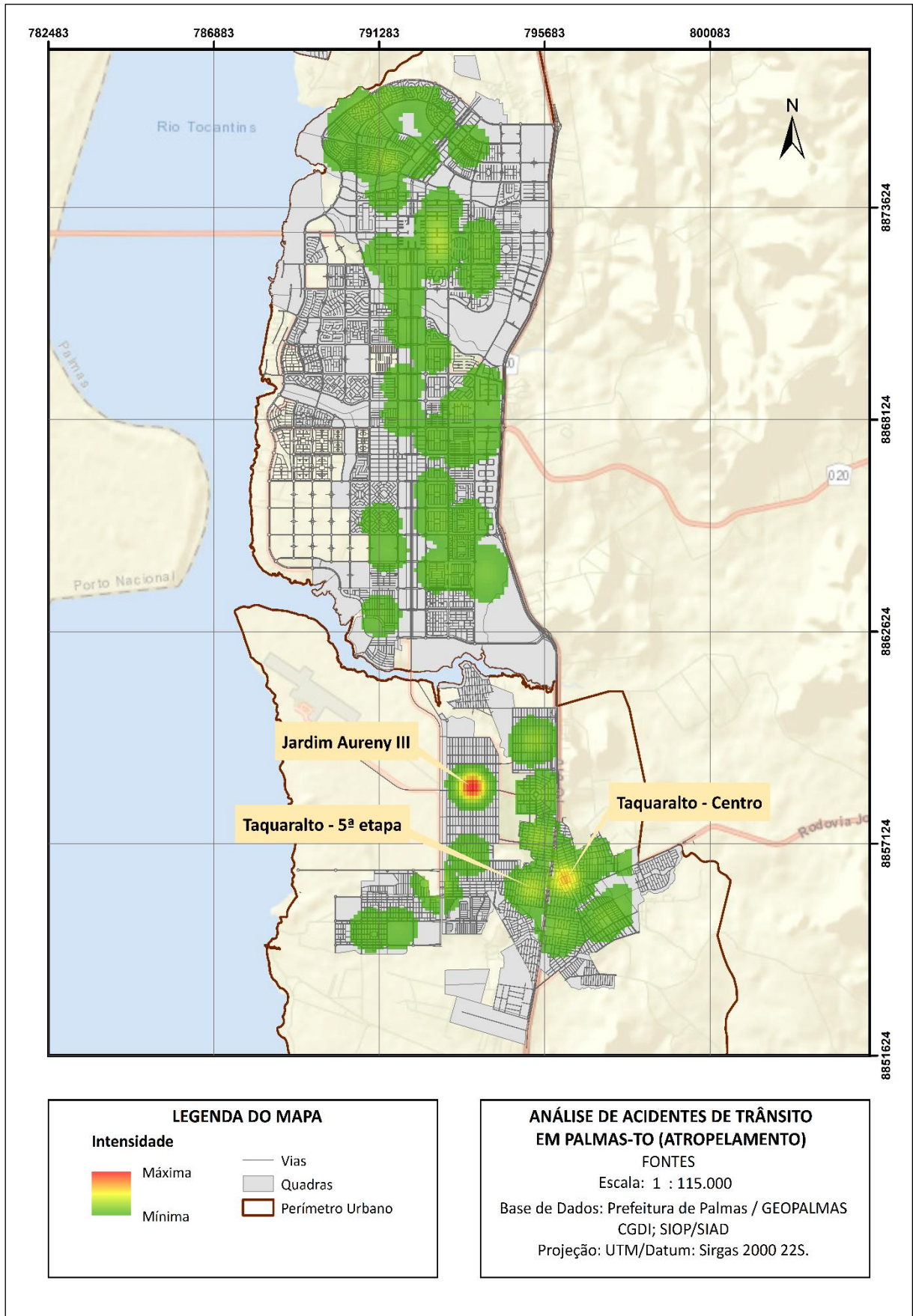
Após finalizada a análise geral das ocorrências de acidentes de trânsito optou-se por analisar cada tipologia de forma separada com o objetivo de identificar quais provocam maiores gravidades e principalmente o horário e o local onde cada uma ocorre. Além disso a tipologia do acidente pode ajudar a descobrir os setores mais críticos e por meio de visitas *in loco* será possível identificar as condicionantes existentes em cada um.

Tendo em vista a quantidade de análises a serem realizadas e com a intenção de reduzi-las e conseqüentemente evitar as atividades repetitivas, foram desconsideradas as ocorrências de abalroamento, engavetamento e tombamento, uma vez que possuem poucos dados, ambos somaram apenas 7 casos, ou seja, 0,3% do total registrado. Também foram desconsideradas as análises de distribuição mensal pela semelhança que esta possui com a análise geral e principalmente pela ausência dos últimos seis meses de 2019.

4.2.1 Atropelamento

Esse tipo de acidente tem ocorrências constantes e geralmente envolve automóveis com pedestres ou ciclistas, principalmente em locais de cruzamentos de vias, sendo que pelo menos um dos envolvidos deve estar em movimento. Diante desse contexto e com base nos dados disponibilizados, foram identificadas 126 vítimas de atropelamento na cidade de Palmas durante o período estudado. Sendo assim, realizou-se a espacialização dessas informações e por meio da elaboração de um mapa temático, verificou-se que os setores Jardim Aurenny III, Taquaralto-Centro e Taquaralto 5ª etapa foram os que apresentaram o maior índice de ocorrências de acidentes de trânsito. Ambos somaram um total de 35 vítimas, ou seja, 27,8% do total registrado, enquanto as demais vítimas ficaram distribuídas pelos bairros, setores e quadras da cidade, conforme mostra a **Figura 20**.

Figura 20 - Análise espacial das ocorrências de atropelamento



Fonte: Autoria própria

As condicionantes que mais contribuem para o aumento desse tipo de acidente estão relacionadas à condição da infraestrutura viária, a inexistência de equipamentos de fiscalização semafórica ou quando existe o tempo de sinal é mal planejado e torna-se insuficiente para um pedestre atravessar uma determinada rua, locais inapropriados de implantação de faixas ou passarelas e principalmente a falta de conscientização da população em obedecer as normas de trânsito. Sendo assim, após a identificação dos locais com maiores intensidades de ocorrências de acidentes de trânsito, realizou-se uma visita *in loco* com o objetivo de identificar as condicionantes existentes destes setores.

Embora tais setores fiquem mais afastado da região central da cidade, foi constatado que o setor Jardim Aurenny III, Taquaralto - Centro e Taquaralto 5ª etapa são caracterizados pela sua densidade demográfica, pela centralização de áreas comerciais e equipamentos públicos, bem como, escolas, unidades de saúde, estação de ônibus, etc, sendo estas atividades grande geradoras de fluxo de veículos e pessoas, fatores determinantes para o acréscimo do número de acidentes e conseqüentemente da quantidade de feridos e mortes no trânsito.

Além disso, foi observado também a ausência de semáforos em alguns cruzamentos das principais vias dos setores e quando somados à distância entre as faixas de pedestres e até mesmo a imprudência de pedestres ao atravessar em locais inapropriados, conforme mostrado na **Figura 21**, podem contribuir para o acréscimo dessas ocorrências.

Figura 21 - Cruzamento da Av. Tocantins e Av. Taquaruçu em Taquaralto - Centro



Fonte: Autoria própria

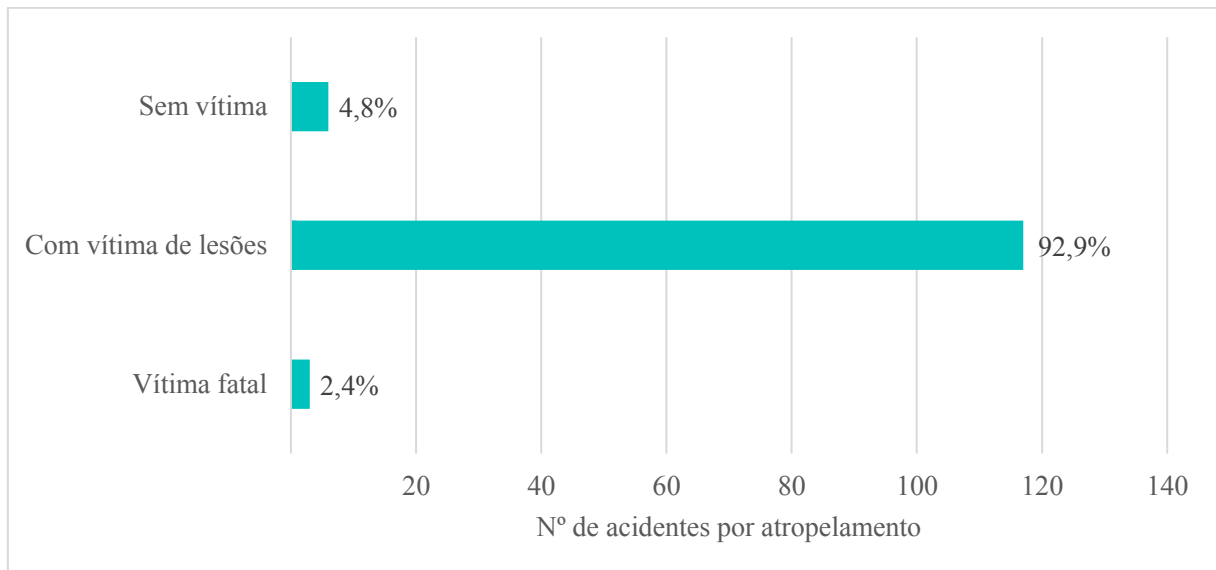
Com o objetivo de identificar a gravidade das vítimas para os acidentes por atropelamento, realizou-se uma análise quantitativa dessas ocorrências e observou-se que dos 126 casos registrados, 117 foram acidentes com vítima de lesões, cerca de 92,9% do total, enquanto 6 casos relataram acidentes sem vítima e 3 casos de acidentes com vítima fatal, conforme mostrado no **Quadro 4** e ilustrado na **Figura 22**.

Quadro 4 - Análise de gravidade das vítimas de atropelamento

Gravidade	Quantidade	%
Sem vítima	6	2,4%
Com vítima de lesões	117	92,9%
Vítima fatal	3	4,8%
Total	126	100%

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 22 - Análise de gravidade das vítimas de atropelamento



Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Embora a quantidade de acidentes com vítima fatal seja considerada pequena em relação às demais gravidades, essas ocorrências não deixam de ser preocupantes, uma vez que ao analisarmos os resultados, é possível notar uma grande quantidade de acidentes com vítimas de lesões, sendo assim, geram grandes impactos econômicos aos cofres públicos que terá que custear despesas na recuperação dessas vítimas e até mesmo em caso de aposentadoria por invalidez permanente. Diante disso, estima-se que a quantidade de vítimas com lesões pode estar relacionada possivelmente à condição em que a vítima se encontra no momento do impacto, já que a mesma na maioria das vezes, encontra-se desapercebida e desprotegidas.

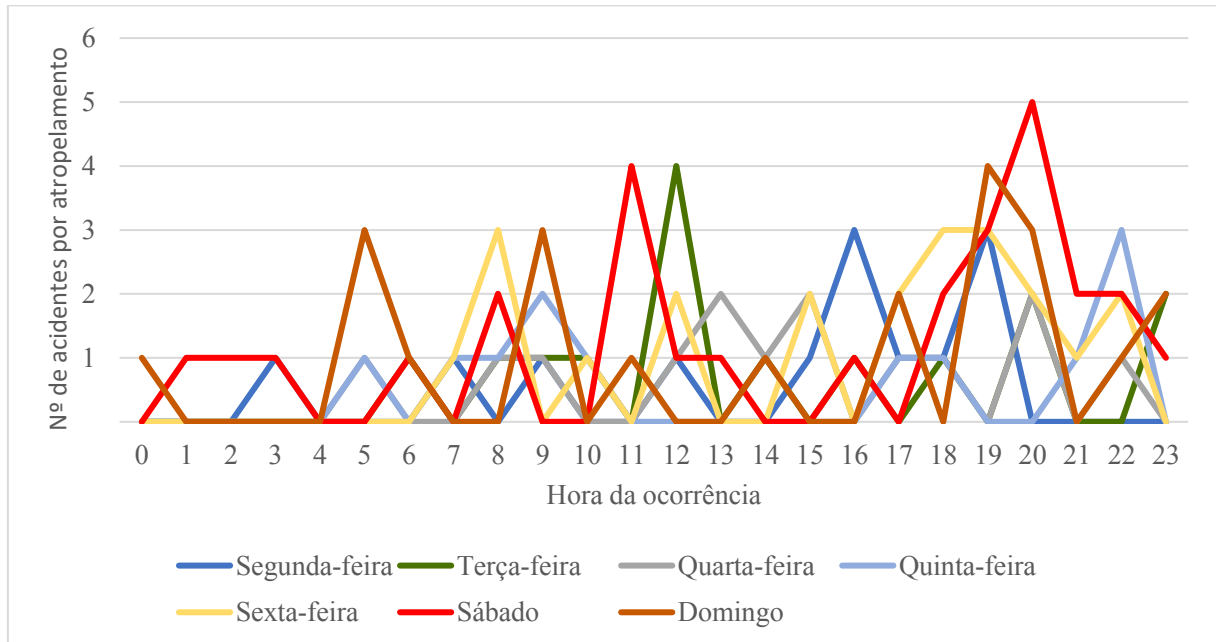
Em seguida foram realizadas as análises quantitativas para identificar os dias e horas de maiores ocorrências para esse tipo de acidente. Dessa forma, observou-se que os maiores índices de atropelamento ocorrem nos fins de semana, sendo que nos sábados foram contabilizadas 28 ocorrências, enquanto sexta-feira e domingo foram registrados 20 casos para ambos. De semelhante modo, observou-se que as horas com os picos de ocorrências de atropelamento acontecem às de 18, 19 e 20 horas, conforme mostra o **Quadro 5** e **Figura 23**.

Quadro 5 - Análise dos dias e horas das ocorrências de atropelamento

Dia/Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	%	
Segunda-feira	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	3	1	1	3	0	0	0	0	0	13	10%
Terça-feira	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	2	2	15	12%
Quarta-feira	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	2	1	2	0	1	1	0	2	0	1	0	14	11%	
Quinta-feira	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3	0	12	10%	
Sexta-feira	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	2	0	0	2	0	2	3	3	2	1	2	0	22	17%	
Sábado	0	1	1	1	0	0	1	0	2	0	0	4	1	1	0	0	1	0	2	3	5	2	2	1	28	22%	
Domingo	1	0	0	0	0	3	1	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	2	0	4	3	0	1	2	22	17%	
Total	1	1	1	2	0	5	3	3	8	8	3	5	9	3	3	5	5	7	9	13	14	4	9	5	126		
%	1%	1%	1%	2%	0%	4%	2%	2%	6%	6%	2%	4%	7%	2%	2%	4%	4%	6%	7%	10%	11%	3%	7%	4%	100%		

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

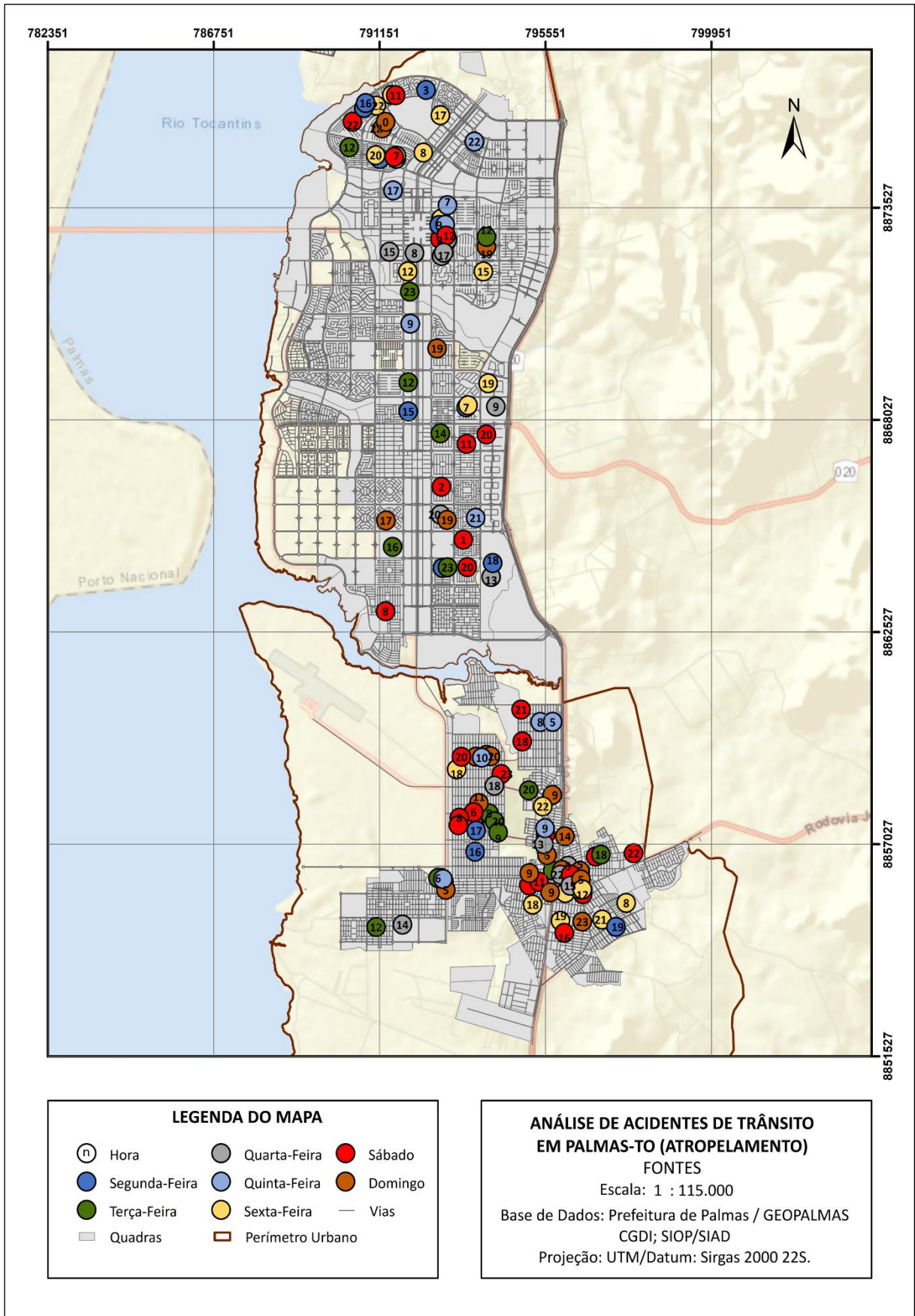
Figura 23 - Análise dos dias e horas das ocorrências de atropelamento



Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

A partir da identificação desses dados de atropelamento, bem como os dias dos acontecimentos e as horas aproximadas de cada um, foi elaborado um mapa com o intuito de observar a distribuição espacial e temporal, bem como as horas e setores dessas ocorrências na cidade de Palmas, sendo assim, ficaram distribuídos conforme ilustrado na **Figura 24**.

Figura 24 - Análise espacial e temporal das ocorrências de atropelamento



Fonte: Autoria própria

Ao observarmos o mapa detalhadamente é possível perceber que as maiores quantidades de acidentes que ocorrem durante os fins de semanas, neste caso, representados por bolas amarelas vermelhas e marrons, ficam concentradas na região norte da cidade principalmente nos setores Jardim Aurenny III e Taquaralto – Centro. Além disso, ao relacionar esses acidentes com a hora de ocorrência de cada um, torna-se possível levantar algumas teorias quanto aos fatores causadores desses eventos.

Apesar do maior fluxo de pessoas nas ruas acontecer no período diurno, o início da noite marca o final de expediente de trabalho para alguns, e conseqüentemente o retorno de pessoas para suas casas. Além disso, os finais de semanas são marcados também por grande número de festas e alto consumo de bebida alcoólica, principalmente no período noturno. Sendo assim, quando combinado com o uso de veículos motorizados ou até mesmo no caso de pedestres, podem contribuir para o aumento de acidentes, uma vez que os efeitos do álcool influenciam na capacidade de percepção e reação tanto de condutores quanto de pedestres.

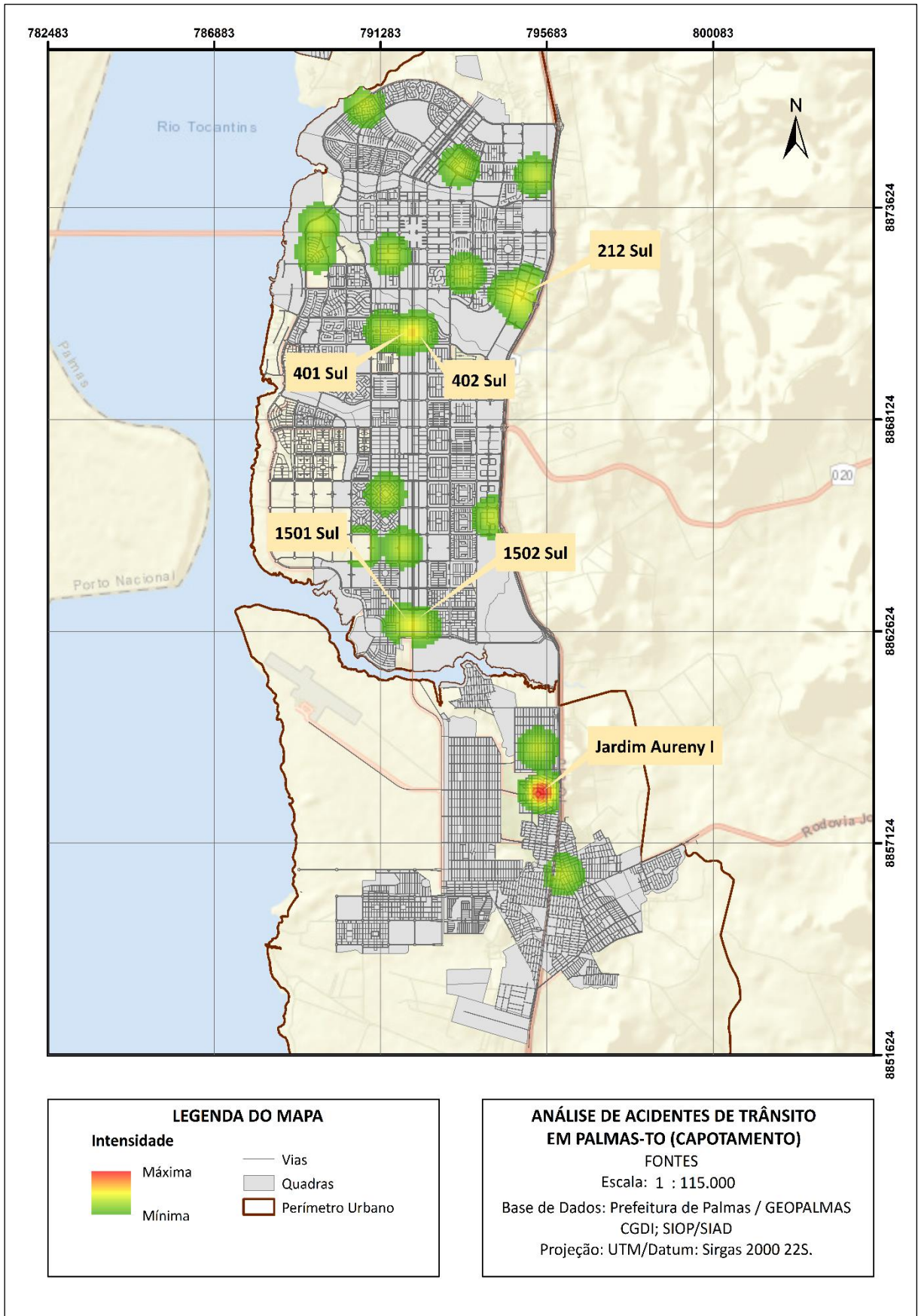
4.2.2 Capotamento

Dentre as tipologias estudadas, capotamento foi a que mais se diferenciou quanto a sua distribuição espacial, sendo assim, as maiores intensidades de ocorrências aconteceram em locais com as máximas velocidades permitidas dentro da área de estudo, bem como a Avenida Teotônio Segurado que atravessa a cidade de Norte a Sul e possui velocidade máxima de 70 km/h e a TO-050, que margeia a cidade pelo lado leste, além de atravessá-la em alguns setores da região Sul, sendo nesses pontos a velocidade máxima de 70 km/h.

Para o entendimento da distribuição espacial de capotamento é importante lembrar que para o georreferenciamento das ocorrências de acidentes de trânsito, foram consideradas as coordenadas da quadra, setor ou região mais próxima, portanto, se um acidente ocorre na Avenida Teotônio no sentido norte-sul a quadra referência encontra-se à sua direita, de semelhante forma se o sentido do fluxo é sul-norte, e assim para os demais acidentes.

Sendo assim, por meio da distribuição espacial das ocorrências de atropelamento identificou-se que o setor Jardim Aurenny I, margeado pela TO-050, apresentou a maior quantidade de capotamentos, sendo contabilizados 3 casos, por outro lado as quadras 401, 402, 1501 e 1502 Sul ambas margeadas pela Avenida Teotônio Segurado foram identificados um caso para cada uma delas, no entanto, podemos observar que há uma proximidade em relação a essas quadras, uma vez que os pixels mais amarelados encontram-se sobre ambas as quadras e principalmente sobre a via, conforme mostrado na **Figura 25**.

Figura 25 - Análise espacial das ocorrências de capotamento



Fonte: Autoria própria

Por meio de uma visita nesses locais foi possível perceber que além de ser margeado pela TO-050, o setor Jardim Aurenny I, possui outras vias de velocidade rápida, bem como suas marginais e a Avenida I que interliga-o com ao setor Jardim Aurenny III, conforme mostra a **Figura 26**, sendo este o local de ocorrência de um desses acidentes. Por outro lado, na quadra 210 Sul, trata-se de um ponto de entrada e saída à TO-050, enquanto os locais com maiores intensidades na Avenida Teotônio Segurado são cruzamentos de vias.

Figura 26- Av. I, via de acesso do setor Jardim Aurenny I ao setor Jardim Aurenny III



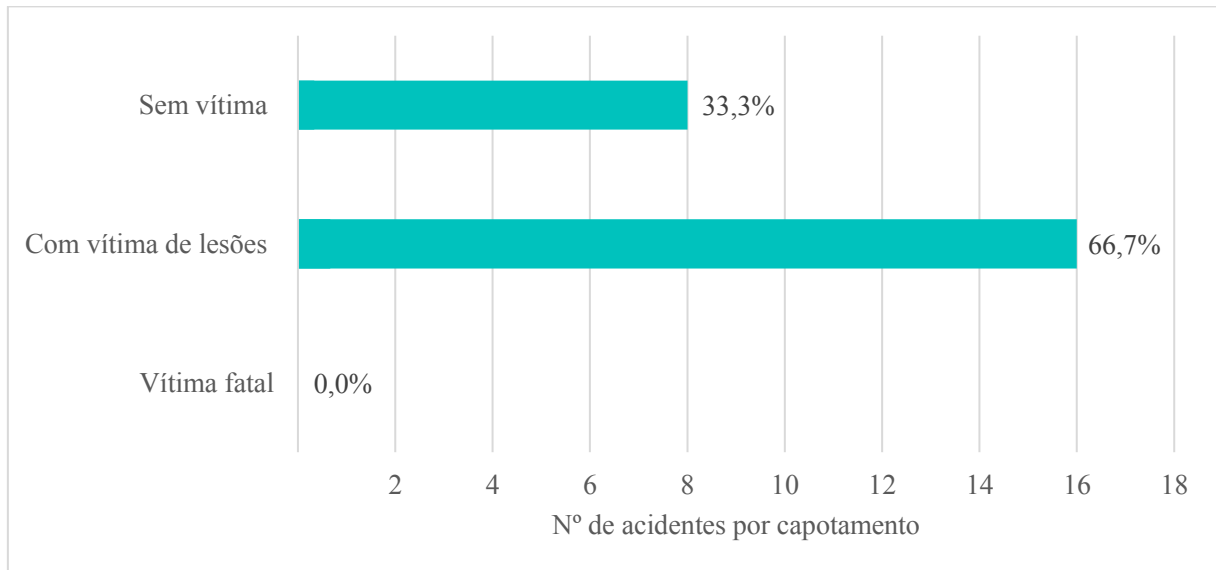
Fonte: Autoria própria

Durante o período em estudo não foi identificado nenhum caso de capotamento com vítima fatal, porém, o número de ocorrências com vítima de lesões dobrou em relação aos acidentes sem vítimas. Sendo assim, dos 24 casos registrados 16 ocorrências foram registradas com vítimas de lesões, enquanto 8 delas não possuíam vítimas, conforme destacado no **Quadro 6** e ilustrado na **Figura 27**.

Quadro 6 - Análise de gravidade das vítimas de capotamento

Gravidade	Quantidade	%
Sem vítima	8	33,3%
Com vítima de lesões	16	66,7%
Vítima fatal	0	0,0%
Total	24	100%

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 27 - Análise de gravidade das vítimas de capotamento

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Apesar de não haver nenhuma fatalidade, ao analisarmos a figura é possível verificar uma diferença na quantidade de ocorrências com vítimas de lesões, ou seja, 66,7% dos casos registrados. Tal situação pode estar relacionada ao excesso de velocidade, além disso, a característica da tipologia também pode contribuir, uma vez que em um capotamento, o veículo gira sobre seu próprio eixo até se estabilizar, sendo assim, quando associado ao não uso de cinto de segurança pode agravar ainda mais a situação.

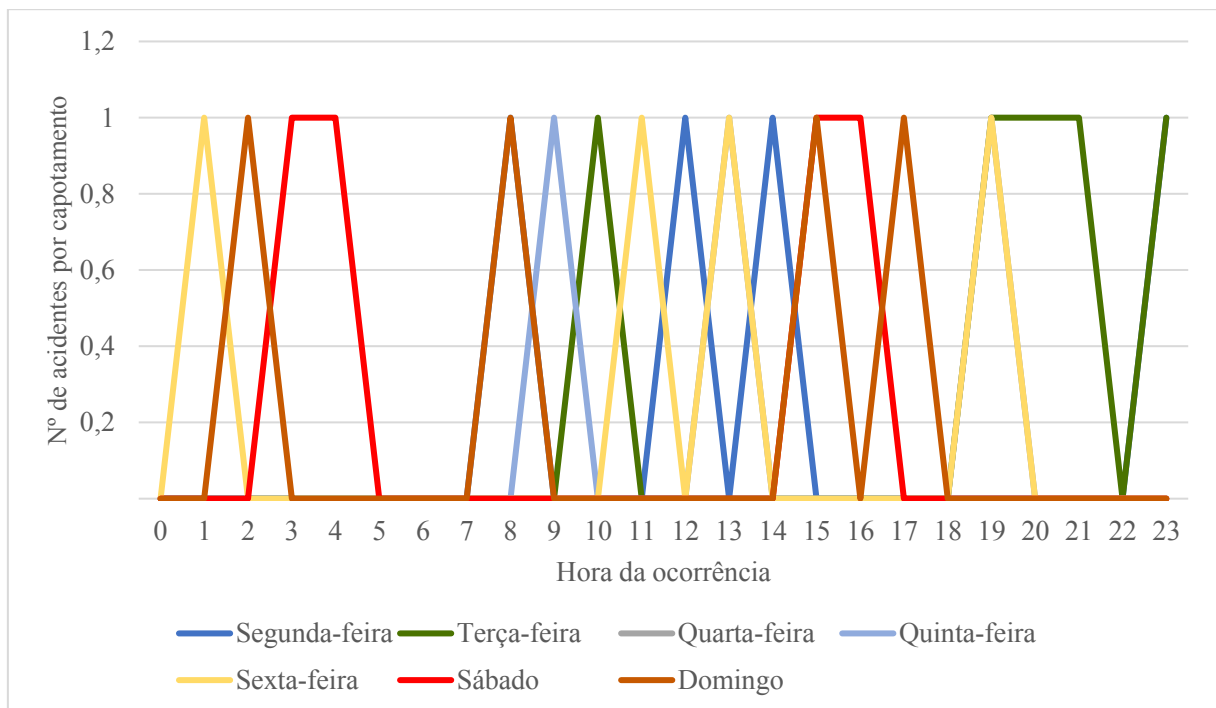
Em seguida, realizou-se a análise quantitativa para identificação dos dias e horas com as maiores intensidades de ocorrências, sendo assim, verificou-se que para essa tipologia as taxas de acidentes são quase constantes durante os dias da semana, com exceção da quarta e quinta-feira, onde esses números são menores, com apenas 3 casos registrados. Por outro lado, a terça-feira, registrou um total de 5 acidentes, sendo este o maior índice durante o período estudado, enquanto nos demais dias da semana houve um total de 4 acidentes para cada.

De semelhante modo, executou-se também análise quantitativa das horas com mais ocorrências de capotamento em palmas e simultaneamente a sua distribuição ao longo da semana. Sendo assim, por se tratar de uma quantidade pequena de ocorrências observou-se que em algumas horas não houve nenhum registro, principalmente nos dias úteis da semana no período da madrugada, além disso, é possível verificar que às 21:00:00 foram registrados 3 ocorrências, ou seja, 13,0% do total registrado, sendo esta, a hora com maior número de acidentes por capotamento dentro do intervalo de tempo estudado. Em seguida aparecem os horários de 08:00:00, 13:00:00, 15:00:00 e 23:00:00 com 2 casos registrados em cada, totalizando 8 vítimas, conforme podemos observar no **Quadro 7** e **Figura 28**.

Quadro 7 - Análise dos dias e horas das ocorrências de capotamento

Dia/Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	%	
Segunda-feira	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	17%
Terça-feira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	5	21%	
Quarta-feira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	8%
Quinta-feira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4%
Sexta-feira	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	17%
Sábado	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17%
Domingo	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	17%
Total	0	1	1	1	1	0	0	0	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	3	1	1	0	2	24		
%	0%	4%	4%	4%	4%	0%	0%	0%	8%	4%	4%	4%	4%	8%	4%	8%	4%	4%	0%	13%	4%	4%	0%	8%	100%		

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

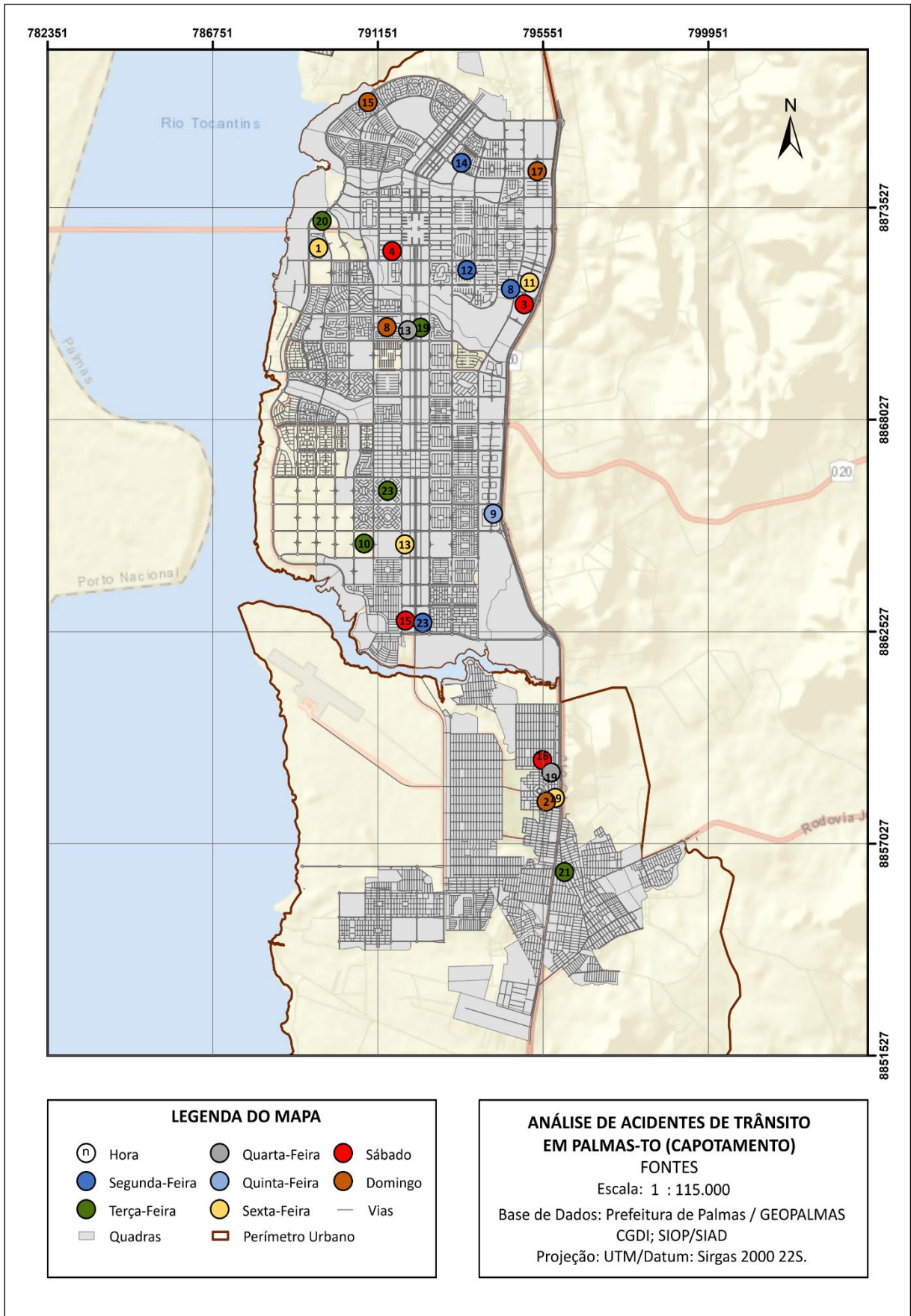
Figura 28 - Análise dos dias e horas das ocorrências de capotamento

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Ao analisarmos o gráfico é possível notar ainda a semelhança de distribuição desses acidentes por dias da semana e horas de ocorrências, em nenhum dos dias analisados, houve mais de um acidente na mesma hora, além disso, é possível notar ainda que houve intervalos de tempo em que não aconteceu nenhum acidente, bem como às 00:00:00, o intervalo entre às 05:00:00 e 07:59:59, além de 18:00:00 e 22:00:00.

Sendo assim, com a finalidade de facilitar a visualização da espacialização desses pontos com base na sua geolocalização, além de mostrar também o dia da semana em que aconteceu esse evento e principalmente o horário de ocorrência, elaborou-se um mapa temático, onde os acidentes são representados por pontos, as cores dos pontos representam os dias da semana e os números representam as horas de ocorrências, conforme **Figura 29**.

Figura 29 - Análise espacial e temporal das ocorrências de capotamento



Fonte: Autoria própria

Ao observarmos o mapa, podemos notar que a maioria dos acidentes por capotamento ocorrem, durante o dia, no entanto as ocorrências registradas na região norte em sua grande maioria aconteceu no período noturno, principalmente as ocorrências anotadas no setor Jardim Aurenny I, sendo duas delas às 19:00:00 e uma às 02:00:00. Além disso, as outras ocorrências que aconteceram no período noturnos, ficaram concentradas nas quadras próximas às avenidas Juscelino Kubitschek e Teotônio Segurado além da TO-050.

4.2.3 Choque

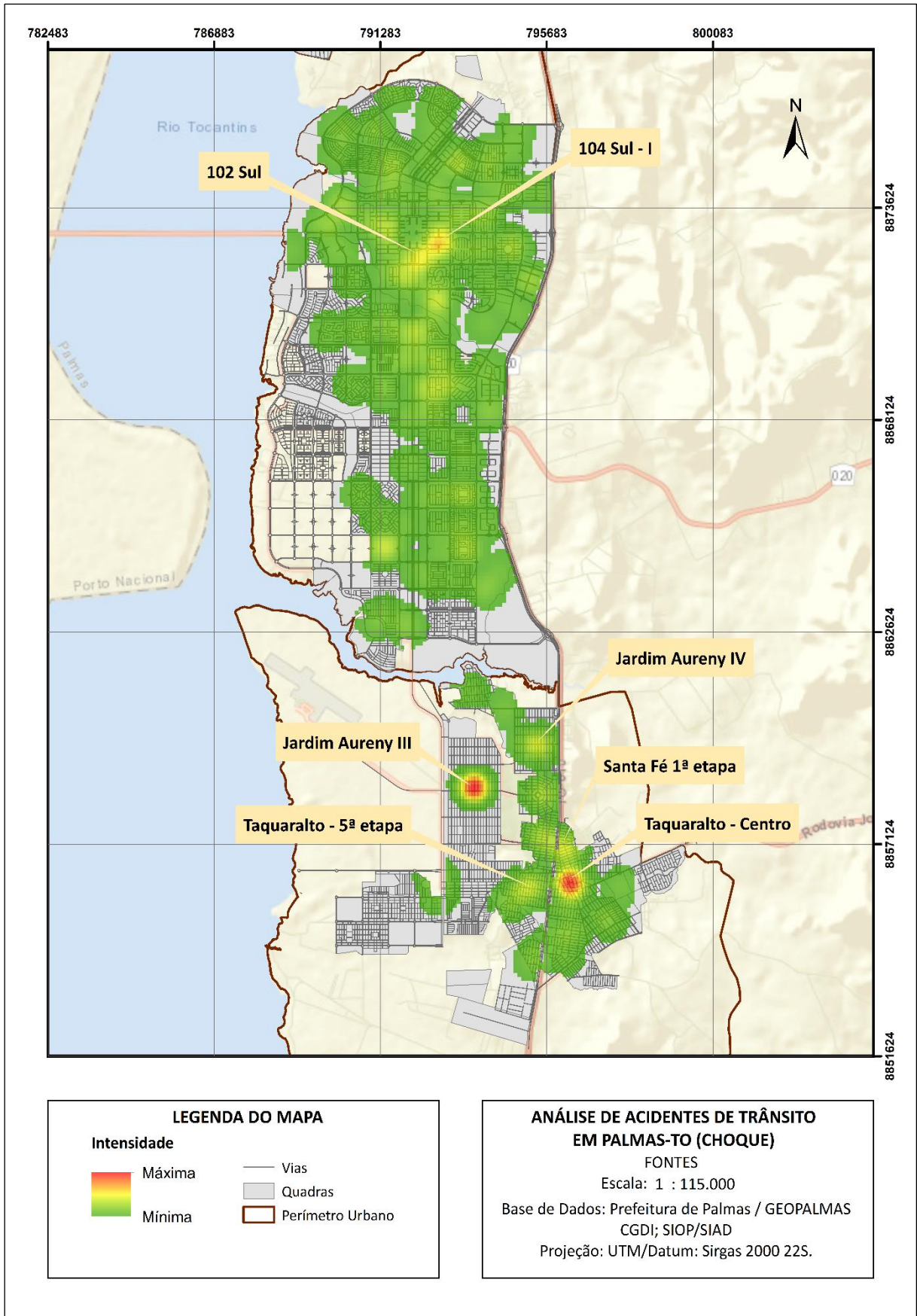
Com base nas análises realizadas, foram registrados 275 casos de choque por acidentes de trânsito entre janeiro de 2017 e julho de 2019, sendo a tipologia com segundo maior número de registros entre as demais estudadas. Além disso, por meio da análise de distribuição dos pontos dessas ocorrências foi identificado que novamente os setores de Taquaralto – Centro, Jardim Aurenny III, além de Santa Fé 1ª etapa, Taquaralto 5ª etapa, Jardim Aurenny IV e as quadras 104 Sul – I e 102 Sul apresentaram os maiores índices de ocorrências, uma vez que foram identificadas 66 vítimas, cerca de 24,0% do total registrado, conforme **Figura 30**.

Foi possível perceber ainda que algumas quadras às margens de eixos estruturantes, bem como Avenida Juscelino Kubitschek e Avenida Teotônio Segurado e até mesmo a rodovia TO-050, apresentaram uma intensidade mediana de ocorrências de acidentes por choque no trânsito, de forma que se encontram em um tom amarelado. Essa situação pode estar relacionada ao excesso de velocidade, uma vez que essas vias possuem grandes trechos largos e retilíneos, além disso suas velocidades máximas variam entre 40 e 70 km/h, características que contribuem ainda mais para o excesso de velocidade.

Por outro lado, grandes concentrações de veículos em um mesmo local também podem influenciar no aumento de acidentes para essa tipologia, uma vez que há um número elevado de carros estacionados ao longo do leito carroçável da via, de forma que a quantidade de faixa trafegável fica reduzida, assim aumenta a dificuldade para dirigir. Tal situação, quando somada ao uso de aparelho celular ao dirigir, pode agravar ainda mais a situação, já que a capacidade de percepção e o tempo de reação dos motoristas ficam reduzidos.

Outro fator preocupante que pode contribuir para o aumento de choques no trânsito é o consumo de bebida alcoólica, já que os efeitos do álcool no sangue alteram a capacidade de percepção e coordenação motora, além de gerar influências na visão e principalmente na alteração da capacidade de raciocínio. Tal situação, quando combinado com o uso da direção, coloca em risco não só do motorista a vida, mas de qualquer um usuário do sistema viário.

Figura 30 - Análise espacial das ocorrências de choque



Fonte: Autoria Própria

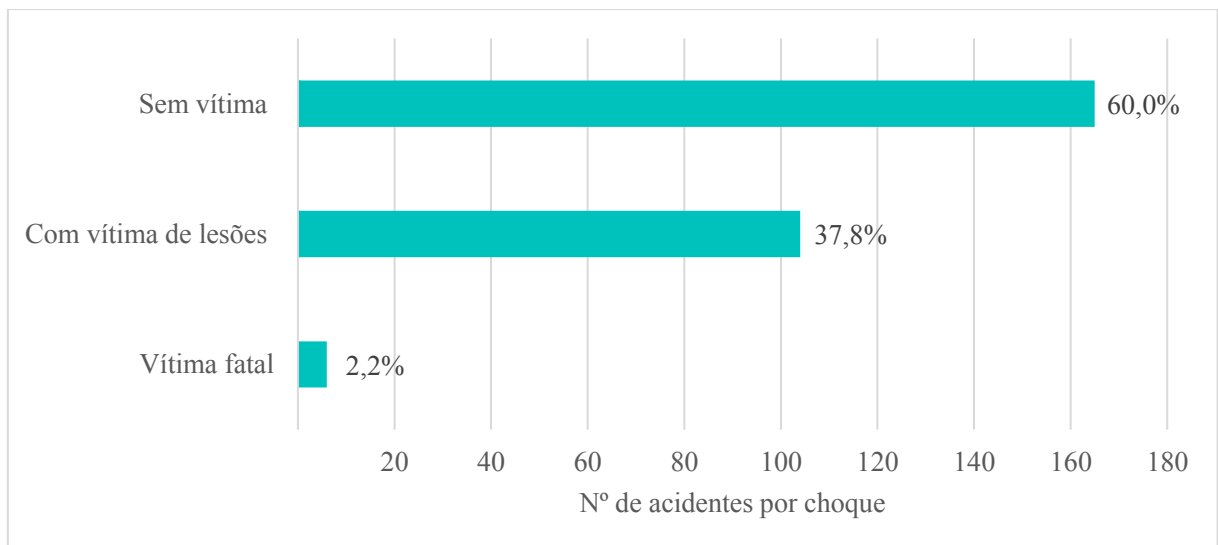
Quanto à análise de gravidade das vítimas observou-se uma distribuição mais equilibrada entre os acidentes sem vítimas e os acidentes com vítimas de lesões, ambos apresentaram números próximos, porém houve uma quantidade maior de choques sem vítimas, cerca de 60,0% dos casos, enquanto os choques com vítimas de lesões representaram 37,8% e as vítimas fatais 2,2%. conforme **Quadro 8** e **Figura 31**.

Quadro 8 - Análise de gravidade das vítimas de choque

Gravidade	Quantidade	%
Sem vítima	165	60,0%
Com vítima de lesões	104	37,8%
Vítima fatal	6	2,2%
Total	275	100%

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 31 - Análise de gravidade das vítimas de choque



Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Apesar da comprovação de um índice maior de choque sem vítimas, essa tipologia de acidente não deixa de ser preocupante, uma vez que se trata da segunda maior causa de ocorrências de trânsito na capital tocantinense e principalmente pelo fato de as vítimas leves também gerarem custos ao poder público, bem com, custos relacionados às perdas de produção em potencial e custos decorrentes de congestionamentos em locais de acidentes. Apesar dos custos não serem tão altos quanto para os acidentes com vítimas fatais, quando multiplicados pelo número de ocorrências, podem gerar grandes impactos na economia do município, recursos que poderiam ser investidos em setores mais carentes de investimentos.

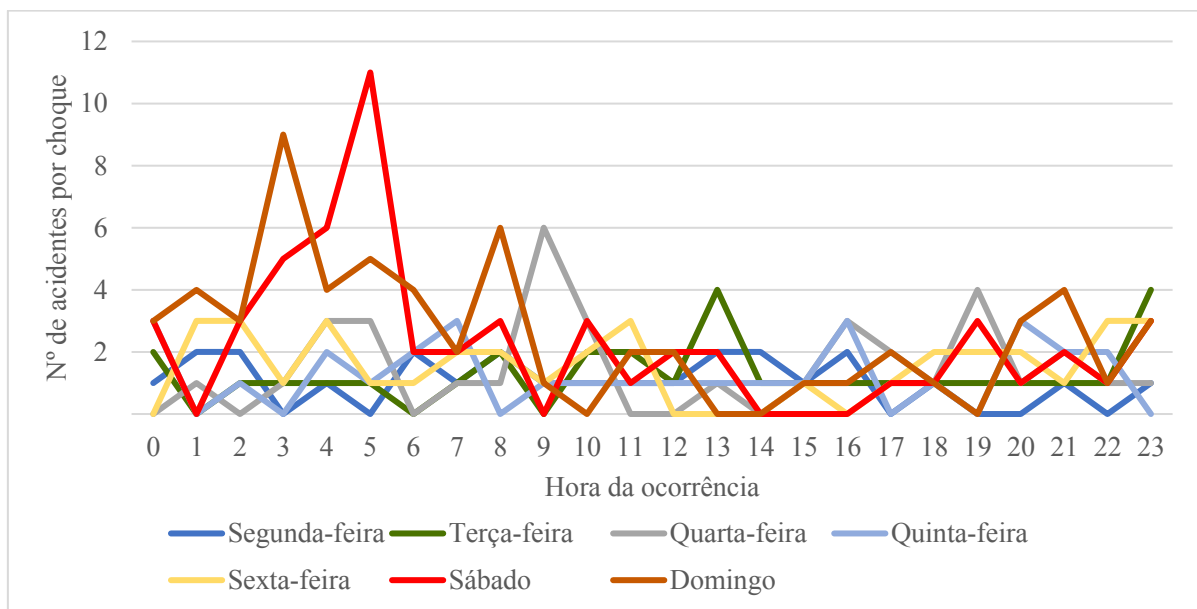
É importante lembrar que para a aplicação das medidas preventivas e corretivas, só a distribuição espacial e a análise de gravidade das vítimas não são suficientes, sendo assim, verificou-se também a distribuição temporal dos dias e horas de maiores ocorrências. Com base nesse estudo, foi possível identificar que os números de acidente principalmente nos sábados e domingos chegam a quase que o dobro quando comparados aos dias úteis da semana. Além disso, notou-se que as horas com as maiores quantidade de ocorrências ocorreram no período da madrugada, como podemos observar no **Quadro 9** e **Figura 32**.

Quadro 9 - Análise dos dias e horas das ocorrências de choque

Dia/Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	%
Segunda-feira	1	2	2	0	1	0	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	0	1	0	0	1	0	1	25	9%
Terça-feira	2	0	1	1	1	1	0	1	2	0	2	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	31	11%
Quarta-feira	0	1	0	1	3	3	0	1	1	6	3	0	0	1	0	1	3	2	1	4	1	2	1	1	36	13%
Quinta-feira	3	0	1	0	2	1	2	3	0	1	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	3	2	2	0	30	11%
Sexta-feira	0	3	3	1	3	1	1	2	2	1	2	3	0	0	0	1	0	1	2	2	2	1	3	3	37	13%
Sábado	3	0	3	5	6	11	2	2	3	0	3	1	2	2	0	0	0	1	1	3	1	2	1	3	55	20%
Domingo	3	4	3	9	4	5	4	2	6	1	0	2	2	0	0	1	1	2	1	0	3	4	1	3	61	22%
Total	12	10	13	17	20	22	11	12	16	10	12	10	7	10	4	6	10	7	8	10	11	13	9	15	275	
%	4%	4%	5%	6%	7%	8%	4%	4%	6%	4%	4%	4%	3%	4%	1%	2%	4%	3%	3%	4%	4%	5%	3%	5%		100%

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

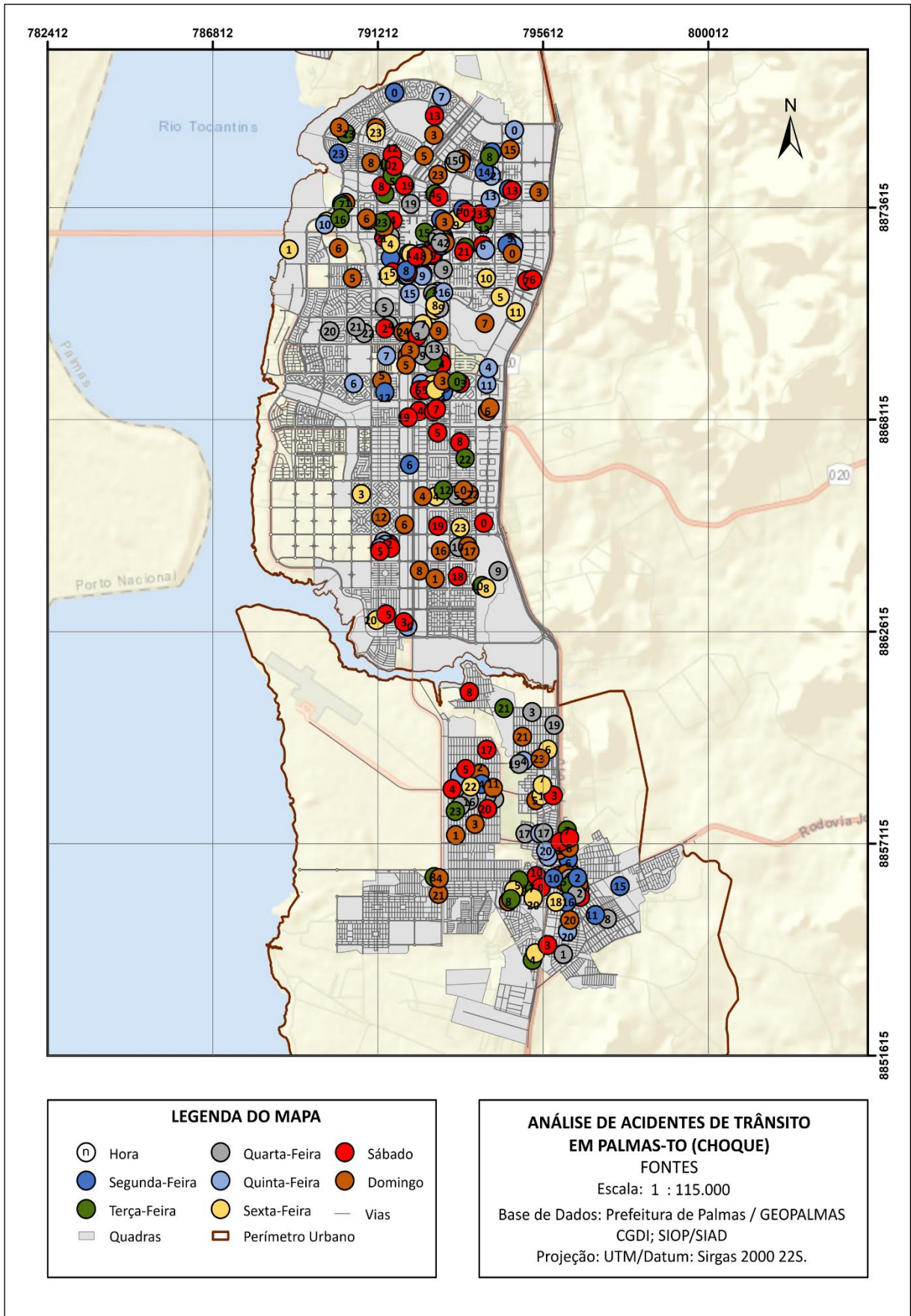
Figura 32 - Análise dos dias e horas das ocorrências de choque



Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Tendo em vista a visualização dessas informações especializadas, elaborou-se um mapa, no qual podemos observar com mais detalhes onde, quando e qual horário ocorreu cada acidente por choque no trânsito, conforme mostrado na **Figura 33**.

Figura 33 - Análise espacial e temporal das ocorrências de choque



Fonte: Autoria Própria

Ao verificarmos os dados podemos observar que a soma dos acidentes por choque no trânsito registrados no sábado e domingo, chegaram a 126 ocorrências, ou seja, cerca de 42,0% dos casos ocorridos durante o período estudado. Por meio da análise do mapa é possível observar também que a distribuição desses pontos, ocorrem em sua maioria no eixo central da cidade, nas proximidades da Avenida Teotônio Segurado. Além disso, ao observarmos as horas das ocorrências nesses locais, verificamos que grande parte delas ocorre em horários noturnos, principalmente no período da madrugada.

Por outro lado, os acidentes que ocorrem nos dias úteis da semana, concentram-se em locais com predominância de áreas comerciais, bem como nas quadras próximo à Avenida Juscelino Kubitschek, na região central da cidade e Avenida Tocantins no setor Taquaralto-Centro, localizado na região Norte. Além disso, é possível verificar ainda que os horários com as maiores taxas de ocorrências de acidentes trânsito por choque para esses locais coincidem com os horários de funcionamento dos estabelecimentos comerciais.

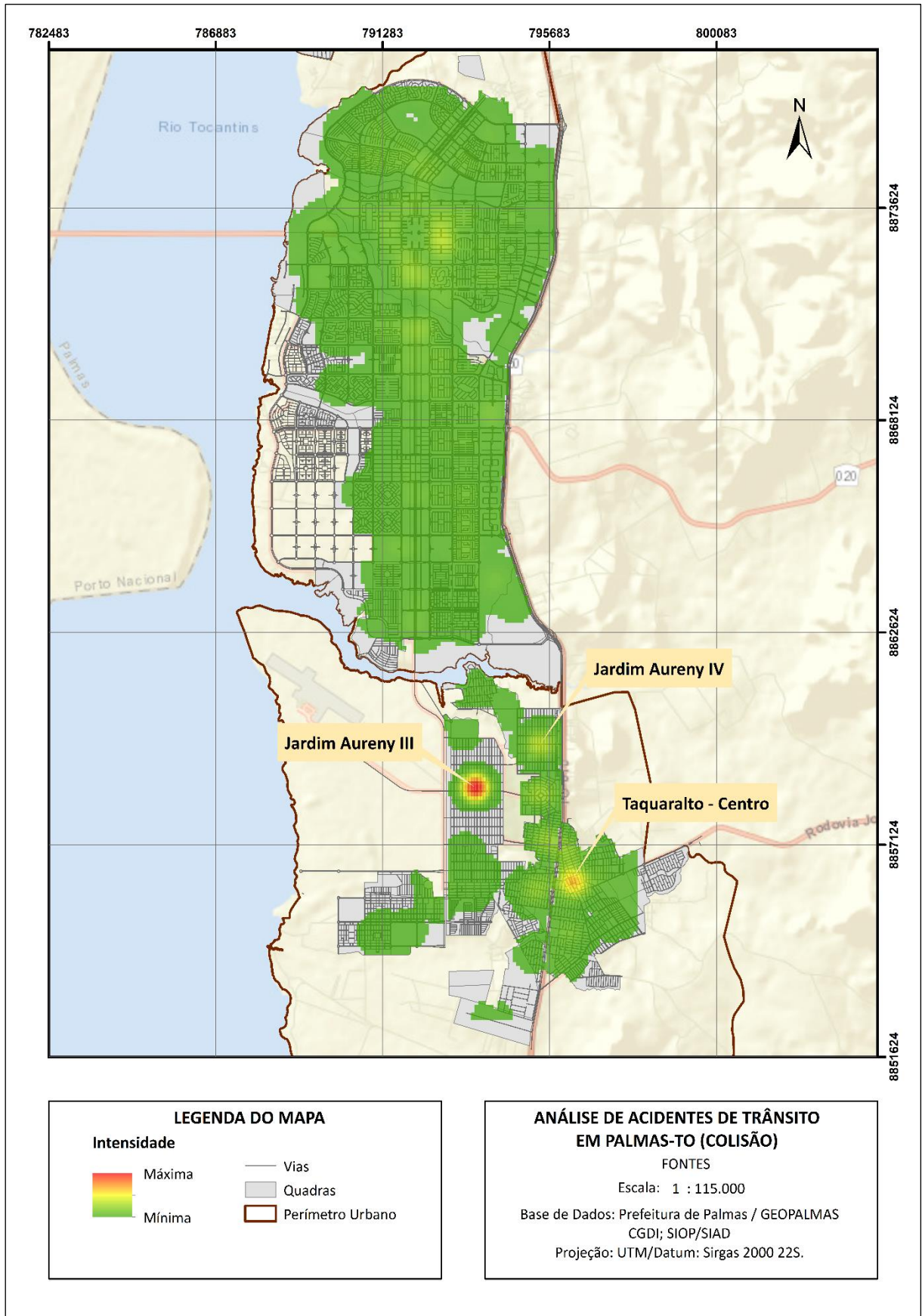
Diante desse contexto é possível inferir que os principais fatores que contribuem para a ocorrência dessa tipologia de acidente, estão relacionados ao consumo de bebida alcoólica e excesso de velocidade ou à alta concentração de pessoas em um mesmo local, reforçando a hipótese levantada anteriormente. Além disso, também há uma possibilidade de o condutor dormir ao volante em virtude do cansaço ou efeitos do álcool no sangue, já que as maiores taxas ocorrem na madrugada. Por outro lado, a falta de iluminação pública e buracos em alguns pontos da via, também contribuem com o aumento desses acidentes.

4.2.4 Colisão

Com base nos estudos realizados, colisão no trânsito trata-se de um acidente onde há um impacto recíproco entre dois ou mais veículos em movimento. Além disso, quando considerada a direção e o sentido desse movimento pode ser dividida em quatro categorias distintas, bem como colisão frontal, colisão lateral, colisão traseira e colisão transversal, no entanto, para fins de análises, nesse estudo foram consideradas como uma única tipologia.

Após o agrupamento dos dados de colisão, realizou-se as análises quantitativas dessas ocorrências, sendo assim, foi identificado um total de 1.608 acidentes. Quanto a distribuição dos pontos, por meio da **Figura 34** é possível verificar colorações com variação entre amarelo e vermelho que indicam os locais com as maiores taxas de acidentes. Dessa forma, nota-se que os setores Jardim Aurenny III, Taquaralto-Centro e Jardim Aurenny IV compreendem tais características e chegam a somar cerca de 20,2% das colisões registradas.

Figura 34 - Análise espacial das ocorrências de colisão



Fonte: Autoria Própria

Diante dos números de acidentes por colisão e com base no que foi exposto por meio do mapa de análise espacial é possível perceber que mais uma vez os setores com maiores intensidades de ocorrências encontram-se de áreas com grandes concentrações comerciais, conseqüentemente maior número de pessoas e veículos no mesmo local ao mesmo tempo. Além disso foi possível observar uma grande semelhança desse mapa quando comparado ao mapa de análise geral das ocorrências de acidentes de trânsito em Palmas, uma vez que colisão representa cerca de 71,15% do total de acidentes registrados durante o período estudado.

A explicação para tamanha discrepância nos resultados pode estar relacionada à abrangência dessa tipologia e até mesmo à metodologia de preenchimento do boletim de ocorrência, uma vez que, depende da compreensão do analista ao adicionar as informações naquele momento, pois trata-se de uma análise visual. Por outro lado, as características do sistema viário e a imprudência de alguns condutores contribuem com esse tipo de ocorrência, bem como as colisões laterais nas entradas e saídas de rotatórias e colisões transversais nos cruzamentos das vias ou entradas e saídas de quadras, conforme mostrado na **Figura 35**.

Figura 35 - Colisão de veículos no entorno das quadras 108 e 110 norte



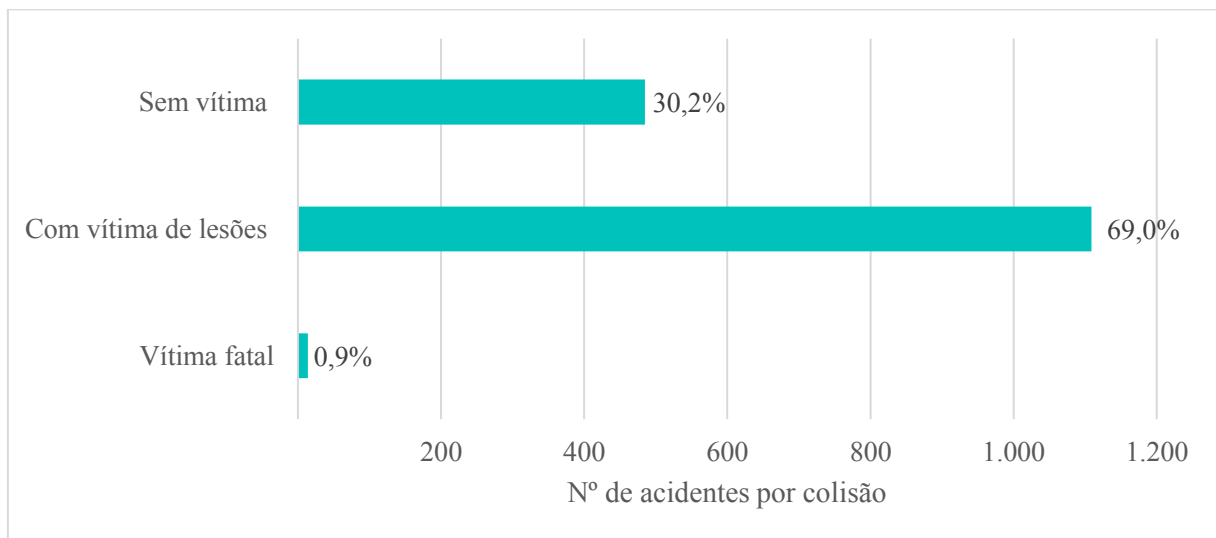
Fonte: autoria própria

Em seguida, com o objetivo de descobrir o perfil de gravidade das vítimas de colisão no trânsito, realizou-se uma análise quantitativa dos dados, sendo assim, foi identificado que 69,0% dos casos foram registrados com vítima de lesões, pouco mais que o dobro dos acidentes sem vítima, que representaram 30,2% , enquanto a porcentagem de acidentes com mortes chegou a 0,9%, conforme especificado no **Quadro 10** e **Figura 36**.

Quadro 10 - Análise de gravidade das vítimas de colisão

Gravidade	Quantidade	%
Sem vítima	485	30,2%
Com vítima de lesões	1.109	69,0%
Vítima fatal	14	0,9%
Total	1.608	100%

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 36 - Análise de gravidade das vítimas de colisão

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

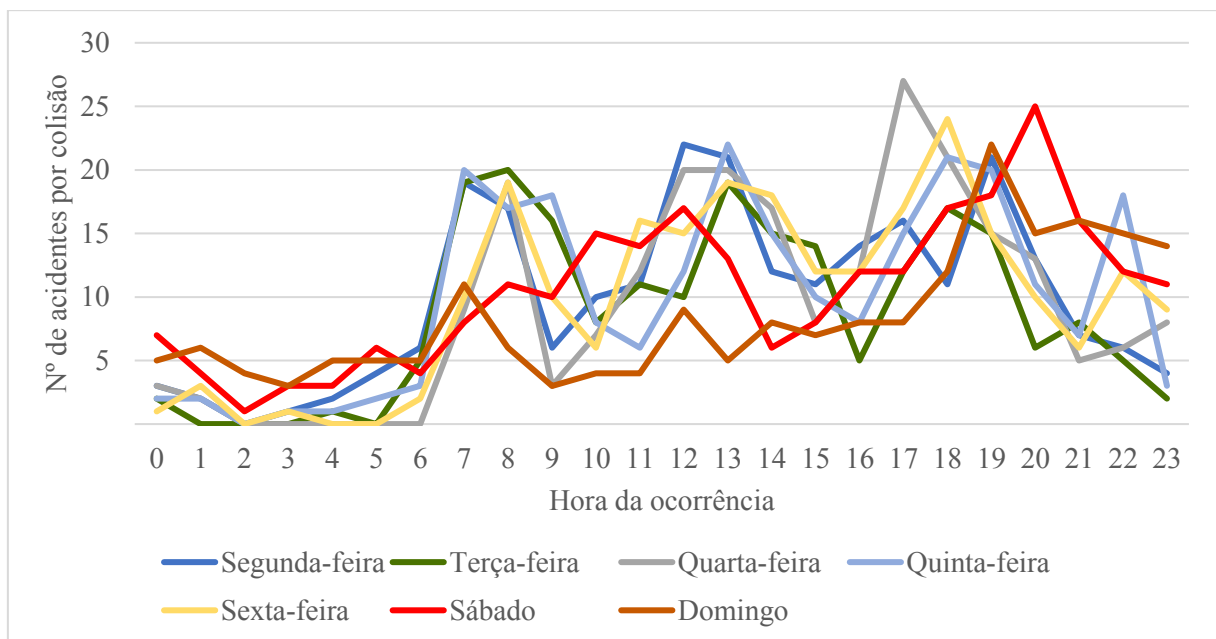
É importante ressaltar que esta tipologia de acidente de trânsito foi a que ocasionou o maior número de mortes durante o período estudado. Sendo assim, das 25 ocorrências de mortes, 14 foram vítimas de colisão no trânsito, ou seja, 56,0% dos casos, embora nesse gráfico a representação se mostre pequena, apenas 0,9%, quando comparada com as demais gravidades. Porém o número de acidentes por colisão foi muito maior em relação demais tipologias, de forma que isso explica as diferenças mostradas no gráfico.

Quanto às análises quantitativas dos dias de maiores ocorrências, por tratar-se da tipologia com os índices mais altos de acidentes de trânsito e seus valores máximos se assemelharem aos dados totais analisados, o comportamento dos gráficos são muito parecidos, uma vez que há uma variação quase constante nos dias úteis e maiores índices aos sábados, com exceção apenas do domingo que apresentou o menor índice da semana. Já para as análises das ocorrências por horas do dia, os resultados obtidos mostraram uma oscilação dos índices máximos, que acompanham as horas de maior fluxo de veículos nas ruas nos dias úteis da semana, esses horários coincidem com as entradas e saídas de pessoas no trabalho, além de horários de almoço, conforme especificados no **Quadro 11** e **Figura 37**.

Quadro 11 - Análise dos dias e horas das ocorrências de colisão

Dia/Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	%
Segunda-feira	3	2	0	1	2	4	6	19	17	6	10	11	22	21	12	11	14	16	11	21	13	7	6	4	239	15%
Terça-feira	2	0	0	0	1	0	5	19	20	16	8	11	10	19	15	14	5	12	17	15	6	8	5	2	210	13%
Quarta-feira	3	2	0	0	0	0	0	9	19	3	7	12	20	20	17	8	12	27	21	15	13	5	6	8	227	14%
Quinta-feira	2	2	0	1	1	2	3	20	17	18	8	6	12	22	15	10	8	15	21	20	11	7	18	3	242	15%
Sexta-feira	1	3	0	1	0	0	2	10	19	10	6	16	15	19	18	12	12	17	24	15	10	6	12	9	237	15%
Sábado	7	4	1	3	3	6	4	8	11	10	15	14	17	13	6	8	12	12	17	18	25	16	12	11	253	16%
Domingo	5	6	4	3	5	5	5	11	6	3	4	4	9	5	8	7	8	8	12	22	15	16	15	14	200	12%
Total	23	19	5	9	12	17	25	96	109	66	58	74	105	119	91	70	71	107	123	126	93	65	74	51	1.608	
%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	2%	6%	7%	4%	4%	5%	7%	7%	6%	4%	4%	7%	8%	8%	6%	4%	5%	3%	100%	

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

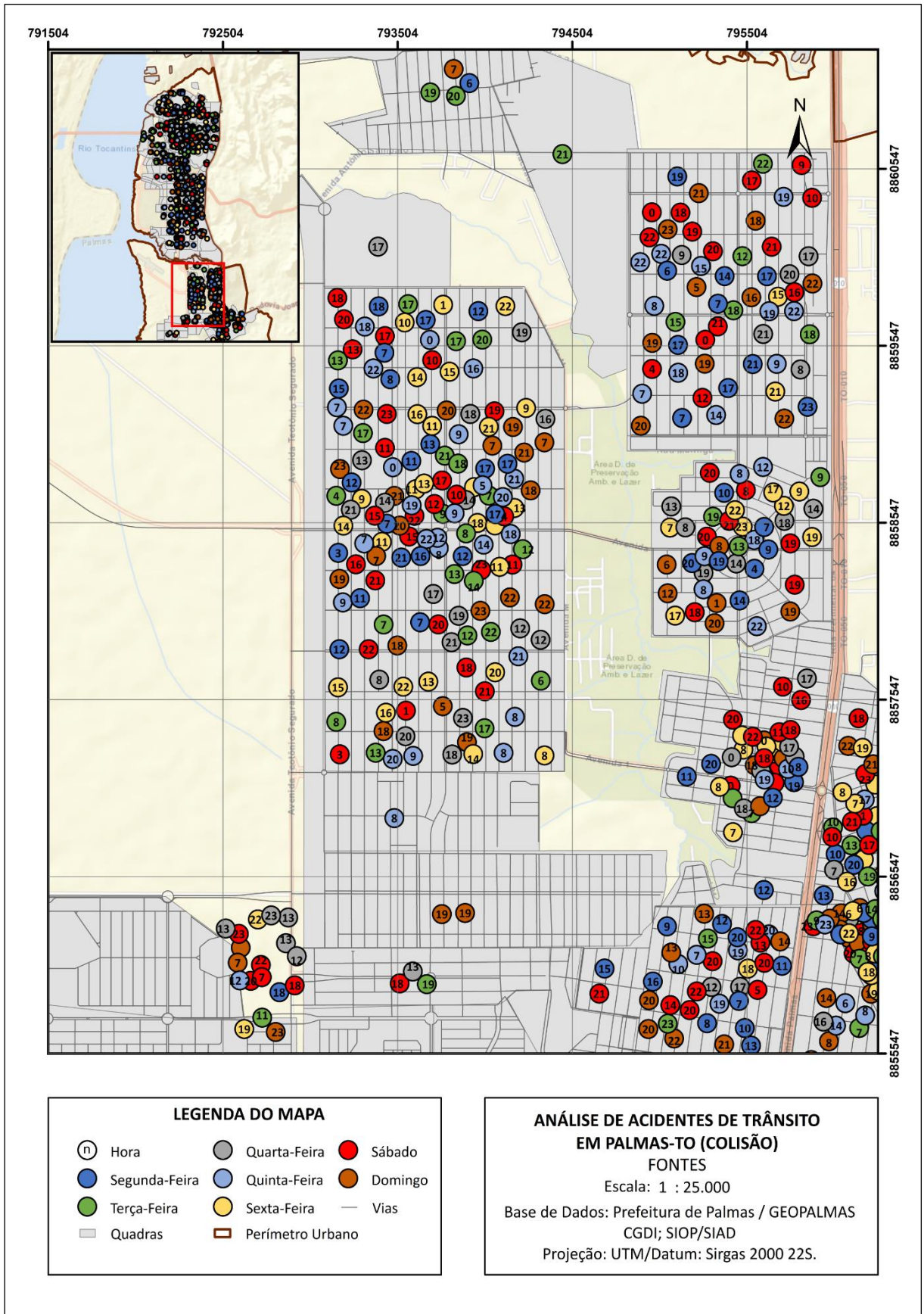
Figura 37 - Análise dos dias e horas das ocorrências de colisão

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Ao verificarmos o gráfico é possível observar ainda que aos sábados e domingos há um aumento do número de acidentes por colisão no período da madrugada e se estende até às 06:00:00 e só então voltam a assemelhar-se aos demais dias da semana, Porém, a situação torna a se reverter às 19:00:00 e os números ficam maiores novamente, com exceção apenas do horário de 22:00:00, no qual a quinta-feira representa o maior número.

Vale lembrar que para facilitar o serviço das equipes de fiscalizações preventivas e corretivas, a espacialização desses dados torna-se muito importante, uma vez que serão apontados não só as localizações dos acidentes de trânsito, mas também as horas de ocorrências desses eventos. Sendo assim, com o intuito de contribuir na otimização desse trabalho, foi elaborado um mapa com a distribuição espacial e temporal das ocorrências de acidentes de trânsito por colisão, conforme explicito na **Figura 38 e Anexo II**.

Figure 38 - Análise espacial e temporal das ocorrências de colisão – Jardim Aurenly III



Fonte: Autoria própria

Com base nos dados expostos no mapa, podemos observar que os acidentes de trânsito por colisão ocorridos nos dias úteis da semana apresentam uma espacialização predominante ao longo do eixo estruturante que interliga o norte ao sul da cidade, mais precisamente a Avenida Teotônio segurado. Sendo assim, é possível supor que tal característica estar relacionada ao grande fluxo de veículos que ocorrem principalmente no início da manhã e final da tarde, uma vez que representam horários de início e fim de expediente de trabalho para a maioria da população de Palmas.

Além disso, os grandes vazios urbanos somados a um serviço de transporte público insuficiente para atender seus usuários, instiga a população a procurar outros meios de transportes, bem como, carros e motocicletas. Sendo assim, contribuem para ambientes caóticos, com grande concentração de veículos nas vias, logo, aumenta também a probabilidade de ocorrência de acidentes e principalmente de mortes e feridos no trânsito.

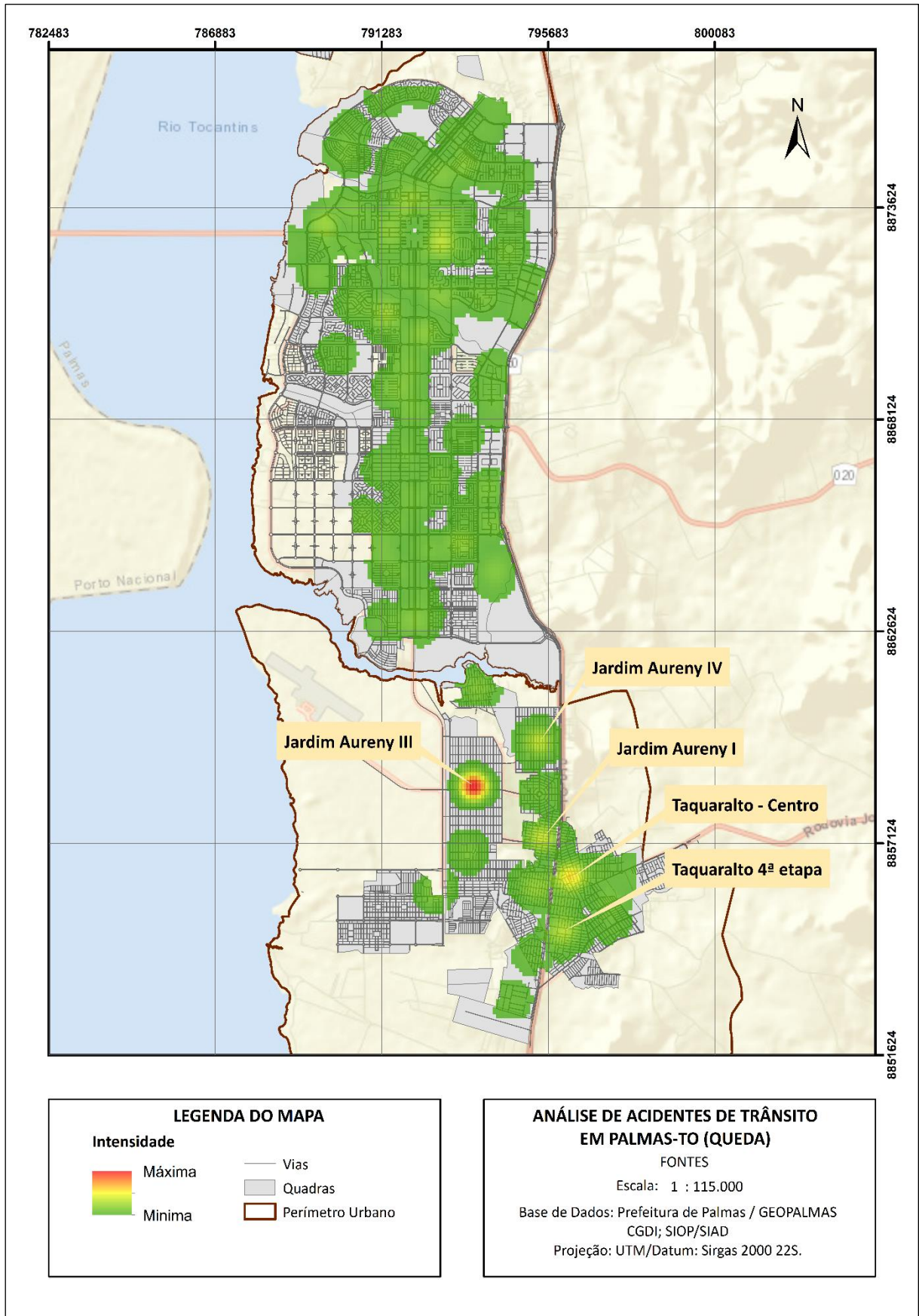
Por outro lado, quando observamos as ocorrências de colisão que acontecem no sábado, é possível notar que ocorrem de maneira espalhada ao longo da cidade. Já as ocorrências do domingo, ficam mais concentradas na região sul, principalmente nos setores Taquaralto – Centro, Taquaralto 5ª etapa e setores próximos à Avenida Perimetral Norte e Avenida Taquaruçu, que dão acesso à rodovia TO-030, estrada que liga Palmas ao Distrito de Taquaruçu, um dos maiores pontos turísticos da capital tocantinense.

4.2.5 Queda

Por fim, não menos importante foi realizado o estudo da distribuição espacial para os acidentes por queda no trânsito ocorridos na cidade de Palmas. Sendo assim, foram contabilizadas 220 ocorrências e mais uma vez o setor Jardim Aurenny III ficou no topo das estatísticas, com um total de 22 casos, seguido pelos setores Taquaralto – Centro com 14 acidentes, Jardim Aureini I com 9, Jardim Aurenny IV e Taquaralto 4ª etapa, ambos com um total de 8 vítimas, tais setores quando somados representam 27,7% das ocorrências de queda.

Embora essas informações já sejam bastante úteis na busca pela redução dos acidentes de trânsito, representá-las em forma de mapas os tornam ricos em detalhes e asseguram uma melhor percepção e visualização do ambiente trabalhado, além disso, possibilita o entendimento das relações existentes entre eles. Dessa forma, poderão ser usadas como material de apoio tanto pelas equipes de planejamento viário quanto pelas equipes de ações de fiscalização e prevenção de acidentes. Diante desse contexto, elaborou-se um mapa temático, conforme **Figura 39**, com objetivo de especializar as informações desses acidentes.

Figura 39 - Análise espacial das ocorrências de queda



Fonte: autoria própria

Com a finalidade de observar as condicionantes desses locais e principalmente os identificar os fatores que contribuem para esses acidentes, realizou-se uma visita *in loco*. Dessa forma, foi constatado que algumas vias do Jardim Aurenny III e principalmente do Jardim Aurenny IV possuem infraestrutura em péssimas condições, conforme mostrado na **Figura 40**, sendo essa uma das principais causas de queda entre os motociclistas. Além disso, foi possível observar ainda alguns pontos sem iluminação pública, situação que contribui ainda mais com o aumento do número de acidentes, uma vez que a capacidade de visão fica reduzida.

Figura 40 – Via no entorno do setor Jardim Aurenny IV



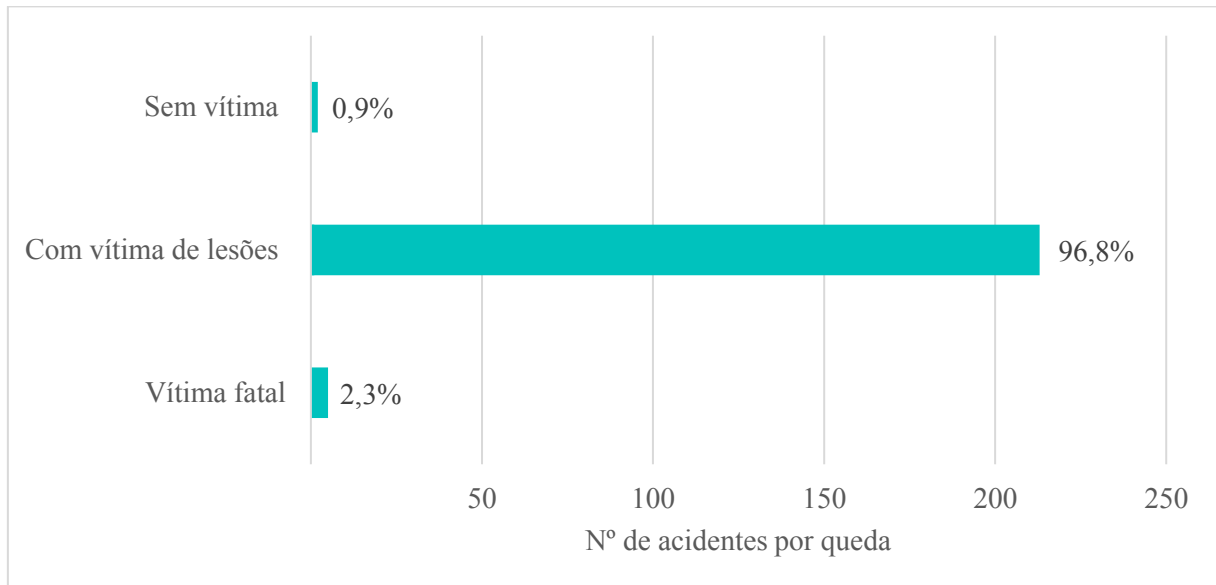
Fonte: autoria própria

Em seguida, realizou-se a análise de gravidade das vítimas de queda no trânsito, logo, verificou-se que 96,8% dos casos foram acidentes com vítima de lesões, enquanto 2,3% dos casos representam as ocorrências sem vítima e apenas 0,9% vieram a óbito, conforme mostrado no **Quadro 12** e **Figura 41**. Embora o número de mortes seja pequeno, a situação não deixa de ser preocupante, uma vez que, dependendo do quão grave seja a lesão, as vítimas podem sofrer sequelas ou na pior das hipóteses tornar-se incapaz de exercer seu trabalho.

Quadro 12 - Análise de gravidade das vítimas de queda

Gravidade	Quantidade	%
Sem vítima	5	2,3%
Com vítima de lesões	213	96,8%
Vítima fatal	2	0,9%
Total	220	100%

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 41 - Análise de gravidade das vítimas de queda

Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Com base nas análises do gráfico é possível notar uma grande diferença entre o número de vítimas de lesões em relação as demais gravidades existentes no acidente, uma possível explicação para o quadro de gravidade das vítimas dessa tipologia pode estar relacionada à exposição do corpo da vítima. Embora o conceito de queda não se limita apenas a motocicletas e ciclistas, é de conhecimento que em sua grande maioria as ocorrências dessa tipologia são voltadas a esses usuários do sistema viário. Sendo assim, em caso de algum acidente a vítima geralmente não possui proteção para o corpo além do capacete, consequentemente seu corpo fica exposto e no momento do acidente é lançado diretamente ao chão, sendo essa uma das hipóteses para o grande número de queda com vítima de lesões.

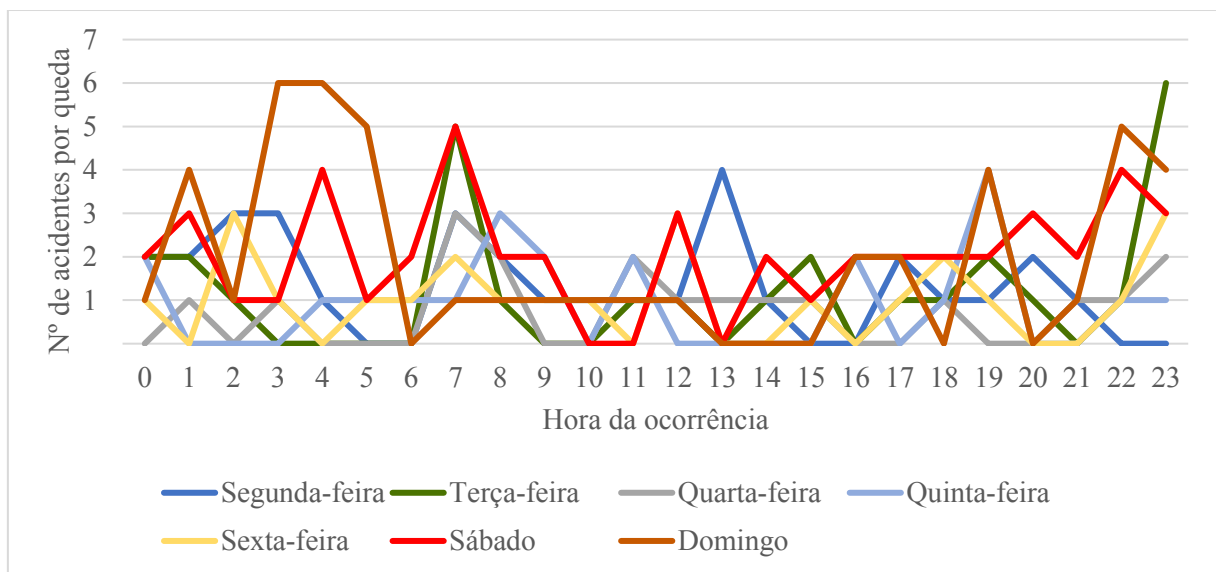
Foi executado ainda um levantamento quantitativo para identificar quais os dias da semana com as maiores ocorrências de queda na cidade de Palmas e com base nos resultados contou-se que as taxas máximas ocorrem nos fins de semana, seguindo o padrão da maioria das tipologias de acidentes estudadas, além disso foi possível notar que o número de acidentes nos dias úteis da semana, caem pela metade em relação ao sábado e domingo, com exceção apenas da terça-feira, cuja a diferença é menor.

Já pela análise de ocorrências por hora do dia tornou-se possível a identificação do horário de pico desses acidentes causados por quedas no trânsito, que ocorreram em dois momentos distintos, sendo o primeiro às 07:00:00 com um total de 20 acidentes, ou seja, 9,0% dos casos registrados e o segundo às de 23:00:00, onde foram contabilizados 19 acidentes. Sendo assim, tanto as informações dos dias da semana quanto as análises de hora com as maiores ocorrências de quedas no trânsito estão descritas no **Quadro 13** e **Figura 42**.

Quadro 13- Análise dos dias e horas das ocorrências de queda

Dia/Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	%
Segunda-feira	2	2	3	3	1	0	0	3	2	1	1	1	1	4	1	0	0	2	1	1	2	1	0	0	32	15%
Terça-feira	2	2	1	0	0	0	0	5	1	0	0	1	1	0	1	2	0	1	1	2	1	0	1	6	28	13%
Quarta-feira	0	1	0	1	0	0	0	3	2	0	0	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	2	18	8%
Quinta-feira	2	0	0	0	1	1	1	1	3	2	0	2	0	0	0	0	2	0	1	4	0	0	1	1	22	10%
Sexta-feira	1	0	3	1	0	1	1	2	1	1	1	0	3	0	0	1	0	1	2	1	0	0	1	3	24	11%
Sábado	2	3	1	1	4	1	2	5	2	2	0	0	3	0	2	1	2	2	2	2	3	2	4	3	49	22%
Domingo	1	4	1	6	6	5	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	0	4	0	1	5	4	47	21%
Total	10	12	9	12	12	8	4	20	12	7	3	7	10	5	5	5	6	8	8	14	6	5	13	19	220	
%	5%	5%	4%	5%	5%	4%	2%	9%	5%	3%	1%	3%	5%	2%	2%	2%	3%	4%	4%	6%	3%	2%	6%	9%		100%

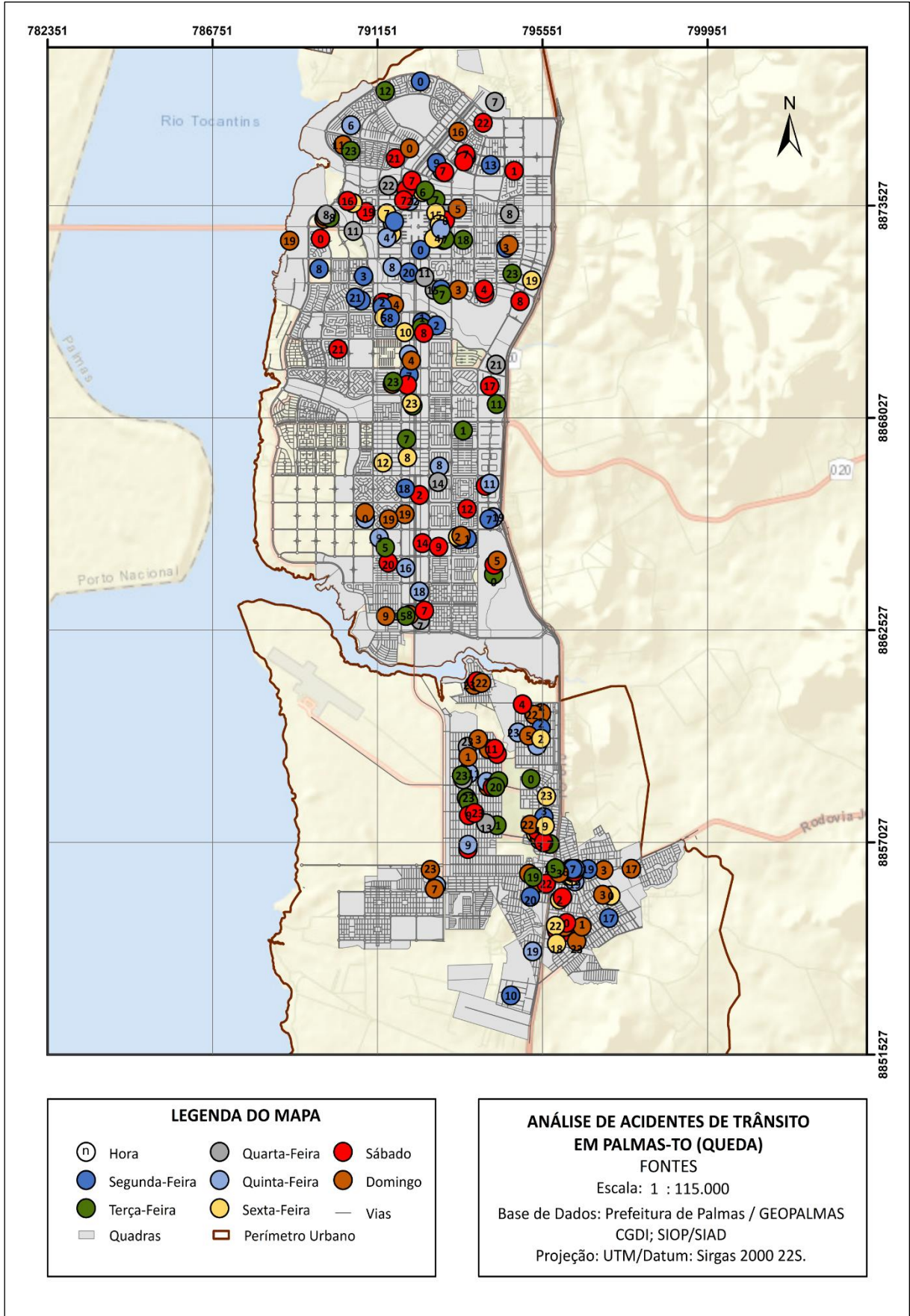
Fonte: CGDI, SIOP/SIAD

Figura 42 - Análise dos dias e horas das ocorrências de queda

Por meio da análise dos números de acidentes expostos no quadro, é possível observar que os acidentes concentrados nas horas de maiores ocorrências expõem o resultado do que na verdade foi uma distribuição bem equilibrada durante toda a semana. Por outro lado, quando observamos por meio do gráfico as análises dos dias da semana, torna-se possível notar um equilíbrio nos números de acidentes ocorridos, exceto para o sábado e domingo onde há uma maior concentração de ocorrências de quedas no período da madrugada. Diante do exposto é possível observar que os fatores causadores desses acidentes podem estar ligados ao consumo de bebida alcoólica, além de problemas com infraestrutura das vias e à falta de iluminação em alguns pontos desses bairros, quadras ou setores.

Finalmente elaborou-se um mapa com os referentes dados, de forma que os acidentes identificados durante o período em estudo, foram representados por pontos com as informações pertinentes de cada ocorrência e distribuídos, conforme mostrado na **Figura 43**.

Figura 43 - Análise espacial e temporal das ocorrências de queda



Fonte: Autoria Própria

Por meio da análise do mapa, é possível observar que esses acidentes se concentram em corredores de vias rápidas, bem como nas quadras próximas à Avenida Teotônio Segurado e às margens da TO-050, além disso, nota-se também que principalmente às segundas e quintas-feiras há uma concentração maior de acidentes nas proximidades da quadra 403 Sul, local onde possui escola e um grande número hospitais particulares da cidade, fatores que influenciam na quantidade de pessoas nas proximidades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após cumprir todas as etapas do projeto e analisar os resultados encontrados foi possível chegar às seguintes conclusões:

- Apesar da cidade de Palmas ser alvo de projetos que se comprometem com a redução da quantidade de acidentes e principalmente com o número de mortes e feridos no trânsito, ainda possui um sistema que carece de muitos ajustes, uma vez que a base de dados de acidentes disponível é deficiente em localização geográfica de forma que não é possível realizar análises das ocorrências de acidentes de trânsito em relação às características do sistema viário.
- Por não possuir um sistema único de coleta e armazenamento de dados, não há uma padronização específica no preenchimento de informações, situação comprovada quando observado a quantidade de inconsistências encontradas, cerca de 39% do total disponibilizado.
- Uma solução simples, prática e rápida que permite coletar, armazenar e padronizar o sistema de registros de acidentes de trânsito e que deveria ser adotada pela polícia, corpo de bombeiros, SAMU, entre outros órgãos responsáveis por esse serviço, tendo como objetivo reduzir a quantidade de erros de informações e principalmente georreferenciar os acidente com coordenadas precisas do local da ocorrência, seria por meio de um aplicativo de celular. Sendo assim, no momento da ocorrência o agente responsável pelo preenchimento do boletim seguiria uma sequência lógica de respostas de forma que registraria informações pertinentes, além de anotar a coordenada exata e a foto de cada acidente.
- Por meio da classificação e análise de distribuição dos acidentes de trânsito, identificou-se que apesar dos números de ocorrências serem altos nos dias úteis da semana, houve uma predominância de acidentes no final de semana. Além disso observou-se que as maiores taxas de acidentes ocorrem na região sul da cidade, principalmente nos setores Jardim Aurenny III e Taquaralto – Centro, seguida pela região central, representada pela quadra 104 Sul - I.

- Quando analisados de forma separada com base na tipologia de cada acidente, observou-se uma predominância nos casos de colisão, sendo o sábado o dia com maior número de ocorrências de acidentes e os horários coincidindo com os horários de maior fluxo de veículos nas vias. No entanto, para os casos de choque e queda, observou-se um comportamento diferente, tendo uma maior incidência de acidentes no período da madrugada.

- Os locais com alta concentração de acidentes são caracterizados por vias principais com construções predominantemente comerciais, que conseqüentemente são responsáveis por grandes concentrações de veículos e pessoas. Além disso, os corredores que interligam esses locais, bem como a Avenida Teotônio Segurado e TO-050, possuem grande fluxo de veículos nos dias úteis da semana, fatores que contribuem para o acréscimo de acidentes.

Diante disso, cabe aos gestores públicos investir em melhorias que possibilitam agilidade às equipes de apoio no atendimento de feridos e até mesmo contribuir com a redução dos riscos de acidentes, para que possamos usufruir de um trânsito de qualidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. **Impactos da violência no trânsito no setor saúde**. 2019. 45 slides. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1FDHyWdU3GCokboMXVqh3PeDurJ_CuSym>. Acesso em: 1 Ago. 2019.

AMBEV et al. Retrato da segurança viária 2017. **Falconi**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://falconi.com/flcn_news/retrato-da-seguranca-viaria-no-brasil-2017/>. Acesso em: 6 abr. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1989. Norma NBR – 10.697. **Pesquisa de acidentes de trânsito - Terminologia**. Rio de Janeiro, Brasil.

BERGAMASCHI, R. B. **A Geografia dos Acidentes de Trânsito na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) - ES, entre 2005 e 2013**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/3619>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BRASIL. **Código de trânsito brasileiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2008.

_____. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **O mapeamento das mortes no trânsito: As mortes e as internações por acidentes de trânsito no Brasil de 2000 a 2010: Crescimento da frota brasileira de veículos e suas consequências**. Brasília: Confederação Nacional de Municípios. 2013. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/biblioteca/registros/todos/todos/todos/date_desc/todos/todos/1>. Acesso em: 6 abr. 2019.

_____. DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em: 5 abr. 2019.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Departamento Nacional de trânsito. **Política Nacional de Trânsito**. Brasília: Ministério das Cidades. 2004. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/educacao/109-educacao/publicacoes/449-publicacoes>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

_____. MINISTÉRIO DE INFRAESTRUTURA. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/o-que-e-rss/17-ultimas-noticias/2494-governo-federal-lana-operao-integrada-de-enfrentamento-violncia-no-trnsito.html>>. Acesso em: 5 abr. 2019.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde Datasus. **Estatísticas de mortos vítimas de acidente de trânsito**. Disponível em:

<<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/acidentes-e-violencias/41896-projeto-vida-no-transito>>. Acesso em: 5 abr. 2019.

_____. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/rodovida.html>>. Acesso em: 5 abr. 2019.

CARDOSO, G. **Utilização de um Sistema de Informações Geográficas visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José - SC**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80748>>. Acesso em: 7 abr. 2019.

CAMARA, G. DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO TOCANTINS - CAU/TO. **I Conferência Municipal de Mobilidade Sustentável é realizada em Palmas**. Disponível em: <https://www.cauto.gov.br/?p=10870>. Acesso em: 16 ago. 2019.

DRUCK, S. *et al.* **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/index.html>>. Acesso em: 22 Ago. 2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2018**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/palmas.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS - IPEA; **Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil: Análise dos sistemas de informação do Ministério da Saúde: relatório executivo / Ipea**, Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_alphacontent&view=alphacontent&Itemid=357&search=acidentes+de+transito >. Acesso em 05 jul. 2019

_____. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras: relatório executivo / Ipea, ANTP**. Brasília: Ipea e ANTP, 2003. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=27755&catid=217&Itemid=2>. Acesso em 11 Abr. 2019.

MANTOVANI, V. R. **Proposta de um Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego - SIG SET**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em:

<<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4209/DissVRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MARQUES, J. T. **Estudo da eficácia da implantação de programas de sinalização para prevenção de acidentes viários na rodovia federal BR-153/TO**. 2018. Artigo de graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

MATSUMOTO, P. S. S.; FLORES, E. F. Estatística espacial na Geografia: Um estudo dos acidentes de trânsito em Presidente Prudente - SP. **Geografia em Altos**, Presidente Prudente, v. 1, n. 12. janeiro 2012. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/1755>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

OLIVEIRA, A. M. F. ONU - Década de ações para segurança no trânsito 2011 - 2020. **Câmarados Deputados**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/27039>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

OLIVEIRA, L. A.; CRUZ, S. N.; PEREIRA, A. P. B. Mobilidade urbana em Palmas - TO. **UFG**, s.l, p. 70, jul 2012. Disponível em: <https://www.proec.ufg.br/up/694/o/12_08.pdf>. Acesso em: 6 Ago. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Relatório global sobre o estado da segurança viária**. Genebra, 2015. Disponível em: <<https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/summary%20port.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

_____. **Relatório Mundial sobre Prevenção de Lesões Causadas pelo Trânsito: Resumo**. Tradução: Organização Pan-Americana da Saúde - OMS. Brasília 2012, f. 76, 2012. 73 p. Tradução de: World report on road traffic injury prevention: summary. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1490-relatorio-mundial-sobre-a-prevencao-das-lesoes-causadas-pelo-transito-sumario-0&category_slug=acidentes-e-violencias-086&Itemid=965>. Acesso em: 15 Ago. 2019.

PALMAS. Câmara municipal. Plano Diretor Participativo do Município de Palmas-TO n. 400, de 02 de abril de 2018. **Diário Oficial da União**. Palmas, 02 de abril de 2018. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1Jykr6EgmudRH3X6YnbOVVLrn9g6qx0xi>>. Acesso em: 10 Jul. 2019.

RAMALHO, P. H. **Rede Viária Palmas/TO**: Palmas, 2018. Mapa. Dimensões: 1:100.000. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1ApCwt270uujuvJZpaPfRqgp-ANunVpsog>>. Acesso em: 14 Dez. 2019.

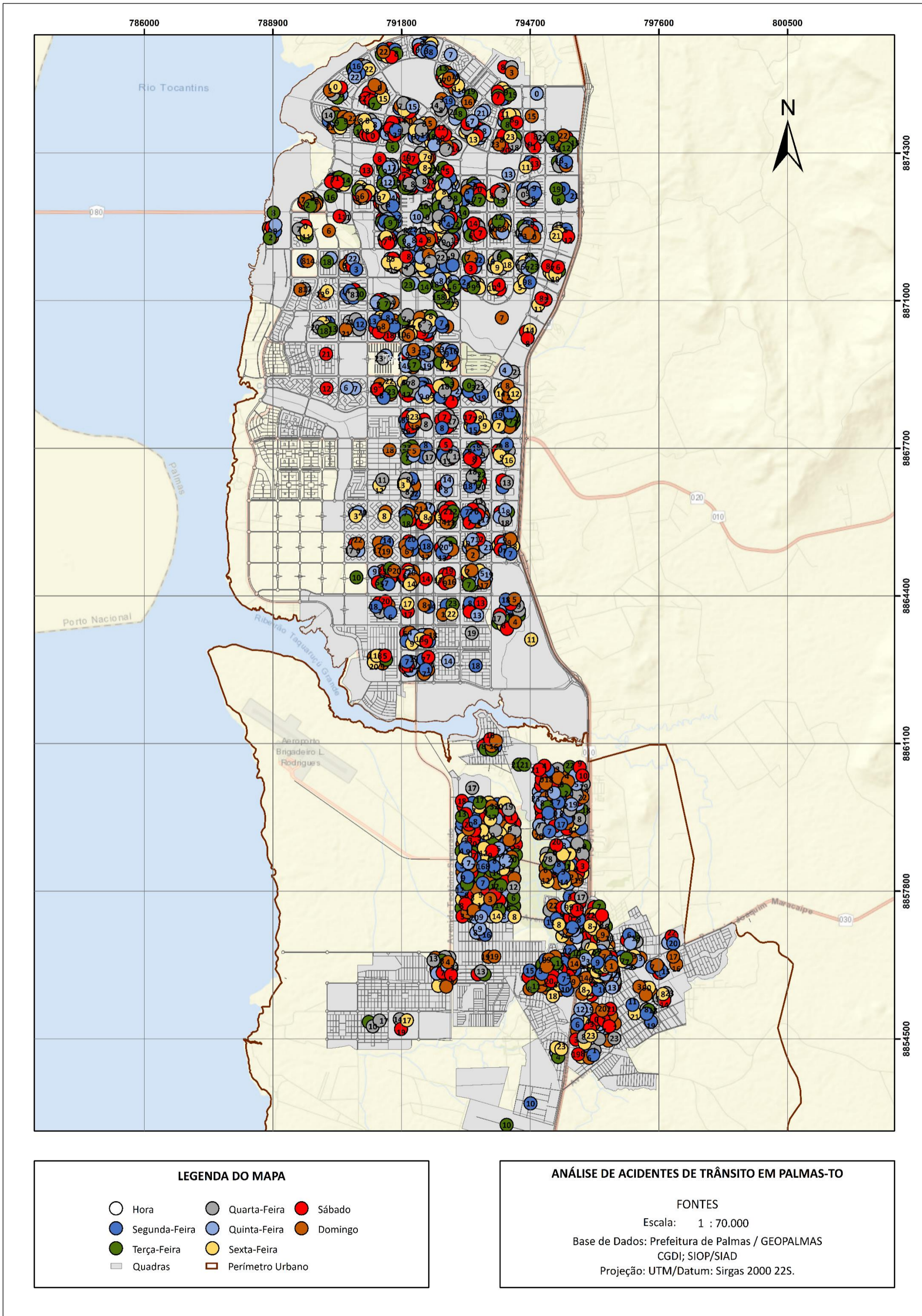
SOUSA, M. C. Projeto Vida no Trânsito: Um processo de provocação à política de segurança viária em Palmas - TO. **Por vias seguras**. S.l. 2012. Disponível em: <<http://www.vias-seguras.com/layout/set/print/content/download/6035/36704/file/VNT%20Provoca%C3%A7%C3%A3o%20seguran%C3%A7a%20Palmas%20fim%202012.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2019.

TOCANTINS. Departamento Estadual de Trânsito. Portaria Nº. 2371 de 02 de janeiro de 2011. **Diário Oficial da União**. Palmas, 24 set. 2012. Disponível em: <<https://doe.to.gov.br/diario/2088/download>>. Acesso em: 6 abr. 2019.

VEDOVATO, M. A. **Estudo dos acidentes de trânsito com vítimas na cidade de Rio Claro, São Paulo com suporte das técnicas de geoprocessamento**. Campinas, 2013. Tese (Ciências médicas) - Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/311810/1/Vedovato_MariaAparecida_D.pdf. Acesso em: 17 Mai. 2019.

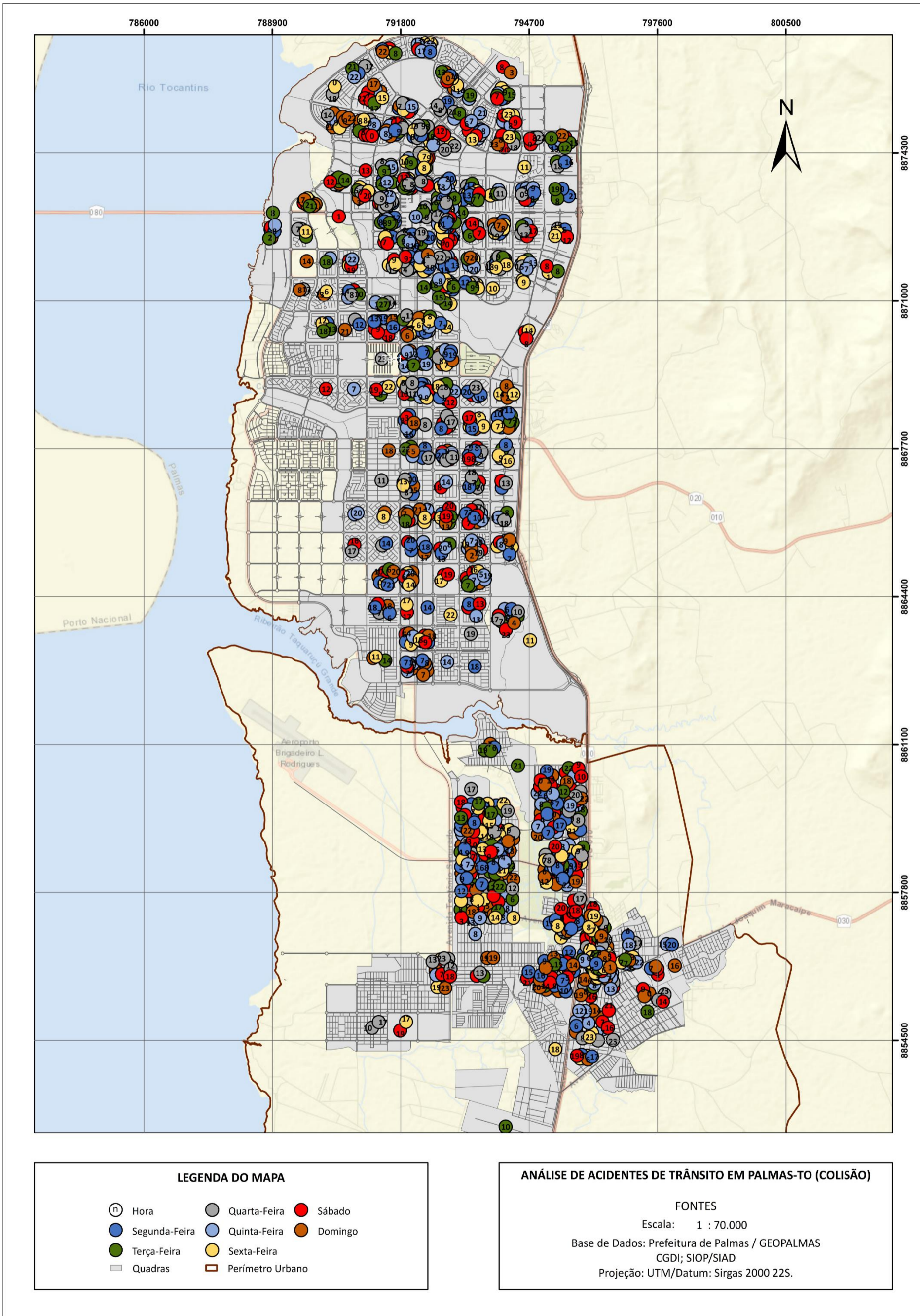
VELASQUES, A. B. **A ‘última capital planejada do século XX’: o projeto de Palmas e sua condição moderna**. Palmas, 2016. 18 p. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/folders/0B56OVgynvObYc2tFX1VCbnRpT1k>>. Acesso em: 5 Ago. 2019.

ANEXO I - ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO



Fonte: autoria própria

ANEXO II - ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DAS OCORRÊNCIAS DE COLISÃO



Fonte: autoria própria