

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

LUIZ FERNANDO SWIANTEK JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E LOCALIZAÇÃO DE TRAVESSIAS
ELEVADAS COM BASE NO GEORREFERENCIAMENTO DE
SINISTROS DE TRÂNSITO**

PONTA GROSSA

2022

LUIZ FERNANDO SWIANTEK JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E LOCALIZAÇÃO DE TRAVESSIAS
ELEVADAS COM BASE NO GEORREFERENCIAMENTO DE
SINISTROS DE TRÂNSITO**

Trabalho apresentado à disciplina de OTCC
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharelado em Engenharia Civil,
da Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Prof.^a Me. Gabriela Legramanti

PONTA GROSSA

2022

LUIZ FERNANDO SWIANTEK JUNIOR

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E LOCALIZAÇÃO DE TRAVESSIAS
ELEVADAS COM BASE NO GEORREFERENCIAMENTO DE
SINISTROS DE TRÂNSITO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Me. Gabriela Legramanti - Orientadora

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof.^a Dra. Lilian Tais de Gouveia

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Carlos Emmanuel Ribeiro Lautenschlager

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, março de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Gabriela Legramanti, pela orientação e oportunidade de aprendizado, sendo sempre prestativa e atenciosa, não medindo esforços para me auxiliar.

Agradeço ao 1º Batalhão de Polícia Militar do Paraná (1º BPM-PR), por disponibilizar os dados dos sinistros de trânsito da cidade de Ponta Grossa/Pr.

Agradeço aos familiares e pessoas próximas, pelo apoio ao longo dessa caminhada e toda confiança.

A todos que, de alguma maneira, direta ou indireta, contribuíram para o trabalho.

RESUMO

O pedestre é a parte mais vulnerável do sistema de trânsito e os sinistros de trânsito do tipo atropelamentos, desde velocidades baixas, já deixam graves sequelas para as vítimas, gerando um custo econômico e social. Estudar formas de mitigar os atropelamentos é importante para segurança de todos que fazem parte do sistema de trânsito. Uma forma de fazer isso é avaliando os dispositivos redutores de velocidade e sua influência no número de sinistros de trânsito, através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). No presente trabalho, coletar os dados, organiza-los e separá-los foi o primeiro passo para alimentar o software, que com os dados refinados, gerou os mapas com as informações inseridas. Com a elaboração dos mapas busca-se entender melhor as áreas críticas, regiões onde mais acontecem os atropelamentos, para poder agir de forma correta e amenizar os danos. O presente estudo concentrou-se no bairro de Uvaranas, o bairro mais populoso da cidade Ponta Grossa/PR, especificando a Av. Gal. Carlos Cavalcanti, via a qual tem mais registros de sinistros de trânsito ao longo dos anos. Ao longo da avenida principal do bairro foram instaladas 5 travessias elevadas, sendo 4 delas no ano de 2019 e uma em 2017, estudar as regiões próximas a cada travessia é importante para saber se houve influência no número de atropelamentos naquela região. Unindo o banco de dados georreferenciados atualizado com as ferramentas do software ArcGIS, chegou-se a resultados que mostram que as avenidas Av. Gal. Carlos Cavalcanti e a Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda, próximas ao centro da cidade, são as avenidas que mais ocorrem sinistros de trânsito envolvendo pedestres. Os resultados finais mostram também que a faixa elevada em frente a escola Prisma Arco-Íris, objeto de estudo pontual, teve um efeito positivo naquela região após sua instalação, diminuindo as ocorrências nos anos seguintes a sua instalação. Esses resultados podem ajudar o município na hora de identificar e avaliar as regiões críticas e a eficiência dos dispositivos redutores de velocidade.

Palavras chaves: SIG, Sistema de Informações Geográficas, áreas críticas, Kernel, travessias elevadas.

ABSTRACT

Pedestrians are the most vulnerable part of the traffic system and traffic accidents such as being run over, from low speeds, already leave serious consequences for the victims, generating an economic and social cost. Studying ways to mitigate pedestrian accidents is important for the safety of everyone who is part of the transit system. One way to do this is by evaluating speed-reducing devices and their influence on the number of traffic accidents, through a Geographic Information System (GIS). Collecting data, organizing and separating them was the first step to feed the software, which with the refined data, generated maps with the information entered. With the elaboration of the maps, it is sought to better understand the critical areas, regions where the most run overs occur, in order to act correctly to mitigate the damage. The present study focused on the neighborhood of Uvaranas, the most populous neighborhood in the city of Ponta Grossa/PR, specifying Av. Gal. Carlos Cavalcanti, which has more traffic accident records over the years. Along the main avenue of the neighborhood, 5 elevated crossings were installed, 4 of them in 2019 and one in 2017, studying the regions close to each crossing is important to know if there was an influence on the number of pedestrians killed in that region. Combining the updated georeferenced database with ArcGIS software tools, results were reached that can help the municipality when it comes to identify and evaluate critical regions and the efficiency of speed reduction devices.

Palavras chaves: GIS, Geographic Information System, critical areas, Kernel, elevated crossings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Óbitos nos últimos 10 anos.....	18
Figura 2 - Quantidade de registros por ano - Ponta Grossa.....	19
Figura 3 – Total de sinistros de trânsito em Ponta Grossa por ano (2015-2021)	19
Figura 4 - Quantidade de ocorrências por tipo de sinistros de trânsito	20
Figura 5 - Probabilidade de lesão fatal em atropelamentos x Velocidade de colisão	22
Figura 6 - Funcionamento do KDE	24
Figura 7 - Raios sobrepostos	25
Figura 8 - Planaltos Paranaense	26
Figura 9 - Município de Ponta Grossa - Mapa de Divisão Territorial dos Bairros	27
Figura 10 - População bairros de Ponta Grossa - (censo IBGE, 2010).....	28
Figura 11 - Avenida General Carlos Cavalcanti	29
Figura 12 - Número de ocorrências entre 2015 e 2021 nas 20 ruas de maior incidência.	30
Figura 13- Travessias elevadas da Av. Gal. Carlos Cavalcanti.....	31
Figura 14- Travessia elevada em frente a Escola Prisma Arco-Íris.....	32
Figura 15- Travessia elevada em frente a Escola Prisma Arco-Íris.....	32
Figura 16 - Dados de sinistros de trânsito 1ºBPMPR – BATEU (Boletim de Acidentes de Trânsito Eletrônico Unificado)	33
Figura 17 – Modelo 1 mapa de base	37
Figura 18 – Modelo 2 mapa de base	38
Figura 19 – Modelo 3 mapa de base	39
Figura 20 - KDE raio de 300 m.....	40
Figura 21 - KE raio de 150 m	41
Figura 22 - KDE com raio de 75 m.....	42
Figura 23 - KDE (2015 a 2019)	43

Figura 24 - Atropelamentos em Uvaranas (2015-2019)	44
Figura 25 - KDE dados de 2015	45
Figura 26 - KDE dados de 2016	46
Figura 27 - KDE dados de 2017	47
Figura 28 - KDE dados de 2018	48
Figura 29 - KDE dados de 2019	49
Figura 30 - KDE dados 2015, 2016 e 2017	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1. Objetivo geral	14
1.1.2. Objetivos específicos	14
1.2. PROBLEMA DA PESQUISA	14
1.3. JUSTIFICATIVA	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 TRÂNSITO	16
2.1.1 Conceituação de trânsito e sinistros.....	16
2.1.2 Causas de sinistros de trânsito	17
2.1.3 Estatísticas e dados de sinistros de trânsito	18
2.1.4 Dispositivo redutor de velocidade: travessia elevada.....	Erro! Indicador não definido.
2.1.5 Locais críticos	20
2.1.6 O deslocamento a pé	21
2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	22
2.2.1 ArcGIS.....	23
2.2.2 Estimador de Densidade Kernel (KDE)	23
2.3 ÁREA DE ESTUDO	26
2.3.1 Ponta Grossa	26
2.3.2 Bairro Uvaranas	28
2.3.3 Avenida General Carlos Cavalcanti	29
3. METODOLOGIA	33
3.1 PREPARAÇÃO DOS DADOS	33
3.2 LOCAIS CRÍTICOS	34
3.3 EFICIÊNCIA DAS TRAVESSIAS.....	35

4.	RESULTADOS E DISCUÇÕES	36
4.1.	BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS DOS ATROPELAMENTOS OCORRIDOS NO BAIRRO DE UVARANAS.....	36
4.2.	ESCOLHA DO MELHOR RAO PARA DENSIDADE KERNEL NA ÁREA DE ESTUDO	40
4.3.	ÁREAS CRITICAS IDENTIFICADAS	43
4.4.	ATROPELAMENTOS POR ANOS	44
4.5.	COMPARAÇÃO TRAVESSIAS X PONTOS CRITICOS.....	50
5.	CONCLUSOES	52
5.1.	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	53
6.	REFERÊNCIAS.....	54
7.	ANEXOS	60

1. INTRODUÇÃO

Os sinistros de trânsito quando não levam ao óbito, deixam sequelas físicas e psicológicas causando transtornos e sofrimento para as vítimas e seus entes próximos. De acordo com dados oficiais da Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de 1,35 milhões de pessoas perdem a vida em sinistros de trânsito anualmente em todo o mundo e outras milhões sofrem lesões (OMS, 2018).

Todos os cidadãos assumem um papel no sistema de trânsito, seja como motorista, usuário de transporte coletivo, ciclista, pedestre, etc., e todos são afetados diretamente por ele. Todos serão pedestres em algum momento, o motorista quando desce do seu veículo, um ciclista quando desmonta sua bicicleta (TORQUATO, 2011). Por isso e por serem a parte mais frágil do sistema, precisam de uma atenção especial quanto à segurança viária.

Ponta Grossa é uma cidade que está em constante crescimento e com isso os sinistros de trânsito também tendem a aumentar. Felizmente a tecnologia também evoluiu, possibilitando, como no caso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), coletar, armazenar e analisar dados de forma otimizada, a fim de uma tomada de decisão mais assertiva.

Para Simões (2001), a falta de um banco de dados atualizado, com informações rápidas e confiáveis para tomada de decisão, mostra que poucas cidades agem de maneira adequada para melhoria da segurança viária e redução dos sinistros de trânsito. Atualmente, em 2022, ainda temos banco de dados desatualizados, incompletos, com endereços repetidos ou com erros de digitação, o que prejudica na hora do levantamento das ocorrências, podendo prejudicar o resultado das pesquisas quando não feito uma filtragem desses dados. O uso da tecnologia alinhada com uma coleta de dados adequada pode minimizar os danos de sinistros, já que o SIG, por exemplo, possibilita a análise de pontos críticos e também análises históricas de efetividade de medidas.

Nesse contexto, este trabalho visa coletar e analisar dados dos sinistros de trânsito da cidade de Ponta Grossa, encontrando as regiões críticas do bairro de Uvaranas, locais com alta ocorrência de sinistros de trânsito do tipo atropelamento, e avaliar a eficiência de travessia elevada como dispositivo redutor de velocidade. Tudo

isso com o auxílio do *software* ArcGis que possibilitará a criação de mapas de calor, destacando regiões críticas do bairro.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é analisar, através de um banco de dados georreferenciado, a escolha de local e eficiência da implantação de travessias elevadas na avenida General Carlos Cavalcanti, em Ponta Grossa.

1.1.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Criar um banco de dados georreferenciados dos sinistros de trânsito ocorridos no bairro de Uvaranas;
- Localizar as áreas de maior incidência de sinistros, envolvendo pedestres nas proximidades da avenida General Carlos Cavalcanti, com auxílio da estimativa de densidade Kernel, nos anos de 2015 a 2019.
- Comparar os locais críticos de sinistros de trânsito com a localização das faixas elevadas implantadas de 2015 a 2019.
- Avaliar se a instalação de travessia elevada na avenida General Carlos Cavalcanti teve influência no número de sinistros com pedestres naquela proximidade.

1.2. PROBLEMA DA PESQUISA

A implantação de dispositivos redutores de velocidade, como no caso deste estudo as travessias elevadas, tem como finalidade a melhoria da mobilidade dos pedestres e um dos principais indicativos de que a mobilidade está funcionando, é a segurança. Uma via segura implicará em menos sinistros de trânsitos e para isso ocorrer é necessário investir na mobilidade.

1.3. JUSTIFICATIVA

Ponta Grossa é uma cidade com grande potencial industrial, seu constante crescimento é a prova disso. Em 2018, o crescimento econômico do município de Ponta Grossa ultrapassou o crescimento de Foz do Iguaçu e Londrina (SARTORI, 2020). Junto com esse crescimento, aumentam também a população, a frota de veículos e conseqüentemente, os sinistros de trânsito.

Segundo dados do 1º Batalhão de Polícia Militar do Paraná (2021), em 2019 a avenida com maior incidência de sinistros de trânsito foi a Av. General Carlos Cavalcanti, uma das avenidas mais importantes da cidade, situada no bairro de Uvaranas.

Ações que visam reduzir o número de sinistros de trânsito são implantadas todos os anos pelos órgãos competentes, a instalação de travessias elevadas como dispositivos redutores de velocidade é uma delas.

Neste contexto, este trabalho propõe apresentar como o georreferenciamento de sinistros de trânsito pode ajudar na decisão de medidas preventivas, em especial envolvendo pedestres.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fim de elucidar acerca dos conceitos envolvidos nesta pesquisa, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e a apresentação de elementos envolvidos. Assuntos como trânsito, sistema de informações geográficas e área de estudo são abordados.

2.1 TRÂNSITO

Os conceitos, comportamentos e estatísticas de trânsito são definidas no presente subitem, dividido em 3 subtópicos, abordando desde a diferença entre sinistros e incidentes de trânsito, as prováveis causas e estatísticas.

2.1.1 Conceituação de trânsito e sinistros

Através da NBR 10697:2020, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) redefiniu os termos técnicos usados nas pesquisas e na elaboração de relatórios estatísticos, alterando o termo de “acidentes de trânsito” para “sinistros de trânsito” (ABNT, 2020).

O Código de Trânsito Brasileiro conceitua trânsito como a utilização das vias, seja para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga e descarga, por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos (CTB, 1997). Já para a ABNT, através da NBR 7032:1983, o trânsito se define pela ação de passagem de pedestres, animais ou veículos pelas vias, sejam terrestres, aquáticas ou aéreas (ABNT, 1983).

Para Ferraz *et al* (2012), o sinistro de trânsito é definido como um evento onde um ou mais veículos que estejam em movimento por uma via, sejam veículos motorizados ou não (bicicletas, patinetes, skates, etc.), provoquem ferimentos em pessoas ou danos em veículos ou outros elementos como postes e sinalizações de trânsito, por exemplo. Ainda Ferraz *et al* (2012), conceitua o termo atropelamento como a colisão de um veículo em movimento com um ou mais pedestres (ou animais), podendo ocorrer na pista ou fora dela (calçada ou acostamento, por exemplo) sendo a falta de cuidado do pedestre e/ou motorista ou perda de controle do veículo algumas das possíveis causas.

Incidente de trânsito é todo evento que não resulte em vítima ou dano material, e que traga prejuízos ao trânsito, via ou ao meio ambiente (NBR 10697:2020). Sinistro de trânsito, termo substitutivo à acidentes de trânsito pela norma, é todo evento que resulte em dano ao veículo ou sua carga, e lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer prejuízos ao trânsito, a via ou ao meio ambiente (NBR 10697:2020).

2.1.2 Causas de sinistros de trânsito

Se tratando da definição das causas de sinistros de trânsito, o fator humano (usuário) é a principal causa (CARDOSO, 1999). Além do fator usuário, o fator veículo e via também são apontados como principais causas geradoras de sinistros, sendo a velocidade em excesso a parte negligenciada pelos motoristas.

Para a Companhia de Engenharia e Tráfego (CET, 2015), velocidades excessivas ou inadequadas com a via, principalmente no meio urbano, onde se concentram os grupos mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e motociclistas), é reconhecida como importante causa ou agravamento de lesões de sinistros de trânsito e por isso, devem ser limitadas. “O nível de dano ao corpo dependerá da forma e da rigidez da superfície ou do objeto da colisão, mas a velocidade geralmente desempenha o papel mais crítico” (CET, 2015).

A falha humana é inevitável, por este motivo o sistema de trânsito deve ser projetado e operado de forma a absorver os erros de condutores e pedestres. Para evitar mortes e lesões graves é necessário estabelecer limites de velocidade compatíveis com o tipo de via (FERRAZ *et al*, 2012).

O excesso de velocidade, avanço de sinal vermelho e realização de manobras sem a devida sinalização, principalmente no meio urbano, são as principais causas que contribuem para o sinistro de trânsito (BOTTESINI, 2010). Conhecer as causas dos sinistros é fundamental para tomar as medidas necessárias para evitar as mortes e lesões graves, para isso é necessário identificar e gerenciar as informações referentes aos sinistros (MANTOVANI, 2003).

2.1.3 Estatísticas e dados de sinistros de trânsito

Em 2019 a Organização Pan-Americana de Saúde (OPS, 2019) divulgou um relatório intitulado “Estado de segurança viária na Região das Américas” onde mostra que o Brasil ocupa o 9º lugar entre os países com maior número de mortes no trânsito na América, ficando atrás dos países: Santa Lúcia, República Dominicana, Venezuela, Belize, Guiana, Paraguai, El Salvador e Equador. O relatório da OPS (2019) ressalta ainda que os grupos mais vulneráveis das vias são os motociclistas (23%), pedestres (22%) e o grupo dos ciclistas, com 23% de envolvimento em sinistros de trânsito.

Para Czerwonka (2021), mesmo com o número de veículos em circulação restringidos pela pandemia, as mortes no trânsito ainda são altas. Nos últimos 6 anos os óbitos no trânsito brasileiro vêm apresentando leve queda, como mostra a figura 1 do gráfico com dados do Ministério da Saúde (MS, 2020). Em 2020 foram registrados 30.168 óbitos no trânsito, uma queda de quase 6% em relação ao ano de 2019.

Figura 1 - Óbitos nos últimos 10 anos



Fonte: MS – Ministério da Saúde – Óbitos no Trânsito, 2020

As estimativas de estudos, segundo a OPS (2019), mostram que 6% das deficiências físicas são causadas por sinistros de trânsito no mundo todo. As deficiências físicas trazem prejuízos financeiros e psicológicos às vítimas e seus familiares e também para a sociedade, com gastos hospitalares e previdenciários, por exemplo (MARÍN e QUEIROZ, 2000).

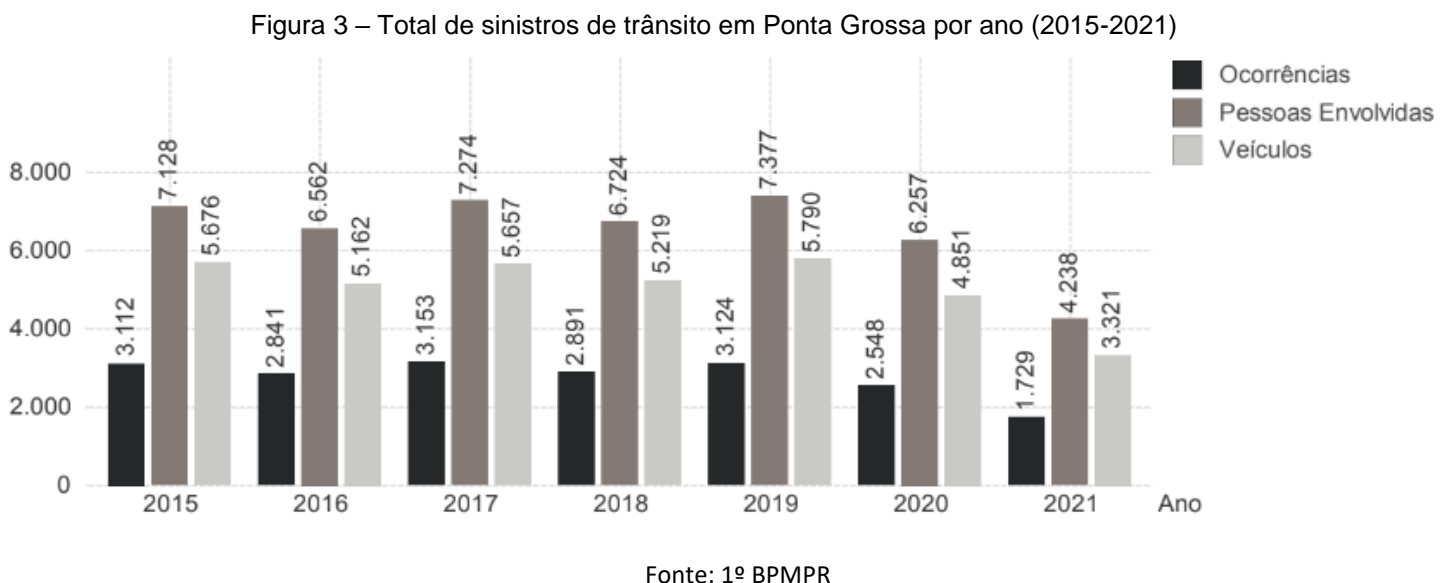
Ainda segundo o relatório da OPS (2019), a velocidade é um fator crucial gerador de óbitos no trânsito, um aumento de 1% na velocidade média produz um

aumento de 4% no risco de colisão mortal. Em contrapartida, diminuir a velocidade média em 5% ajuda a reduzir os óbitos causados por sinistros em 30%.

No município de Ponta Grossa, os registros de ocorrências por sinistro de trânsito demonstraram queda nos últimos 3 anos, como mostra a figura 2 do gráfico com os dados fornecidos pelo 1º Batalhão de Polícia Militar do Paraná (1º BPMPR). Os dados a seguir são provenientes de análises parciais dos registros fornecidos pelo 1º BPMPR, os quais serão avaliados de forma aprofundada na sequência deste trabalho.



A figura 3 agrupa as ocorrências, pessoas envolvidas e veículos, ao longo dos anos, com o total por ano:



Percebe-se que entre 2015 e 2018 os números de ocorrências, pessoas envolvidas e veículos mantiveram-se estáveis, com pouca variação de ano para ano,

intercalando uma alta e uma baixa. Nos últimos 2 anos (2019 e 2020) é notável a diminuição nas estatísticas.

Os atropelamentos no município de Ponta Grossa também vêm apresentando uma queda ao longo dos últimos anos, conforme a figura 4. O pior ano foi o de 2015, com 130 ocorrências de atropelamentos, baixando pelos anos seguintes até chegar em um total de 70 ocorrências no ano de 2020, uma redução de 85,7% entre os anos de 2015 a 2020.

Figura 4 - Quantidade de ocorrências por tipo de sinistros de trânsito

Resultado	Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
ABALROAMENTO LATERAL		499	464	490	480	506	607	453	3.499
ABALROAMENTO TRANSVERSAL		951	936	1.035	934	1.039	567	359	5.821
ACIDENTE COMPLEXO		249	177	199	165	175	134	97	1.196
ATROPELAMENTO		130	127	116	99	82	70	40	664
ATROPELAMENTO ANIMAL		6	8	5	8	10	6	5	48
CAPOTAMENTO		10	4	5	5	6	4	4	38
CHOQUE		339	288	318	318	288	201	136	1.888
COLISAO FRONTAL		110	92	109	85	109	193	122	820
COLISAO TRASEIRA		577	519	561	524	597	496	328	3.602
ENGAVETAMENTO		37	44	51	34	38	29	37	270
INCENDIO		-	1	1	1	-	2	-	5
NAO IDENTIFICADO		168	155	221	205	242	202	116	1.309
QUEDA MOTO		25	19	33	18	23	27	16	161
QUEDA OBJETO		4	2	4	5	4	3	9	31
QUEDA PASSAGEIRO		-	1	-	2	1	-	-	4
QUEDA VEICULO		2	3	2	3	2	5	2	19
TOMBAMENTO		5	1	3	5	2	2	5	23
Total		3.112	2.841	3.153	2.891	3.124	2.548	1.729	19.398

Fonte: adaptado de 1º BPMPR

Considerando as ocorrências totais, de todos os segmentos, no ano de 2015 foram registradas 3.112 ocorrências, caindo para 2.548 ocorrências em 2020, uma queda de mais de 22% considerando o intervalo 2015-2020.

2.1.4 Locais críticos

Para o Ministério dos Transportes (2002), uma interseção ou trecho entre interseções consecutivas que apresenta uma frequência elevada de ocorrências, se comparada com as demais interseções da malha viária, é definida como local crítico. Esses locais de maior concentração podem ser um ponto da via (interseção ou trecho com pequena extensão), um trecho da via (segmento consideravelmente extenso), uma área (espaço que compreende mais de uma via) ou lugares com características similares (cruzamentos ferroviários, interseções semaforizadas, etc.) (FERRAZ *et al*, 2012).

Uma das principais ações para melhoria da segurança no trânsito, no âmbito da Engenharia Viária e da Engenharia de Tráfego, é o tratamento dos locais críticos. A identificação desses locais críticos é uma parte importante do trabalho para definir ações mitigadoras a serem implementadas (FERRAZ *et al*, 2012).

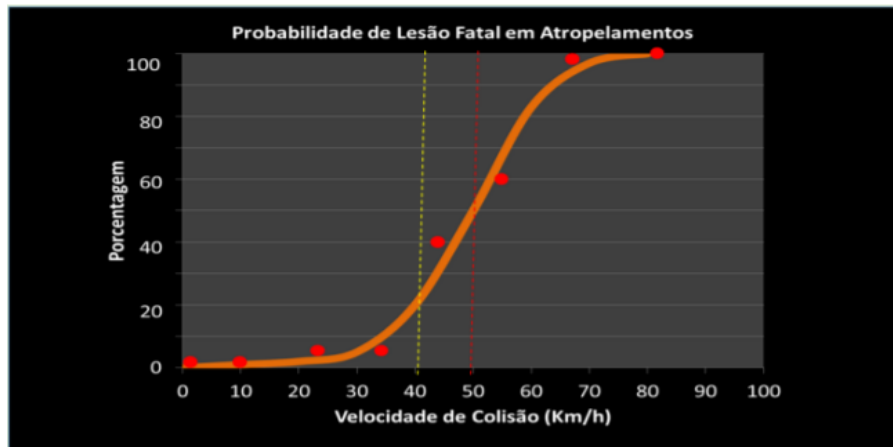
No presente trabalho, serão abordados os locais críticos, pois conforme as definições acima, em um local crítico é possível delimitar um ponto de concentração, tornando possível um agrupamento em um ponto qualquer para posterior uso da ferramenta SIG. O deslocamento a pé

Um dos mais importantes modos de transporte urbano, desde a antiguidade, é o deslocamento a pé. Para percorrer pequenas distâncias, o deslocamento a pé é o modo de transporte mais utilizado, e também complementa as viagens realizadas por outros meios de transporte (FERRAZ e TORRES, 2004). Nas cidades mais desenvolvidas econômica e socialmente, as viagens realizadas por veículos motorizados são maiores se comparadas as cidades menos desenvolvidas, onde prevalece o meio de transporte público e o meio de transporte a pé, complementa (FERRAZ e TORRES, 2004).

Para Malatesta (2007), o deslocamento a pé é uma atividade intrínseca ao ser humano e vem sendo modificada ao passo que a sociedade é modificada, mas o ato de andar a pé não perde sua importância, já que os caminhos, outrora rurais ou florestais, são agora substituídos pelos caminhos urbanos. Se antigamente a preocupação do ato de andar a pé eram os perigos de fenômenos naturais, nos dias atuais esses perigos são substituídos pelos perigos das máquinas e equipamentos existentes no meio urbano (MALATESTA, 2007).

Por este motivo a importância de dar atenção à segurança do pedestre, que é o grupo mais frágil do sistema de trânsito e que é mais propenso a lesões graves e até mesmo ao óbito, dependendo da velocidade de impacto no momento do sinistro, como mostra a figura 5, um gráfico realizado por (KLPEDEN, 1997).

Figura 5 - Probabilidade de lesão fatal em atropelamentos x Velocidade de colisão



Fonte: Kloeden, Mclean, Moore e Ponte, 1997- *Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement*.

Percebe-se que a expressão não se comporta linearmente e sim exponencialmente. Em um atropelamento a 40 km/h (linha tracejada em amarelo) o pedestre tem probabilidade de 30% de ir a óbito, já a 50 km/h (linha tracejada em vermelho) essa probabilidade sobe para 50%. Com velocidade de colisão acima de 80 km/h, a probabilidade de o pedestre ir a óbito é de 100%.

2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

As sociedades organizadas sempre deram importância para as tarefas de coleta e organização de dados sobre distribuição geográfica, entretanto, esses registros eram feitos em documentos e mapas em papel, o que impedia uma análise que combinasse vários mapas e dados (CÂMARA *et al*, 2001). Na segunda metade do século passado, com a evolução da tecnologia de informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações, surgindo assim o Geoprocessamento (CÂMARA *et al*, 2001).

Ainda segundo Câmara *et al* (2001), o geoprocessamento utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, contribuindo para áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. A grande vantagem de se usar SIG é a sua capacidade de trabalhar com grandes conjuntos de dados geoespaciais, desempenhando importante papel na avaliação de sinistros de trânsito (AGASHI, 2017).

Silva *et al* (2008) conceitua o SIG como um conjunto de ferramentas capaz de adquirir, armazenar, transformar e emitir informações espaciais e não-espaciais. Este sistema tem um importante papel na melhora do processo de tomada de decisões em um sistema viário, proporcionando análises e intervenções constantes, desde o projeto, até a manutenção, construção e ampliação de vias (LEGRAMANTI, 2021).

Um SIG tem grande utilidade para avaliar e estudar os sinistros de um sistema viário por exemplo, e para isso é preciso unir essas ferramentas computacionais com um georreferenciamento. Raia e Santos (2006) definem georreferenciamento de sinistros de trânsito como a transformação das coordenadas conhecidas num dado sistema de referência, associando os atributos de cada sinistros de trânsito existente no banco de dados aos seus respectivos locais no mapa. Atualmente, a utilização de sistemas informatizados, como no caso o SIG para mapeamento de sinistros de trânsito no espaço viário, torna a tarefa de análise da acidentalidade no trânsito mais fácil (FERRAZ *et al*, 2012).

2.2.1 ArcGIS

O ArcGIS é um pacote integrado de *softwares* de Sistema de Informações Geográficas, produzido pela empresa ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), que fornece uma gama de ferramentas de forma integrada, baseada em padrões, para realização de análise espacial, armazenamento, manipulação, processamento de dados geográficos e mapeamento (RUBERT, 2011; SILVA, 2010).

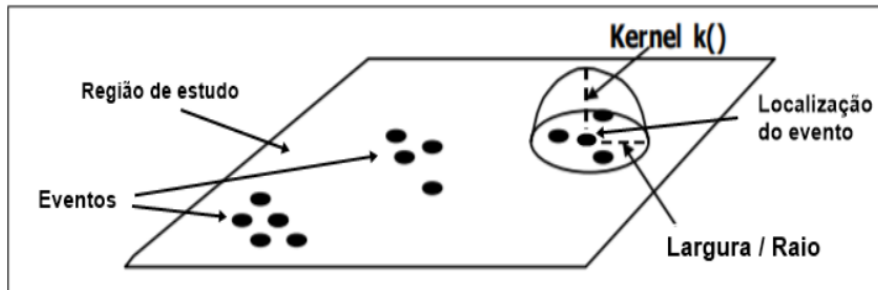
A estrutura do *software* é dividida em três aplicativos integrados: ArcCatalog (aplicativo responsável pelo gerenciamento de dados); ArcMap (aplicativo para a visualização de dados em um mapa) e ArcToolbox (aplicativo que contém as ferramentas de geoprocessamento, conversão e análise de dados), permitindo realizar desde tarefas simples até as mais complexas como a análise espacial (RUBERT, 2011).

2.2.2 Estimador de Densidade Kernel (KDE)

No presente trabalho será utilizado o estimador de densidade Kernel, que segundo Maior e Candido (2014), é um método utilizado para estimar curvas de

densidades, onde cada ponto é ponderado levando em consideração a distância de um ponto central, o núcleo, como explicado na figura 6.

Figura 6 - Funcionamento do KDE

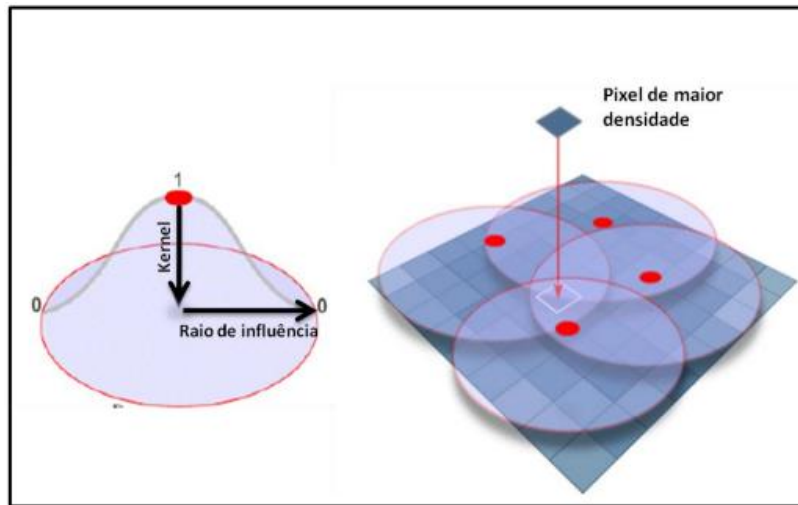


fonte: adaptado de Câmara e Carvalho, 2002.

O KDE é um interpolador que estima a densidade de eventos em toda a área analisada, mesmo nos locais onde o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência, ele é uma forma não-paramétrica para estimar a função de probabilidade de uma variável aleatória (JONES E WAND, 1995). A ferramenta de estimativa de densidade Kernel é o método mais empregado para análise de sinistros de trânsito (ERDOGAN *et al.* 2008; HASHIMOTO *et al.* 2016).

Em outras palavras, o KDE é basicamente uma forma de fazer mapas de calor. A ferramenta capta a densidade de pontos no mapa e através de um raio escolhido manualmente no *software*, gera um mapa de calor. Quanto mais sinistros de trânsito dentro ou próximo ao raio delimitado, mais agrupados os pontos estão e assim mais vermelho (se pensarmos em um mapa de calor que vai do verde ao vermelho) ficará o local do mapa. O mesmo vale para o oposto, quanto menos sinistros de trânsito, mais espaçados os pontos e conseqüentemente mais verde ficará a representação nesta mesma referência de mapa de calor. A figura 7 exemplifica quando ocorre sobreposição de raios:

Figura 7 - Raios sobrepostos



Fonte: Bergamaschi, 2010.

Quando ocorre essa sobreposição dos raios, o grau de densidade naquele local é maior pois o valor para aquele pixel é a soma dos valores de *Kernel* sobrepostos, divididos pela área de cada raio de pesquisa (BERGAMASCHI, 2010). Ou seja, quanto maior a densidade, maior a ocorrência de fatos naquela área de influência.

2.3 ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo trata de caracterizar a cidade, bairro e via estudada na presente pesquisa.

2.3.1 Ponta Grossa

A cidade de Ponta Grossa, município com pouco mais de 2.000 km² de área, está situada no 2º Planalto Paranaense da região dos Campos Gerais. O município está localizado a aproximadamente 115 km de Curitiba, capital do estado do Paraná, conforme a figura 8.

Figura 8 - Planaltos Paranaense



Fonte: adaptado de JERONIMO, 2019.

Conforme a lei nº 9865 de 13 de março de 2009, que trata da divisão territorial dos bairros do município, decretada pela Câmara Municipal de Ponta Grossa, o município possui em sua totalidade 16 bairros (JUSBRASIL, 2009). Esses bairros estão distribuídos dentro dos 2.000 km quadrados de área, como visto na figura 9.

Figura 9 - Município de Ponta Grossa - Mapa de Divisão Territorial dos Bairros



Fonte: adaptado de Queiroz (2013)

Por conta da pandemia, o censo de 2020 não pode ser realizado, ficando adiado para o ano seguinte. Já em 2021, a pesquisa foi suspensa pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por conta de um corte de verba de 88% do valor total dos 2 bilhões de reais, pelos parlamentares após tramitação do projeto no Congresso Nacional (LEÓN, 2021).

De acordo com dados do IBGE, a população estimada de Ponta Grossa para o ano de 2021 é de 358.838 pessoas, aumento de 15% em relação ao último censo de 2010, o qual apontou um total de 311.611 pessoas. A densidade demográfica, ainda segundo o censo do IBGE (2010), mostra que existem 150,72 habitantes por quilômetro quadrado no município.

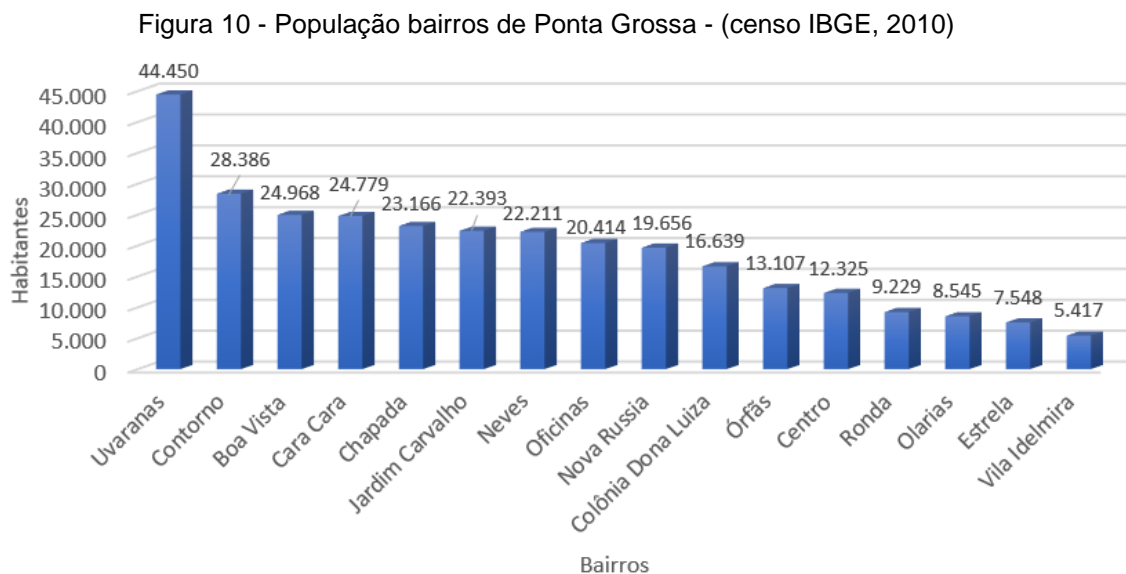
Ponta Grossa se destaca dos demais municípios devido a sua posição geográfica favorável ao acesso a todas as regiões do estado do Paraná e também por sua principal atração turística que atrai turistas de todo o Brasil, o Parque Estadual de Vila Velha.

2.3.2 Bairro Uvaranas

Uvaranas em seus primórdios foi um núcleo colonial de imigrantes, colônia Octávio, que se desenvolveu a partir da década de 1970. Inicialmente habitada em sua maioria por católicos, Uvaranas foi crescendo a partir de suas atividades agrícolas e ao longo do século XX foi assumindo configurações mais urbanas (SOUZA, 2018).

Uvaranas é o bairro mais populoso da cidade com cerca de 45 mil habitantes IBGE (2010), liderando com quase o dobro de população se comparado com os bairros Contorno e Boa vista, o segundo e terceiro bairro mais populoso, respectivamente conforme figura 10.

Em Uvaranas também está localizado o hospital universitário da cidade (Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais Wallace Thadeu de Mello e Silva), junto ao Campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Estes dois locais atraem muitas pessoas diariamente, inclusive de municípios vizinhos, intensificando o tráfego de veículos e pessoas no bairro.



Fonte: IBGE, 2010

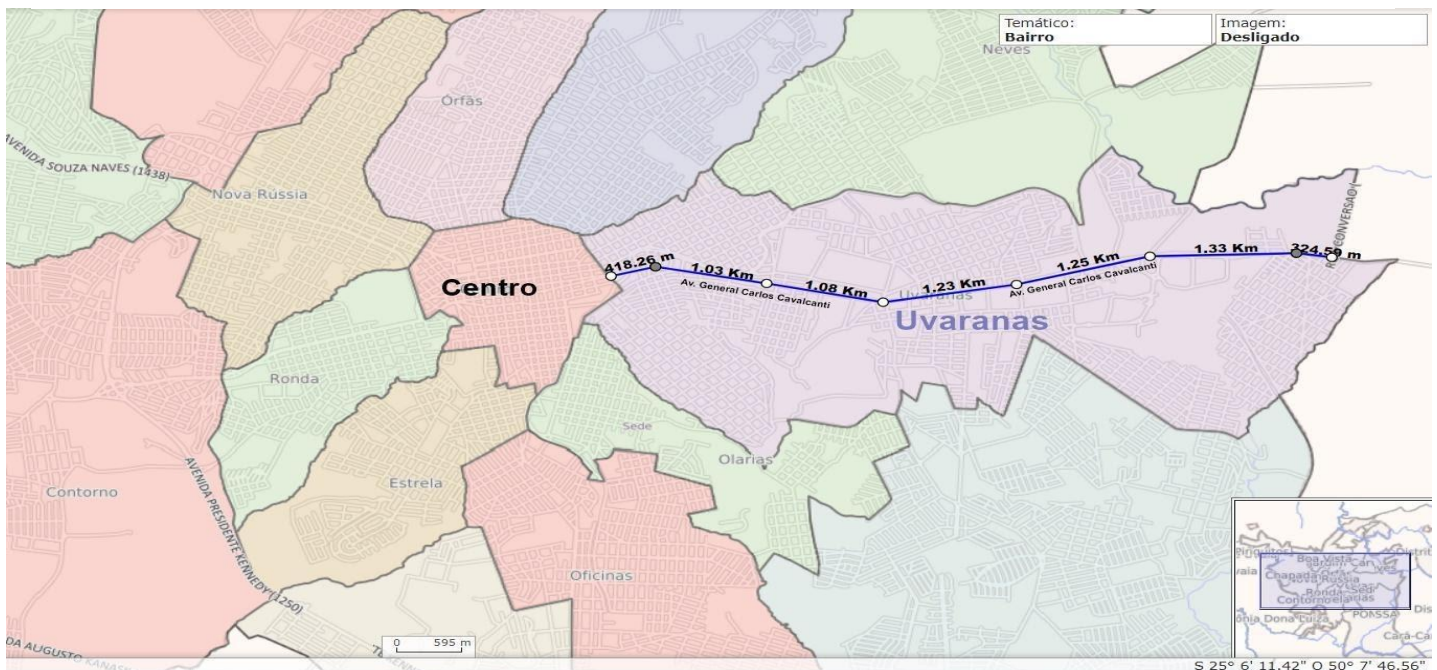
2.3.3 Avenida General Carlos Cavalcanti

Com seus quase 7 quilômetros de extensão (figura 11), a avenida corta o bairro de Uvaranas ao meio, partindo de proximidades do Campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa, até o centro da cidade. A avenida também passa por comércios, correios, agência bancária, farmácias, mecânicas, além de duas escolas estaduais, uma escola de ensino fundamental e um Batalhão de Infantaria Blindado (13º. BIB).

Através de conferência *in loco*, ao longo de sua extensão há 46 faixas de pedestres, 9 lombadas e 5 faixas elevadas. Esses dados das faixas e travessias elevadas estão disponíveis no site da Autarquia Municipal de Trânsito e Transportes (AMTT), bem como os projetos de lombadas e travessias elevadas.

Por ser o bairro mais populoso da cidade, conforme dados do IBGE (2010), e apresentar um comércio diversificado, além de algumas escolas, o tráfego diário de pedestres, veículos motorizados e não motorizados torna a avenida em questão potencialmente perigosa. Isso conseqüentemente, demanda atenção quanto aos sinistros de trânsito envolvendo pedestres nesta região.

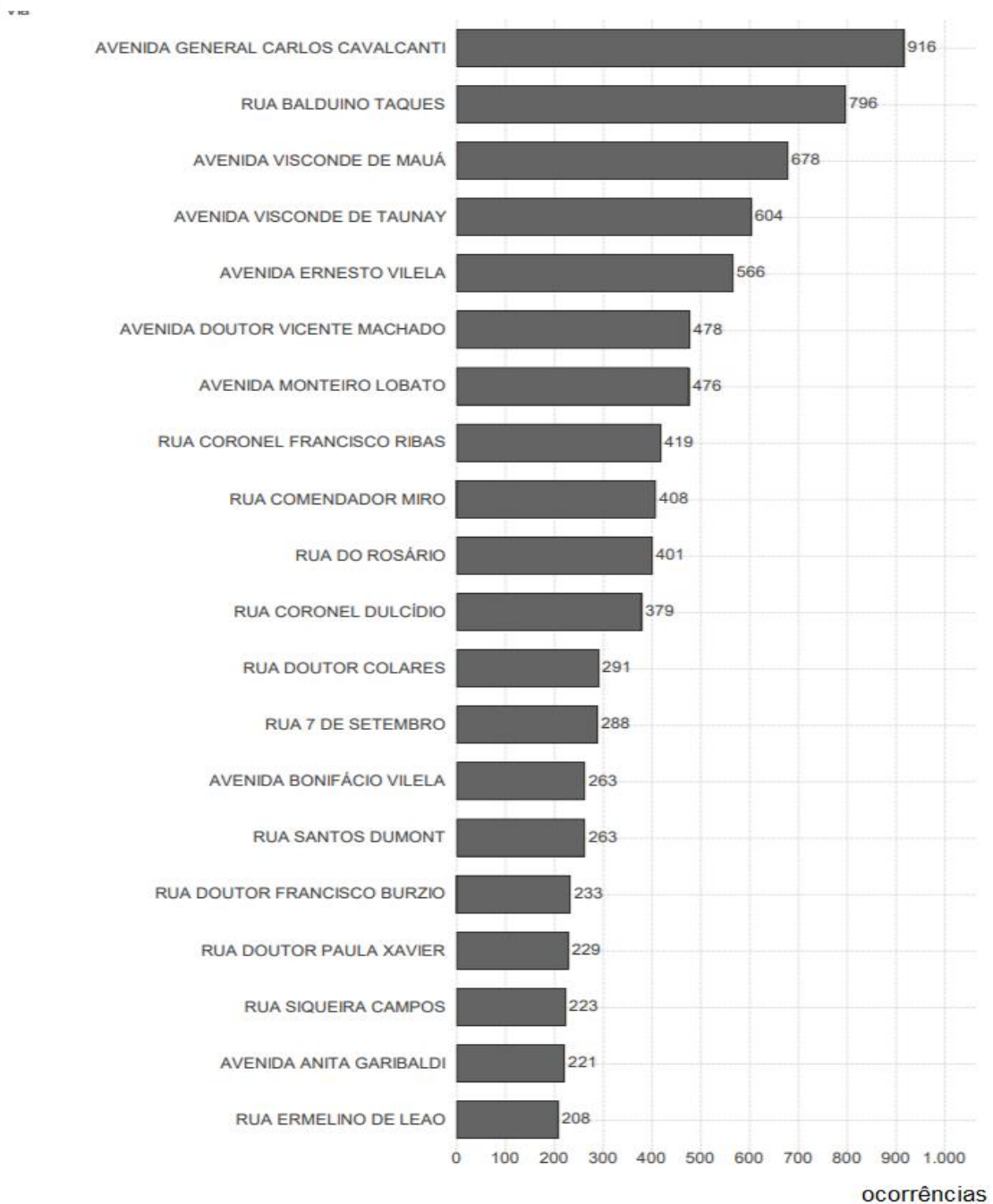
Figura 11 - Avenida General Carlos Cavalcanti



Fonte: Geoprocessamento – Prefeitura Municipal de Ponta Grossa

Outro fator determinante para a escolha da avenida General Carlos Cavalcanti para estudo da acidentalidade envolvendo pedestres é o fato de a avenida ser a via com maior número de ocorrências (916) no período de 2015 a 2021, como mostra a figura 12.

Figura 12 - Número de ocorrências entre 2015 e 2021 nas 20 ruas de maior incidência.



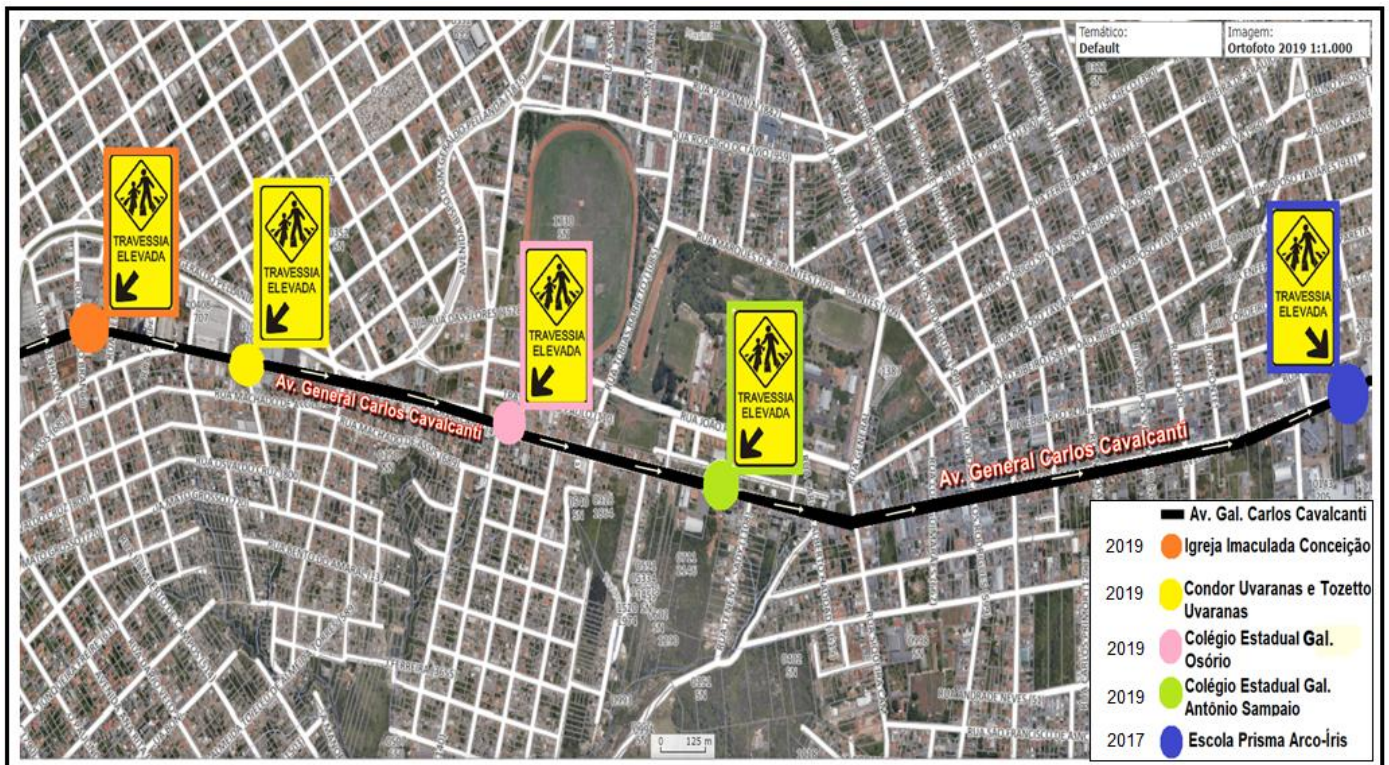
Fonte: 1º BPMR

No site da Autarquia Municipal de Trânsito de Ponta Grossa na seção de Engenharia de Tráfego, estão disponibilizados os projetos das travessias elevadas de toda a cidade (AMTT, 2021). A seguir, o projeto das 5 travessias elevadas dispostas na extensão da avenida General Carlos Cavalcanti, bem como o ano de instalação de cada uma.

- Em frente ao Colégio Estadual General Antônio Sampaio (2019);
- Em frente ao Colégio Estadual General Osório (2019);
- Próximo a Escola Prisma Arco-Íris (2017);
- Próximo a Igreja Imaculada Conceição (2019);
- Próximo aos mercados Condor Uvaranas e Tozetto Uvaranas (2019).

A figura 13 mostra uma imagem da avenida Gal. Carlos Cavalcanti com as suas 5 travessias elevadas em destaque.

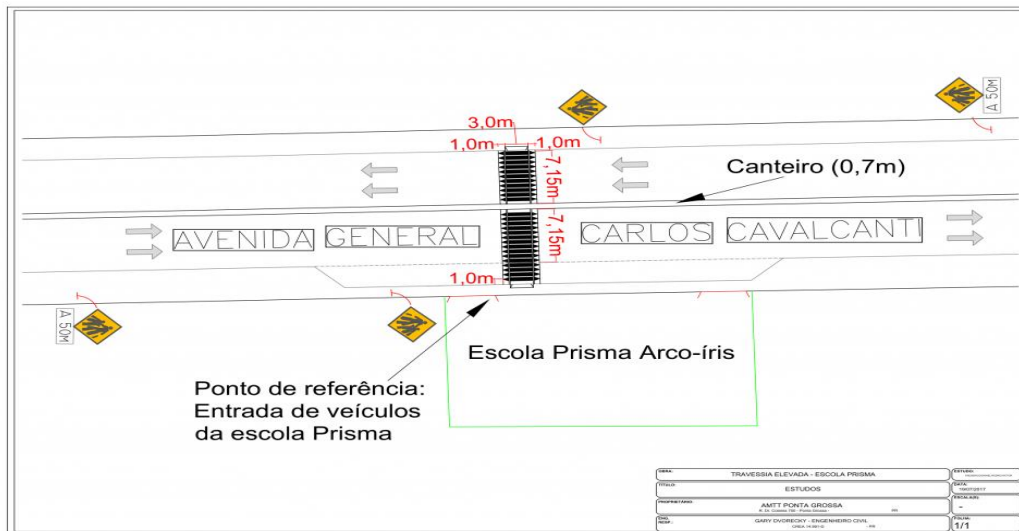
Figura 13- Travessias elevadas da Av. Gal. Carlos Cavalcanti



Fonte: Autoria própria

A figura 14 mostra um exemplo de como estes projetos estão disponibilizados no site da AMTT. O projeto em questão é da travessia elevada localizada em frente à Escola Prisma Arco-Íris, entre o terminal de transporte coletivo do bairro de Uvaranas e o Campus UEPG.

Figura 14- Travessia elevada em frente a Escola Prisma Arco-Íris



Fonte: AMTT, 2021

Na figura 15, a travessia elevada em frente à Escola Prisma Arco-Íris finalizada e em utilização:

Figura 15- Travessia elevada em frente a Escola Prisma Arco-Íris



Fonte: Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 2021

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, é abordada a preparação e escolha dos dados. Os locais críticos, métodos e parâmetros que foram utilizados para defini-los. E por fim como foi analisada a eficiência das travessias elevadas, a escolha do raio e períodos de análise das travessias.

3.1 PREPARAÇÃO DOS DADOS

Foram reunidos os dados de sinistros de trânsito da cidade de Ponta Grossa, disponibilizados pelo 1º Batalhão de Polícia Militar do Paraná, através de planilha Excel. Em ofício, especificou-se os dados solicitados assim como a ideia central do presente trabalho, então foram fornecidos os dados de todos os sinistros de trânsito da cidade no intervalo de janeiro de 2015 a agosto de 2021.

Os dados relevantes para o trabalho são: a data do fato, o bairro, o tipo de sinistros de trânsito e as vias. Uma parte da planilha recebida pelo 1ºBPMPR está na tabela da figura 16 abaixo e a planilha completa refinada, utilizada para alimentar o *software* ArcGIS com os dados referentes apenas ao bairro Uvaranas, está no anexo 1 – Endereços completos com latitudes e longitudes.

Figura 16 - Dados de sinistros de trânsito 1ºBPMPR – BATEU (Boletim de Acidentes de Trânsito Eletrônico Unificado)

Prot. BATEU	Data Fato	Hora Fato	Bairro	Nº Km	Tipo de Acidente	Via 1	Via 2
868208	8/25/2021	16:58:00	Uvaranas	5.775	ATROPELAMENTO	Av. General Carlos Cavalcanti	-
868066	8/23/2021	18:15:00	Contorno	504	COLISAO TRASEIRA	Av Botuquara	-
868056	8/25/2021	08:20:00	Cará-Cará	-	COLISAO FRONTAL	Rua Duarte Da Costa	Rua Jose Koteski
868036	8/21/2021	18:00:00	Uvaranas	0	QUEDA VEICULO	Rua Sebastiao Bastos	Est. Arichernes Carlos Gobbo
868022	8/2/2021	16:30:00	Centro	318	COLISAO TRASEIRA	Rua Fernandes Pinheiro	-
868013	3/2/2021	17:00:00	Boa Vista	2.885	ABALROAMENTO LATERAL	Rua João Batista França E Silva	Rua Amanda Cunha Souza
867978	8/25/2021	09:00:00	Centro	-	COLISAO TRASEIRA	Rua Doutor Francisco Burzio	-
867970	8/24/2021	12:30:00	Centro	869	COLISAO TRASEIRA	Rua Ermelino De Leao	-
867903	8/22/2021	00:30:00	Orfãs	-	ABALROAMENTO TRANSVERSAL	Rua Coronel Francisco Ribas	Rua Antonio João
867868	8/23/2021	16:00:00	Orfãs	2.525	ABALROAMENTO LATERAL	Rua Balduino Taques	Avenida Anita Garibaldi

Fonte: 1º BPMPR

Com os dados de 2015 a 2019 foram localizadas as áreas críticas de sinistros de trânsito do bairro Uvaranas, isso foi possível com o auxílio da ferramenta de densidade Kernel. Como na avenida Gal. Carlos Cavalcanti foram instaladas 4 travessias elevadas em 2019 e 1 travessia elevada em 2017, foi feita uma análise das

mesmas para comparar se elas foram instaladas próximas aos pontos críticos de sinistros de trânsito, onde o número de sinistros é maior.

Na travessia elevada localizada em frente ao Colégio Prisma Arco-Íris foi realizada uma análise pontual verificando se a instalação da travessia afetou o número de sinistros naquele ponto. A escolha desta travessia para análise pontual se dá pela disponibilidade dos dados coletados, pois entre as 5 travessias elevadas da avenida, foi a primeira a ser instalada, no ano de 2017, sendo possível assim um estudo em cima da mesma, com dados disponíveis de 2 anos antes da instalação e 2 anos após a instalação (2015, 2016 e 2018, 2019).

Na parte de preparação dos dados foi feita uma filtragem prévia dos sinistros de trânsito, para eliminar possíveis erros de digitação que impossibilitem o georreferenciamento do endereço. O georreferenciamento foi feito através da transformação de um endereço em uma coordenada geográfica e isso só é possível se o endereço estiver escrito corretamente e completo.

3.2 LOCAIS CRÍTICOS

Inicialmente, com os dados já em posse do autor, foi feita uma análise para filtrar os sinistros de atropelamentos de Uvaranas para criar um banco de dados georreferenciados e encontrar os locais críticos, com maior incidência de registros de sinistros de atropelamentos. Estes locais críticos com maior incidência de sinistros serão identificados através da ferramenta da KDE, implementada no *software* ArcGIS.

Entrando em conformidade com os objetivos deste trabalho, foi realizada uma análise mais detalhada da região de Uvaranas por ser o bairro mais populoso da cidade. Mais especificamente, a região em torno da Av. General Carlos Cavalcanti, é a via escolhida para estudo da comparação dos sinistros no período de 2015 a 2019, para averiguação da funcionalidade das travessias elevadas, e se houve mudança no número destes sinistros de trânsito.

Para o georreferenciamento dos sinistros de trânsito do tipo atropelamentos, foram associados: “os atributos de cada sinistro e trânsito existente no banco de dados relacional aos seus respectivos locais no mapa, representados por objetos do tipo pontos” (RAIA *et al*, 2006). Após o georreferenciamento, foram encontrados os locais

críticos através da ferramenta KDE do ArcGIS. E através dos mapas de densidade resultante, foi possível identificar as regiões mais afetadas pelos sinistros e as menos afetadas, o que possibilita a comparação final de antes e depois da instalação da travessia elevada escolhida.

3.3 EFICIÊNCIA DAS TRAVESSIAS

A travessia elevada próximo a Escola Prisma Arco-Íris, instalada em 2017, é o objeto de estudo específico para avaliação dos atropelamentos, pois dentre as cinco travessias elevadas da avenida, essa foi a primeira a ser instalada, possibilitando assim uma avaliação completa com dois anos anteriores e dois anos após instalação.

Já com as outras quatro travessias elevadas que foram instaladas em 2019, fica impossibilitada uma avaliação completa pois os dois anos posteriores a 2019 são influenciados pela diminuição do tráfego de pessoas e veículos pela pandemia. Essas quatro travessias não ficaram fora da análise do trabalho, já que, por mais que sua eficiência no número de sinistros não fosse vista, sua localização foi analisada ao comparar com os pontos críticos encontrados.

Para as avaliações de KDE foram testados diferentes raios, verificando qual se adequa melhor as quadras da cidade de Ponta Grossa e também a base de dados em questão. Cada situação é única, Legramanti (2021), por exemplo, em estudo na cidade de Pato Branco/PR, testou raios de 50m, 75m e 100m, sendo o de 75m o escolhido. No presente trabalho se testou estes e outros raios e se apresenta os três principais para comparação e justificativa da motivação da escolha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

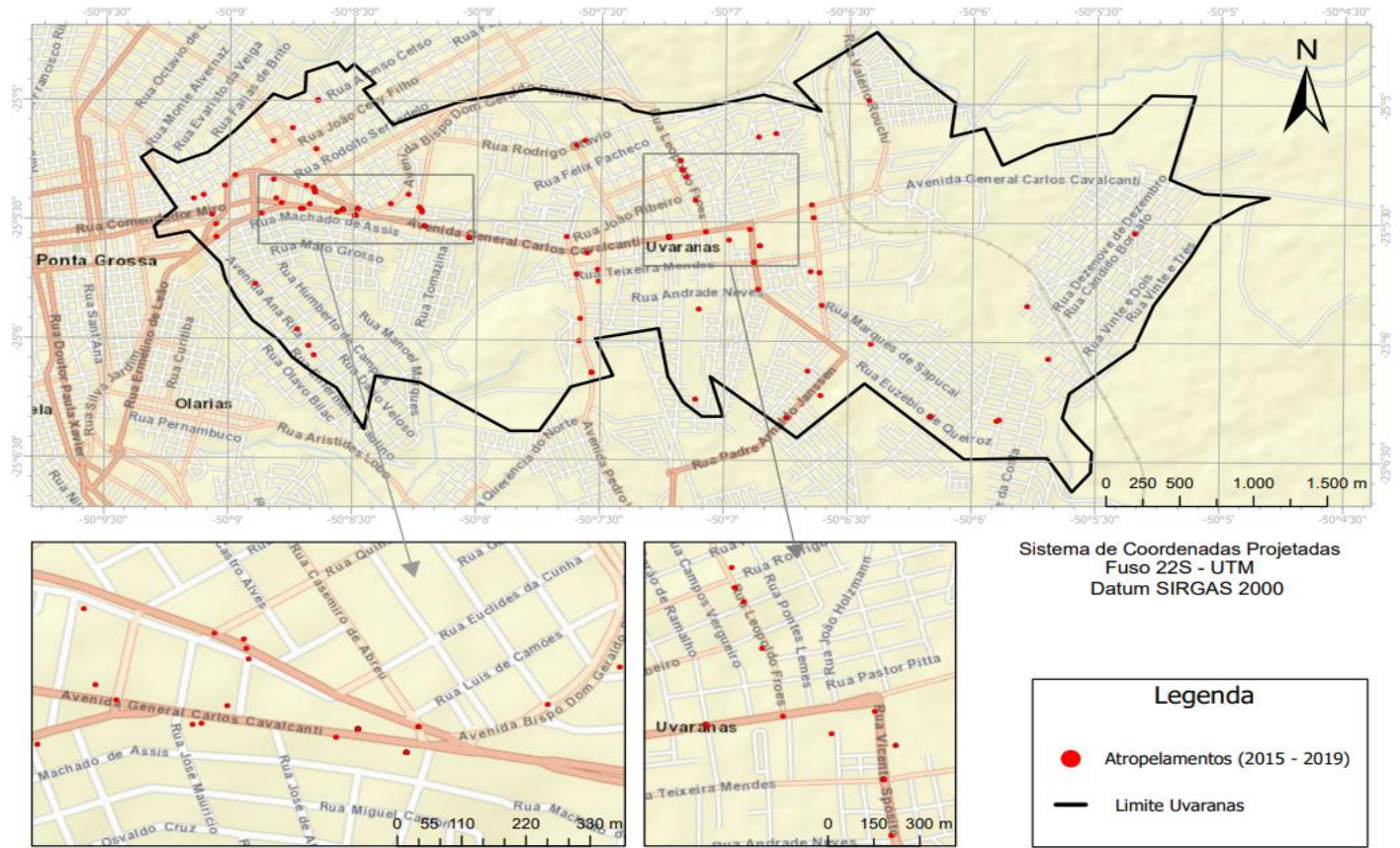
Neste capítulo são apresentados os mapas e resultados obtidos por meio das análises das informações fornecidas pelo *software* ArcGIS.

4.1 BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS DOS ATROPELAMENTOS OCORRIDOS NO BAIRRO DE UVARANAS

No presente trabalho foram utilizados e levados em consideração os dados dos atropelamentos do bairro de Uvaranas, dos anos de 2015 a 2019, excluindo das análises os dados preliminares do ano de 2021 pelo fato de ainda não ter chegado ao término do ano, e os dados do ano de 2020, pelo fato da pandemia do Covid-19 ter diminuído o número de pedestres e motoristas nas ruas, impactando nos resultados da pesquisa. Com os dados refinados foi possível criar um banco de dados georreferenciados dos atropelamentos de Uvaranas e a partir disso elaborou-se mapas com as representações das ocorrências. Testou-se então alguns mapas de fundo, próprios do *software*, localizando a zona de Uvaranas e delimitando o bairro.

O mapa da figura 17 representa o bairro de Uvaranas delimitado pela linha preta, com os sinistros de trânsito do tipo atropelamento (2015 a 2019) em pontos vermelhos. Os pontos que representam as ocorrências de atropelamentos estão dispostos em frente ao número da edificação ou em cima do edifício e quando nos cruzamentos ao centro das vias.

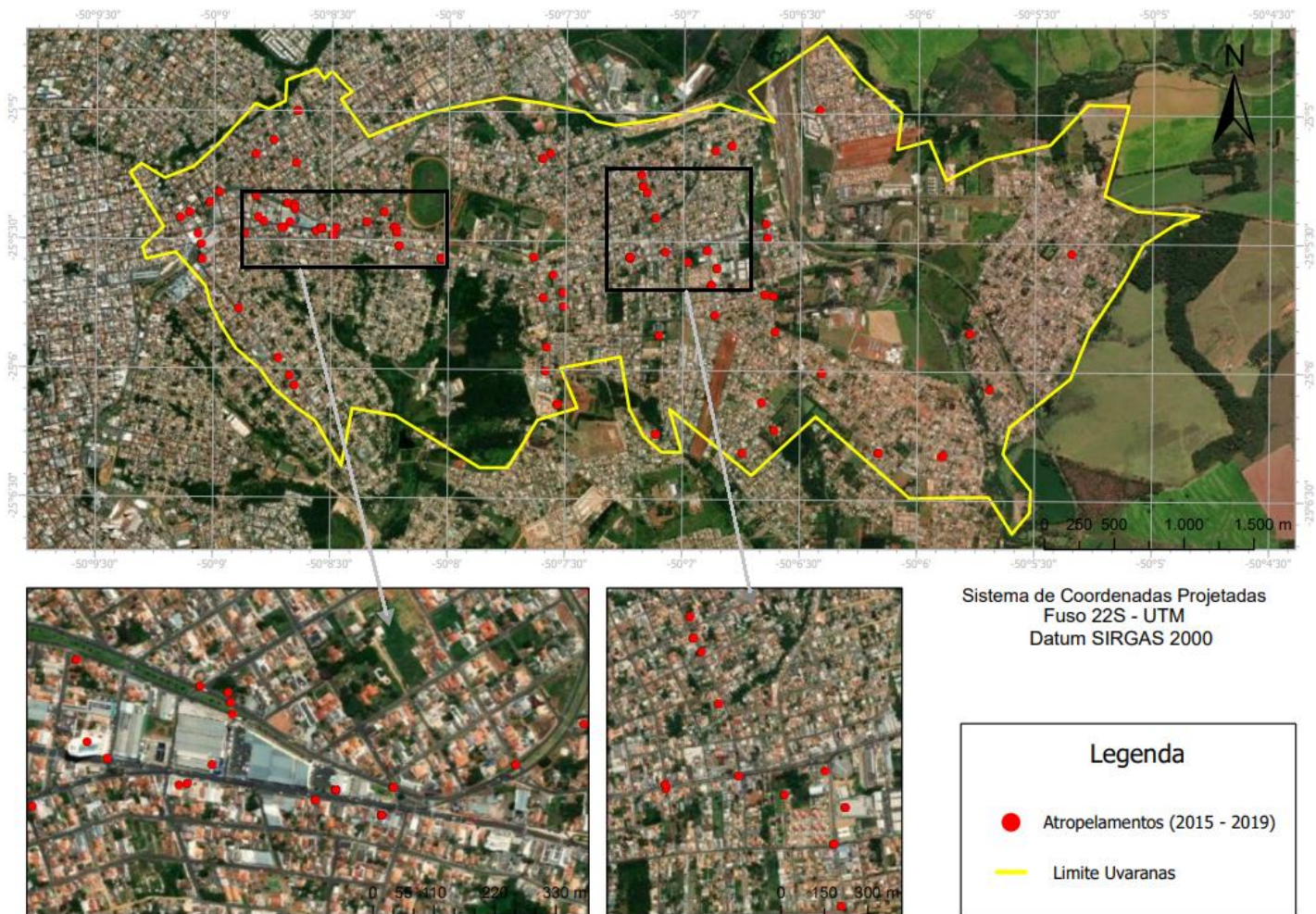
Figura 17 – Modelo 1 mapa de base



Fonte: Autoria própria

O software ArcGIS permite incluir diferentes mapas de fundo (*basemaps*), uma delas é a imagem de satélite, como exemplificado no mapa da figura 18, permitindo uma melhor visualização do local das ocorrências e facilitando a identificação de características das proximidades.

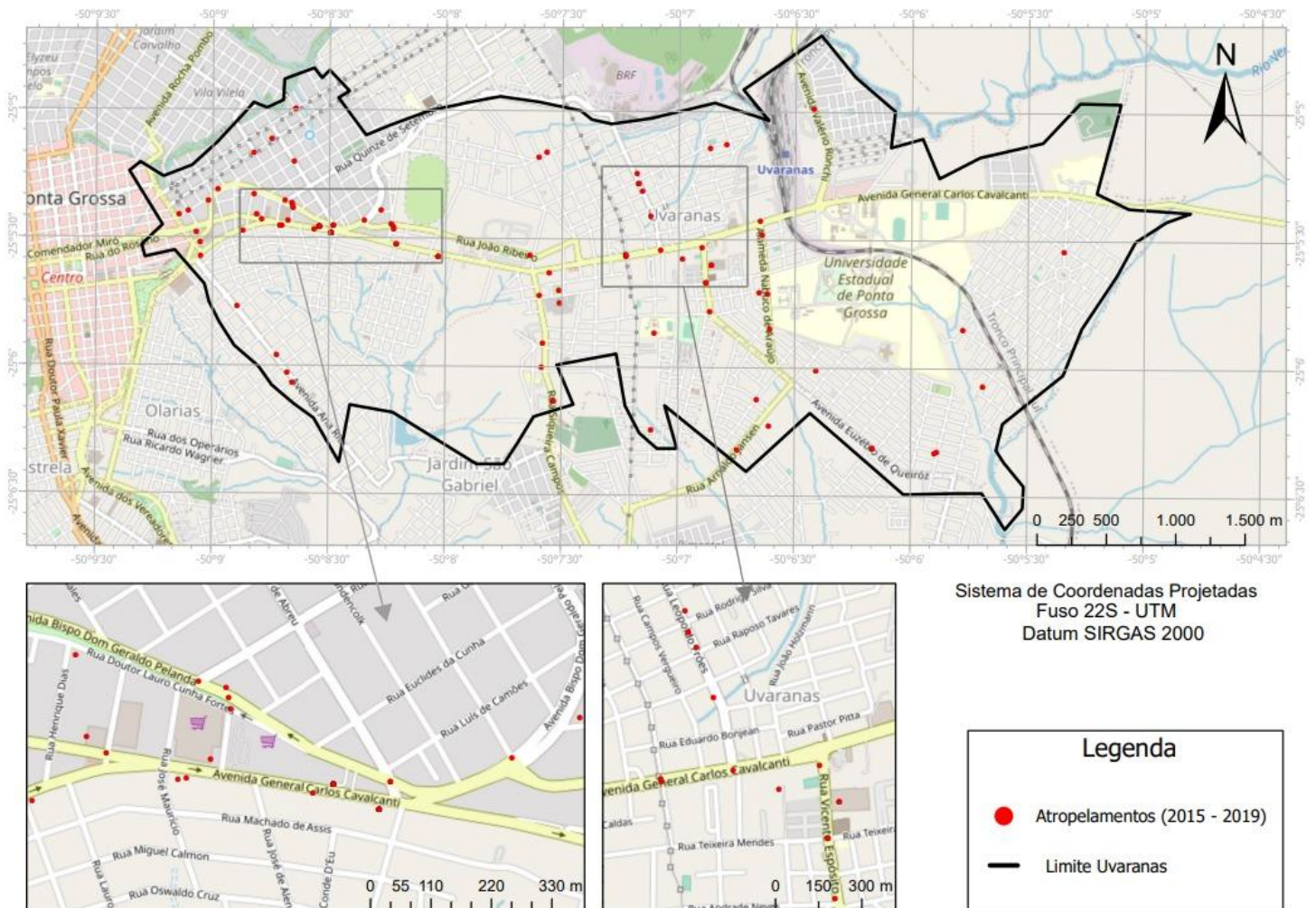
Figura 18 – Modelo 2 mapa de base



Fonte: Autoria própria

O exemplo do mapa da figura 19 utiliza como *basemap* o próprio mapa do google. Dos três modelos apresentados e outros testados dentro do software, o modelo 3 foi o que melhor representou visualmente as informações das ocorrências, delimitações do bairro e as vias com clareza. Porém, optou-se por exemplificar nos resultados desta pesquisa as diversas formas de visualização que podem facilitar dependendo do caso que se quer mostrar.

Figura 19 – Modelo 3 mapa de base



Fonte: Autoria própria

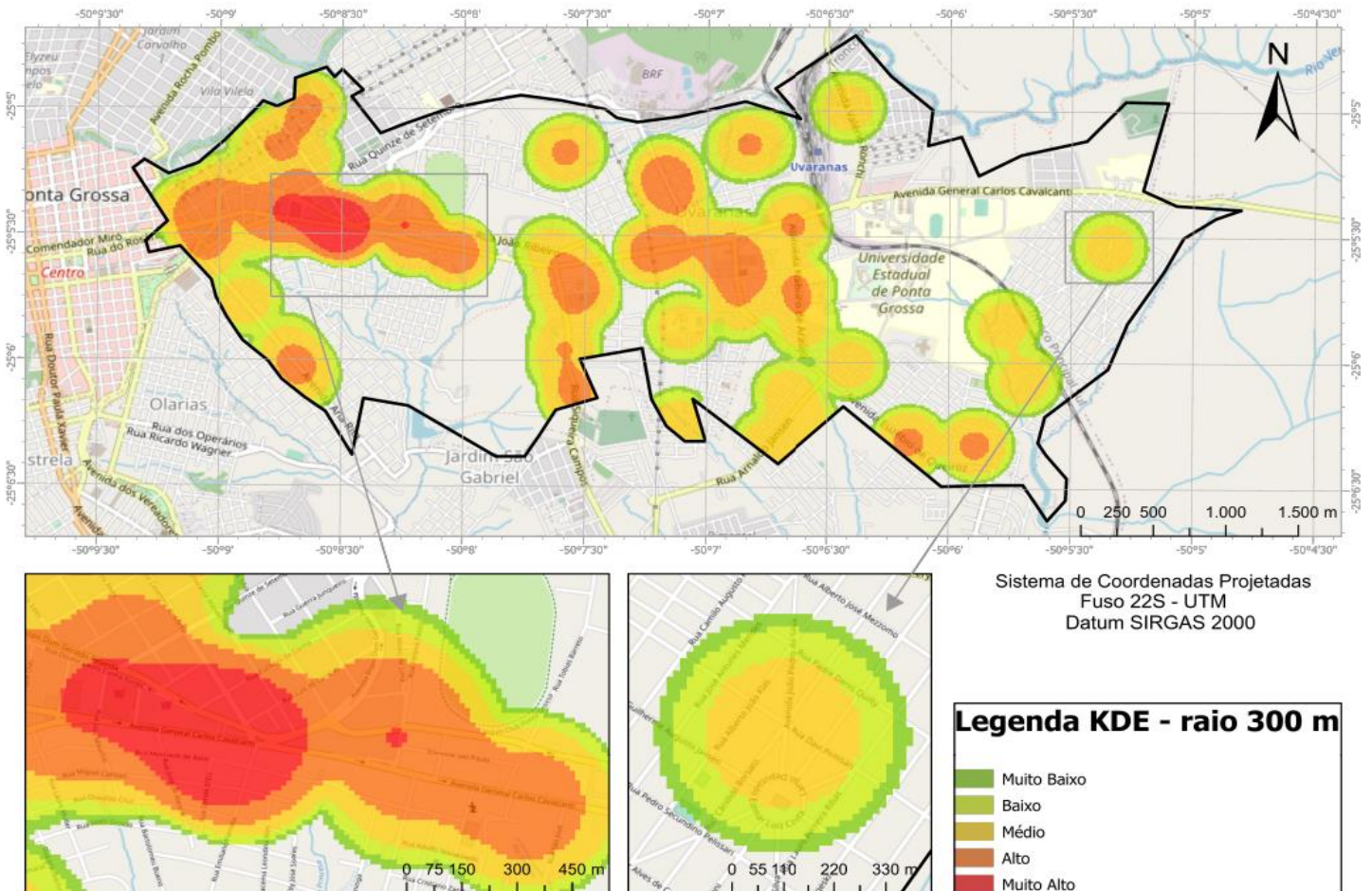
Analisando os três modelos de mapas de base, percebe-se que a representação única e exclusiva por pontos ainda não é a melhor forma de visualizar as ocorrências destes mapas, pois não deixa clara a sobreposição das ocorrências e por isso a importância da análise de densidade. A primeira impressão, este modelo de visualização por pontos é ótimo, mas pode enganar quem vê à primeira vista pois podem haver pontos sobrepostos ou muito próximos, que só serão avaliados melhor pela densidade.

4.1. ESCOLHA DO MELHOR RAIOS PARA DENSIDADE KERNEL NA ÁREA DE ESTUDO

Para encontrar as áreas de maior incidência de sinistros envolvendo pedestres nas proximidades da avenida General Carlos Cavalcanti, elaborou-se mapas *Kernel*, mas antes foi necessário testar alguns raios, pois sua escolha afeta diretamente nos resultados do *software*.

Depois de definir e inserir alguns parâmetros na ferramenta, é gerado este mapa de calor que representa locais críticos da área de estudo. No mapa da figura 20 os atropelamentos estão representados por um raio definido de 300 m e nota-se grandes áreas “quentes” envolvendo várias quadras, não deixando claro o local exato da ocorrência para poder se implantar travessias elevadas.

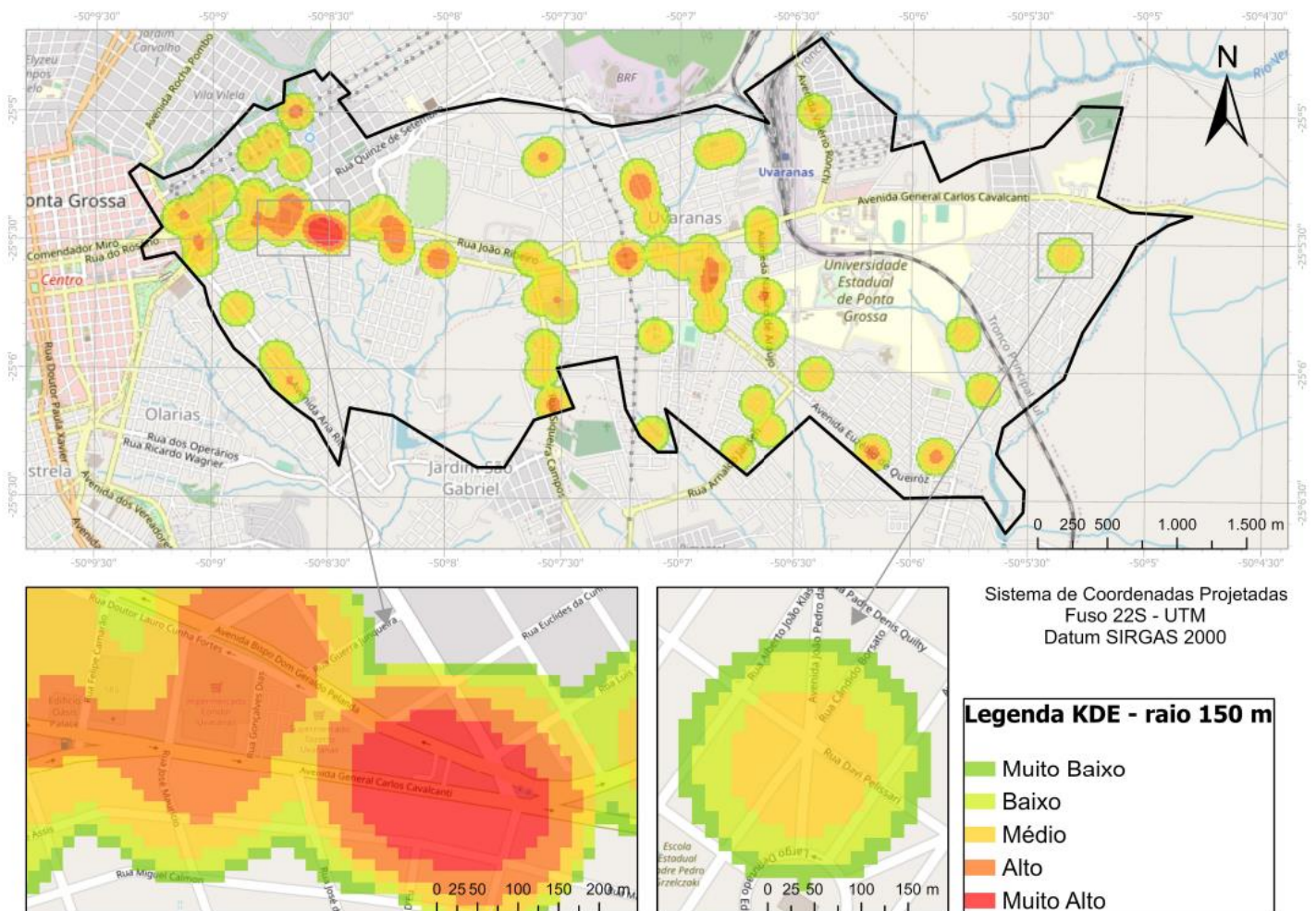
Figura 20 - KDE raio de 300 m



Fonte: Autoria própria

Ao se testar um KDE com raio de 150 m, tem-se o mapa da figura 21, onde as áreas críticas em vermelho ficaram reduzidas em relação ao raio de 300 m, pois abrangem um espaço menor no mapa, compreendendo aproximadamente de uma a uma quadra e meia.

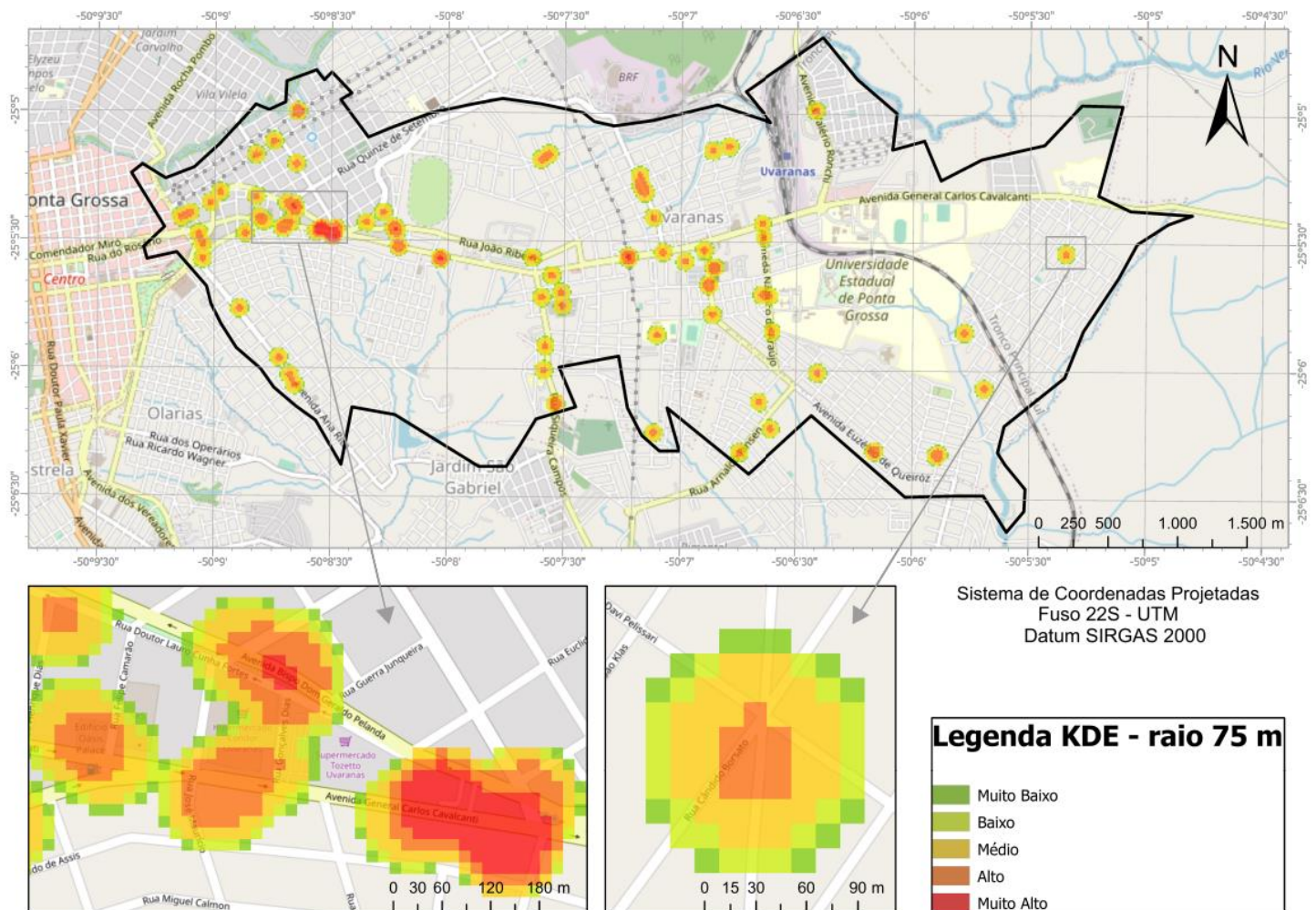
Figura 21 - KE raio de 150 m



Fonte: Autoria própria

O menor raio que foi possível a visualização para o estudo e o número de ocorrências do bairro de Uvaranas foi de 75 m, abaixo desse valor já fica incompreensível a visualização pois abrange uma área muito pequena no mapa, não formando as manchas quentes. Um raio muito grande indica a região da ocorrência, podendo envolver várias quadras não deixando claro o ponto crítico, e um raio muito pequeno torna a região muito delimitada na qual a ocorrência volta a ser um ponto no mapa, onde o raio de influência envolve praticamente apenas o local exato do sinistro. Abaixo, o mapa da figura 22 com raio de 75 m:

Figura 22 - KDE com raio de 75 m



Fonte: Autoria própria

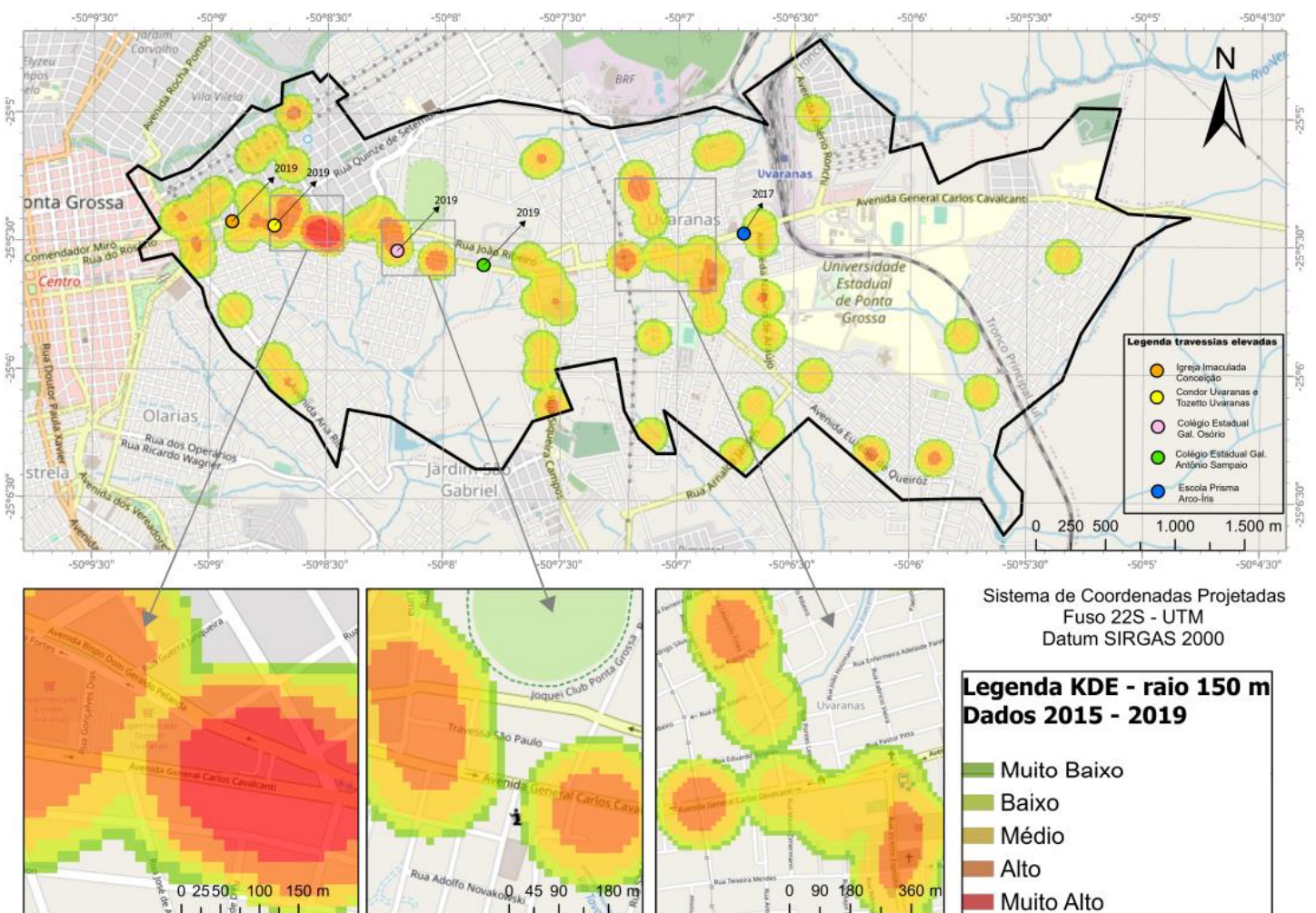
Após os testes com vários raios, o que melhor se encaixou no estudo do bairro de Uvaranas foi o raio de 150 m pois as quadras do bairro têm em média de 100 m a 150 m. Desta forma, o raio abrange entre uma a uma quadra e meia, representando os cruzamentos e vias de uma forma que não fique uma área muito pequena e específica, mas que também não envolva muitas quadras, impossibilitando de encontrar o cruzamento exato da ocorrência, por exemplo.

Essa escolha pode variar dependendo de cada bairro, cada cidade, pois elas podem ter quadras de tamanhos diferentes, e também varia com a proximidade e número de ocorrências, por isso a importância de se testar vários raios e encontrar o que melhor atende cada situação.

4.2. ÁREAS CRÍTICAS IDENTIFICADAS

Com os dados dos atropelamentos do ano de 2015 a 2019 gerou-se o mapa da figura 23, destacando as três regiões críticas do bairro e as travessias elevadas da Av. Gal. Carlos Cavalcanti, com a data de implantação de cada uma.

Figura 23 - KDE (2015 a 2019)



Fonte: Autoria própria

No primeiro quadro de aproximação, da esquerda no mapa, a mancha de calor envolve um trecho da Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda (sentido bairro para o centro da cidade) e um trecho da Av. General Carlos Cavalcanti (sentido centro para o bairro Uvaranas), nesta mancha de calor existem dois supermercados. De 2015 a 2019 ocorreram 11 atropelamentos apenas nessa região, predominando as cores laranja e vermelho quando analisado pelo KDE.

No segundo quadro de aproximação, quadro do meio, a mancha de calor se concentra na Av. General Carlos Cavalcanti, poucos metros à frente da primeira área crítica e nessa região foram registrados 6 atropelamentos nesse mesmo período de cinco anos. A área crítica representada pelo terceiro quadro de aproximação envolve a Av. General Carlos Cavalcanti e a rua Vicente Espósito, região próxima ao terminal de transporte coletivo do bairro, nessa área crítica foram registrados 11 atropelamentos nos cinco anos de estudo.

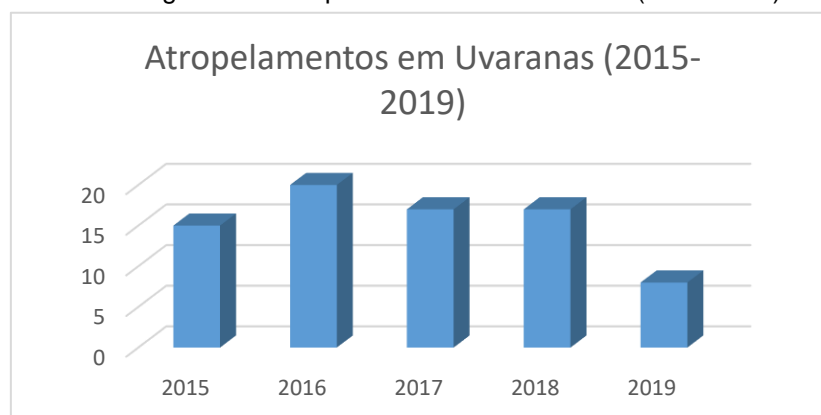
Algumas áreas críticas não coincidem com o local de implantação de travessias, o que leva, à primeira vista, a conclusão de que não foram apenas os números de acidentes o motivo da implantação. Na região da travessia em frente ao Colégio Gal. Antônio Sampaio, por exemplo, não é uma área crítica, mas em 2019 foi instalada uma travessia naquele local por se tratar de um colégio.

4.3. ATROPELAMENTOS POR ANOS

A análise de todos os dados em conjunto (2015 a 2019) apresentada anteriormente tem o intuito de apresentar uma série histórica dos dados. Porém, análises mais pontuais, ano a ano, também são interessantes para tomada de decisões e comparações de eficiência de medidas tomadas.

A figura 24 representa o número de atropelamentos em Uvaranas ao longo dos cinco anos de estudos, os sinistros devem tender a zero, ainda mais quando envolve a parte mais frágil do trânsito, os pedestres.

Figura 24 - Atropelamentos em Uvaranas (2015-2019)



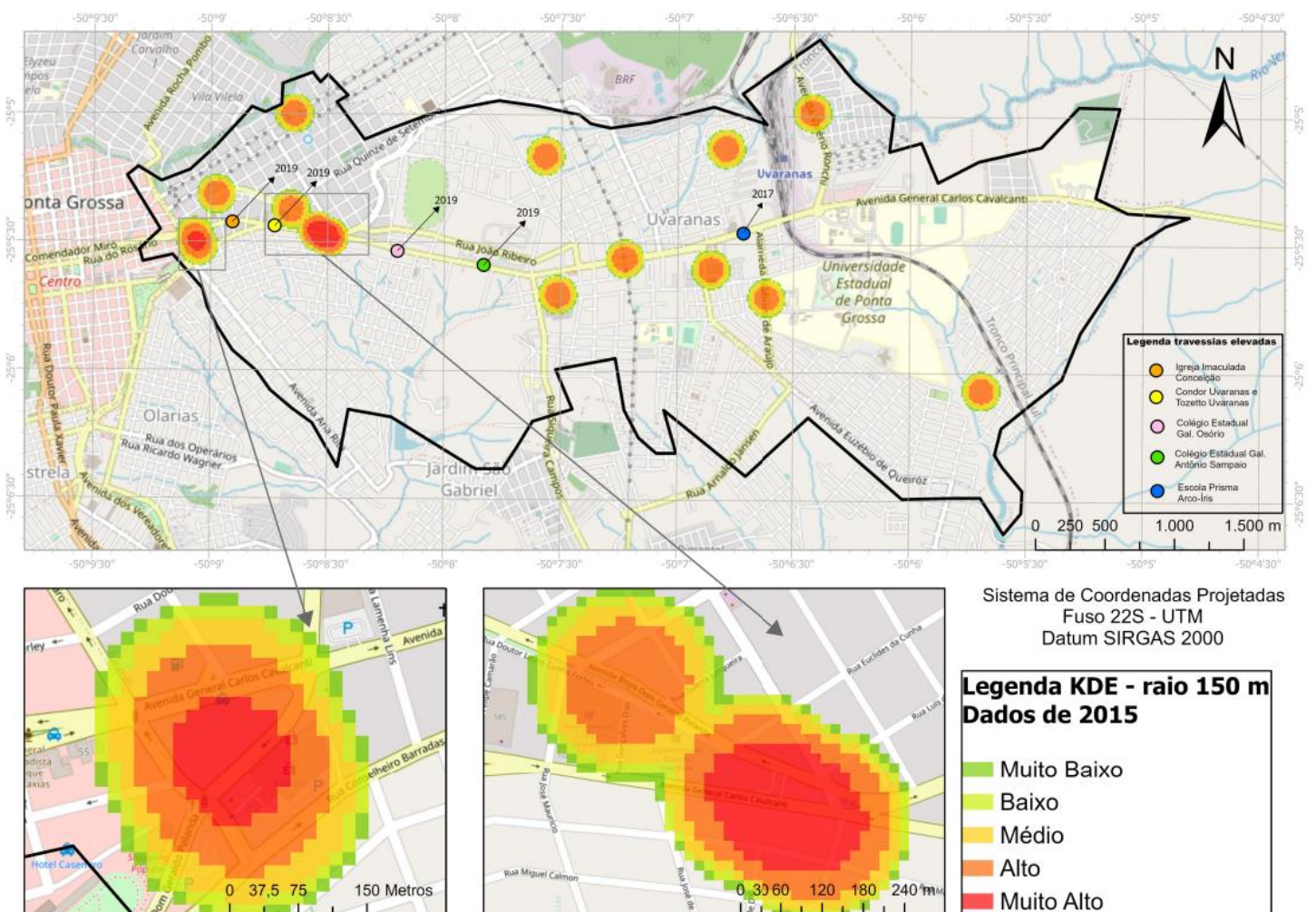
Fonte: adaptado de 1º BPMR

Os mapas apresentados a seguir, referentes aos atropelamentos ao longo dos cinco anos, seguem o mesmo padrão de raio de 150 m com as áreas de alta

densidade destacadas. As cinco travessias elevadas da via estão representadas nos mapas para facilitar a visualização entre as áreas de alta intensidade e as travessias.

O mapa da figura 25 representa a densidade e áreas críticas de atropelamentos do ano de 2015. Nota-se que nas duas aproximações do mapa as áreas críticas estão nas mesmas avenidas (Av. Gal. Carlos Cavalcanti e Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda) mas em trechos diferentes, a primeira próxima ao centro indo ao encontro da rua Conselheiro Barradas, e a outra mancha de calor próxima aos dois supermercados do bairro.

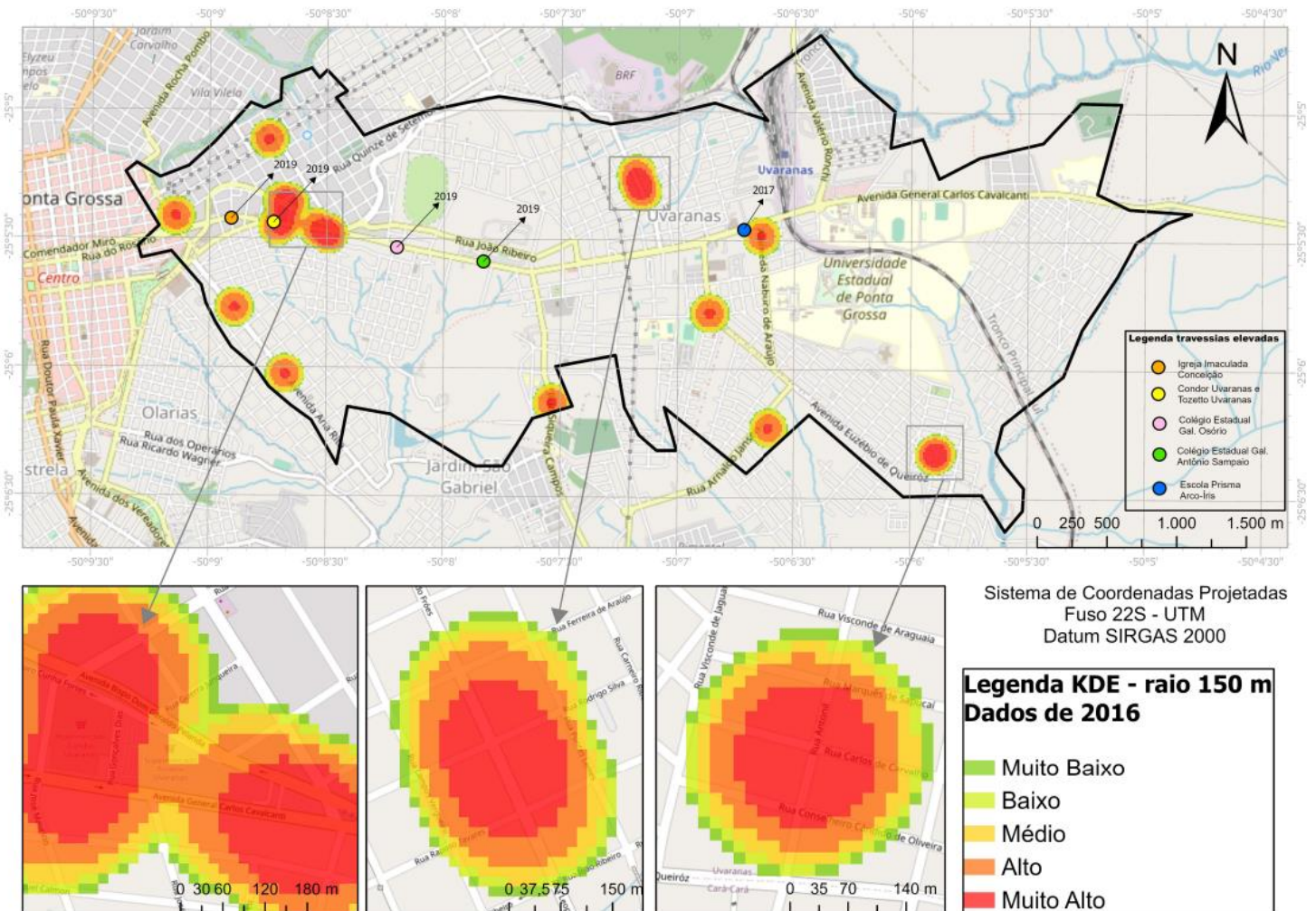
Figura 25 - KDE dados de 2015



Fonte: Autoria própria

O mapa da figura 26 representa os dados do ano de 2016, nota-se a área mais densa repetindo a localização próxima aos dois supermercados na Av. Gal. Carlos Cavalcanti, como no ano de 2015. Outras duas áreas muito altas foram identificadas dentro do bairro, mais distante da avenida principal.

Figura 26 - KDE dados de 2016

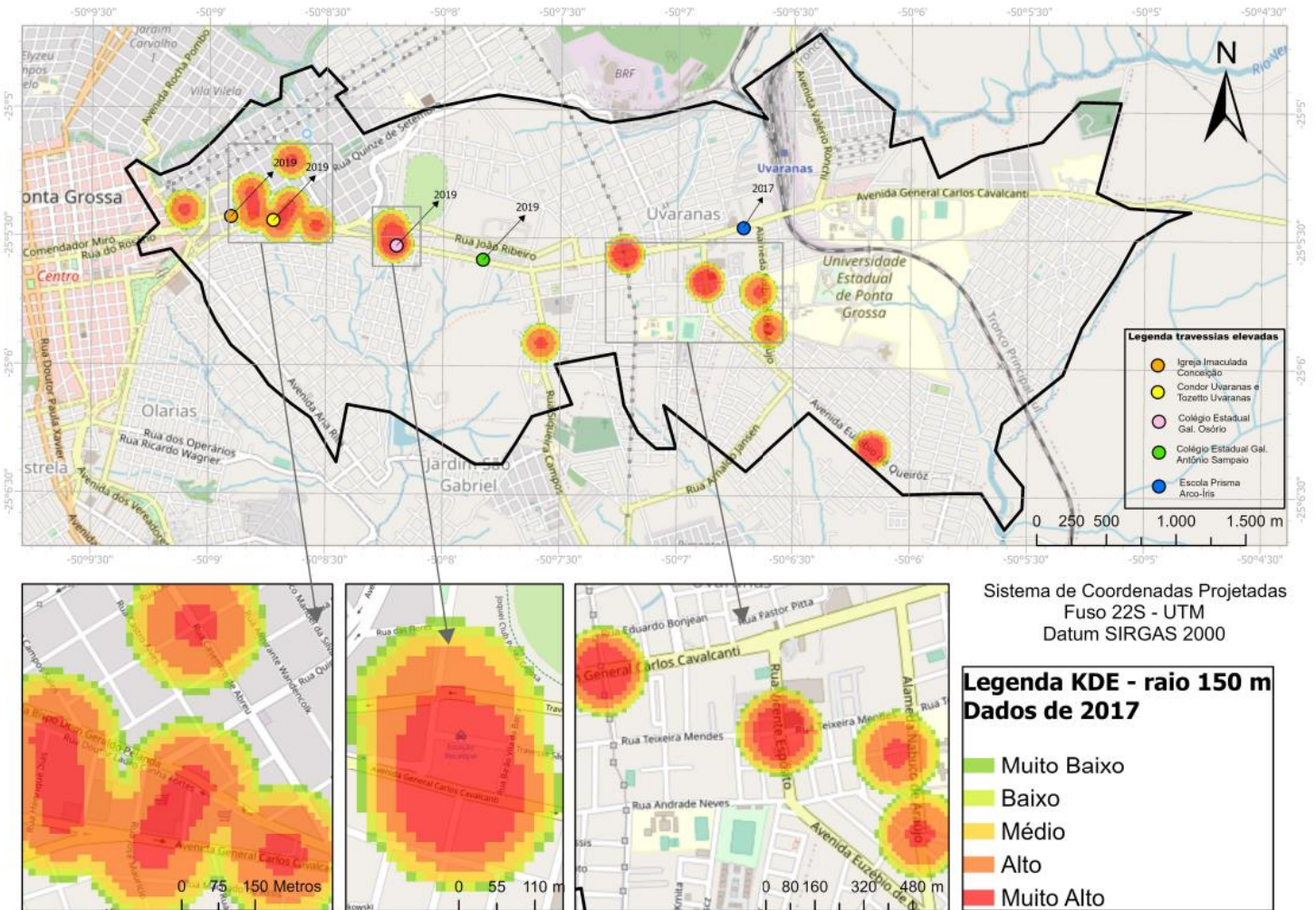


Fonte: Autoria própria

No mapa da figura 27, com os dados do ano de 2017, notou-se mais uma vez a área de maior densidade sendo na mesma região próxima aos dois supermercados, na Av. Gal. Carlos Cavalcanti e a Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda, vista na primeira ampliação. Outra área crítica foi identificada próxima ao Colégio Gal. Osório na Av. Gal. Carlos Cavalcanti, onde ainda não existia a travessia, e outra mais ao centro do bairro na rua Vicente Espósito e na rua Alameda Nabuco de Araújo, vista na terceira ampliação.

Percebe-se que nas duas primeiras ampliações a área crítica se repete como nos anos anteriores, mas na terceira ampliação nota-se o surgimento de uma nova área crítica na rua Vicente Espósito e na rua Alameda Nabuco de Araújo, vias que são um dos acessos ao Campus da UEPG e ao HU-UEPG, além de pontos de comércio local.

Figura 27 - KDE dados de 2017

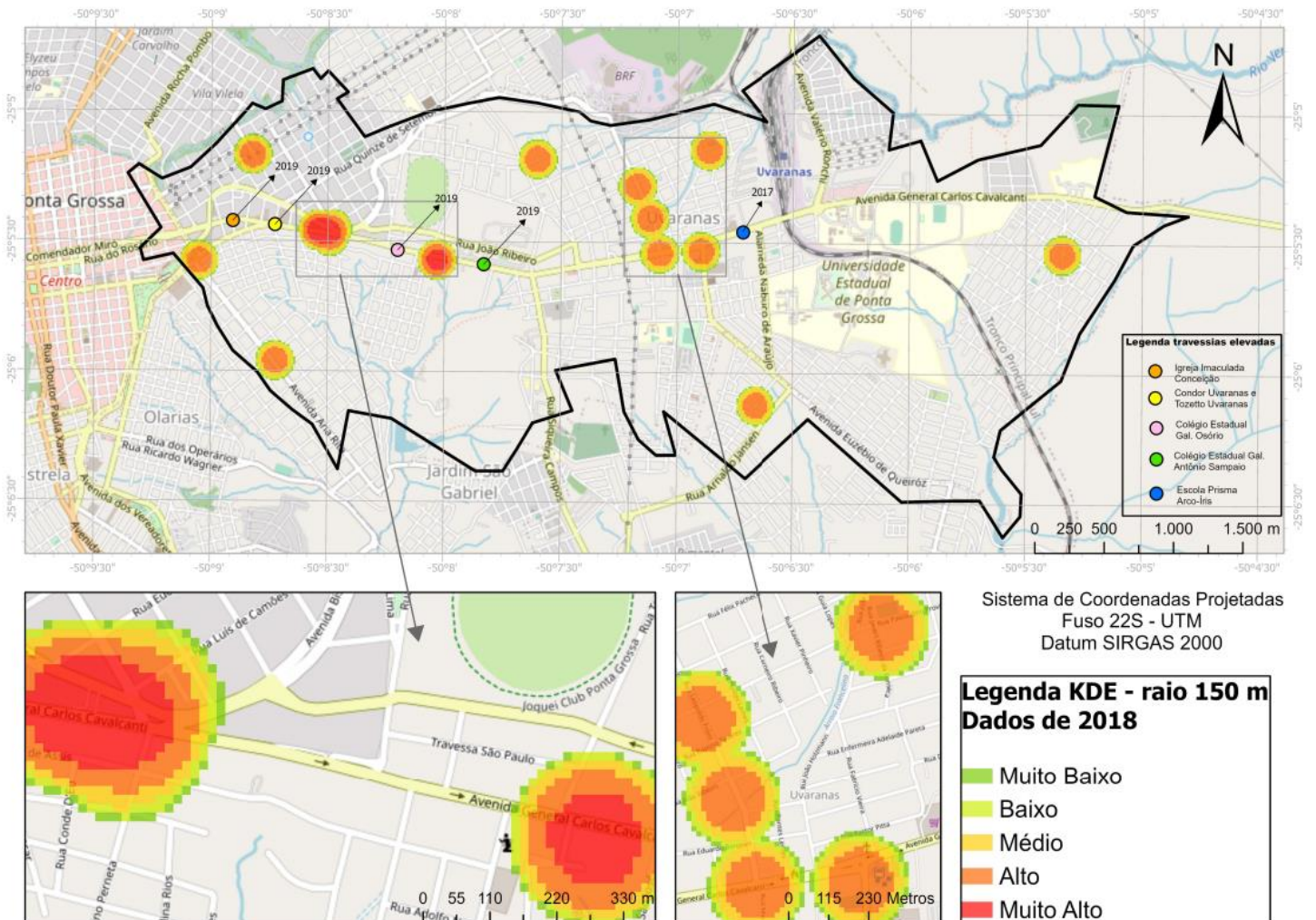


Fonte: Autoria própria

O mapa da figura 28 representa os dados de 2018 e mais uma vez repetindo a área muito densa na Av. Gal. Carlos Cavalcanti próxima aos dois supermercados, outra área próxima ao colégio e uma terceira mais afastada do centro e da Av. Gal. Carlos Cavalcanti. Na primeira ampliação, a área crítica repetiu-se como nos anos anteriores na Av. Gal. Carlos Cavalcanti próxima aos supermercados, mas na segunda ampliação surge uma nova área crítica, na rua Leopoldo Fróes, via

alternativa ao centro da cidade que se liga posteriormente a Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda quase no centro da cidade.

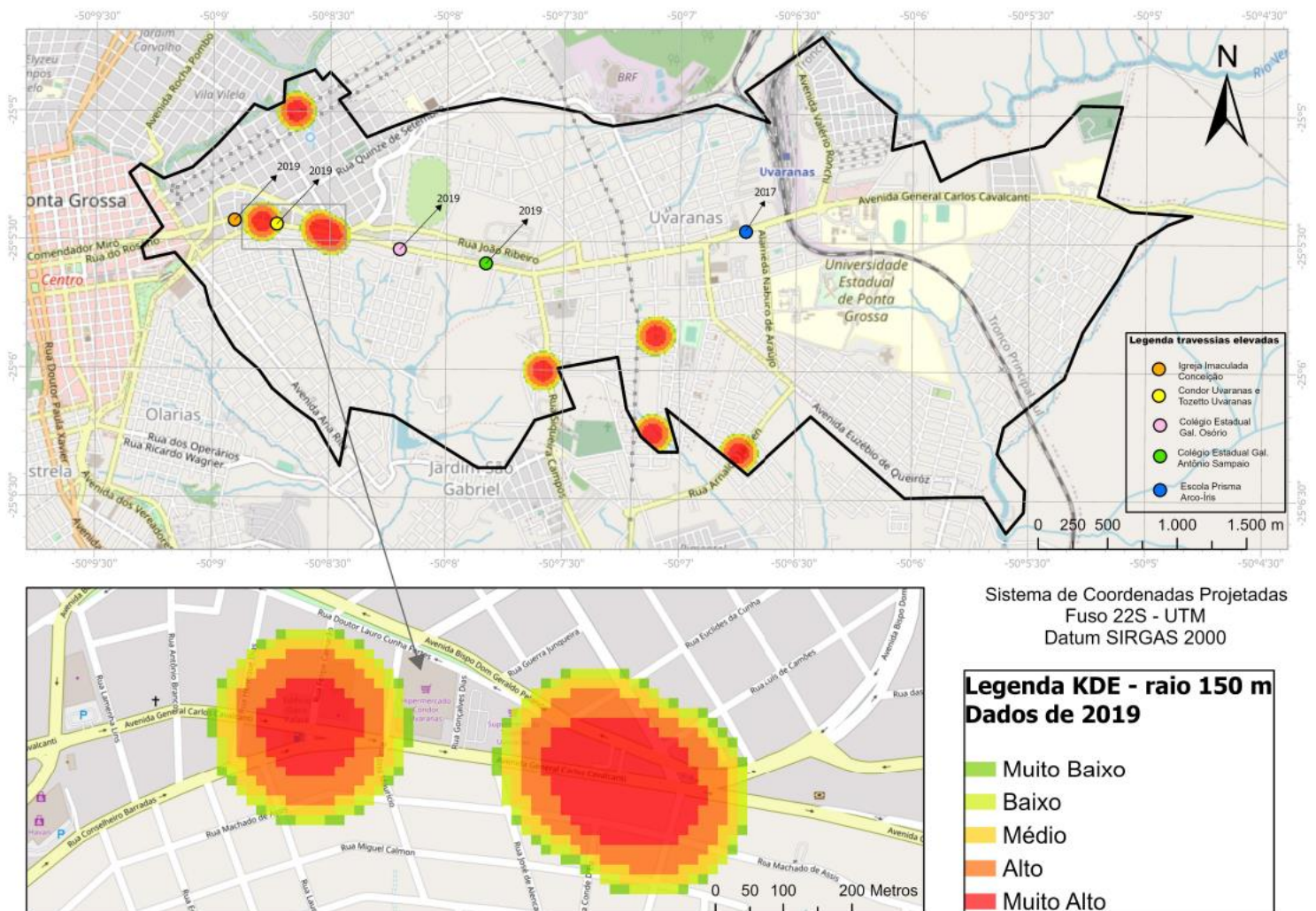
Figura 28 - KDE dados de 2018



Fonte: Autoria própria

O mapa da figura 29 representa os dados do ano de 2019 e confirmando mais uma vez a área de maior densidade sendo a mais próxima a região central da cidade, repetindo a Av. Gal. Carlos Cavalcanti e Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda. Outras manchas de calor dentro das vilas podem ser observadas também, como na rua Siqueira Campos e na rua Arnaldo Jensen, quase fora do limite do bairro.

Figura 29 - KDE dados de 2019



Fonte: Autoria própria

Notou-se que nos cinco mapas ao longo dos anos de estudo, a mesma área de alta densidade se repetiu, próxima aos supermercados (Av. Gal. Carlos Cavalcanti e Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda), quase na região central da cidade. No ano de 2019 foram instaladas quatro das cinco travessias do bairro, sendo duas delas muito próxima a região crítica que veio se repetindo (em frente à Igreja Imaculada Conceição e próxima aos dois supermercados).

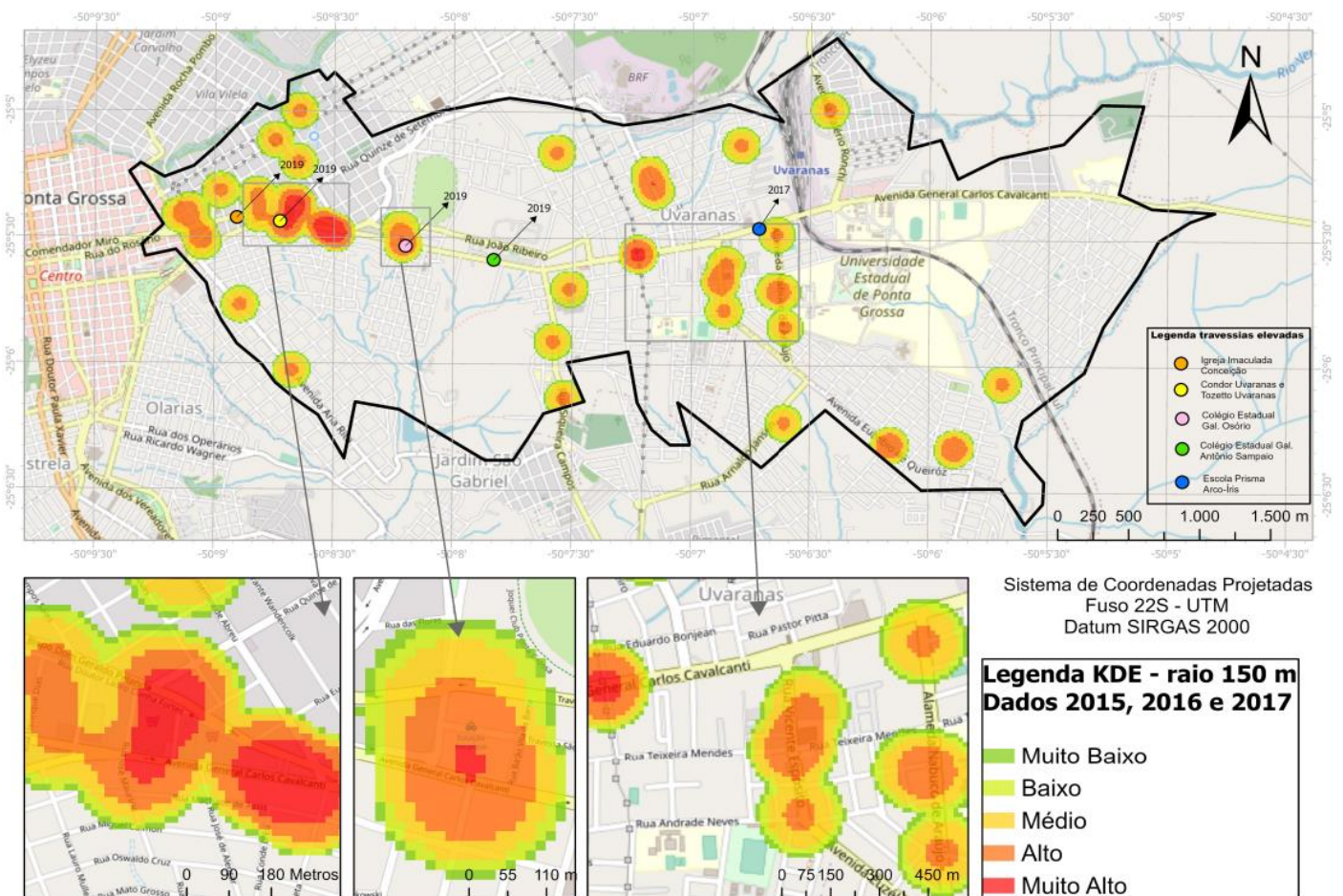
Desta forma, percebe-se que as travessias da avenida foram instaladas nos locais onde vinham sendo de alta intensidade desde 2015, locais estratégicos como, em frente aos dois colégios da Av. Gal. Carlos Cavalcanti (Osório e Sampaio), Igreja e supermercados. A única travessia da Av. Gal. Carlos Cavalcanti que não foi instalada em um local crítico foi a travessia em frente à Escola Prisma Arco-Íris, que

não vinha sendo uma área crítica, mas por ser uma escola acabou sendo de importância a instalação naquele local como forma de prevenção e segurança.

4.4. COMPARAÇÃO TRAVESSIAS X PONTOS CRITICOS

A fim de esclarecer se a instalação de travessia elevada (do ano 2017, em frente à escola Prisma Arco-Íris), na avenida General Carlos Cavalcanti teve influência no número de sinistros com pedestres naquela proximidade, elaborou-se o mapa da figura 30, com os dados dos anos de 2015, 2016 e 2017, sendo este último o ano de implantação da travessia elevada escolhida para análise pontual para comparação de antes x depois. Neste período não houve nenhuma ocorrência em frente à escola Prisma Arco-Íris, mas houve próxima, na rua Alameda Nabuco de Araújo, via transversal que é um dos caminhos para o Hospital Regional Universitário de Ponta Grossa e também a uma das entradas da UEPG campus.

Figura 30 - KDE dados 2015, 2016 e 2017



Fonte: Autoria própria

Nos anos seguintes a instalação da travessia elevada (figura 25 e 26, dos sinistros em 2018 e 2019, respectivamente), não houve mais acidentes no ponto crítico mais próximo a escola (cruzamento da avenida com a rua Alameda Nabuco de Araújo) o que à primeira vista pode ser destacado como consequência positiva da instalação da travessia elevada.

De qualquer forma, precisa-se destacar a ideia de que não é só o número de sinistros de trânsito que deve ser levado em consideração para avaliar se um local é uma área crítica ou se faz jus a instalação de um redutor de velocidade, mas também outros aspectos como o fluxo de pedestres naquela região ou a gravidade dos sinistros próximos, por exemplo. A densidade kernel utilizando o número de sinistros é o primeiro indicativo, um primeiro contato com o problema, visualizando a região mais afetada para poder posteriormente investigar a fundo e tomar ações para prevenir e mitigar

5. CONCLUSÕES

O objetivo da pesquisa constituiu em avaliar a eficiência da implantação de travessias elevadas na Av. Gal. Carlos Cavalcanti. Para isso criou-se, através do *software* ArcGIS, um banco de dados georreferenciado dos atropelamentos do bairro de Uvaranas de 2015 a 2019, o que tornou possível localizar as áreas críticas do bairro com o auxílio da ferramenta de estimativa de densidade Kernel, comparar os locais críticos com as travessias elevadas e avaliar se sua instalação teve influência no número de atropelamentos naquela proximidade.

Reavaliar as regiões com vias que se ligam a avenida principal é necessário, como na rua Alameda Nabuco de Araújo que é um dos acessos ao HU-UEPG a qual teve um período com alta intensidade de ocorrências. A Av. Euzébio de Queiroz, rua Siqueira Campos e a rua Leopoldo Fróes, todas que partem da avenida principal em direção a outros bairros da cidade, também tiveram períodos com alta intensidade de ocorrências e poderiam ser estudadas para uma futura instalação de algum dispositivo redutor de velocidade como forma de minimizar e prevenir os sinistros e trânsito.

A Av. Gal. Carlos Cavalcanti e a Av. Bispo Dom Geraldo Pelanda, ambas próximas ao centro da cidade foram as duas avenidas que mais apresentaram atropelamentos ao longo dos cinco anos estudados, o alto fluxo de pedestres e motoristas podem colaborar para isso, uma atenção especial para essa região se faz necessária para prevenir e amenizar não só os atropelamentos, mas os sinistros de trânsito de um modo geral.

O pedestre é a parte mais frágil do sistema, compreender melhor como os atropelamentos acontecem de uma maneira geral, identificando os locais que mais ocorrem, as regiões específicas que se repetem ao longo dos anos e a eficiência dos dispositivos redutores de velocidade é importante para saber como e onde aplicar as medidas futuras, afim de prevenir e reduzir os sinistros de trânsito. Graças a tecnologia, o uso de um Sistema de Informação Geográfica possibilitou isso, organizando, separando e mapeando os dados, gerando mapas e um banco georreferenciado.

Manter uma base de dados dos sinistros de trânsito atualizada ajuda o município na hora de direcionar suas medidas preventivas, o intuito deste trabalho foi apresentar como um SIG pode ajudar para isso, não apenas para sinistros do tipo

atropelamentos, mas para qualquer tipo que se queira avaliar. Por fim, conclui-se que as travessias elevadas da Av. Gal. Carlos Cavalcanti foram instaladas próximas aos locais críticos, o que pôde ser visto nos mapas de calor ao longo dos anos, evidenciando a queda nas ocorrências naquela região após suas respectivas instalações.

5.1. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Um segundo cenário, em trabalhos futuros, é possível, levando em conta os dados coletados durante a pandemia do Covid-19, para efeitos de comparação, por exemplo, do número de sinistros antes da pandemia e após a pandemia. Ou ainda um terceiro cenário utilizando os dados da pós pandemia, onde após normalizarem-se estatisticamente os números de pedestres e motoristas nas vias, realiza-se um novo estudo para efeitos de comparação e avaliação dos sinistros.

Outra análise pertinente seria a consideração de todos os dispositivos de redução de velocidade, além das travessias elevadas, a fim de ver a eficiência de cada solução. Neste sentido, tipos de sinistros de trânsito poderiam ser utilizados, mapeando a cidade por completo.

Por fim, sugere-se uma nova análise utilizando dados de outros órgãos como o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) ou o Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma em Emergência (SIATE), com intuito de acrescentar peso aos acidentes, como gravidade e fluxo de tráfego nos locais. Assim, a criticidade da área será mais qualitativa do que quantitativa.

6. REFERÊNCIAS

1º BPMR – Primeiro Batalhão de Polícia Militar do Paraná. **Dados de acidentes de trânsito**. Ponta Grossa, 2021.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito: Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7032: Engenharia de Tráfego: Tráfego**. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

AGASHI, N. H. M. **Introducing GIS as legitimate instrument to deal with road accident data: a case study of a Iran, Tehran**. Spatial Information Research, (2017). Disponível em: <encurtador.com.br/mxSU6>. Acesso em 28 set. 2021.

AMTT – **Autarquia Municipal de ponta Grossa**, Ponta Grossa – PR. Disponível em: <https://amtt.pontagrossa.pr.gov.br/travessia-elevada/>. Acesso em 17 de set. de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697:2020: Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia**. Rio de Janeiro, p. 1. 2020.

BERGAMASCHI, R, B. **SIG APLICADO A SEGURANÇA NO TRÂNSITO - ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA – ES**. Disponível em: https://geo.ufes.br/sites/geografia.ufes.br/files/field/anexo/m_bergamasch.pdf. Acesso em 17 de fev. de 2022.

BOTTESINI, G. **Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas**, 2010. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25069/000747940.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 19 de set. de 2021.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. **Análise Espacial de Eventos**. Ministério da Ciência e Tecnologias, 2002. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE, São José dos Campos, SP, Brasil. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.14.53/doc/cap2-eventos.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2021.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**, 2001. Ministério da Ciência e Tecnologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, São Paulo. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 21 de set. de 2021.

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 Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1999. Disponível em: <

<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80748>>. Acesso em 21 de set. de 2021.

CET - Companhia de Engenharia de Tráfego. **Segurança Viária e Redução de Velocidade**, 2015. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/388004/relatorioeducaovelocidadesfev2015.pdf>>. Acesso em 20 de set. de 2021.

CET (2000). **Fatos e Estatísticas de Acidentes de Trânsito em São Paulo**. Companhia de Engenharia de Tráfego - CET, Secretaria Municipal de Transportes. Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/227829/2000%20volumes%20e%20velocidades.pdf>>. Acesso em 17 de set. de 2021.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. **Volume IV - Sinalização Horizontal**, 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-denatran/educacao/publicacoes/manual_vol_iv_2.pdf>. Acesso em 21 de set. de 2021.

CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. RESOLUÇÃO Nº 738, DE 6 DE SETEMBRO DE 2018. **Estabelece os padrões e critérios para a instalação de travessia elevada para pedestres em vias públicas**. Disponível em: <encurtador.com.br/fyC67>. Acesso em 21 de set. de 2021.

CTB - BRASIL, **CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO - LEI Nº 9.503 de 1997**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 05 de set. de 2021.

CZERWONKA, M. **Portal do trânsito e mobilidade**, 2021. Dados preliminares mostram queda no número de mortes no trânsito brasileiro em 2020. Disponível em: <<https://www.portaldotransito.com.br/noticias/dados-preliminares-mostram-queda-no-numero-de-mortes-no-transito-brasileiro-em-2020/>>. Acesso em 17 de set. de 2021.

ERDOGAN, S. **Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar**. Accident Analysis and Prevention, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5635281_Geographical_information_systems_aided_traffic_accident_analysis_system_case_study_City_of_Afyonkarahisar>. Acesso em: 23 set. 2021.

FERRAZ, A. C. P.; RAIÁ JR., A.; BEZERRA, B.; BASTOS, T. E RODRIGUES, K. **Segurança Viária**. São Carlos: Editora Suprema, 2012. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/informacoes/noticias/172-consulte-a-versao-completa-do-livro-seguranca-viaria>>. Acesso em 17 de set. de 2021.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. São Carlos: Rima Editora, 2004, pg.26. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/10sxx>>. Acesso em 21 de set. de 2021.

IBGE. **Estimativas da População Residente nos Municípios Brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2021**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021.

IBGE. **Densidade demográfica**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

IBGE. **População no último censo**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

JERONIMO, Raphael. **Escarpa Devoniana e Iconfósseis: entenda a geologia de São Luiz do Purunã**, 2019. Disponível em: <<https://institutopuruna.com.br/geologia-de-sao-luiz-do-puruna/>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

JUSBRSIL. **Dispõe sobre a divisão territorial dos bairros do município de ponta grossa**. Lei nº 9865 de 13 de março de 2009. Disponível em: <<https://camara-municipal-da-ponta-grossa.jusbrasil.com.br/legislacao/399472/lei-9865-09>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

KLOEDEN CN, MCLEAN AJ, MOORE VM, PONTE G. **Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement**. NHMRC Road Accident Research Unit The University of Adelaide, 1997. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.553.792&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 19 de set. de 2021.

LEGRAMANTI, Gabriela. **Utilização de Sistema de Informações Geográficas na tomada de decisões do sistema viário com base em dados de acidentes de trânsito no município de Pato Branco**. 2021. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25617>>. Acesso em 21 de set. de 2021.

MAIOR, M. M. S.; CÂNDIDO, G. A. **Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil**, 2014. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Unidade Acadêmica de Infraestrutura. João Pessoa/PB, Brasil; Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais. Campina Grande/PB, Brasil, 2014. Paraíba - Brasil. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cm/a/S3Y8p5Mq3K5kcZqSdbNhJ4F/?lang=pt#>>. Acesso em 29 de out. de 2021.

MALATESTA, M. E. B. **Andar a pé: uma forma de transporte para a cidade de São Paulo**, 2007. 254 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://mobilidadeape.files.wordpress.com/2016/02/andar_a_pe.pdf>. Acesso em 21 de set. de 2021.

MANTOVANI, V. R. **Proposta de Um Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Tráfego**, 2003. São Carlos - SP. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. UFSCar. 196fl. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4209?show=full>>. Acesso em: 11 de set. de 2021.

MARIN, L.; QUEIROZ, M.S. **A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral**. Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro. v.16, nº.1, jan./mar. 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/8Y6XGs7ZTK63sbHnZHdkmDF/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 23 set. 2021.

MS - Ministério da Saúde. **Óbitos no trânsito**, 2020. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/pext10uf.def>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

MT – Ministério dos Transportes. **Programa Pare de Redução de Acidentes – Procedimentos Para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Brasília – DF. 2002.

OMS - Organização Mundial de Saúde. *Global status report on road safety 2018*. **WHO**, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

OPS - Organización Mundial de la Salud. *Estado de la seguridad vial en la Región de las Américas*. **WHO**, 2019. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51100/9789275320877_spa.pdf?sequence=5>. Acesso em: 17 de set. de 2021.

PONTA GROSSA, Prefeitura Municipal. **Geoprocessamento**, 2021. Disponível em: <<http://geoweb.pontagrossa.pr.gov.br/>>. Acesso em 15 de set. de 2021.

QUEIROZ, D. A. H. O. **Cobertura vegetal, espaços livres e áreas verdes em Ponta Grossa-PR: mapeamento, tipificação e análise**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/117059581-Universidade-estadual-de-ponta-grossa-programa-de-pos-graduacao-em-geografia-mestrado-em-gestao-do-territorio.html>>. Acesso em 13 de nov. de 2021.

RAIA JUNIOR, A. A.; SANTOS, L. **Identificação de pontos críticos de acidentes de trânsito no município de São Carlos – SP – Brasil**: análise comparativa entre um banco de dados relacional – bdr e a técnica de agrupamentos pontuais, 2006. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Departamento de Engenharia Civil – Deciv. 129 p. (notas de aula) São Carlos – SP. 2006. Disponível em: <encurtador.com.br/nyE11>. Acesso em 17 de set. de 2021.

RUBERT, O. A. V. **Curso básico de geoprocessamento em ArcGIS Desktop**. ANA - Ciência Nacional de Águas, 2011, Brasília. Disponível em: <<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2799/1/Geoprocessamento%20em%20Arcgis.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2021.

SARTORI, Milena. Economia de Ponta Grossa ultrapassa Londrina e Foz do Iguaçu. **DCmais**, 2020. Disponível em: <<https://dcmias.com.br/destaques/economia-de-ponta-grossa-ultrapassa-londrina-e-foz-e-iguacu/>>. Acesso em: 23 de nov. de 2021.

SEIJI HASHIMOTO; SYUJI YOSHIKI; RYOKO SAEKI; YASUHIRO MIMURA; RYOSUKE ANDO; SHUTARO NANBA. **Development and application of traffic accident density estimation models using kernel density estimation**, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415305808>>. Acesso em: 23 set. 2021.

SILVA, A. N. R.; RAMOS, R. A. R.; SOUZA, L. C. L.; RODRIGUES, D. S.; MENDES, J. F. G. **SIG: uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes**, 2008. São Carlos, SP, gráfica EdUFSCar. Disponível em: <encurtador.com.br/bpCT1>. Acesso em 11 de set. de 2021.

SILVA, V. C. B. **Iniciando no ArcGIS**. Centro Universitário de Belo Horizonte, Curso de Geografia e Análise Ambiental - disciplina: Sistema de Informações Geográficas, 2010. Disponível em: <<https://unibhgeografia.files.wordpress.com/2011/04/apostila-arcgis-prof-patricia.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2021.

SIMÕES, F. A. **SEGTRANS: sistema de gestão da segurança no trânsito urbano**. 2001. Tese (Doutorado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001. doi:10.11606/T.18.2016.tde-09052016-112557. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-09052016-112557/pt-br.php>>. Acesso em: 23 de set de 2021.

SOUZA, W. W. A. Bairros de Uvaranas. **Dicionário Histórico dos Campos Gerais**, 2018. Projeto de extensão - departamento de história - UEPG. Disponível em: <<https://www2.uepg.br/dicion/uvaranas-bairro-de-ponta-grossa/>>. Acesso em: 13 de set. de 2021.

TORQUATO, R. J. **Percepção de risco e comportamento de pedestres**. Curitiba, 2011. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Faculdade de Psicologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25818/Renata_Torquato_Dissertacao_%20FINAL_s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 de set. de 2021.

WAND, M.P.; JONES, M.C. “**Kernel smoothing**”. Chapman&Hall/CRC, New York, 39pp., 1995. Disponível em: <<http://matt-wand.utsacademics.info/webWJbook/KernelSmoothingSample.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2021.

7. ANEXOS

Anexo 1 – Endereços completos com latitude e longitude

Endereço completo	Latitude	Longitude
Avenida General Carlos Cavalcanti, 5.775, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,093917	-50,1258864
Rua Pereira Passos com Travessa Mário De Alencar, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0907934	-50,1372205
Rua Siqueira Campos, 1.686, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0953472	-50,1266023
Avenida General Carlos Cavalcanti, 3.218, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457
Rua Conselheiro Barradas, 149, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0912599	-50,147808
Rua Francisco Manoel Da Silva com Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0905251	-50,1391556
Rua Carlos De Carvalho, 82, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1001681	-50,1067964
Rua Casemiro De Abreu com Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909139	-50,1413477
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua João Thomé, 2.879, Uvaranas/Bom Jesus, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0958951	-50,1251269
Rua Pereira Passos com Travessa Mário De Alencar, 116, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909284	-50,1370585
Rua Siqueira Campos com Avenida General Jose Calazans De Carvalho, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,092757	-50,127298
Avenida General Carlos Cavalcanti, 946, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,091123	-50,1427433
Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda com Rua Das Flores, 120, Uvaranas/31 De Marco, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0898576	-50,1379374
Rua Lotario Alfredo Schnitzler, 51, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,092968	-50,1163752
Rua Camilo Augusto Pires, 140, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0975153	-50,0963009
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Vicente Sposito, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0933583	-50,1142936
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.054, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Avenida Ana Rita, 1.171, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1011147	-50,1442424
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.238, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0928541	-50,133856
Rua Siqueira Campos, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1022597	-50,1255793
Avenida Bispo Dom Geraldo Pelanda, 1.255, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0892679	-50,150295
Padre Arnaldo Jansen com Rua Virginia Medeiros Sirkoski, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1053546	-50,1124349
Avenida General Carlos Cavalcanti, 2.379, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Avenida General Carlos Cavalcanti, 2.193, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457
Rua Afonso Celso, 1.359, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0833224	-50,144083
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Felipe Camarao, 585, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,090478	-50,1464762
Rua Andrade Neves, 124, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0977526	-50,1183749
Rua José Carlos Cação Ribeiro com Rua Plinio Cezarotti, 41, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,104119	-50,118577
Avenida General Carlos Cavalcanti com Alameda Nabuco De Araújo, 4.240, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0904875	-50,1108231
Rua Siqueira Campos, 2.190, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,100074	-50,1264381
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.288, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0928541	-50,133856
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.379, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Rua Leopoldo Fróes, 165, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0901284	-50,1186447
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.118, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457

Endereço completo	Latitude	Longitude
Rua Vicente Sposito, 10, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0922268	-50,1149862
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.000, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0928541	-50,133856
Avenida Ana Rita, 995, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,099344	-50,1453824
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.222, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda com Rua Casemiro De Abreu, 635, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909139	-50,1413477
Avenida João Pedro Da Silva, 388, Uvaranas/Paraiso, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0923501	-50,0890748
Rua Zacarias De Goes E Vasconcelos com Rua Fagundes Varela, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0861385	-50,1470385
Rua Conselheiro Barradas, 539, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0929378	-50,1508391
Rua Rodrigo Otávio com Rua José Carlos Rodrigues, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0863699	-50,1266881
Rua Maria De Lurdes Primor com Rua Cesar Haddad, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1020817	-50,1110319
Rua Leopoldo Fróes, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0880837	-50,1195309
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Leopoldo Fróes, 3.586, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0923754	-50,1179494
Rua Pascoalino Provisiero, 196, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0857507	-50,114427
Alameda Nabuco De Araújo com Rua Marques De Sapucaí, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0974973	-50,1101007
Rua Siqueira Campos, 606, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0985052	-50,1263578
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Bituruna, 1.553, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0920772	-50,1368526
Avenida General Carlos Cavalcanti, 722, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,09088	-50,1450343
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Barão De Ramalho, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0927786	-50,1204202
Rua Casemiro De Abreu com Rua Almirante Barroso, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0867095	-50,1441702
Alameda Nabuco De Araújo com Rua Capistrano De Abreu, 400, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0950979	-50,1108783
Avenida Euzébio De Queiroz, 1.172, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1052581	-50,1027272
Avenida General Carlos Cavalcanti, 4.055, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Rua Professor Bruning com Rua João Cecy Filho, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0899578	-50,151735
Rua Pereira Passos, 88, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0911196	-50,1370471
Avenida Euzébio De Queiroz, 1.200, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1052581	-50,1027272
Rua Vicente Sposito com Rua Teixeira Mendes, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0944969	-50,1146773
Rua Teixeira Mendes com Rua Vicente Sposito, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0944969	-50,1146773
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Henrique Dias, 448, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0888668	-50,1470412
Rua Doutor Lauro Cunha Fortes com Rua Gonçalves Dias, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,089745	-50,1442357
Avenida General Carlos Cavalcanti, 3.586, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0902023	-50,1468385
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Bituruna, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0920772	-50,1368526
Avenida General Carlos Cavalcanti, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0926819	-50,120442
Avenida General Carlos Cavalcanti, 765, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0905585	-50,1445925
Rua Leopoldo Fróes, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0880837	-50,1195309
Avenida Ana Rita, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1004346	-50,1446061
Rua Andrade Neves, 457, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0964033	-50,1144178
Rua João Cecy Filho, 3.226, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0902289	-50,1523957

Endereço completo	Latitude	Longitude
Rua Antonil, 197, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,105536	-50,0982822
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.010, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457
Rua Leopoldo Fróes, 490, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0874033	-50,119649
Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda, 425, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0893868	-50,1443214
Avenida General Carlos Cavalcanti, 2.038, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457
Rua Antonil com Rua Marques De Sapucaí, 0, Uvaranas/São Francisco, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1054172	-50,0981185
Rua Leopoldo Fróes, 340, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,088522	-50,119255
Padre Arnaldo Jansen, 320, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1038133	-50,1101495
Rua Siqueira Campos, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,1022597	-50,1255793
Avenida General Carlos Cavalcanti, 4.029, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Avenida Ana Rita, 457, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0961415	-50,1482167
Avenida General Carlos Cavalcanti, 705, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909052	-50,1451825
Rua 15 De Setembro com Avenida Bispo Dom Geraldo Pellanda, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0892907	-50,1448237
Rua Fagundes Varela, 895, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0852467	-50,1457652
Alameda Nabuco De Araújo com Rua Comandante Paulo Pinheiro Schmidt, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913849	-50,1107028
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.160, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Praca Batalhao De Suez, 0, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0950325	-50,1252128
Rua Pascoalino Provisiero, 236, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0854854	-50,1132563
Rua Rio Verde, 2.805, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0860238	-50,126124
Avenida Décio Vergani, Uvaranas/Paraiso, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,101156	-50,094869
Avenida General Carlos Cavalcanti, 2.145, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0909588	-50,1423754
Avenida Bispo Dom Geraldo Pelanda, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0895561	-50,1442779
Avenida General Carlos Cavalcanti, 22, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913199	-50,1511405
Rua Vicente Sposito, 3.800, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0933583	-50,1142936
Avenida Valerio Ronchi, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0831214	-50,1070133
Avenida General Carlos Cavalcanti, 1.830, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457
Avenida General Carlos Cavalcanti, 0, Uvaranas/Paraiso, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0913789	-50,1415457
Avenida Bispo Dom Geraldo Pelanda, 310, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0919722	-50,1508685
Avenida Bispo Dom Geraldo Pelanda, 700, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0885832	-50,1495958
Avenida General Carlos Cavalcanti com Rua Lauro Ferreira Ribas, Uvaranas/Paraiso, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0926819	-50,120442
Rua Afonso Celso, 1.482, Uvaranas/31 De Marco, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0833224	-50,144083
Alameda Nabuco De Araújo, Uvaranas, Ponta Grossa, PR - Brasil	-25,0951806	-50,1102878