UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE INFRAESTRUTURA E ACIDENTALIDADE VIÁRIA EM CRUZAMENTOS CRÍTICOS DA CIDADE DE UBERLÂNDIA, MG

PAOLA MUNDIM DE SOUZA

UBERLÂNDIA, OUTUBRO DE 2016

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PAOLA MUNDIM DE SOUZA

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE INFRAESTRUTURA E ACIDENTALIDADE VIÁRIA EM CRUZAMENTOS CRÍTICOS DA CIDADE DE UBERLÂNDIA, MG

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Área de concentração: Engenharia Urbana, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Orientador: Prof. Dr. José Aparecido Sorratini

Uberlândia, 27 de outubro de 2016.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S729a
2016

Souza, Paola Mundim de , 1992-
Análise das características de infraestrutura e acidentalidade viária em cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia, MG / Paola Mundim de Souza. - 2016.
111 f. : il.

Orientador: José Aparecido Sorratini.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
Inclui bibliografia.

1. Engenharia civil - Teses. 2. Acidentes de trânsito - Uberlândia (MG) - Teses. I. Sorratini, José Aparecido. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 624

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me concedido saúde e forças para conclusão de mais essa etapa.

Ao Professor Dr. José Aparecido Sorratini pela dedicação, ética e comprometimento ao me orientar no desenvolvimento desse trabalho.

A minha família, por não medir esforços em me apoiar em mais essa fase. A ela, dedico todas as minhas conquistas.

Aos meus amigos do mestrado, que construí durante esse período, que compartilharam comigo momentos de dificuldade e de vitórias.

À SETTRAN, que disponibilizou dados sobre o trânsito, enriquecendo assim meu trabalho.

À coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, à secretaria, pela disposição em sempre ajudar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro.

A todos os meus amigos que estiveram ao meu lado, apoiando e ajudando para a conclusão de mais esse sonho. E, por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho chegasse ao fim.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

ATA Nº: 171/2016

CANDIDATO: Paola Mundim de Souza **Nº. Matrícula:** 11422ECV010

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Aparecido Sorratini

TÍTULO: "Análise das características de infraestrutura e acidentalidade viária em cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia-MG".

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Infraestrutura Urbana e de Transportes

PROJETO DE PESQUISA: Modelagem e Avaliação de Sistemas de Transportes

DATA DA DEFESA: 27 de outubro de 2016

LOCAL: Sala de Projeções Prof. Celso Franco de Gouvea, bloco 1Y.

HORÁRIO INÍCIO/TÉRMINO: 14h00 - 16h20

Reuniu-se na **Sala de Projeções Prof. Celso Franco de Gouvea, bloco 1Y - Campus Santa Mônica** da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do PPGEC, assim composta: Professores Doutores: **Camilla Miguel Carrara Lazzarini – FECIV/UFU; Michelle Andrade – ENC/UnB e José Aparecido Sorratini** orientador da candidata. Ressalta-se que a **Profª. Drª. Michelle Andrade** participou da defesa por meio de vídeo conferência desde a cidade de Brasília (DF) e os demais membros da banca e o aluno participaram in loco.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa **Prof. Dr. José Aparecido Sorratini** apresentou a Comissão Examinadora e concedeu à discente a palavra para a exposição do trabalho. A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais. Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou a candidata aprovada. Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU. Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos e foi lavrada a presente ata que após lida e aprovada foi assinada pela Banca Examinadora.

José Ap. Sorratini

Professor Orientador: **Prof. Dr. José Aparecido Sorratini – FECIV/UFU**

Membro externo: **Profª Drª Michelle Andrade – ENC/UnB**

Camilla Miguel Carrara Lazzarini

Membro interno: **Camilla Miguel Carrara Lazzarini – FECIV/UFU**

Uberlândia, 27 de OUTUBRO de 2016.

Souza, P. M. Análise das características de infraestrutura e acidentalidade viária em cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia, MG. 111 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

RESUMO

Diante do aumento do número de acidentes com vítimas fatais foi definida a década de 2011 a 2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária, o que culminou na elaboração do Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária, que propõe ações que estão fundamentadas em cinco pilares, um deles a infraestrutura. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência que as características da infraestrutura exercem na segurança viária, com verificação das evoluções da incidência e severidade dos acidentes ao longo de alguns anos. Foram analisados dados de acidentes de trânsito em algumas vias da cidade de Uberlândia, MG, e as características de infraestrutura dessas vias, ou seja, qual a geometria atual e quais as mudanças implantadas nos últimos anos. Por meio do cálculo do coeficiente de *Pearson* foi verificada a correlação entre a variação no número de acidentes com a severidade, mudanças na infraestrutura da via e variação do fluxo veicular. De forma geral, as mudanças na infraestrutura das vias analisadas, como: aumento do número de faixas de tráfego, redução da velocidade máxima permitida, construção de viadutos e implantação de corredor estrutural fizeram com que o número de acidentes e a severidade diminuíssem.

Palavras-chave: Segurança viária; acidentes de trânsito; infraestrutura viária; Uberlândia, MG.

Souza, P. M. Analysis of the infrastructure characteristics and road accidentality on critical intersections of the city of Uberlândia, MG. 111 p. MSc. Thesis, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2016.

ABSTRACT

Due to the increased number of fatal crashes, the decade from 2011 to 2020 was defined as the Decade of Road Safety, which ended in the drafting of the National Plan to Reduce Accidents and Road Safety, which proposes actions that are based on five issues, one of then the infrastructure. This thesis aimed in analyzing the influence that the infrastructure characteristics have on road safety and to check the evolution of the incidence and severity of accidents over the years. Traffic accident data were analyzed on some streets of Uberlândia, MG, and the infrastructure characteristics, that is, the current geometry and what changes were implemented in recent years. By calculating the Pearson's coefficient, it was verified if there were a correlation between variation in the number of accidents with severity, changes in the road infrastructure, and variation of vehicular flow. In general, changes in the infrastructure of the analyzed streets, such as increased the number of lanes of traffic, reduced speed limit, construction of overpasses, and structural bus corridor deployment caused a decreasing in the number of accidents and severity.

Keywords: Road safety; traffic accidents; road infrastructure; Uberlândia, MG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas metodológicas adotadas na pesquisa 19
Figura 2 – Tipos de acidentes de trânsito 27
Figura 3 – Componentes do acidente viário e suas interações 28
Figura 4 – Causas de acidentes..... 29
Figura 5 – Fluxograma dos procedimentos para tratamento dos locais críticos..... 39
Figura 6 – Tipos de acidentes, causas prováveis e medidas corretivas 42
Figura 7 – Representação esquemática da relação infraestrutura – segurança do tráfego .. 44
Figura 8 – Localização do município de Uberlândia em Minas Gerais 56
Gráfico 1 – Evolução da Frota Veicular – 2002 a 2015 57
Gráfico 2 – Taxa de ocupação de Uberlândia, MG e algumas cidades brasileiras..... 57
Gráfico 3 – Volume médio diário veicular nos dias úteis nos principais cruzamentos da cidade de Uberlândia no ano de 2014.....59
Gráfico 4 – Número de acidentes e número de UPS nos trinta cruzamentos críticos no ano de 2013 62
Figura 9 – Localização da Avenida João Naves de Ávila 65
Gráfico 5 – Números de acidentes e de UPS na Av. João Naves de Ávila entre os anos de 2004 a 2013 66
Figura 10 – Localização da Avenida Rondon Pacheco 67
Figura 11 – Av. Rondon Pacheco no ano de 2007 68
Figura 12 – Av. Rondon Pacheco após as alterações (2015)..... 69
Gráfico 6 – Números de acidentes e de UPS na Av. Rondon Pacheco entre os anos de 2004 a 2013 70
Figura 13 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco 72
Gráfico 7 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco 73
Figura 14 – Viaduto na Av. João Naves de Ávila sobre a Av. Rondon Pacheco..... 74
Gráfico 8 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco 74
Figura 15 – Localização da Av. Segismundo Pereira..... 75

Figura 16 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira 76
Figura 17 – Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira..... 76
Gráfico 9 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira 77
Gráfico 10 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira.....78
Figura 18– Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto 79
Figura 19 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto 79
Gráfico 11 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto.....80
Gráfico 12 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto.....81
Figura 20 – Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco 82
Figura 21 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco 83
Gráfico 13 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco.....84
Gráfico 14 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco..... 85
Figura 22 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim..... 86
Gráfico 15 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim..... 86
Figura 23 – Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim..... 87
Gráfico 16 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim.....88
Figura 24 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos 89
Figura 25 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos..... 89
Gráfico 17 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos..... 90

Gráfico 18 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos 91
Figura 26 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel 92
Figura 27 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel 92
Gráfico 19 – Número de acidentes e número de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel 93
Figura 28 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios 95
Gráfico 20 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel 94
Figura 29 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios 96
Gráfico 21 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios 97
Gráfico 22 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios 97
Figura 30 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César 98
Figura 31 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César 99
Gráfico 23 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César 100
Gráfico 24 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Augusto César 101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Correlação para as faixas de valores do coeficiente “r” 22
Tabela 2 – Adaptação da matriz de Haddon..... 32
Tabela 3 – Frota veicular do município de Uberlândia em outubro de 2015 56
Tabela 4 – Cruzamentos com o maior número de acidentes no ano de 2013..... 61

LISTAS DE SIGLAS

ASV – Auditoria de Segurança Viária

BO – Boletim de Ocorrência

CBMMG – Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito

GSV – Gerenciamento de Segurança Viária

MT – Ministério dos Transportes

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PMMG – Polícia Militar de Minas Gerais

RO – Relatório de Ocorrência

SEPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento Urbano

SETTRAN – Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes

SIH – Sistema de Informações Hospitalares

SUS – Sistema Único de Saúde

UPS – Unidade Padrão de Severidade

VMD – Volume Médio Diário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 Objetivos 15
1.2 Justificativa 16
1.3 Metodologia 18
1.3.1 Seleção de variáveis 19
1.3.2 Levantamento de dados 19
1.3.3 Análise dos dados 20
1.3.4 Análise estatística 21
1.4 Estrutura do Trabalho 22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 24
2.1 Acidentes de Trânsito 24
2.1.1 Definições 24
2.1.2 Tipos de acidentes de trânsito 26
2.1.3 Principais fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes de trânsito 28
2.1.4 Classificação da severidade nos acidentes de trânsito 33
2.1.5 Cálculo da Unidade Padrão de Severidade 34
2.2 Exposição ao Risco de Acidentes de Trânsito 35
2.3 Identificação e Tratamento de Locais Críticos 37
2.3.1 Metodologia do Programa PARE para tratamento de locais críticos 38
2.3.2 Métodos para a identificação de locais críticos 39
2.3.3 Investigação dos fatores contribuintes dos acidentes de trânsito 40
2.3.4 Tratamento do local crítico 41
2.4 Influência das Características Viária na Ocorrência de Acidentes 43
2.4.1 Largura de faixa 44
2.4.2 Canteiro central 45
2.4.3 Pavimento 46
2.4.4 Sinalização 47
2.4.5 Iluminação 49
2.4.6 Dispositivos de proteção para pedestres 50
2.4.7 Semáforos 51
2.4.8 Estacionamento 52

2.4.9 Acessos 53
2.4.10 Velocidade 53
3 O CASO DE UBERLÂNDIA, MG 55
3.1 O Município de Uberlândia 55
3.2 Rede Viária Urbana 58
3.3 Cruzamentos Críticos 60
4 ANÁLISE E RESULTADOS 64
4.1 Avenida João Naves de Ávila 64
4.2 Avenida Rondon Pacheco 67
4.3 Cruzamentos 71
4.3.1 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com Avenida Rondon Pacheco 71
4.3.2 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Segismundo Pereira 75
4.3.3 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Floriano Peixoto 78
4.3.4 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Belarmino Cotta Pacheco 82
4.3.5 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim 85
4.3.6 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida Nicomedes Alves dos Santos 88
4.3.7 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel 91
4.3.8 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida dos Municípios 95
4.3.9 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Augusto César 98
5 CONCLUSÕES 102
REFERÊNCIAS 105
ANEXO 109

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Este capítulo introdutório tem como objetivo apresentar o problema da segurança viária, discutir a importância do tema e apresentar a justificativa e os objetivos do estudo.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2009, a Organização Mundial de Saúde (OMS) registrou 1,3 milhão de mortes por acidentes de trânsito em 178 países. Diante desta realidade a Organização das Nações Unidas (ONU), na Assembleia Geral, em março de 2010, estabeleceu a década de 2011 a 2020 como a Década de Ação para Segurança Viária, convocando todos os países signatários, e o Brasil foi um deles, para um esforço mundial (ONU, 2009).

Com isso, foi elaborado, no Brasil, o Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a Década de 2011 a 2020 e participaram técnicos de notório saber, representantes de diversos órgãos públicos e instituições da sociedade civil, a convite do Comitê Nacional de Mobilização pela Saúde, Segurança e Paz no Trânsito, composto por representantes de diversas instituições. O Plano constitui-se em um conjunto de medidas que visam contribuir para a redução das taxas de mortalidade e lesões por acidentes de trânsito no país, por meio da implantação de ações que são fundamentadas em cinco pilares: fiscalização, educação, saúde, infraestrutura e segurança veicular; nos horizontes de curto, médio e longo prazos (MCIDADES, 2010).

No que se diz respeito à infraestrutura, no Plano são propostas oito ações, que, resumidamente:

1 – Tratam de questões como criação de programa nacional de gestão de informações no âmbito federal, estadual e municipal, com padronização e centralização em um único órgão de todos os dados locais;

2 – Criação de programa de gestão integrada do risco, com análise e detecção das causas dos acidentes pelos órgãos executivos de trânsito, análise e mitigação prioritárias dos pontos críticos, garantir que todas as intervenções no sistema viário sejam previamente aprovadas pelos órgãos executivos de trânsito;

3 – Criar um programa de proteção ao pedestre, com o objetivo de reduzir o número de atropelamentos;

4 – Criação de programa de segurança para motociclistas, com o objetivo de reduzir a incidência de acidentes com motociclistas;

5 – Criação de programa de segurança para ciclistas, com o objetivo de reduzir a incidência de acidentes com ciclistas;

6 – Incentivo à celebração de convênios entre os entes federados para a gestão do trânsito de trechos urbanos em rodovias, tendo como objetivo a melhoria da manutenção, fiscalização e operação desses trechos;

7 – Criar um programa de manutenção permanente e adequação de vias, com objetivo da minimização das causas de acidentalidade advindas da via;

8 – Garantir a utilização da sinalização viária regulamentada em todo território nacional, com o objetivo de evitar o conflito de entendimento pelos usuários das vias.

Portanto, a segurança viária deve ser considerada nas fases de planejamento e gerenciamento viário e, também, considerados todos os usuários da via.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar a relação entre a infraestrutura e a segurança viária em cruzamentos críticos na cidade de Uberlândia, MG, por meio de levantamento entre mudanças ocorridas no sistema viário e ocorrência e severidade de acidentes em um mesmo período de tempo.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Identificação dos cruzamentos críticos na cidade de Uberlândia;

- Verificar a evolução do número de acidentes ao longo dos anos nos pontos críticos da cidade de Uberlândia;
- Analisar quais intervenções foram implementadas nas vias e se essas intervenções possuem alguma relação com o aumento ou redução do número e severidade dos acidentes.

1.2 Justificativa

A segurança de todos os usuários da via tem se convertido em uma das premissas principais para o planejamento e o gerenciamento dos sistemas de transportes e de sua infraestrutura. Esse fato é resultado da conscientização de diferentes setores sociais, diante dos consideráveis custos econômicos dos acidentes de trânsito e do grande impacto psicológico pela perda de vidas humanas ou pelas sequelas provocadas (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

Muitas das vezes, os efeitos das características e das condições das vias são subestimados sobre a ocorrência de acidentes de trânsito, mas, o sistema viário, no seu conjunto, cria situações que podem induzir os motoristas a cometerem erros de percepção ou de reação e, em consequência, ocasionar os acidentes. Ambientes viários complexos podem afetar principalmente motoristas e pedestres pouco experientes, mas, em determinadas ocasiões, também levam condutores habilidosos a enfrentarem exigências e riscos inesperados (NODARI, 2003).

Assim, Nodari e Lindau (2004) afirmam que ambientes viários complexos podem imputar exigências excessivas sobre a habilidade de motoristas médios. Mais simples e menos oneroso que treinar motoristas para níveis de habilidade superiores seria investir em medidas de engenharia, para simplificar o ambiente viário, de forma a facilitar o ato de dirigir. É importante destacar que as medidas de engenharia são apontadas como capazes de influenciarem mudanças mais rápidas no comportamento do motorista do que medidas de educação ou fiscalização. É o caso do fator via, no qual atuações sobre ela, para adequar os ambientes rodoviários e aumentar as condições de segurança, permitem uma diminuição mais rápida e maior do número e da gravidade dos acidentes de trânsito.

Sampedro Tamayo (2010) cita alguns dos fatores da infraestrutura viária e do meio ambiente que mais incidem sobre a segurança de motoristas, passageiros e pedestres, que são: a

geometria e o traçado; as condições do pavimento; a sinalização; a chuva e a neblina. Estudos realizados na década de 1960 já alertavam que a frequência e a severidade de acidentes podem ser afetadas por aspectos associados a fatores de engenharia da via e às condições do meio ambiente. ASF (1963, apud Sampedro Tamayo, 2010) analisa e resume questões relacionadas ao efeito de diferentes características viárias sobre a segurança dos usuários, entre as quais: volume de tráfego; seção transversal; alinhamento; interseções; travessias de ferrovias; velocidade; pedestres; e estacionamento e iluminação.

Como colocado por Nodari (2003), novas abordagens enfatizam ações destinadas à redução dos riscos associados à via, visando ambientes viários que propiciem uma redução na exigência de habilidades por parte dos motoristas no ato de dirigir e, portanto, uma menor participação do fator humano na ocorrência de acidentes. Assim, são buscados métodos de gerenciamento dos riscos que provocam os acidentes. Com isto, nas últimas décadas, foram desenvolvidos vários métodos para a análise e o tratamento do fator viário ambiental, entre os quais se destacam as Auditorias de Segurança Viária (ASV) e as Técnicas de Conflitos de Tráfego. Com essas técnicas é realizado o diagnóstico qualitativo das condições de segurança o que, eventualmente, pode dificultar a identificação dos elementos e dos locais com maiores problemas e, portanto, a priorização no emprego dos limitados recursos existentes, principalmente nos países em desenvolvimento, que frequentemente apresentam redes viárias bastante deterioradas.

Diante disto, acredita-se que a forma mais eficiente de tratar o problema da segurança viária seja por meio de um programa abrangente de gerenciamento da segurança viária. Existem, basicamente, duas maneiras de gerenciar a segurança viária: por meio de programas de segurança reativos; ou por meio de programas de segurança pró-ativos. O tratamento reativo da segurança viária utiliza informações sobre o histórico de acidentes, a fim de identificar os locais críticos do ponto de vista de segurança e, a partir da identificação desses locais, selecionar as medidas corretivas possíveis de serem adotadas. O tratamento pró-ativo, por sua vez, está baseado no conceito de promover melhorias no sistema viário, a fim de melhorar suas condições de segurança para evitar potenciais acidentes. Dessa forma, tratamentos pró-ativos não estão baseados no histórico de acidentes dos locais em análise. De fato, essas duas abordagens são complementares e cada uma possui importante papel no gerenciamento da segurança viária (NODARI, 2003).

O gerenciamento da segurança viária (GSV) surgiu como alternativa aos programas de segurança viária baseados em ações pontuais e isoladas. Para o *Federal Highway Administration* (FHWA, 2002), o GSV é um processo sistemático que visa a redução do número e da severidade dos acidentes, no qual a segurança deve ser tratada de forma explícita em todas as fases de um empreendimento viário. Seu objetivo principal é assegurar identificação, avaliação e implantação adequadas de todas as oportunidades viáveis de melhorar as condições de segurança em todas as etapas do empreendimento (planejamento, projeto, construção, manutenção e operação) (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

1.3 Metodologia

A metodologia adotada para a elaboração deste trabalho foi desenvolvida em conformidade com o objetivo da pesquisa, ou seja, analisar uma possível correlação entre a ocorrência de acidentes de trânsito e às características de infraestrutura viária, tendo como objeto de estudo a cidade de Uberlândia, MG.

A correlação foi feita mediante metodologia definida pelo MT (2012), denominada como "antes" e "depois", em que é feita análise da ocorrência de acidentes anterior e posterior à implantação das intervenções viárias, que consiste nos seguintes passos:

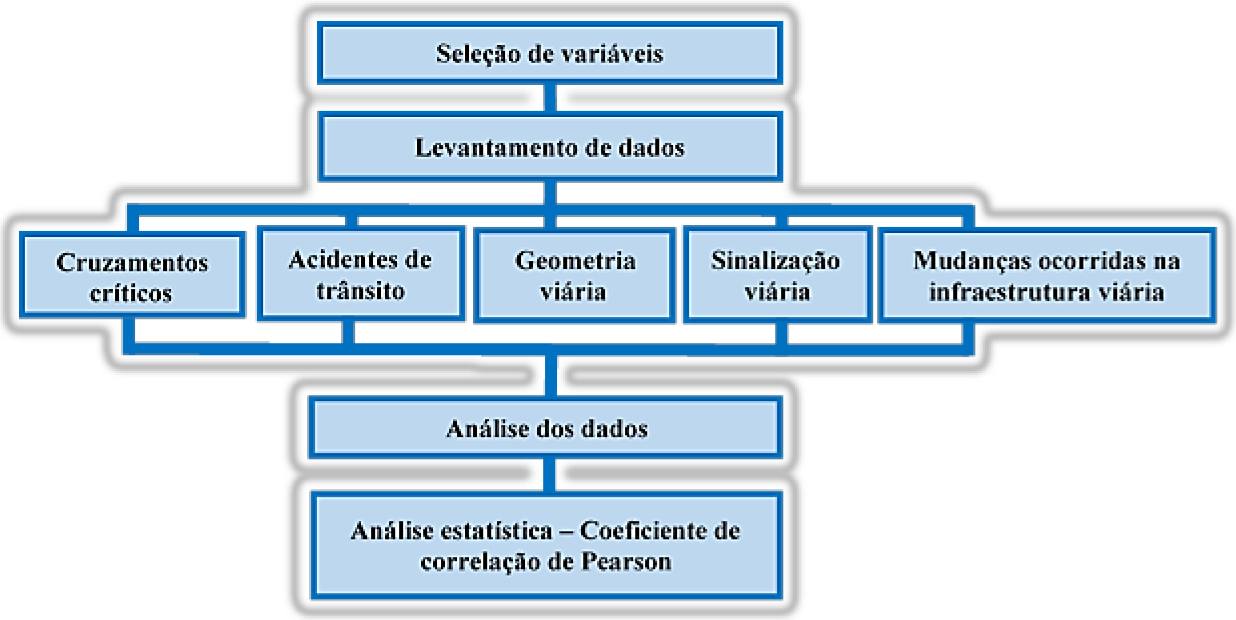
- Investigar os fatores contribuintes dos novos acidentes ocorridos após a implantação das intervenções (tipo e severidade), com o objetivo de confirmar ou não a reincidência destes últimos, ou a manifestação de novos fatores, para avaliar e comparar com os dados de ocorrência de acidentes anterior às intervenções;

- Buscar informações a respeito das ocorrências após as intervenções, como: levantar o VMD (Volume Médio Diário) do local antes das intervenções, para comparar com o VMD depois delas, para poder avaliar as modificações da demanda de tráfego no local;

- Verificar se houve alterações na área de influência do local, particularmente no que tange ao uso do solo.

Na Figura 1 é apresentada a sequência de etapas metodológicas adotada neste trabalho.

Figura 1 – Etapas metodológicas adotadas na pesquisa



Fonte: Autora (2016).

As etapas metodológicas foram desenvolvidas como seguem:

1.3.1 Seleção de variáveis

A primeira etapa consistiu em analisar e selecionar quais variáveis seriam necessárias para o desenvolvimento da pesquisa e, assim, analisar a possível correlação de mudanças da infraestrutura viária com o número de acidentes.

As variáveis escolhidas foram as relacionadas com o número de acidentes e características geométricas das interseções.

1.3.2 Levantamento de dados

- Cruzamentos críticos: primeiramente, foram definidas quais as interseções seriam estudadas. Para tanto, por meio de consulta à SETTRAN (2015b), onde constam tabulados os cruzamentos críticos (com maior número e severidade de acidentes), foram definidos quais seriam estudados nesta pesquisa. Foram escolhidos aqueles que tinham como via principal as avenidas Rondon Pacheco e João Naves de Ávila,

pois, nos últimos anos, essas avenidas sofreram mudanças significativas na infraestrutura.

- Acidentes de trânsito: os dados de acidentes de trânsito obtidos foram os ocorridos no período de 2004 a 2013, nos cruzamentos selecionados para estudo. As informações sobre acidentes de trânsito utilizadas foram: número de ocorrências (sem distinção de causa; tipo e natureza) e severidade. Esses dados foram consultados no documento da SETTRAN (2015b), que tem como fonte os Boletins de Ocorrência (BO) confeccionados pela Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) e pelos agentes municipais do trânsito.

- Geometria e sinalização viária: os dados utilizados foram número de faixas de tráfego; velocidade máxima permitida; tratamento para modos não motorizados (travessia para pedestres, botoeiras em semáforos, ciclovias ou ciclofaixas); sinalização existente (semáforos, sinal do tipo "PARE", sinal do tipo "Dê a preferência"); existência de viaduto no cruzamento. Esses dados foram fornecidos pela equipe responsável por projetos e implantação de sinalização viária da SETTRAN e também coletados em campo.

- Mudanças ocorridas na infraestrutura viária: foi feito levantamento de alterações realizadas nos últimos anos, referentes à geometria e sinalização viária nos cruzamentos estudados, que possam ter relações com aumento ou redução do número de acidentes. As informações obtidas sobre essas mudanças foram fornecidas pela equipe responsável por projetos e implantação de sinalização viária da SETTRAN.

1.3.3 Análise dos dados

Com os dados obtidos de número de acidentes foram feitos gráficos e, portanto, foi possível analisar a variação de ocorrências ao longo dos anos. Ao mesmo tempo percebeu-se o aumento ou diminuição das ocorrências à medida em que mudanças na infraestrutura viária eram realizadas ao decorrer dos anos de 2004 a 2013.

1.3.4 Análise estatística

Para atingir o objetivo geral foi utilizada uma ferramenta estatística e verificada a correlação entre a variação no número de acidentes com a severidade, com mudanças na infraestrutura das vias e com a variação do volume veicular.

Para análise de correlação entre as variáveis foi utilizado o Coeficiente de Correlação Linear de *Pearson*, conhecido como "*r* de *Pearson*", que permite medir a intensidade da relação linear entre os valores quantitativos emparelhados, variáveis *x* e *y*, em uma amostra (TRIOLA, 2008). Exemplo: *x* é o número de ocorrências de acidentes e *y* correspondente às características quantitativas associadas às mudanças na infraestrutura viária, como: número de faixas e velocidade máxima permitida.

Duas propriedades caracterizam o coeficiente de correlação. Uma é o seu sinal (+ ou −), que indica a direção da reta no diagrama de dispersão, se é crescente (+) ou decrescente (−). E a outra é sua magnitude, que indica quão próximos da "reta" estão os pontos individuais, por exemplo, valores de *r* próximos de −1,00 ou +1,00 indicam que os valores estão muito próximos da reta, ou mesmo sobre a reta, enquanto que os valores mais próximos do 0 (zero) sugerem maior dispersão (CABRAL, 2009).

Mais precisamente, o valor de *r* varia de −1,00 a +1,00: $-1{,}00 \leq r \leq +1{,}00$, e indicam:

- Um relacionamento positivo (*r* é +) entre duas variáveis indica que a valores altos (baixos) de uma das variáveis correspondem valores altos (baixos) da outra.
- Um relacionamento negativo (*r* é −) significa que a valores altos (baixos) de uma variável correspondem valores baixos (altos) da outra.
- Relacionamento zero (*r* = 0) indica que alguns valores altos estão em correspondência com valores baixos e outros estão em correspondência com valores altos (STEVENSON, 1986).

O coeficiente *r* pode ser calculado pela Equação 1:

$$r_{x,y} = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \left(\sum x_i\right) \cdot \left(\sum y_i\right)}{\sqrt{\left[n \cdot \sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2\right] \cdot \left[n \cdot \sum y_i^2 - \left(\sum y_i\right)^2\right]}} \qquad \text{Equação 1}$$

Em que:

$r_{x,y}$ = coeficiente de correlação;

x e y = variáveis, e;

n = número de observações.

O coeficiente de correlação foi calculado neste trabalho em planilha eletrônica.

Na Tabela 1 constam as classes de intervalos dos valores de *r*.

Tabela 1 – Correlação para as faixas de valores do coeficiente "r"

Valor (Positivo ou Negativo)	Interpretação
0,00 – 0,20	Correlação bem fraca
0,20 – 0,40	Correlação fraca
0,40 – 0,70	Correlação moderada
0,70 – 0,90	Correlação forte
0,90 – 1,00	Correlação muito forte

Fonte: Francisco (1995).

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é constituído de cinco capítulos, estruturados como segue:

- Capítulo 1: apresenta uma breve explicação sobre o tema a ser estudado; os objetivos; justificativa para a escolha do tema; e a metodologia utilizada para desenvolvimento da pesquisa;
- Capítulo 2: apresenta revisão bibliográfica de conceitos importantes e utilizados no desenvolvimento do trabalho;
- Capítulo 3: serão descritas as características do município de Uberlândia, o qual é objeto de estudo deste trabalho;
- Capítulo 4: são apresentados os resultados obtidos por meio da análise das mudanças ocorridas na infraestrutura viária e número de ocorrências de acidentes;
- Capítulo 5: são expostas conclusões a respeito dos resultados encontrados.

Neste capítulo foram apresentadas: uma breve explicação sobre o tema estudado; os objetivos gerais e específicos deste trabalho; a justificativa para escolha do tema; e a

metodologia utilizada para desenvolvimento da pesquisa. No próximo capítulo será feita uma revisão da bibliografia relacionada a acidentes de trânsito.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada a bibliografia consultada para a elaboração deste trabalho, com ênfase aos temas relacionados aos acidentes de trânsito, aos fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes de trânsito, à severidade de acidentes, à exposição ao risco de acidentes de trânsito e sobre a metodologia brasileira para a identificação de locais críticos.

2.1 Acidentes de Trânsito

Nesta seção são apresentadas: definições de alguns autores para acidente de trânsito; a classificação de acidentes de trânsito; quais são os principais fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes de trânsito; a classificação dos acidentes quanto à severidade e o procedimento de cálculo da Unidade Padrão de Severidade (UPS).

2.1.1 Definições

Ferraz *et al.* (2012) definem acidente de trânsito como um evento que envolve um ou mais veículos, motorizados ou não, em movimento por uma via, que provoca ferimentos em pessoas e/ou danos em veículos e/ou em outros elementos (postes, edificações, sinais de trânsito etc.). Os mesmos autores colocam a importância de considerar a queda de um pedestre como acidente de trânsito, pois a definição de trânsito engloba a movimentação de veículos e pessoas. Mas, este tipo de evento é comumente considerado como um acidente comum.

Gold (1998) define acidente de trânsito como um evento que envolve ao menos um veículo que circula, normalmente em uma via para trânsito de veículos, podendo ser o veículo motorizado ou não. De acordo com Gold (1998) existem dois tipos de acidentes: o evitável e o não evitável; o primeiro seria aquele em que se deixa de fazer tudo o que seria possível

para evitá-lo; e o segundo ocorre quando todas as possibilidades de evitá-lo esgotam-se, ocorrendo, então, o acidente. O mesmo autor também caracteriza os acidentes de acordo com a distribuição geográfica:

- Área central, fora da área central: em áreas urbanas há uma maior concentração de acidentes em áreas centrais, onde se localiza a maior parte de comércio e serviços.

- Interseções ao longo da via: em interseções de duas ou mais vias, onde ocorrem constantemente movimentos conflitantes entre veículos e entre veículos e pedestres, são locais onde geralmente apresentam maior ocorrência de acidentes, pois entre os pontos da interseção os acidentes tendem a estarem disseminados ao longo do percurso.

- Polos geradores: quando não apresentam intervenções que diminuam os riscos, tendem a ser locais de acidentes.

- Pontos críticos: o autor define, de uma maneira geral, ponto crítico como um local específico que apresenta uma frequência elevada de acidentes de trânsito segundo os índices gerais da malha viária.

- Trechos críticos: são percursos da via onde ocorrem frequências elevadas de acidentes, sem que ocorra concentrações pontuais.

- Áreas críticas: áreas da malha viária que apresentam frequências de acidentes extraordinariamente elevadas.

- Interferências temporárias: qualquer interferência no sistema viário, como, por exemplo, obras, pode causar repentinamente muitos acidentes, o que justifica a importância desses locais serem bem sinalizados.

Na ABNT NBR 10697:1989 acidente de trânsito é definido como todo evento não esperado que cause danos ao veículo ou à sua carga e/ou causar lesões em pessoas ou animais e que, pelo menos, uma das partes esteja em movimento em vias terrestres ou áreas abertas ao público.

2.1.2 Tipos de acidentes de trânsito

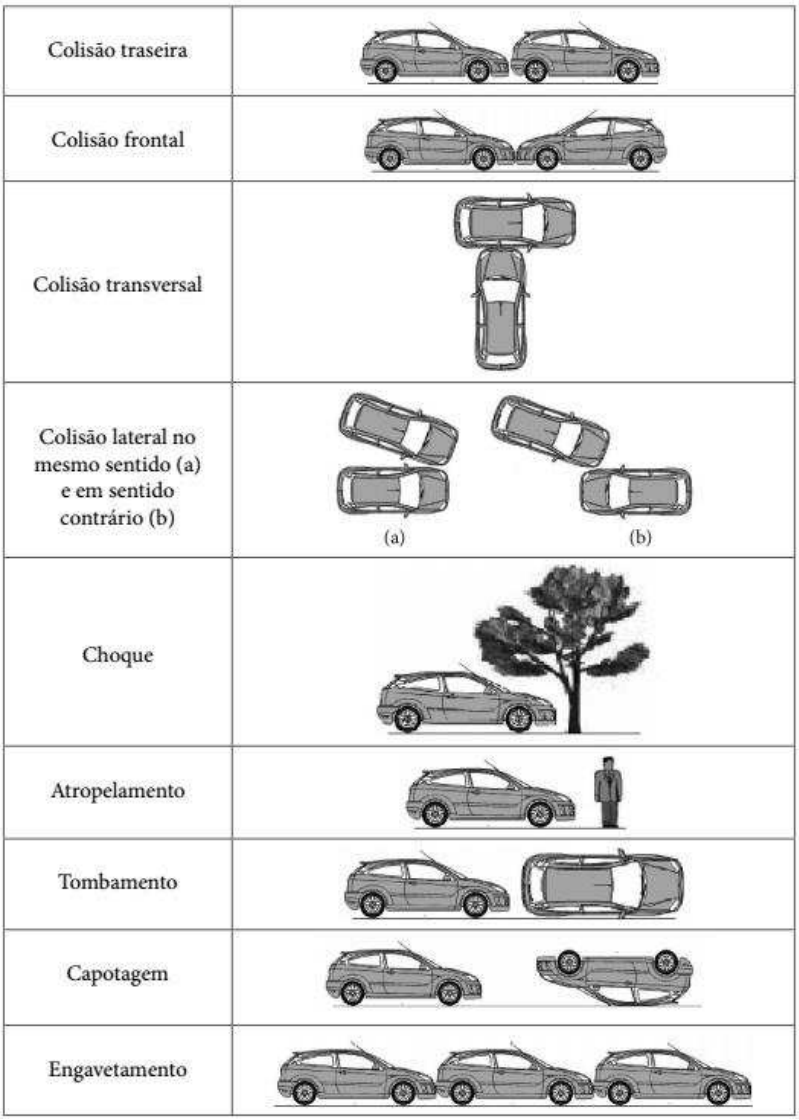
A classificação dos tipos de acidentes colocada a seguir é baseada na ABNT NBR 10697:1989.

Os tipos de acidentes são classificados como, acidentes com pedestres, que podem ser *i)* atropelamento: neste caso o pedestre ou animal sofre impacto de um veículo, e *ii)* acidente pessoal de trânsito: o pedestre sofre lesões corporais ou danos materiais, não há participação de veículos ou ação criminosa; *iii)* capotamento: o veículo gira em torno de um dos seus eixos, e o teto toma contato com o chão; *iv)* choque: há impacto do veículo com qualquer objeto fixo ou móvel, mas que no momento não esteja em movimento. A seguir são descritos cada um deles:

- Colisão: o veículo em movimento sofre impacto de outro veículo que também está em movimento;
- Colisão frontal: colisão que ocorre frente a frente, quando os veículos trafegam na mesma direção, mas em sentidos opostos;
- Colisão lateral: colisão que ocorre lateralmente quando os veículos trafegam na mesma direção, no mesmo sentido ou em sentidos opostos;
- Colisão transversal: ocorre transversalmente, os veículos trafegam em direção que se cruzam, seja transversalmente ou obliquamente;
- Colisão traseira: ocorre frente com a traseira ou traseira com traseira, os veículos podem estar trafegando no mesmo sentido ou em sentidos contrários, e também podem estar em marcha-a-ré;
- Engavetamento: há impacto de três ou mais veículos que trafegam no mesmo sentido;
- Queda: há impacto devido à queda livre do veículo, ou de cargas e pessoas sendo transportadas;
- Tombamento: o veículo tomba em uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira.

Na Figura 2 são mostrados os tipos de acidentes mencionados.

Figura 2 – Tipos de acidentes de trânsito



Fonte: Ferraz *et al.* (2012).

Na ABNT NBR 10697:1989 também estão definidos quais são os fatores que podem influenciar a ocorrência de acidentes de trânsito, são eles:

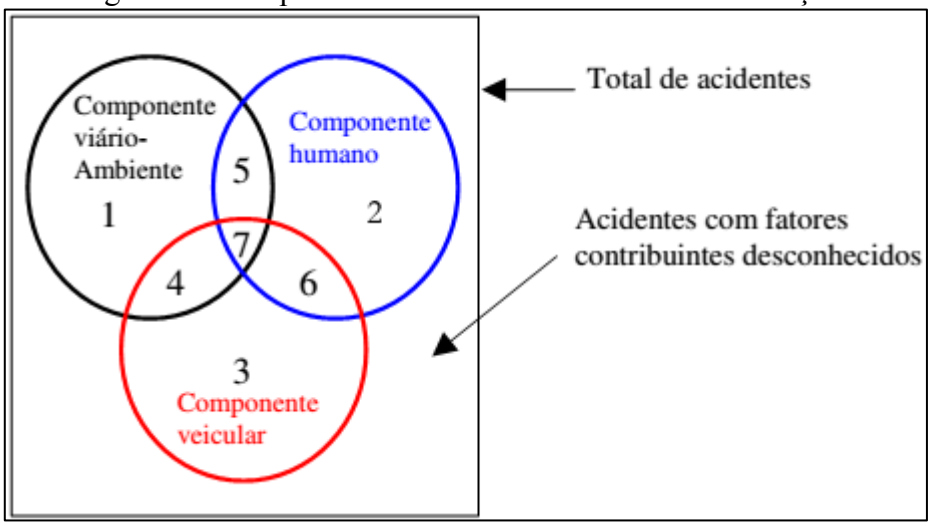
- Fator humano: quando o comportamento do homem, como pedestre, condutor ou em qualquer outra condição contribui para a ocorrência de acidente;
- Fator via: alguma deficiência na via ou na sinalização contribui para a ocorrência do acidente;
- Fator meio ambiente: fatores do meio ambiente ou da natureza afetam a segurança no trânsito;

- Fator veículo: falha mecânica no veículo contribui para a ocorrência do acidente, sendo que não haja negligência na manutenção ou fabricação.

2.1.3 Principais fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes de trânsito

É difícil atribuir uma única causa à ocorrência de um acidente viário. Os acidentes são decorrentes da combinação de diversos fatores causais. Nodari (2003) coloca que os fatores contribuintes podem ser agrupados em três grandes categorias chamadas de componentes dos acidentes, e são: componente humano, componente veicular e componente viário-ambiental. Na Figura 3 são apresentados os componentes dos acidentes e suas interações.

Figura 3 – Componentes do acidente viário e suas interações

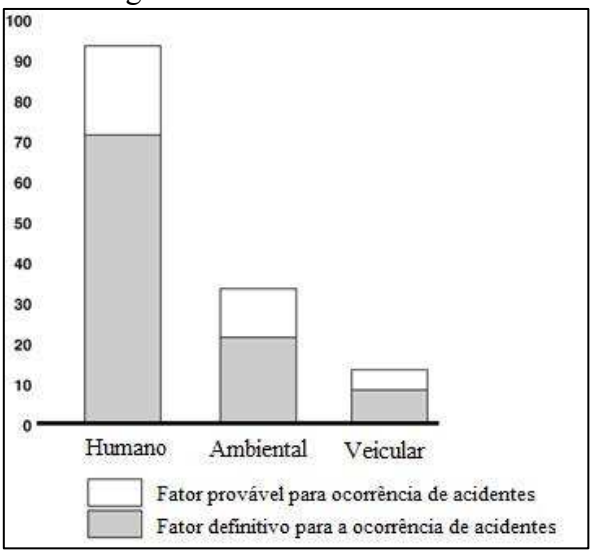


Fonte: Sayed e Abdelwahab (1997).

Os números 1, 2 e 3, na Figura 2, representam os acidentes em que os fatores contribuintes estão associados apenas a um componente. Porém, como na maioria dos casos, os acidentes são resultantes de uma combinação de dois componentes diferentes, que são representados pelos números 4, 5 e 6. O número 7 representa os acidentes em que há a combinação dos três componentes.

Estudos feitos pela *Indiana University at Bloomington Institute for Research in Public Safety*, na década de 1970, é apontado pela NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration*) como um dos maiores no que diz respeito a grande quantidade de dados coletados no local sobre as causas que contribuíram para a ocorrência de acidentes nos Estados Unidos. Na Figura 4 são apresentados os resultados dos estudos.

Figura 4 – Causas de acidentes



Fonte: Adaptado de GAO (2003).

Os estudos avaliaram os fatores causais como provável ou possível e, como pode ser visto na Figura 4, concluiu-se que os fatores humanos foram definitivos ou causas prováveis em 93% de acidentes, enquanto que os fatores ambientais e de veículos contribuíram com 33 e 13%, respectivamente.

Porém, Nodari (2003) coloca que as interações entre os componentes que ocorrem no Brasil podem resultar diferentes quando comparadas às apresentadas na Figura 4 (bibliografia internacional). A diversidade cultural do país, a proximidade de determinadas regiões com países limítrofes, que geram forte fluxo turístico e as variações no relevo e no clima, que propiciam ambientes operacionais bastante diversos, fazem com que seja razoável supor que a distribuição dos fatores contribuintes dos acidentes e suas interações variem entre regiões do Brasil.

Gold (1998) aponta que, de modo geral, é divulgado que a causa principal dos acidentes é devida aos fatores humanos e que, portanto, a única solução seria a educação, a fiscalização e a punição de motoristas e pedestres. O autor afirma que esses fatores devem ser tratados, mas também é importante levar em consideração que a sinalização, a construção e manutenção de vias e calçadas, quando inadequadas, também são fatores contribuintes para acidentes.

Os investimentos em engenharia de tráfego podem apresentar certas vantagens quando comparados com os progamas de educação e fiscalização do trânsito. Em primeiro lugar, os resultados são imediatos e comprováveis, o que dificilmente ocorre com as campanhas

publicitárias ou com os programas de educação de trânsito. Em segundo lugar, os resultados tendem a ser mais duradouros e menos dependentes do investimento contínuo de recursos humanos (GOLD, 1998).

Assim como Gold (1998), Nodari e Lindau (2004) ressaltam que mais simples e menos oneroso que treinar motoristas para níveis de habilidade superiores seria investir em medidas de engenharia, para simplificar o ambiente viário, de forma a facilitar o ato de dirigir. É importante destacar que as medidas de engenharia são apontadas como capazes de influenciarem mudanças mais rápidas no comportamento do motorista do que medidas de educação ou fiscalização.

Ferraz *et al.* (2012) definem fator de risco associado à ocorrência de acidentes de trânsito como qualquer fator que aumenta a probabilidade de sua ocorrência, e apresentam fatores associados ao ser humano, à via , aos veículos e ao meio ambiente, conforme a seguir:

- Fatores de risco associados ao ser humano: emprego de velocidade inapropriada; ingestão de álcool, drogas ou medicamentos; cansaço e sonolência; conduta perigosa; falta de habilidade; desvio de atenção; não ver e não ser visto;
- Fatores de risco associados à via: defeitos na superfície de rolamento, projeto geométrico inadequado, sinalização deficiente; interseções inadequadas; problemas na lateral da via; falta de iluminação em locais críticos;
- Fatores de risco associados aos veículos: manutenção inadequada, tipo de veículo, projeto dos veículos, visibilidade;
- Fatores de risco associados ao meio ambiente: chuva, vento forte, neblina e fumaça, óleo ou outro material lubrificante sobre a pista, propaganda comercial, animais vivendo nas proximidades da pista.

De Vasconcellos (2005) discute sobre alguns dos fatores que podem ser considerados mais importantes para a ocorrência de acidentes:

> – ambiente inadequado de circulação: quando ambientes de trânsito utilizados por pedestres e ciclistas são invadidos por automóveis, o número e a gravidade dos acidentes aumentam muito; este tipo de mudança, feita normalmente em nome da fluidez, é um dos maiores problemas dos países em desenvolvimento, nos quais os responsáveis pelo trânsito cedem às pressões dos proprietários de automóveis (ou do comércio) para facilitar trânsito desses veículos, como se isso fosse "natural" ou "um custo do progresso";

> – o uso do álcool ou de outras drogas: a presença de álcool no sangue de grande parte das pessoas acidentadas tem sido regsitrada em vários estudos; no estudo da ABDetran, realizado com 865 vítimas de acidentes em Recife, Salvador, Brasília e Curitiba, em 1997, 61% das vítimas tinham álcool no sangue, sendo que 27% tinham níveis de álcool superiores ao limite permitido pelo CTB;
>
> – a velocidade excessiva: os veículos têm uma energia cinética que precisa ser dissipada quando eles colidem com algum objeto. Esta energia aumenta exponencialmente com a velocidade, tornando as velocidades altas muito perigosas em casos de acidentes: um veículo que circula a 60 km/h tem quatro vezes mais energia cinética do que aquele que circula a 30 km/h. O problema também se revela quando se imagina o percurso de um veículo em situação de emergência: circulando a 36 km/h (velocidade comum em vias urbanas), o veículo percorre 10 m em um segundo, que é o tempo de reação mínima do motorista para, por exemplo, colocar o pé no freio. Grande parte dos acidentes graves de trânsito é causada pela velocidade excessiva dos veículos envolvidos, o que aumenta a importância da fiscalização rigorosa;
>
> – as condições da pista e da sinalização: irregularidades, buracos e depressões na pista e sinalização ausente ou deficiente estão por trás de grande número de acidentes;
>
> – o estado de manutenção dos veículos: veículos em precário estado de manutenção, principalmente no tocante à condição dos freios e da suspensão, são as causas de grande quantidade de acidentes. (de VASCONCELLOS, 2005, p. 85).

O norte-americano Haddon (1968 *apud* Ferraz *et al.*, 2012) desenvolveu uma matriz que apresenta uma visão sistêmica acerca da acidentalidade no trânsito. A matriz, cuja versão adaptada pode ser vista na Tabela 2, apresenta as principais ações associadas a cada um dos componentes (humano, veículo, via/meio ambiente) no sentido de evitar o acidente (pré-acidente), reduzir as consequências no momento em que ocorre o acidente (momento do acidente) e minimizar os efeitos causados após o acidente (período pós-acidente).

Tabela 2 – Adaptação da matriz de Haddon

Período	Elemento	Exemplo de Ações
Pré-Acidente Prevenção do acidente	Humano	Redução da exposição ao risco (diminuição da necessidade de viajar, substituição de viagens por modos mais seguros etc.);
		Conhecimento das normas e regras;
		Treinamento prático;
		Conscientização das pessoas visando um comportamento adequado;
		Legislação severa e fiscalização mais intensa;
		Uso de vestimenta com material refletivo por parte de pedestres, ciclistas, motociclistas e trabalhadores no período noturno.
	Veículo	Projeto voltado para proporcionar segurança;
		Manutenção adequada de freios, pneus, direção suspensão etc.;
		Vidros e/ou visor do capacete limpos e desembaçados;
		Material refletivo nas bicicletas e motocicletas para maior visibilidade noturna;
Pré-Acidente Prevenção do acidente	Via/meio ambiente	Geometria da via adequada;
		Limite de velocidade apropriado;
		Sinalização adequada;
		Rugosidade e drenagem da pista adequadas;
		Faixa lateral com superfície regular, pequena declividade e sem obstáculos;
		Inexistência de elementos próximos que prejudicam a visibilidade ou desviam a atenção;
		Existência de painéis com mensagens variáveis para avisar sobre condições climáticas adversas, existência de obras etc.;
ACIDENTE Prevenção de traumatismos durante o acidente	Humano	Velocidade compatível com o local;
		Uso de equipamentos de segurança (cinto de segurança, cadeiras especiais para crianças, capacete para motociclistas etc.);
		Crianças no banco traseiro;
		Cargas no porta-malas ou bagageiro.
	Veículo	Estrutura externa resistente ao impacto para proteger os ocupantes;
		Parte frontal flexível para minimizar as lesões de pedestres, ciclistas e motociclistas;
		Dotado de bolsa de ar (*airbag*).
	Via/meio ambiente	Faixa lateral com superfície regular, pequena declividade e sem obstáculos;
		Barreiras de contenção nos locais críticos;
		Amortecedores de impacto em elementos rígidos próximos a pista.
PÓS-ACIDENTE Conservação da vida	Humano	Rapidez na chegada ao local de atendimento especializado;
		Pessoal treinado e equipamentos adequados no socorro e transporte das vítimas;
		Tratamento hospitalar de urgência e posterior adequados;
		Reabilitação física e psicológica das vítimas.
	Veículo	Existência de extintor de incêndio;
		Retirada rápida da pista;
	Via/meio ambiente	Sinalização de emergência da pista indicando o acidente;
		Limpeza da pista e recuperação dos dispositivos de controle (sinais de trânsito, semáforos, etc.).

Fonte: Haddon (1968 *apud* Ferraz *et al.*, 2012)

Ferraz *et al.* (2012) citam quais são os objetivos de uma política adequada de segurança no trânsito: reduzir a exposição ao risco, reduzir a quantidade de acidentes, reduzir a severidade dos acidentes e reduzir os danos às vítimas.

2.1.4 Classificação da severidade nos acidentes de trânsito

Ferraz *et al.* (2012) apresentam a classificação dos acidentes quando a gravidade, sendo que no Brasil a classificação para caracterizar os acidentes quanto à gravidade é a utilizada pela Polícia Militar na elaboração dos boletins de ocorrência e de estatísticas. São consideradas três categorias de acidentes:

- Sem vítimas (apenas com danos materiais);
- Com vítimas não fatais (feridos);
- Com vítimas fatais.

A ABNT NBR 10697:1989 também classifica as vítimas de acidentes de trânsito, de acordo com os ferimentos recebidos no momento do acidente ou até 30 dias depois.

- Vítima fatal: quando a vítima falecer em razão dos ferimentos recebidos no local do acidente, ou depois de socorrida no período até a conclusão do boletim de ocorrência;
- Grave: quando a vítima sofrer lesões graves, que necessitam de tratamento intensivo, por exemplo: ferimentos cranianos, fraturas em geral, cortes profundos, lacerações de grande extensão;
- Leve: quando a vítima sofrer ferimentos leves, em geral superficiais, que não exigem tratamentos médico prolongado;
- Ileso: quando a vítima não sofrer qualquer tipo de ferimento aparente, nem apresentar sintomas ou queixas de lesões internas.

De acordo com Mello Jorge e Koizumi (2006) as principais fontes de informações sobre dados estatísticos de ocorrências e severidades de acidentes de trânsito/transporte são: Sistema de Informação sobre Mortalidade; Sistema de Informações Hospitalares (SIH); Sistema Único de Saúde (SUS); Boletim de Ocorrência (BO) da Polícia ou de órgãos municipais de trânsito; prontuários de atendimento às vítimas. Esta diversidade de fontes

para registrar e caracterizar os acidentes dificulta a análise da acidentalidade viária no país e a constituição de um banco de dados nacional. Muitos dos acidentes de trânsito não são registrados e muitos boletins de ocorrência não contém todas as informações necessárias, o que compromete a identificação da causa dos acidentes e também a implantação de ações que visem diminuir a intensidade e severidade de acidentes.

No que se diz respeito aos dados de feridos e mortos, somente são consideradas vítimas fatais se os sintomas e óbito ocorrerem no local do acidente ou até o término da confecção do BO. Os falecimentos e sequelas que porventura ocorrerem num momento posterior ao acidente, não são considerados como consequência do acidente de trânsito.

> De acordo com a convenção para padronização das regras de trânsito, realizada em Viena em 1968, estipula-se que as vítimas fatais em consequência de um acidente de trânsito são aquelas que venham a falecer no local e também as mortes de até 30 dias após o evento, decorrente de lesões em virtude do sinistro. (Ferraz *et al.*, 2012, p. 86).

Segundo Gold (1998) o conhecimento das causas do acidente de trânsito mediante a criação e monitoramento de um banco de dados que contenham informações significativas como: data, hora, local, dia da semana, mês, número de vítimas, condições do condutor e da via, etc. podem contribuir para o direcionamento das ações a serem implementadas visando a minimização de ocorrência e severidade.

2.1.5 Cálculo da Unidade Padrão de Severidade

O Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN instituiu a Unidade Padrão de Severidade – UPS, cujo valor é resultante da soma dos produtos do número de ocorrências por severidade pelo peso atribuído à respectiva severidade. Assim, a quantificação dos acidentes, em UPS, é feita a partir da Equação 2 a seguir:

$$\text{Número de UPS} = (A_1 \cdot 1) + (A_2 \cdot 4) + (A_3 \cdot 6) + (A_4 \cdot 13) \qquad \text{Equação 2}$$

Em que:

A_1 – acidentes somente com danos materiais;

A_2 – acidentes com feridos;

A_3 – acidentes com feridos envolvendo pedestres;

A_4 – acidentes com vítimas fatais;

1, 4, 6 e 13, respectivamente, são os pesos atribuídos aos acidentes somente com danos materiais, acidentes com feridos, acidentes com feridos envolvendo pedestres e acidentes com vítimas fatais.

Segundo Ferraz *et al.* (2012), quando são analisados os dados de acidentes sem diferenciação de sua severidade pode ocorrer uma distorção da realidade e da dimensão da acidentalidade viária, portanto, há a distribuição de pesos distintos de acordo com a gravidade do acidente.

2.2 Exposição ao Risco de Acidentes de Trânsito

A exposição ao risco de acidentes de trânsito é medida pela quantidade de transporte expressa, normalmente em veículos-quilômetros ou passageiros-quilômetros, e corresponde à distância total percorrida, expressa em quilômetros, por todos os veículos ou usuários, em um determinado período de tempo. Pode ser referida a um determinado modo ou conjuntamente a todos os modos, considerando um país, estado, município etc. (FERRAZ *et al.*, 2012).

Quanto maior a quantidade de transporte maior será o risco de acidentes, considerando que os outros fatores se mantenham inalterados. Ferraz *et al.* (2012) colocam que a correlação entre a quantidade de exposição e o número de acidentes é complexa, pois depende, também, de outros fatores, como, por exemplo, o comportamento dos condutores, o modo de transporte usado etc.

"Em especial, dois aspectos ligados à forma de exposição podem ser considerados relevantes: o modo de transporte e o nível de separação dos distintos tipos de veículos e das diferentes formas de tráfego" (FERRAZ *et al.*, 2012, p. 50). Em se tratando do modo de transporte, Ferraz *et al.* (2012) apresentam a ordem de risco de envolvimento de acidentes (do maior para o menor risco): motocicleta; bicicleta; pedestre; automóvel; ônibus/caminhão. Colocam, ainda, que a separação dos distintos tipos de veículos e dos diferentes tipos de tráfego pode ser feita no espaço e no tempo, dos veículos mais lentos e que não oferecem proteção aos ocupantes (pedestres e bicicletas), dos veículos mais rápidos e que oferecem proteção aos ocupantes (automóveis, ônibus, caminhões etc.), como também do tráfego rápido de passagem e do tráfego local mais lento.

De acordo com Diógenes (2008), “na engenharia define-se risco como a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado resultando em perda ou dano, esteja esse relacionado à saúde, à propriedade, ao meio ambiente ou ao bem-estar”.

Peden *et al.* (2004) citam quatro fatores principais que exercem influência sobre o risco no trânsito:

- Exposição ao risco: fatores econômicos e demográficos; uso e ocupação do solo, pois exerce influência no tempo de viagem e na escolha do modo de transporte; não separação do tráfego motorizado de alta velocidade dos usuários mais vulneráveis (pedestres e não motorizados); falhas em projetos e planejamento, em que não há integração entre o tipo de via e suas características de operação;

- Probabilidade do acidente: velocidade inadequada, uso de álcool e drogas, desenho e traçado da via, condições de manutenção da via e do veículo;

- Severidade do acidentes: velocidade excessiva ou inapropriada; não utilização dos elemetos de segurança (cintos de segurança; assentos especiais para crianças; capacetes, para usuários de veículos de duas rodas); presença de obstáculos laterais nas vias; uso de álcool e drogas;

- Consequência dos acidentes: atraso no atendimento às vítimas, presença de fogo ou substância tóxicas, falta de cuidados adequados nos hospitais.

Renn (1998) define avaliação do risco como o processo no qual são definidos com precisão os componentes associados a determinado risco. Dependendo de aspectos como a natureza do perigo, o uso da avaliação, os recursos e as informações disponíveis, a avaliação pode ser quantitativa, semi-quantitativa ou qualitativa. É um processo complexo que pode envolver questões e matérias variadas, com diferentes níveis de detalhamento técnico (PARKIN e BALBUS, 2000).

O objetivo da avaliação de risco é estimar a probabilidade e a severidade de um determinado evento acontecer. A avaliação pode ser usada para obter informações que subsidiem a tomada de decisão nos processos de gerenciamento dos riscos ou de regulação e regulamentação da segurança (COWELL *et al*., 2002).

Em geral, são quatro as etapas envolvidas nas avaliações de risco: identificação do risco, estimativa do risco, análise do risco e gerenciamento do risco (RODRIGUE; COMTOIS;

SLACK, 2006). Em cada uma dessas etapas é necessário levar em conta questões como a probabilidade da ocorrência e a severidade dos eventos, as circunstâncias que influenciam determinados acontecimentos e as dificuldades para solucionar ou diminuir os problemas encontrados.

2.3 Identificação e Tratamento de Locais Críticos

Como citado pelo Ministério dos Transportes (MT, 2002), nas três últimas décadas observou-se que as experiências nacionais no tratamento do acidente de trânsito seguem cinco linhas de atuação: por local crítico, por segmento crítico, por área crítica, por solução tipo, e por tipo de usuário. As três primeiras diferem entre si apenas no que toca à extensão da área a ser tratada, apesar de cada uma guardar certas características, enquanto as demais apresentam identidades próprias.

Quanto ao primeiro caso, local crítico de acidente de trânsito significa uma interseção ou trecho entre interseções consecutivas que apresenta uma frequência elevada de acidentes, se comparada com as demais interseções ou trechos entre interseções da malha viária.

Os segmentos críticos ou rotas críticas são extensões de vias urbanas ou de rodovias onde ocorrem frequências elevadas de acidentes. Neste caso, cada segmento viário deve ser tratado como um todo, incluindo, muitas vezes, suas áreas adjacentes. Em relação à atuação por área crítica observa-se que, geralmente, há uma concentração de acidentes de trânsito em certas manchas urbanas onde, predominantemente, localiza-se a maior parte das atividades de comércio e de serviço.

No caso da atuação por tipo de usuário, as medidas preventivas e corretivas concentram-se em um único usuário da via. Assim, os estudos podem ser dirigidos ao ciclista, motociclista, escolares e pedestres em geral. A adoção dessa estratégia geralmente está associada à políticas públicas em favor da segurança de determinada categoria de usuários do sistema viário, em vista da ocorrência de um nível elevado de acidentes envolvendo esses usuários.

Como apresentado por MT (2002),

> A experiência brasileira no tratamento de acidentes de trânsito, com raras exceções, segue um modelo imediatista, no qual a solução do problema está associada à execução de práticas tradicionais no âmbito das sinalizações horizontal, vertical

> e/ou semafórica, associadas a correções na geometria viária, com tendência mais para a melhoria da fluidez que propriamente para a promoção da segurança dos usuários da via (MT, 2002, p. 12).

2.3.1 Metodologia do Programa PARE para tratamento de locais críticos

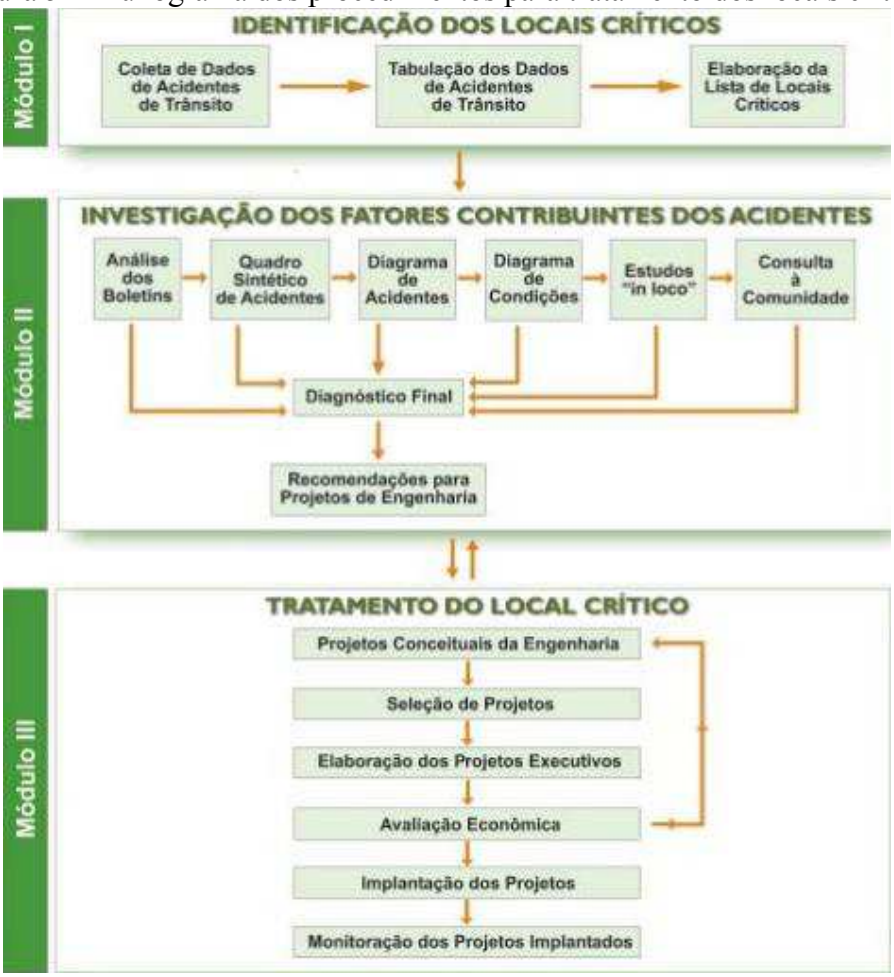
O Manual desenvolvido pelo MT (2002) oferece subsídios para tomada de decisão acerca das seguintes questões: quais são os locais em que há registro de acidentes e que devem efetivamente merecer atenção especial dos poderes municipal, estadual ou federal; dada uma lista de locais críticos, e diante da escassez de recursos humanos e financeiros, deve-se selecionar qual(is) são os locais em que as medidas devem ser implantadas com urgência; e, dentre os locais estudados (e que já apresentam projeto executivo), quais são aqueles economicamente viáveis.

A metodologia proposta pelo Programa PARE focaliza o local onde ocorrem os acidentes de trânsito, apesar de não descartar eventual atenção a outros processos pertinentes aos demais casos citados. Resumidamente, a metodologia consiste nas seguintes etapas:

- Identificação: identificar os locais críticos considerando a ocorrência e severidade dos acidentes;
- Diagnóstico: investigação dos fatores que contribuíram para a ocorrência dos acidentes;
- Recomendações: buscar medidas de engenharia que possam proporcionar o melhor resultado em termos de redução do risco de ocorrerem novos acidentes com características similares àquelas identificadas nos acidentes sob investigação, isto particularizando cada local.

Na Figura 5 é apresentado o fluxograma do MT (2002), com as etapas para o tratamento de locais críticos.

Figura 5 – Fluxograma dos procedimentos para tratamento dos locais críticos



Fonte: MT (2002).

2.3.2 Métodos para a identificação de locais críticos

Segundo de Góes (1983), os métodos de identificação mais utilizados baseiam-se no fato de que os acidentes, apesar de sua ampla distribuição espacial, tendem a agregar-se em determinados locais da malha viária. Esses métodos são classificados em três categorias:

- Métodos numéricos: são os mais simples e identificam os locais críticos a partir do cálculo de indicadores (quantidade de acidentes, taxas de acidentes), os quais são comparados com um valor previamente estabelecido pela equipe técnica. Os locais críticos serão, portanto, aqueles cujos indicadores calculados sejam maiores que o valor previamente estabelecido;

- Método estatístico: envolve a utilização de modelos matemáticos probabilísticos que determinam os locais onde o risco de acidente é superior ao estimado ou esperado;

- Método de conflitos: não requer levantamento estatísticos de acidentes. Parte da ideia de que existe uma relação direta entre acidentes e conflitos de trânsito e que ações para a redução de conflitos trazem, como resultado, a redução dos acidentes.

O que diferencia os métodos numérico e estatístico é o grau de sofisticação que as informações são tratadas em um e no outro. No método de conflitos há uma complexidade ainda maior, pois as análises das situações de risco de acidentes são feitas num contexto matematicamente menos preciso que o estatístico. Dos três, o método estatístico é o que produz resultados mais confiáveis, o que justifica sua adoção pelos países com maior tradição de pesquisa e que possuem disponibilidade de recursos humanos e financeiros. Os métodos numéricos são mais adequados à realidade brasileira, devido às limitações de recursos humanos e financeiros (MT, 2002).

2.3.3 Investigação dos fatores contribuintes dos acidentes de trânsito

O objetivo da investigação dos fatores que contribuíram para a ocorrência dos acidentes é o de conhecer as causas para a caracterização das medidas a serem implementadas.

Primeiramente, deve-se identificar o tipo de acidente ocorrido e, posteriormente, deve-se identificar qual fator ou combinação de fatores que contribuíram para a ocorrência do acidente (fator humano, via e veículo).

"Quando é possível identificar a predominância de um determinado fator, admitindo-se que sem sua manifestação o acidente não teria possibilidade de ocorrer, a este fator denomina-se causa determinante" (MT, 2002).

No Manual desenvolvido pelo MT (2002) são apontados alguns passos a serem seguidos para a identificação dos fatores contribuintes:

> a) análise do BO, RO e outros documentos disponíveis para construção de um quadro com a caracterização básica de todas as ocorrências sob investigação;
>
> b) montagem do diagrama de acidentes com a representação gráfica de todas as ocorrências identificadas no item a);
>
> c) construção do diagrama de condições do local com indicação de todos os elementos geométricos ou físicos presentes na área em estudo que, de alguma forma, possam interferir em sua condição operativa;

> d) consulta à comunidade que habita ou trabalha no local;
>
> e) entrevista com as partes envolvidas nos acidentes;
>
> f) investigação das condições ***in loco*** (MT, 2002, p. 31-32).

2.3.4 Tratamento do local crítico

De acordo com MT (2002), a etapa de tratamento do local crítico é constituída das seguintes atividades:

- Desenvolvimento de projetos conceituais;
- Seleção de projetos que devem receber atenção especial;
- Desenvolvimento e implementação dos projetos executivos;
- Avaliação econômica; e
- Monitoramento dos projetos implantados.

Na Figura 6 são apresentadas algumas medidas de engenharia para certos tipos de acidentes e causas prováveis, com o intuito de subsidiar a identificação de medidas corretivas para problemas detectados nos locais críticos. No Anexo estão apresentadas outras causas prováveis associadas aos tipos de acidentes.

Figura 6 – Tipos de acidentes, causas prováveis e medidas corretivas

Tipos de Acidentes	Causas Prováveis	Medidas Corretivas
•Colisão Lateral •Colisão Transversal	**Estacionamentos paralelos**, perpendiculares e/ou oblíquos ao longo das vias de tráfego, principalmente aqueles localizados no lado esquerdo e próximo às interseções, prejudicam a visibilidade dos condutores de veículos nos procedimentos de manobra.	-Eliminação de vagas de estacionamento localizadas próximo às interseções, por intermédio do alargamento das calçadas nas esquinas ou pela pintura de zebrados; -Redução da velocidade de tráfego na via; e -Reforço da sinalização horizontal e vertical.
	Desalinhamento na geometria horizontal da via ou interseção gera conflitos entre fluxos do mesmo sentido e/ou mudança brusca de direção, em função da existência de meios-fios ou ilhas incompatíveis ao alinhamento horizontal.	-Adequação do layout da interseção ou trecho, dentro dos padrões técnicos de geometria horizontal, buscando o alinhamento adequado aos fluxos de tráfego; -Implantação de canalizações por intermédio da pintura de faixas de tráfego e de balizamento com tachões refletivos para visualização à noite; e -Pintura de zebrados junto aos vértices das ilhas de refúgio e canalizações com tachões refletivos.
	Sinalizações horizontal e vertical precárias ou inexistentes provocam falta de orientação e/ou informações confusas aos condutores de veículos e, geralmente, ocasionam conflitos entre os movimentos contínuos e de conversões nas interseções.	-Implantação de sinalização horizontal e vertical segundo os padrões técnicos recomendados, com a utilização de tinta e tachões refletivos para visualização noturna. -Pintura de setas de direção no pavimento, próximas às interseções ou trechos onde a orientação para os movimentos de tráfego encontra-se confusa.

Fonte: MT (2002).

Preliminarmente, os acidentes de trânsito decorrem do comportamento dos usuários do sistema viário, das condições operativas dos veículos, do estado da via e do meio ambiente ou de uma combinação desses fatores. Por conseguinte, as estratégias de tratamento de locais críticos, na maioria das vezes, exigem uma abordagem multidisciplinar.

Por outro lado, experiências nacionais e internacionais comprovam que parcela significativa dos acidentes de trânsito tem como fator contribuinte relevante aspectos relacionados diretamente às deficiências das vias. Tais aspectos referem-se: à geometria, à sinalização e/ou condições físicas, todas passíveis de intervenção. Outra parcela, ainda maior que a primeira, tem como fator importante o comportamento inadequado de motoristas e/ou pedestres, sendo esse comportamento estimulado justamente pelas deficiências referidas.

Ademais, a correção das deficiências da via quase sempre é possível com medidas de engenharia de baixo custo e que, geralmente, proporcionam resultados surpreendentes em termos de redução substancial do número e da severidade dos acidentes.

2.4 Influência das Características Viária na Ocorrência de Acidentes

Ferraz *et al.* (2012) colocam que as características das vias exercem uma grande influência na acidentalidade viária e esta é a razão pela qual devem ser estabelecidos padrões apropriados para o projeto viário. Atenção especial deve ser dada às interseções, pois é nelas que ocorre uma grande parte dos acidentes.

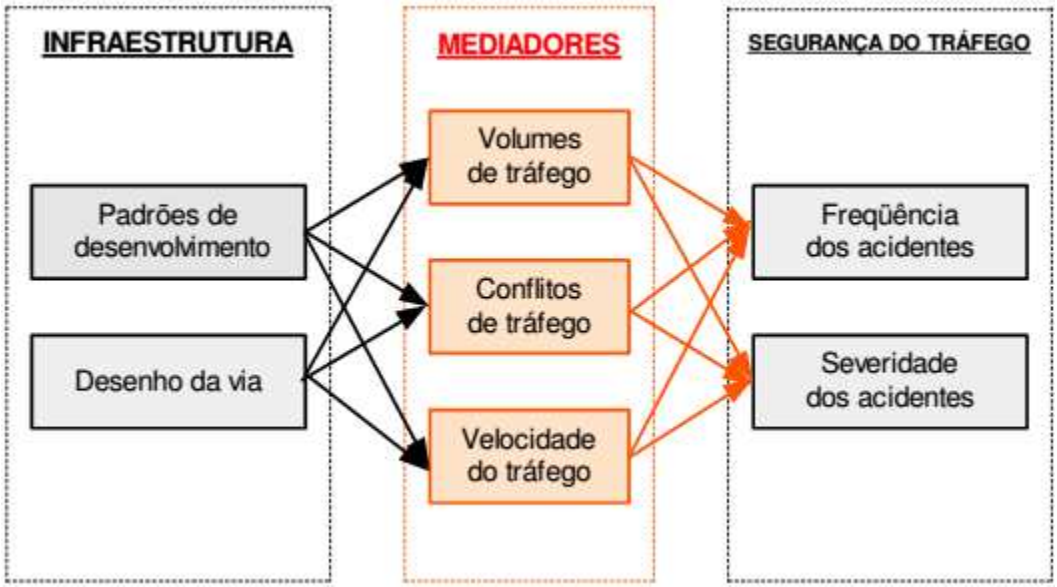
Portanto, deve ficar claramente definida a trajetória a ser seguida mediante sinalização horizontal, definir claramente a prioridade na passagem com sinalização vertical e horizontal apropriada, diminuir a área de conflito, melhorar a visibilidade, proporcionar ângulos de entrada que facilitem a visão dos veículos das outras vias, implantar faixas de aceleração/desaceleração onde necessárias, utilizar semáforos ou viaduto (cruzamento em desnível) quando o tráfego é intenso, induzir a redução da velocidade nas aproximações, e sinalizar antecipadamente a existência da interseção (FERRAZ *et al.*, 2012).

Nodari (2003) comenta que as características das vias afetam suas condições de segurança de diversas formas e influencia: a habilidade do motorista em manter o controle do veículo e identificar situações e características perigosas; a existência de oportunidades de conflitos, tanto em relação à quantidade quanto ao tipo; o comportamento e a atenção dos motoristas.

Sampedro Tamayo (2010) cita que a combinação dos diferentes fatores da via deve proporcionar aos usuários do sistema de tráfego a interação e a utilização da infraestrutura de forma clara, simples e segura permitindo, ainda, a correção ou redução das consequências de eventuais erros cometidos pelos usuários.

A relação entre infraestrutura viária e segurança do tráfego pode ser representada por um esquema como o mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Representação esquemática da relação infraestrutura – segurança do tráfego



Fonte: Sampedro Tamayo (2010).

Dessa forma, como pode ser analisado na Figura 7, a infraestrutura afeta a segurança do tráfego por meio de elementos mediadores associados ao volume e à velocidade do tráfego. Os modelos ou padrões de desenvolvimento influenciam a segurança mediante os volumes de tráfego que geram e, ainda, por meio das velocidades estabelecidas ou favorecidas por eles (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

O desenho da via impacta a segurança por meio das velocidades permitidas e, ainda, mediante os volumes de tráfego. Por sua vez, os volumes de tráfego são determinantes na frequência de acidentes, enquanto a velocidade do tráfego influencia de maneira decisiva na severidade dos acidentes (EWING e DUMBAUGH 2009).

A seguir é apresentada uma revisão das características físicas e operacionais da via que exercem influência sobre a segurança do tráfego.

2.4.1 Largura de faixa

Nas vias urbanas, o efeito da largura da faixa sobre a segurança parece estar mais relacionado com o volume de veículos devido aos quase sempre elevados volumes de tráfego e às baixas velocidades de circulação que geralmente são permitidas. Neste ambiente, o fator largura de faixa também pode influenciar na fluidez e na operação geral do trânsito (SAMPEDRO TAMAYO, 2010). Entretanto, o alargamento da faixa pode levar a um aumento da

velocidade de circulação dos veículos, resultando num possível reforço de outros problemas de segurança. Estima-se, ainda, que as faixas mais largas comprometem a segurança nas travessias para pedestres (GAO, 2003).

Ferraz *et al.* (2012) citam que o aumento da largura de faixas de tráfego estreitas em vias urbanas para padrões adequados pode fazer com que ocorra, em média, um aumento de 14% dos acidentes com vítimas. A explicação para isto é que a maior largura aumenta o tempo de travessia de pedestres e veículos nas interseções superando, assim, o benefício da redução do risco de colisão.

2.4.2 Canteiro central

Canteiro central é a separação física entre pistas de sentidos de tráfego opostos o qual provê uma área de recuperação para veículos desgovernados. Ele também serve para separar o tráfego de sentidos opostos, minimizando suas interações e a probabilidade de acidentes catastróficos. Os canteiros podem ser de três tipos: largos sem barreiras físicas; estreitos com barreiras físicas ou de concreto; e estreitos sem barreiras físicas (GAO, 2003).

O efeito positivo do canteiro central é considerável para a segurança dos pedestres, ao oferecer-lhes uma área de refúgio durante as travessias da via, e na redução do ofuscamento dos motoristas pelos faróis dos veículos que circulam em sentido oposto no período noturno. Os fatores relacionados ao canteiro central que maior influência exercem na segurança da circulação são a existência ou não dele, a sua largura e a presença de barreiras metálicas ou de concreto.

Em vias urbanas com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas demarcadas no pavimento, a implantação de divisão central física (por exemplo, mureta resistente) é prevista conduzir a uma redução de, em média, 19% dos acidentes. Já a implantação de canteiro central mediante a colocação de guias, com largura acima de 1 m para servir como refúgio para os pedestres cruzarem a via em duas etapas é prevista uma redução estimada de 20% dos acidentes (FERRAZ *et al.*, 2012).

2.4.3 Pavimento

A segurança e conforto dos usuários são afetados, também, pelas condições estruturais e da superfície do pavimento. O pavimento deve manter condições técnicas adequadas durante todo o período de tempo para o qual foi projetado.

Particularmente em países em desenvolvimento as deficiências do estado técnico do pavimento constituem uma das maiores fontes de riscos. É frequente a presença de buracos, ondulações, desníveis, desagregação e perda do revestimento e fissuras, que têm como causas a ação conjunta da água da chuva e do tráfego dos veículos, sobretudo o tráfego de veículos pesados com cargas superiores às permitidas, unido a sérias deficiências na manutenção (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

A presença de buracos e ondulações na pista podem fazer com que o motorista realize manobras bruscas. Pode ocorrer, também, a perda do controle da condução ou ruptura de alguns dos componentes do veículo, levando a acidentes de grande severidade.

O recapeamento é uma medida que recupera a estrutura do pavimento e melhora a qualidade da viagem, uma vez que reduz ou elimina defeitos, como ondulações e buracos. Para Ferraz *et al.* (2012) o conserto destes defeitos pode conduzir, em média, a um aumento de 10% dos acidentes com vítimas. Ferraz *et al.* (2012) colocam que este aumento ocorre, pois:

> Com a melhoria da superfície de rolamento, os condutores passam a utilizar velocidades maiores e prestar menos atenção ao ato de dirigir, pois não necessitam desviar dos buracos maiores, o que leva quase que sempre a um aumento do número de acidentes, com o benefício do conserto ficando restrito à melhoria da mobilidade (maior velocidade) e conforto (rodar mais suave) (FERRAZ *et al.*, 2012, p. 226).

A situação da superfície do pavimento também influencia na ocorrência de acidentes. Nodari (2003) cita que a superfície da via deve oferecer um nível de fricção entre o pavimento e os pneus suficiente para permitir que o veículo se desloque e faça as manobras necessárias de forma segura. Quando os níveis de fricção entre o pavimento e o pneu são insuficientes, podem resultar em acidentes por derrapagem, uma vez que influenciam significativamente a dirigibilidade e a capacidade de frenagem do veículo. A derrapagem é um fator contribuinte presente em muitos acidentes, especialmente em interseções com pavimento molhado.

Ferraz *et al.* (2012) colocam que o aumento da rugosidade de pavimentos, mediante o recapeamento com mistura asfáltica adequada, pode conduzir a uma redução de, em média, 7% dos acidentes, pois, o maior atrito entre os pneus e o pavimento reduz a distância de frenagem e a distância para desviar de obstáculos girando o volante, o que contribui para reduzir os acidentes, principalmente quando a pista está molhada.

2.4.4 Sinalização

Na concepção e na implantação da sinalização de trânsito deve-se ter como princípio básico as condições de percepção dos usuários da via, garantindo a real eficácia dos sinais. Para isso, é preciso assegurar à sinalização os princípios: de legalidade, de acordo com o que é previsto no CTB; de suficiência, permitindo fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade; de padronização, seguindo um padrão legalmente estabelecido, em que situações iguais devem ser sinalizadas com os mesmos critérios; de clareza, transmitindo mensagens objetivas de fácil compreensão; de precisão e confiabilidade, ser precisa e confiável, correspondendo à situação existente e ter credibilidade; de visibilidade e legibilidade, ser vista à distância necessária e ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão; e, de manutenção e conservação, estar permanentemente limpa, conservada, fixada e visível (BRASIL, 1997).

A Lei n° 9503 (Brasil, 1997) classifica os sinais de trânsito em: verticais; horizontais; dispositivos de sinalização auxiliar; luminosos; sonoros e gestos de agente de trânsito e condutor.

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, por meio de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos (BRASIL, 1997).

A sinalização vertical é classificada de acordo com sua função: de regulamentação, que tem por finalidade informar aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias; de advertência, que tem por finalidade alertar os usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza; e de indicação, que tem por finalidade identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos quanto

aos percursos, os destinos, as distâncias e os serviços auxiliares podendo, também, ter como função a educação do usuário (BRASIL, 1997).

A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias. Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação. Em casos específicos, tem poder de regulamentação (BRASIL, 1997).

A sinalização sobre o pavimento é muito conveniente para ordenar e orientar a circulação, fazendo com que o conforto e a segurança do tráfego aumentem notavelmente, sobretudo em horário noturno. Também são muito úteis quando usadas para retificar temporariamente problemas operacionais e de segurança associados ao desenho geométrico da via. Contudo, a maior vantagem parece ser o fato de que cumprem sua função de orientar e advertir ao motorista sem a necessidade de que este distraia sua atenção da pista (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

Com a marcação de linhas de borda da pista e linhas de divisão de faixas prevê-se uma redução de, em média, 45% dos acidentes com vítimas (FERRAZ *et al.,* 2012).

Quando ocorre a falta de sinalização ou, ainda, a utilização inadequada dela, os usuários do sistema viário podem cometer erros ou manter comportamentos incompatíveis com o ambiente viário podendo ocasionar acidentes de grande severidade.

Nodari (2003) apresenta quatro princípios básicos para a utilização de placas de sinalização:

- Localizar as placas com antecedência suficiente do ponto de tomada de decisão;
- Prover tempo de resposta apropriado;
- Prover informação redundante, e
- Evitar áreas em que a atenção do motorista seja muito solicitada.

Ferraz *et al.* (2012) apresentam modificações na sinalização viária que provocam alterações nos números de acidentes:

- O sinal de "PARE" colocado em cruzamentos originariamente sem sinalização pode conduzir a uma redução de, em média, 35% dos acidentes com vítimas;

- O sinal de "PARE" colocado em cruzamentos originariamente com sinal de "Dê a preferência" pode conduzir a uma redução de, em média, 28% dos acidentes com vítimas. Ferraz *et al.* (2012) colocam que, no Brasil, os condutores interpretam o sinal de "PARE" como se fosse um sinal de "Dê a preferência", isto é, somente param se houver um veículo próximo na via preferencial. Sendo assim, os autores destacam que o benefício do emprego do sinal "PARE" no país se deve ao fato de que a mensagem é mais forte e mais clara.

Ferraz *et al.* (2012), ainda, apontam as alterações em números de acidentes por meio da correção de sinalização (vertical e horizontal) incorreta, podendo provocar uma redução de, em média, 15% dos acidentes com vítimas.

> O conceito de sinalização incorreta está associado aos seguintes principais problemas: falta de sinais, excesso de sinais, uso equivocado de sinais, erro no posicionamento do sinal prejudicando a visibilidade, sinal colocado fora do lugar correto confundindo os usuários, falta de correspondência entre a sinalização vertical e horizontal, sinais sem retrorrefletância adequada comprometendo a visibilidade noturna, sinalização com visibilidade prejudicada por falta de manutenção etc. (FERRAZ *et al.*, 2012, p. 233).

2.4.5 Iluminação

Quando a iluminação de uma via é deficiente, a melhoria da mesma poderá provocar uma redução de, em média, 13% dos acidentes com vítimas. Em túneis, a iluminação adequada pode conduzir a uma redução de, em média, 35% dos acidentes com vítimas (FERRAZ *et al.*, 2012).

Nos ambientes urbanos é mais notável o efeito da falta de iluminação, ou mesmo da iluminação insuficiente. Nos locais e nas vias carentes de luminárias se reduzem muito a visibilidade e a capacidade dos motoristas de enxergar e identificar com precisão os objetos. Nestas condições os pedestres são particularmente vulneráveis (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

2.4.6 Dispositivos de proteção para pedestres

Os pedestres são os usuários mais vulneráveis do sistema de tráfego e é a travessia da via o local mais crítico devido a que os pedestres interagem de forma mais direta com os veículos motorizados. Ferraz *et al.* (2012) apontam relação entre algumas modificações feitas para proteção dos pedestres e o número de acidentes;

- Implantando faixa de travessia de pedestres em um local sem semáforo e sem sinal de parada obrigatória pode-se conduzir a um aumento de, em média, 44% dos acidentes que têm os pedestres como vítimas. Os autores apontam que o aumento no número de acidentes se deve ao fato de os pedestres se sentirem mais seguros ao atravessarem nas faixas, mas, por outro lado, grande parte dos condutores de veículos não respeitam a preferência dos pedestres nas faixas e, portanto, não diminuem a velocidade para ceder o direito de passagem aos pedestres;

- A implantação de faixas elevadas para travessia de pedestres pode conduzir a uma redução de, em média, 65% dos acidentes com vítimas, pois nesse caso a faixa elevada obriga os condutores a reduzir a velocidade, levando à diminuição dos acidentes;

- O emprego da ilha no centro das vias de duplo sentido na faixa de travessia de pedestres é previsto conduzir a uma redução de, em média, 43% dos acidentes com pedestres como vítimas;

- A implantação de gradis em locais onde é inapropriado a travessia de pedestres, conduzindo-os a atravessar nas faixas, pode-se provocar uma redução de, em média, 29% de acidentes que têm pedestres como vítimas;

- O controle da travessia de pedestres em frente às escolas, por pessoas uniformizadas e treinadas, pode conduzir à redução de, em média, 35% dos acidentes com pedestres como vítimas.

2.4.7 Semáforos

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária que se compõe de indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema elétrico/eletrônico, cuja função é controlar os deslocamentos de pedestres e veículos (BRASIL, 1997).

A visibilidade dos semáforos, o tempo dos ciclos e a sincronização operacional, no caso de semáforos em série, constituem os fatores que maior influência exerce na segurança viária (GAO, 2003).

Ferraz *et al.* (2012) apresentam os efeitos no número de acidentes, que a implantação ou modificação na sinalização semafórica pode ocasionar:

- A implantação de semáforo em cruzamentos de três aproximações, onde anteriormente tinha-se sinal de parada obrigatória, pode conduzir a uma redução de 15%, em média, de acidentes com vítimas, e outros 15% de acidentes sem vítimas;
- Em cruzamentos com quatro aproximações, que antes tinham somente sinal de parada obrigatória, a implantação de semáforo pode ocasionar uma redução de, em média, 30% de acidentes com vítimas e 35% dos acidentes sem vítimas;
- A colocação de semáforo para pedestres no meio de quadra, onde anteriormente existia apenas faixa de pedestre, é previsto ocorrer uma diminuição de, em média, 27% de acidentes com pedestres como vítimas;
- A implantação, em um semáforo, de fase exclusiva para travessia de pedestres poderá conduzir a uma redução de, em média, 30% de acidentes com pedestres como vítimas e 18% de acidentes com ocupantes de veículos como vítimas;
- A introdução de vermelho total com duração entre 2 e 3 segundos, ou aumento da duração de 1 para 2-3 segundos, é prevista conduzir a uma redução de, aproximadamente, 55% em todos os acidentes;
- A implantação de fase exclusiva para conversão à esquerda, em locais que são permitidos essa manobra, mas não protegida, pode ocasionar redução de, em média, 58% de todos os acidentes que envolvem conversão à esquerda;
- Melhorar as condições de visibilidade dos grupos focais pode conduzir a uma redução, em média, de 40% de todos os acidentes. Ferraz *et al.* (2012) apontam

algumas medidas que podem melhorar as condições de visibilidade: retirada de elementos físicos que prejudicam a visão dos grupos focais, mudança da posição do grupo focal para uma posição mais visível, utilização de focos com maior tamanho, utilização de anteparos atrás dos focos etc.

- A correção de problemas que estão associados à duração ou à ordem das fases de um semáforo pode conduzir a uma redução de, em média, 55% dos acidentes com vítimas;

- A substituição de semáforos de controle de tempo fixo por semáforos com controle atuado pelo tráfego podem provocar uma redução de, em média, 25% dos acidentes;

- A coordenação da operação de semáforos próximos com sistema de onda verde é prevista conduzir a uma redução de, em média, 19% dos acidentes com vítimas e 23% dos acidentes sem vítimas;

- O emprego de amarelo piscante quando o tráfego de veículos é pequeno, principalmente durante a madrugada, pode levar a um aumento de, em média, 55% de acidentes com vítimas no amarelo piscante.

2.4.8 Estacionamento

Sampedro Tamayo (2006) aponta que o estacionamento em vias públicas afeta a segurança da circulação, principalmente sob três pontos de vista: nas manobras de entrada e saída dos veículos estacionados, na visibilidade e na circulação dos pedestres.

As manobras para entrar ou sair das áreas de estacionamento acrescentam constantemente riscos de colisões com os veículos que se movimentam pela via, o que se agrava nas vias com maiores volumes de tráfego. A redução da visibilidade é considerável nos casos em que os veículos estacionam nas proximidades das interseções, violando a distância livre requerida para assegurar, tanto a visibilidade, quanto as manobras de conversão dos veículos. Com muita frequência, ainda, a falta de espaço faz com que os veículos estacionem sobre a calçada, atrapalhando ou até interrompendo a circulação segura dos pedestres. Nestes casos, os pedestres são obrigados a se movimentarem sobre a pista, aumentando o risco de ocorrência de atropelamentos (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

Ferraz *et al.* (2012) apresentam as alterações no número de acidentes que as ações envolvendo estacionamento podem ocasionar, que são:

- Eliminar estacionamento dos dois lados da via pode conduzir a uma redução de, em média, 20% dos acidentes com vítimas e 27% dos acidentes sem vítimas, a redução se deve ao aumento da visibilidade, tanto para condutores de veículos quanto para pedestres, e da eliminação das manobras para estacionar e retornar ao tráfego;
- A mudança de estacionamento diagonal (em ângulo) para estacionamento paralelo à guia pode conduzir a uma redução de 63% de acidentes nas manobras para estacionamento e de 35% de todos os acidentes.

2.4.9 Acessos

Pontos de acesso são os locais onde os veículos entram na via, como, por exemplo, as interseções com outras vias, as aberturas no canteiro central, as entradas e as saídas públicas e residenciais (SAMPEDRO TAMAYO, 2010).

Como colocado por NCHRP (2007) os elementos dos acessos que mais afetam a segurança viária são: o nível geral de controle de acesso, a densidade de acessos, sua proximidade das interseções e o volume de veículos que os utilizam.

Ferraz *et al.* (2012) apontam a relação entre o número de acessos em vias urbanas expressas e a ocorrência de acidentes, considerando que:

- A redução de 15 para 6 acessos por quilômetro pode conduzir a uma redução de, em média, 31% dos acidentes com vítimas;
- A redução de 6 para 3 acessos por quilômetro é prevista conduzir a uma redução de, em média, 25% dos acidentes com vítimas.

2.4.10 Velocidade

A relação entre velocidade e segurança pode ser abordada por três aspectos. O primeiro aspecto considera que a capacidade do indivíduo para perceber e processar informação sobre situações perigosas diminui quanto maior é a velocidade de circulação. O segundo aspecto

assume que a probabilidade de um motorista se envolver em um acidente é função da diferença entre sua velocidade individual e a velocidade dos outros motoristas. O terceiro aspecto trata da relação entre o risco real e o risco que é percebido pelo motorista e considera que, na maioria das circunstâncias, os motoristas que aumentam a velocidade não necessariamente aumentam o risco de seu envolvimento em acidente, o que aumenta o risco é o condutor dirigir a uma velocidade inadequada para as condições da via e do ambiente e não perceber esse risco (TRB, 1998).

O aumento da velocidade de circulação implica em um aumento na severidade dos acidentes. A magnitude do impacto está diretamente relacionada com a energia cinética liberada pelo veículo, que por sua vez depende da velocidade à qual vinha trafegando (NCHRP, 2007).

Ferraz *et al.* (2012) apresentam a influência da redução do limite legal da velocidade na ocorrência de acidentes:

- Redução de 60 para 40 km/h e de 50 para 30 km/h conduz a uma redução de, em média, 67% dos acidentes com vítimas;
- Redução de 70 para 60 km/h e de 60 para 50 km/h provoca uma redução de, em média, 23% de acidentes com vítimas fatais, 9% de acidentes com vítimas e 9% de todos os acidentes;
- Redução de 90 para 70 km/h e de 80 para 60 km/h conduz à redução de, em média, 43% de acidentes com vítimas fatais, 23% de acidentes com vítimas, 6% de acidentes sem vítimas e 24% de todos os acidentes;
- Redução de 100 para 80 km/h conduz à redução de 29% de acidentes com vítimas fatais, 14% de acidentes com vítimas, 6% de acidentes sem vítimas e 12% de todos os acidentes.

Neste capítulo foi feita uma revisão da bibliografia consultada sobre: acidentes de trânsito, abordando definições, os tipos de acidentes e os fatores contribuintes; exposição ao risco de acidentes; a identificação e tratamento de locais críticos, abordando a metodologia brasileira; e a influência das características viárias na ocorrência dos acidentes de trânsito. No próximo capítulo será abordada a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

CAPÍTULO 3

O CASO DE UBERLÂNDIA, MG

3 O CASO DE UBERLÂNDIA, MG

Neste capítulo são descritas as características do município de Uberlândia, o qual é objeto de estudo deste trabalho.

3.1 O Município de Uberlândia

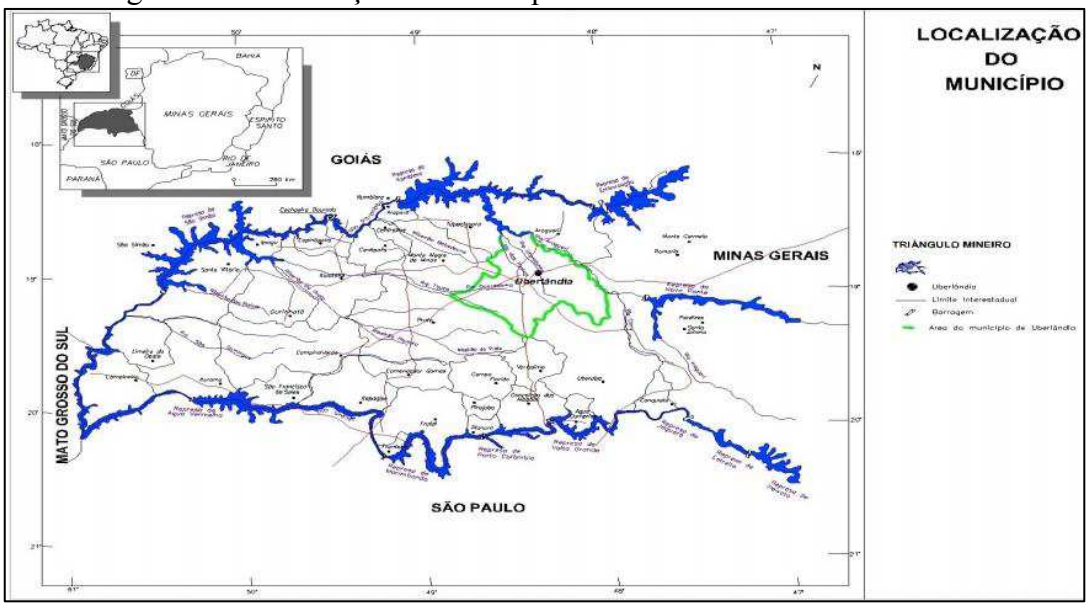
Uberlândia encontra-se localizada na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil, a 18°55'23" de latitude sul e 48°17'19" de longitude oeste.

O município possui área de 4.115 km^2, sendo a área urbana de 219 km^2 e tem como municípios limítrofes: Araguari, Indianópolis, Monte Alegre de Minas, Prata, Tupaciguara, Uberaba e Veríssimo (IBGE, 2015).

O desenvolvimento urbano da cidade está diretamente ligado a uma posição geográfica estratégica no centro do país. A malha rodoferroviária e o Terminal Intermodal de Cargas ligam a cidade aos principais mercados internos, ao Mercosul e ao mundo. Uberlândia constitui-se num importante entroncamento rodoferroviário, que facilita a comunicação com os principais centros urbanos das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Passam pela área urbana a Ferrovia Centro Atlântica e as seguintes rodovias que interceptam o município: BR-050, BR-365, BR-452, BR-497. A sede do município dista a 556 km de Belo Horizonte, 590 km de São Paulo, 435 km de Brasília, 360 km de Goiânia e 979 km do Rio de Janeiro (Figura 8).

Figura 8 – Localização do município de Uberlândia em Minas Gerais



Fonte: Plano Diretor de Transporte e Mobilidade (2010).

O município possui uma população de 662.362 habitantes (IBGE/Estimativa da população em 2015). Atualmente é o 2º município mais populoso do estado de Minas Gerais, possui a maior população do interior do estado, sendo a segunda maior do interior do Brasil. Encontra-se na 28ª posição entre os municípios mais populosos do país, com uma taxa de crescimento populacional de 3,31% ao ano.

Na Tabela 3 é apresentada a frota veicular para a cidade de Uberlândia, estimada para o mês de outubro do ano de 2015.

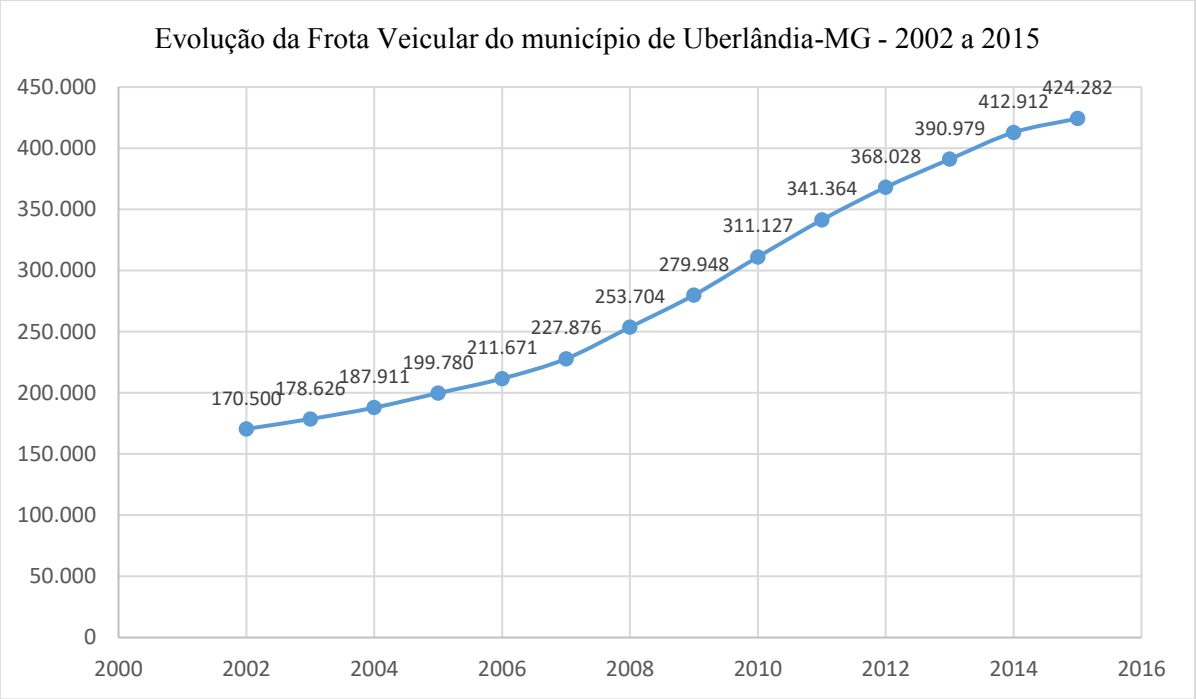
Tabela 3 – Frota veicular do município de Uberlândia em outubro de 2015

Frota: automóvel, caminhão, motocicleta, ônibus e outros	**Quantidades**	**% Participação**
Automóvel = Automóvel+Caminhonete+Camioneta+Utilitário	274.030	64,59%
Caminhão = Caminhão+Caminhão trator+Reboque+Semi-reboque	35.847	8,45%
Motocicleta = Ciclomotor+Motocicleta+Motoneta+Side-car+triciclo	111.096	26,18%
Ônibus = Ônibus+Micro-ônibus	2.874	0,68%
Outros = Outros+Trator rodas	435	0,10%
TOTAL	424.282	100,00%

Fonte: DENATRAN (2015).

No Gráfico 1 é apresentada a evolução da frota veicular entre os anos de 2002 a 2015.

Gráfico 1 – Evolução da Frota Veicular – 2002 a 2015

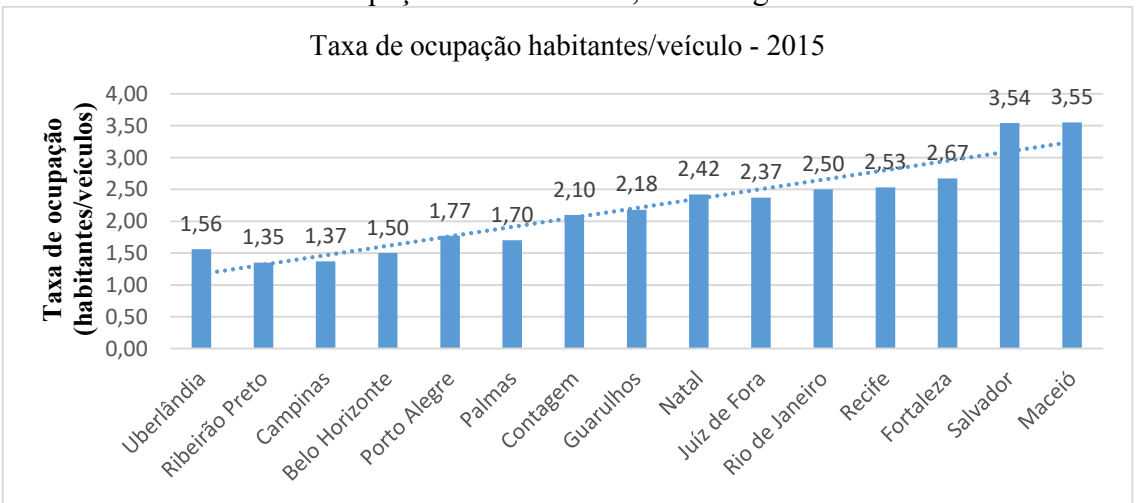


Fonte: DENATRAN (2015) e SETTRAN (2015a)

Com a estimativa de população do IBGE para o ano de 2015, e a frota veicular estimada no mês de outubro daquele ano, obtém-se uma taxa de motorização de 0,64 veículo/habitante e uma taxa de ocupação de 1,56 habitante/veículo.

No Gráfico 2 é apresentada a taxa de ocupação de Uberlândia e de algumas cidades brasileiras, com dados do ano de 2015.

Gráfico 2 – Taxa de ocupação de Uberlândia, MG e algumas cidades brasileiras



Fonte: SETTRAN (2015).

Verifica-se que o município de Uberlândia apresenta taxa de ocupação inferior ao de cidades do estado de Minas Gerais com número semelhante de habitantes, como Contagem e Juiz de Fora, o que comprova o elevado número de veículos registrados no município.

3.2 Rede Viária Urbana

A estruturação básica do sistema viário é em formato de grelha, em que a região central funciona como articuladora da expansão urbana através de eixos estruturais, como as Avenidas Getúlio Vargas e Rondon Pacheco, que são importantes vias arteriais de contorno que foram implantadas sobre córregos; e as Avenidas João Naves de Ávila e Monsenhor Eduardo, implantadas na área remanescente de um ramal ferroviário desativado.

A Lei Municipal Complementar nº 374/04, de forma integrada com a Legislação de Parcelamento e Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo e com o Sistema Integrado de Transporte, regulamenta a hierarquização do sistema viário.

No Capítulo III da Lei nº 10.686 é estabelecida a hierarquização das vias do sistema viário urbano e rural, conforme transcrita:

> Art. 6º A hierarquia viária é estabelecida em função da capacidade de tráfego, da integração com a mobilidade e malha urbanas e da compatibilidade com os usos estabelecidos pela Lei de Parcelamento e Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo do Município de Uberlândia.
> Art. 7º O Sistema Viário do Município divide-se em urbano e rural, estruturados de acordo com a seguinte hierarquia viária:
> I – Sistema Viário Urbano:
> a) Rodovias, Anel Viário e Ferrovias;
> b) Via Estrutural;
> c) Via Arterial;
> d) Via de Transposição;
> e) Via Coletora;
> f) Via Local;
> g) Via Marginal;
> h) Ciclovia ou Ciclofaixa;
> i) Via de Pedestre;
> j) Via de Serviço;
> k) Rotas Urbanas de Carga (RUC);
> II – Sistema Viário Rural:

a) Rodovias Federal, Estadual e Municipal;

b) Anel Viário;

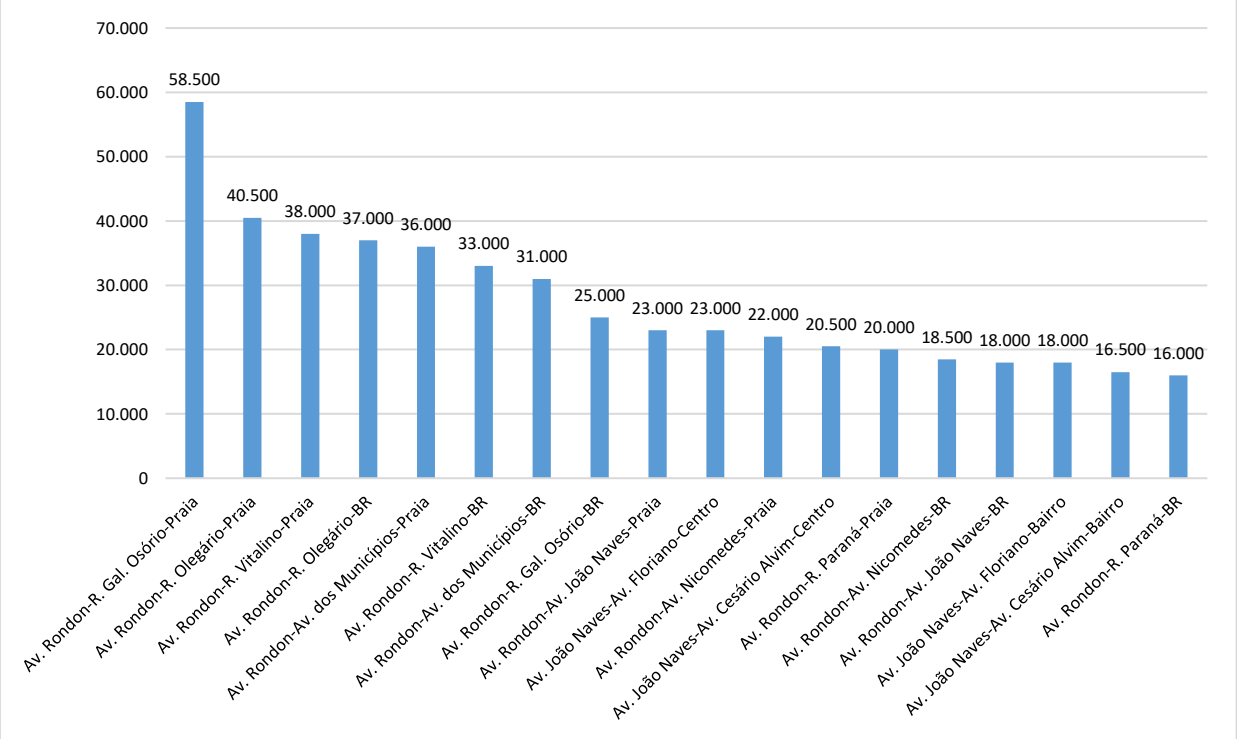
c) Ferrovias;

d) Estrada Alimentadora ou Vicinal;

e) Estrada de Penetração ou Corredor.

No Gráfico 3 são apresentados os Volumes Médio Diário (VMD) veiculares, em dias úteis, nas principais vias da cidade, destacando-se alguns cruzamentos e o sentido de deslocamento do tráfego.

Gráfico 3 – Volume médio diário veicular nos dias úteis nos principais cruzamentos da cidade de Uberlândia no ano de 2014



Fonte: SETTRAN (2015).

Verifica-se, no Gráfico 3, que a Av. Rondon Pacheco apresenta o maior volume veicular e é uma via que interliga o Setor Sul, universidades e a Área Central da cidade.

No Plano Diretor de Transporte e Mobilidade (2010) já eram elevados os volumes veiculares apresentados para o ano de 2008, que já estavam sendo considerados para implementação de projetos, tais como: os viadutos da Av. Rondon Pacheco com Av. João Naves de Ávila e da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos; e, também, o projeto de alteração geométrica da Av. Rondon Pacheco, com ampliação do número de faixas para

veículos nos dois sentidos, para os deslocamentos não motorizados, ciclovia, e tratamento das calçadas, estas últimas consideradas prioridade aos deslocamentos não motorizados e à acessibilidade universal.

3.3 Cruzamentos Críticos

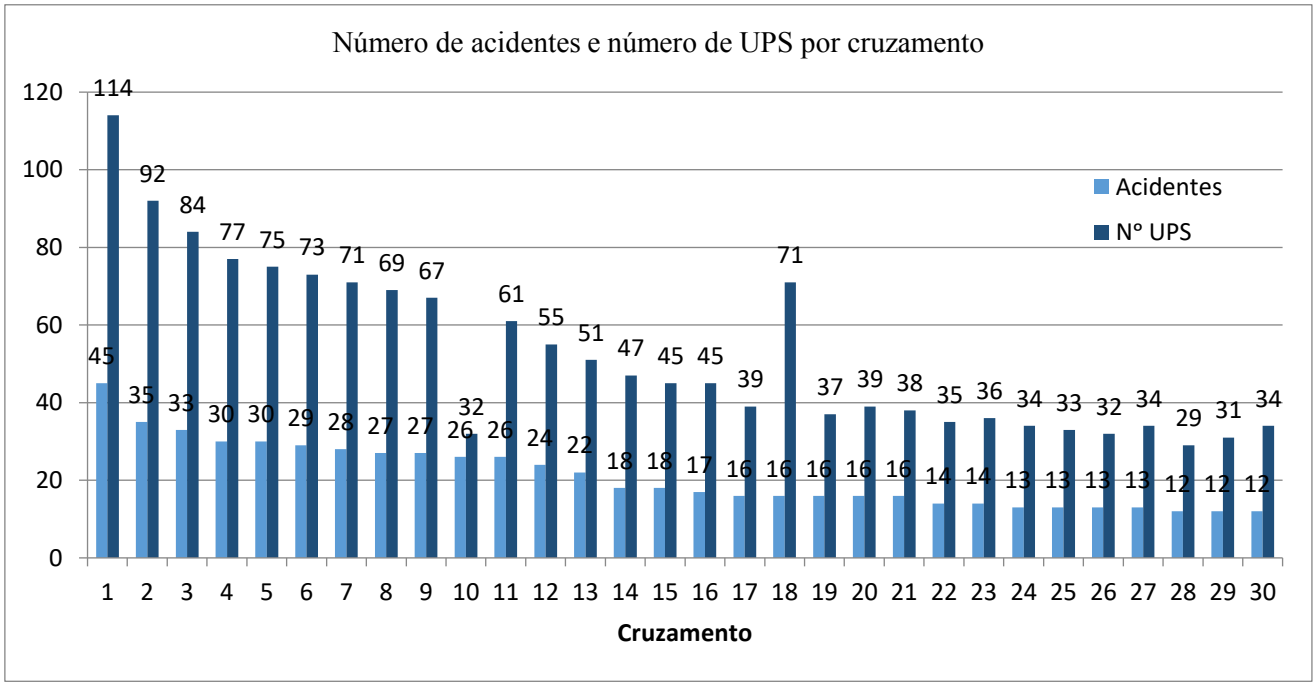
No documento obtido junto à SETTRAN (2015d) tem-se uma relação, entre os anos de 2004 a 2013 dos trinta cruzamentos principais da cidade de Uberlândia, que apresentaram o maior número de acidentes, com o número de UPS. Na Tabela 4 e no Gráfico 4 são apresentados esses cruzamentos, com a quantidade de acidentes para o ano de 2013. O número de UPS foi calculado pela SETTRAN.

Tabela 4 – Cruzamentos com o maior número de acidentes no ano de 2013

Ordem	Cruzamento	Acidentes	Nº UPS
1	Av. João Naves de Ávila com Av. Segismundo Pereira	45	114
2	Av. João Naves de Ávila com Av. Rondon Pacheco	35	92
3	Av. Rondon Pacheco com R. Olegário Maciel	33	84
4	Av. Com. Alexandrino Garcia com Av. Antônio Thomaz Ferreira de Rezende	30	77
5	Av. Nicomedes Alves dos Santos com Av. Dos Vinhedos	30	75
6	Av. João Naves de Ávila com Av. Cesário Alvim	29	73
7	Av. João Naves de Ávila com Av. Floriano Peixoto	28	71
8	Av. João Pinheiro com R. Ten. Virmondes	27	69
9	Av. Rondon Pacheco com Av. Dos Municípios	27	67
10	Av. Rondon Pacheco com Av. Vitalino Rezende do Carmo	26	32
11	Av. Rondon Pacheco com R. Niterói	26	61
12	Av. João Pinheiro com Av. João Pessoa	24	55
13	Av. Belo Horizonte com R. Pe. Pio	22	51
14	Av. Afonso Pena com R. Duque de Caxias	18	47
15	Av. Anselmo Alves dos Santos com Av. João Naves de Ávila	18	45
16	Av. João Pinheiro com R. Duque de Caxias	17	45
17	Av. Brasil com R. Roosevelt de Oliveira	16	39
18	Av. Floriano Peixoto com R. Duque de Caxias	16	71
19	Av. João Naves de Ávila com Av. Belarmino Cotta Pacheco	16	37
20	Av. João Pinheiro com R. Santos Dumont	16	39
21	Av. Rio Branco com R. Quintino Bocaiuva	16	38
22	Av. Floriano Peixoto com R. Ceará	14	35
23	Av. Rondon Pacheco com R. Porto Alegre	14	36
24	Av. Cipriano Del Fávero com Av. João Pessoa	13	34
25	Av. João Pinheiro com R. Olegário Maciel	13	33
26	Av. Rondon Pacheco com R. Paraná	13	32
27	R. do Carpinteiro com Av. da Secretária	13	34
28	Av. Cesário Alvim com R. Duque de Caxias	12	29
29	Av. Floriano Peixoto com R. Cruzeiro dos Peixotos	12	31
30	Av. João Naves de Ávila com R. São Francisco de Assis	12	34

Fonte: SETTRAN (2015d).

Gráfico 4 – Número de acidentes e número de UPS nos trinta cruzamentos críticos no ano de 2013



Fonte: SETTRAN (2015d).

Dentre os cruzamentos apresentados na Tabela 4 foram analisadas, neste trabalho, as interseções com a Av. Rondon Pacheco e com a Av. João Naves de Ávila, pois essas vias apresentaram os maiores volumes veiculares diários e passaram por mudanças significativas em sua estrutura.

Os cruzamentos analisados foram nove: (2) Av. João Naves de Ávila com Av. Rondon Pacheco; (1) Av. João Naves de Ávila com Av. Segismundo Pereira; (7) Av. João Naves de Ávila com Av. Floriano Peixoto; (19) Av. João Naves de Ávila com Av. Belarmino Cotta Pacheco; (6) Av. João Naves de Ávila com Av. Cesário Alvim; Av. Rondon Pacheco com Av. Nicomedes Alves dos Santos; (3) Av. Rondon Pacheco com Rua Olegário Maciel; (9) Av. Rondon Pacheco com Av. dos Municípios; e Av. Rondon Pacheco com Rua Augusto César.

Os cruzamentos da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César e com a Av. Nicomedes Alves dos Santos não constam na Tabela 4, porque no ano de 2013 não estavam na lista dos cruzamentos críticos da cidade. Porém, nos anos anteriores esses cruzamentos faziam parte da lista e, por isso, também foram estudados.

O período escolhido para análise foi de 2004 a 2013, pois há dados disponíveis para esse período e a partir deles será possível a análise dois anos antes das principais mudanças

ocorridas na Av. João Naves de Ávila (2006) e um ano após as principais mudanças na infraestrutura da Av. Rondon Pacheco (2012). Assim, foi possível a análise do cenário anterior e posterior às mudanças.

Neste capítulo foram apresentadas: as características físicas; dados populacionais; evolução da frota veicular; características da rede viária urbana; e os principais cruzamentos de Uberlândia com maior número de acidentes. No próximo capítulo serão apresentados alguns dados de acidentes obtidos e o resultado esperado ao final desta pesquisa.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE e RESULTADOS

4 ANÁLISE E RESULTADOS

As características físicas do sistema viário podem influenciar na redução ou aumento das ocorrências de acidentes de trânsito, juntamente com o comportamento dos usuários e dos veículos.

Neste trabalho foram feitas as análises de número e severidade de acidentes em cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia, com relação ao aumento e ou diminuição das ocorrências e as modificações realizadas na infraestrutura viária nos últimos anos. Para tanto, foram escolhidos os cruzamentos com as Avenida Rondon Pacheco e Avenida João Naves de Ávila, pois, além de apresentarem elevados volumes veiculares diários, passaram por mudanças significativas em sua infraestrutura.

4.1 Avenida João Naves de Ávila

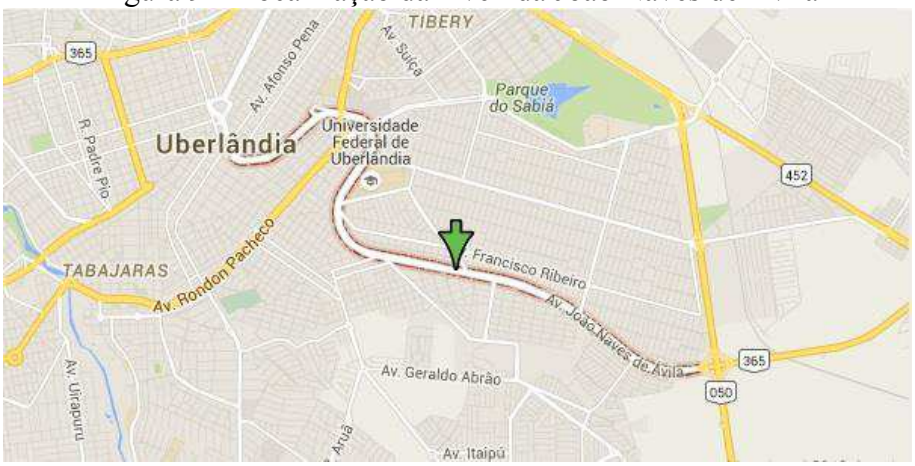
A Avenida João Naves de Ávila (Figura 9), uma das vias principais onde estão localizadas as interseções estudadas, definida pela Lei Complementar Municipal n°. 374, de 2004, como via estrutural, pois é a que dá suporte ao transporte coletivo urbano ao longo do eixo estrutural, sendo uma das principais do sistema viário.

Essa Avenida passou por mudanças significativas em sua infraestrutura no ano de 2006, quando foi entregue a obra do Corredor Estrutural Sudeste do Sistema Integrado de Transportes (SIT), hoje Sistema Integrado de Mobilidade (SIM). O corredor é composto por 13 Estações que interligam o Terminal Central ao Terminal Santa Luzia e o trajeto é de 7,5 km.

Com as estações houve uma melhoria significativa no trânsito, pois algumas medidas importantes foram tomadas, tais como a semaforização e sinalização dos principais cruzamentos e a preferência nesses cruzamentos aos veículos que trafegam pela Avenida

João Naves de Ávila. Esta última medida foi de suma importância, tendo em vista que nos anos anteriores à implantação do corredor o cruzamento teve o maior número de acidentes de trânsito da cidade. Vale ressaltar que nos primeiros 30 dias de 2006 a redução dos acidentes foi de 67%, em comparação com o mesmo período do ano anterior. Outro benefício foi a redução dos congestionamentos, obtida pela ordenação do fluxo dos ônibus em faixa preferencial e pela redução do tempo do ciclo semafórico, de 120 para 100 segundos (SETTRAN 2010).

Figura 9 – Localização da Avenida João Naves de Ávila

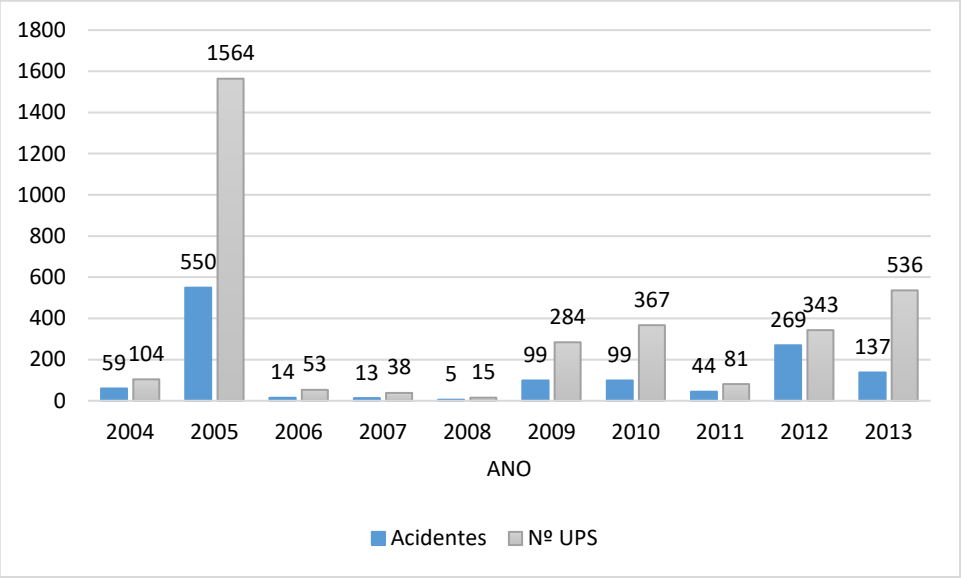


Fonte: Google Maps (2016).

A avenida contém 4 faixas: 1 faixa para estacionamento, 2 faixas de rolamento e 1 faixa exclusiva para ônibus, mas que pode ser utilizada por veículos particulares em alguns pontos onde há conversão à esquerda.

No que diz respeito à acidentalidade viária, no Gráfico 5 são mostrados os números de acidentes e de UPS dos acidentes ocorridos entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 5 – Números de acidentes e de UPS na Av. João Naves de Ávila entre os anos de 2004 a 2013



Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 5 verifica-se um pico no número de acidentes no ano de 2005, ano de obras na Avenida, para a implantação do Corredor Estrutural Sudeste. Portanto, a circulação e o trânsito ficaram comprometidos. Nesse ano também houve um aumento significativo na severidade dos acidentes.

No ano de 2006, ano em que foi inaugurado o Corredor Estrutural Sudeste, houve uma redução significativa do número de acidentes, de 98%, comparado ao ano de 2005, e de 76% comparado ao ano de 2004, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas. Nos anos posteriores, 2007 e 2008, o número de ocorrências continuou a diminuir; seguido de um aumento significativo nos anos de 2009 e 2010, neste último, ano de início da construção do viaduto no cruzamento da avenida com a Av. Rondon Pacheco comprometendo, assim, o fluxo do trânsito na Avenida João Naves de Ávila.

O coeficiente de correlação de *Pearson* entre número de acidentes e severidade foi calculado em planilha eletrônica conforme Equação 1, apresentada na seção 1.3.4, e resultou $r = +0,96$, o que significa uma correlação muito forte entre as variáveis (conforme Tabela 1), ou seja, com o aumento do número de acidentes, aumenta-se a severidade.

4.2 Avenida Rondon Pacheco

A Avenida Rondon Pacheco (Figura 10), outra via principal onde estão localizadas as interseções em estudo, é definida pela Lei Complementar Municipal n°. 374, de 2004, como via rápida, por ser uma via de elevada capacidade de tráfego e fluidez, interligando as regiões Leste/Oeste da cidade e permitindo acesso às regiões Norte/Sul. Ao decorrer dos anos teve alterações significativas na sua infraestrutura.

Figura 10 – Localização da Avenida Rondon Pacheco



Fonte: Google Maps (2016).

Nogueira (2013) descreve o histórico de algumas mudanças ocorridas ao decorrer dos anos na Av. Rondon Pacheco:

- 1971 – Mudança do nome de Avenida São Pedro para Avenida Governador Rondon Pacheco;
- 1976 – Houve uma grande inundação da avenida. A partir desse fato a administração municipal idealizou a avenida com largura de 50 metros;
- 1981 – Início dos trabalhos de canalização do córrego São Pedro, que fica sob a avenida, e da pavimentação da via;
- 1987 – Apesar das obras no Córrego Jataí, cujo volume também impactava na avenida, nesse ano houve outra grande inundação na avenida;
- 1992 – Inauguração do Center Shopping;
- 2000 – Inauguração do viaduto sobre a Avenida Rondon Pacheco, na Rua Joaquim Cordeiro;

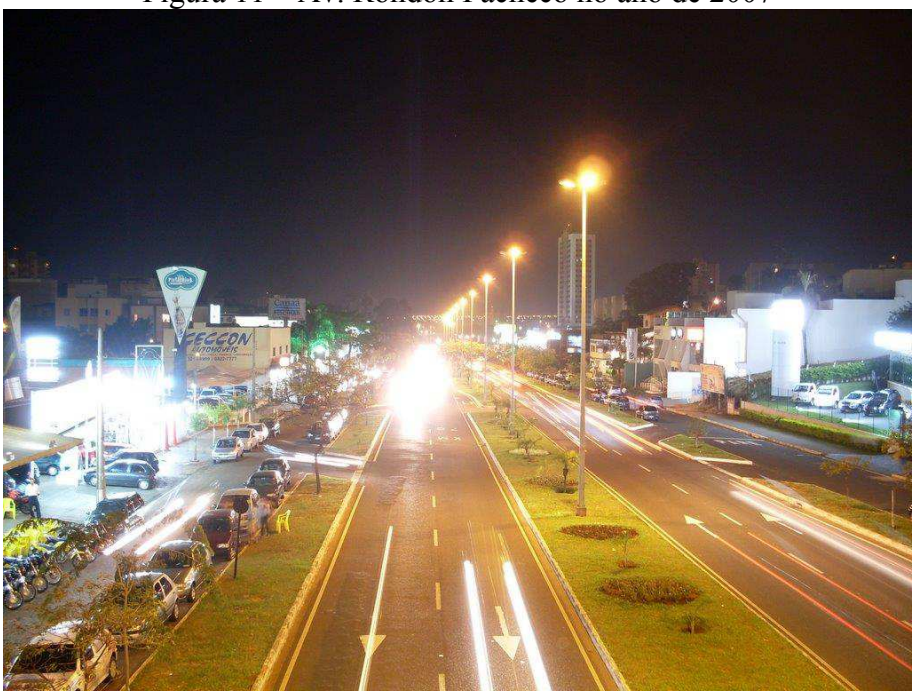
- 2010 – Início da construção do viaduto no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida João Naves de Ávila. A obra custou R$ 24 milhões e foi inaugurada em 2012;

- 2011 – Obras de galeria pluvial e alargamento da avenida, finalizadas em 2012, com investimento de R$ 75 milhões;

- 2012 – Entrega do viaduto no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com Avenida Nicomedes Alves dos Santos, com investimento de R$ 9,8 milhões.

Antes das obras de eliminação das vias marginais, a Av. Rondon Pacheco tinha a configuração apresentada na Figura 11, com canteiro central e duas faixas de tráfego para cada sentido, e com canteiros laterais e faixas de tráfego marginais com faixa de estacionamento. A velocidade máxima permitida era de 70 km/h.

Figura 11 – Av. Rondon Pacheco no ano de 2007



Fonte: Google Maps (2015).

No ano de 2011 iniciaram as obras para modificações na via como: eliminação das vias marginais e consequente alargamento da via central; readequação da geometria viária; construção de viadutos; revitalização e ampliação no sistema de drenagem de água pluvial. No que diz respeito à geometria, a Avenida passou a ter a seguinte configuração:

- Quatro faixas de tráfego para cada sentido: as duas centrais para ultrapassagens, e as laterais para velocidades menores e acessos e egressos;
- Uma faixa de estacionamento para cada sentido;
- Substituição de conversões à esquerda por alças de conversão à direita;
- Velocidade máxima reduzida para 60 km/h.

Além dessas mudanças houve, também, melhorias para modos não motorizados, com a construção de ciclovias; travessias elevadas para pedestres e instalação de botoeiras em alguns semáforos em cruzamentos. O projeto "Nova Rondon" previa, também, a requalificação de calçadas, para melhor conforto e comodidade dos pedestres, mas não foi executada.

Na Figura 12 pode-se ver a configuração atual da Av. Rondon Pacheco.

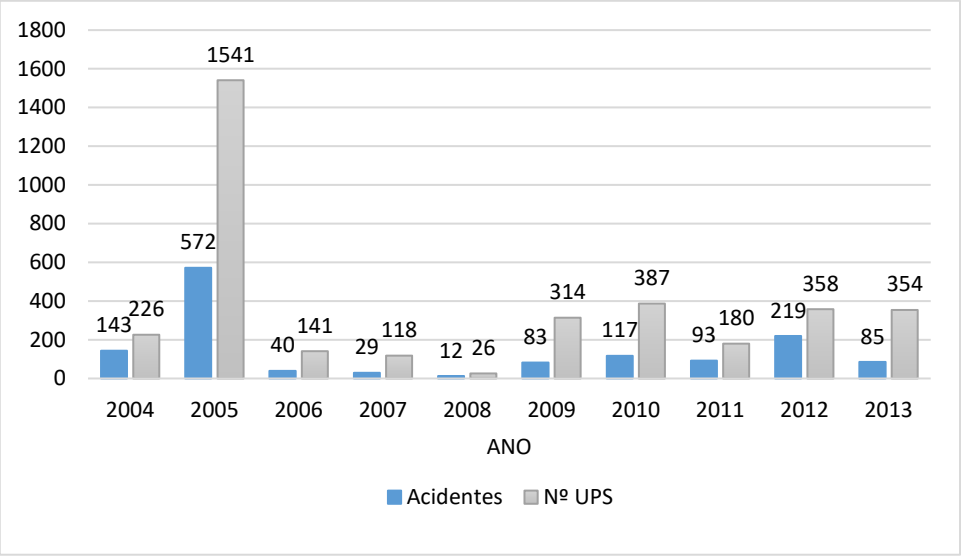
Figura 12 – Av. Rondon Pacheco após as alterações (2015)



Fonte: Google Maps (2015).

Quanto à acidentalidade viária, no Gráfico 6 são mostrados os números de acidentes e o número de UPS dos acidentes ocorridos entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 6 – Números de acidentes e de UPS na Av. Rondon Pacheco entre os anos de 2004 a 2013



Fonte: SETTRAN (2015d).

Assim como na Av. João Naves de Ávila, na Av. Rondon Pacheco, no ano de 2005, foi verificado um pico no número de acidentes (Gráfico 6), ano de obras na Av. João Naves de Ávila, para a implantação do Corredor Estrutural Sudeste. Portanto, a circulação e o trânsito ficaram comprometidos. Nesse ano também houve um aumento significativo na severidade dos acidentes.

Nos anos de 2009 e 2010, anos anteriores às obras de mudança na infraestrutura da Avenida, verificou-se um aumento no número de ocorrência de acidentes, quando comparado aos anos anteriores.

No ano de 2011 houve uma redução no número de acidentes de, aproximadamente, 20% em relação ao ano de 2010; e no ano de 2012 houve um aumento de 135% comparado ao ano de 2011. Foram nos anos de 2011 e 2012 que ocorreram as obras para modificações na via, o que fez com que o trânsito da mesma sofresse interferências. Naquele momento foram feitos desvios, para que os veículos que trafegassem na via passassem a utilizar vias adjacentes.

No ano de 2013, ano em que as obras de modificação na avenida foram entregues, foi verificada uma redução de 27% no número de acidentes, quando comparado ao ano de 2010, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas.

O coeficiente de correlação de *Pearson* entre número de ocorrência de acidentes e severidade foi: $r = +\ 0{,}97$. Ou seja, a relação entre as variáveis é muito forte (Tabela 1), a severidade aumenta com o aumento do número de acidentes.

Ao analisar a interferência das mudanças na avenida com o número e severidade de acidentes obteve-se o coeficiente de correlação $r = -\ 1{,}0$ para a análise do aumento de número de faixas, o que significa uma correlação negativa perfeita, ou seja, o aumento do número de faixas foi acompanhado da diminuição do número de acidentes. Obteve-se, $r = +\ 1{,}0$ para a análise da redução da velocidade máxima permitida (de 70 km/h para 60 km/h), o que significa uma correlação positiva perfeita, em que a diminuição do limite de velocidade permitida foi acompanhada da redução na ocorrência de acidentes.

Portanto, verifica-se, que a mudança nessas duas características da via em questão, contribuíram não somente para a redução do número de acidentes como, também, para a redução da severidade.

4.3 Cruzamentos

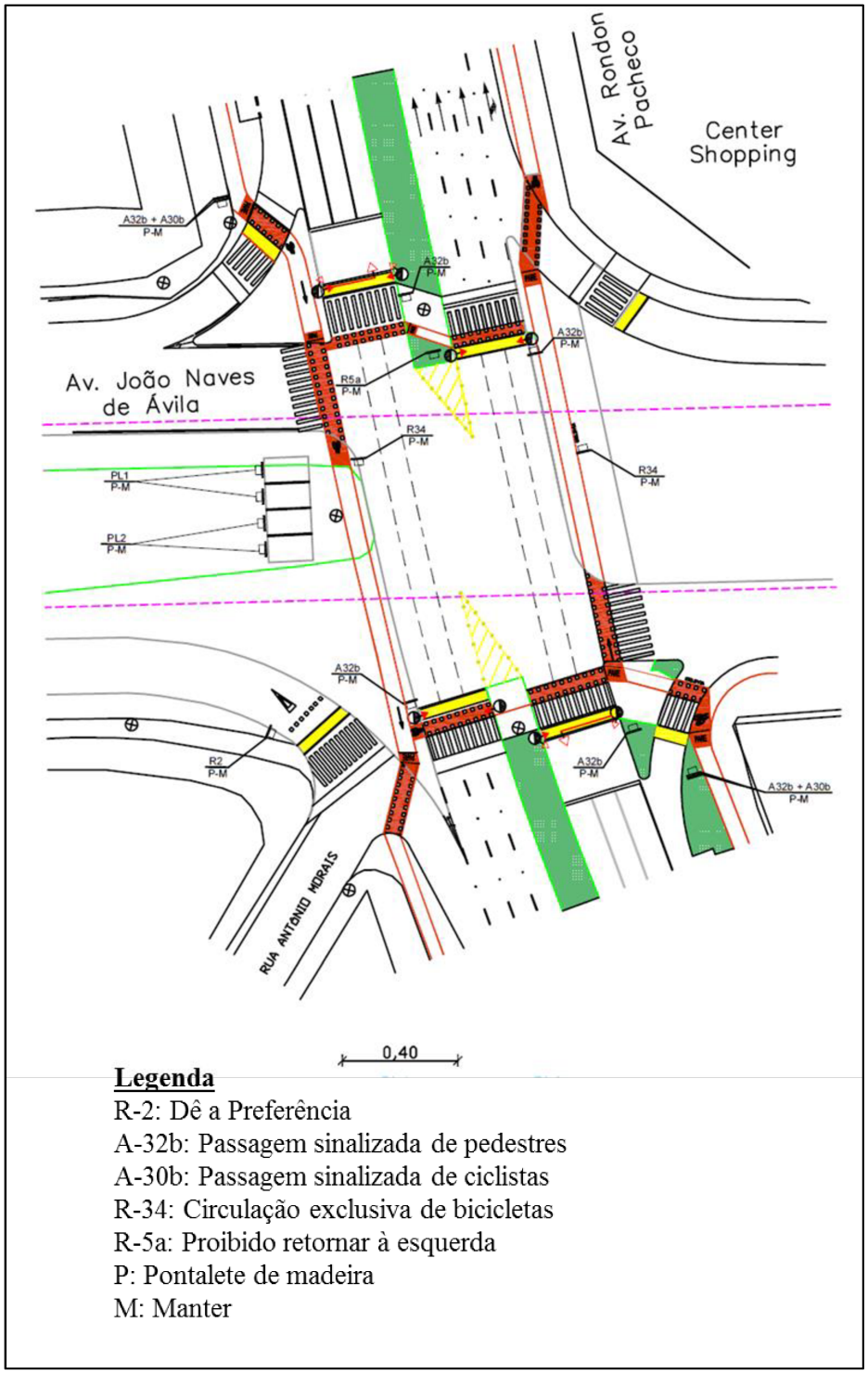
Os cruzamentos analisados neste trabalho foram: Avenida João Naves de Ávila com Avenida Rondon Pacheco, Avenida João Naves de Ávila com Avenida Segismundo Pereira, Avenida João Naves de Ávila com Avenida Floriano Peixoto, Avenida João Naves de Ávila com Avenida Belarmino Cotta Pacheco, Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim, Avenida Rondon Pacheco com Avenida Nicomedes Alves dos Santos, Avenida Rondon Pacheco com Rua Olegário Maciel, Avenida Rondon Pacheco com Avenida dos Municípios e Avenida Rondon Pacheco com Rua Augusto César.

4.3.1 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com Avenida Rondon Pacheco

A Av. Rondon Pacheco possui 4 faixas de rolamento com 2,90 m de largura e 1 faixa de estacionamento. O cruzamento com a Av. João Naves de Ávila é feito em desnível, com um viaduto inaugurado no ano de 2012.

Na Figura 13 são apresentadas a configuração e a sinalização do cruzamento.

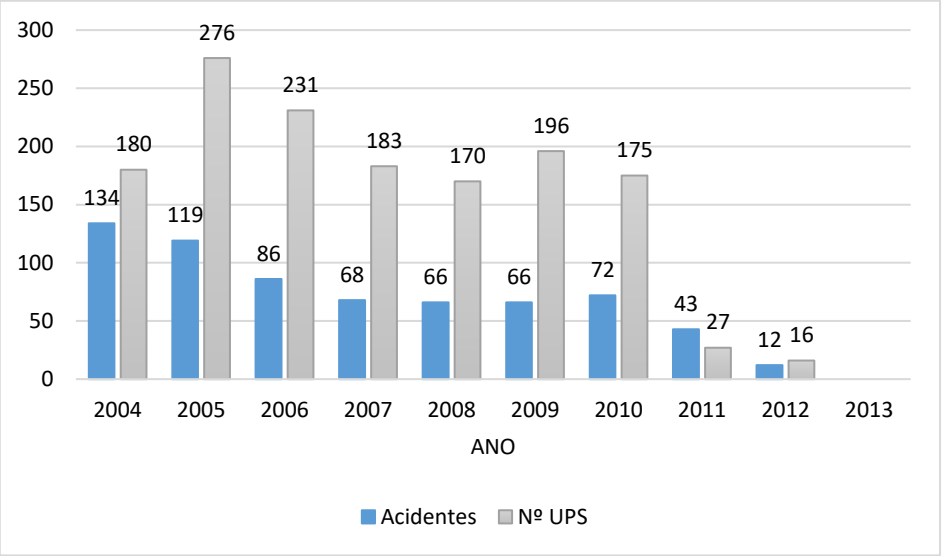
Figura 13 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco



Fonte: PMU (2016).

No Gráfico 7 são mostrados os números de acidentes e de UPS dos acidentes que ocorreram no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco, entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 7 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco



Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 7 verifica-se que, no ano de 2006, em que foi entregue o Corredor Estrutural Sudeste, ocorreu, no cruzamento, uma redução de 36% no número de acidentes, quando comparado ao ano de 2004, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas.

Em 2010, ano anterior às obras na Av. Rondon Pacheco, houve um aumento de, aproximadamente, 10%, no número de acidentes comparado aos anos de 2008 e 2009. No ano de 2011 houve uma redução de 40% quando comparado ao ano de 2010, com a observação de que foi nesse ano que tiveram início as obras e, portanto, foram feitos desvios como opções de trajeto para quem trafegava pela avenida comprometendo, assim, o tráfego.

No ano de 2012 o número de acidentes foi bem menor quando comparado aos anos anteriores, redução de 90% comparado ao ano de 2010, com o destaque de que foi no final do ano de 2012 que começaram a serem concluídas as obras de alteração na Av. Rondon Pacheco e, também, concluída a construção do viaduto no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida João Naves de Ávila (Figura 14).

Ao comparar o número de ocorrências do ano de 2012 com o ano de 2009, ano em que as obras ainda não tinham sido iniciadas, ocorreu uma redução de 82% no número de acidentes, juntamente com a redução da severidade.

No ano de 2013 o cruzamento não estava na lista elaborada pela SETTRAN dos 30 cruzamentos críticos da cidade em termos de acidentes.

Figura 14 – Viaduto na Av. João Naves de Ávila sobre a Av. Rondon Pacheco

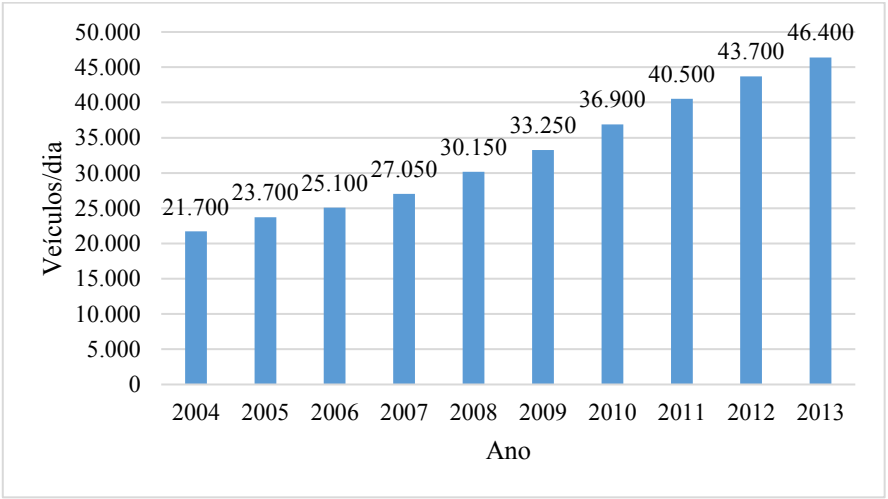


Fonte: Google Maps (2015).

O coeficiente de correlação entre número de acidentes e número de UPS resultou, $r = +0{,}78$. Logo, apresentam correlação forte (Tabela 1), ou seja, o aumento no número de ocorrências é acompanhado de aumento da severidade dos acidentes.

No Gráfico 8 é mostrado a variação do fluxo veicular para esse cruzamento.

Gráfico 8 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco



Fonte: SETTRAN (2016).

Verifica-se, no Gráfico 8, um aumento do fluxo veicular no decorrer dos anos. A análise da relação entre a variação do fluxo veicular e o número de acidentes resulta em um coeficiente

de correlação $r = -0{,}90$, ou seja, uma correlação negativa muito forte entre as variáveis, o que indica que o aumento do fluxo veicular foi acompanhado da diminuição do número de ocorrências de acidentes.

4.3.2 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Segismundo Pereira

A Avenida Segismundo Pereira (Figura 15) é uma via arterial importante utilizada como via de acesso, devido às ligações com as rodovias; também utilizada por mais de 20.000 passageiros do transporte coletivo por dia útil (SETTRAN, 2010).

Figura 15 – Localização da Av. Segismundo Pereira

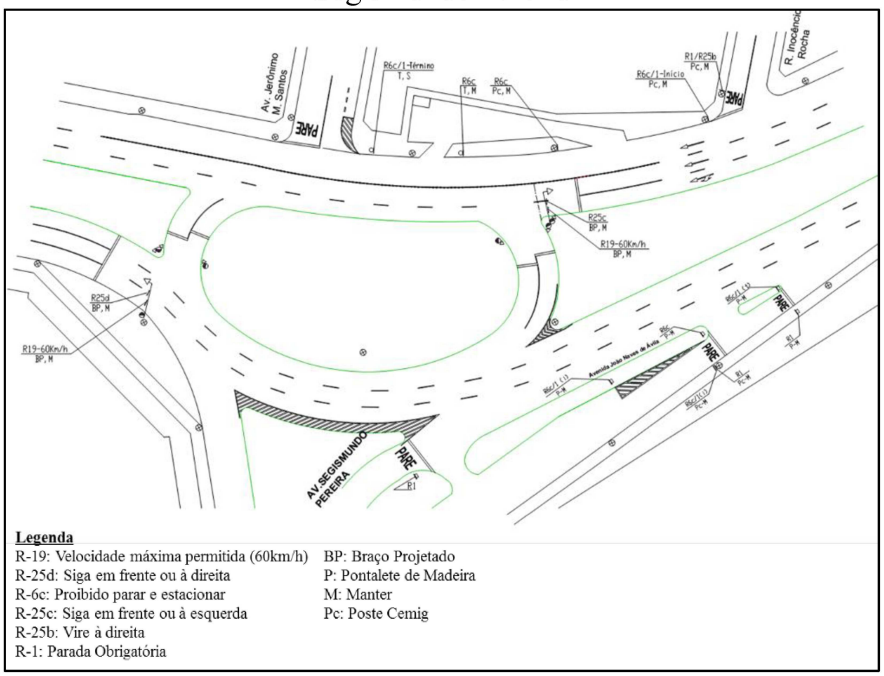


Fonte: Google Maps (2016)

Na Figura 16 é apresentada a geometria e sinalização do cruzamento. A conversão à esquerda da Av. João Naves na Av. Segismundo Pereira é controlada por semáforo, implantado no ano de 2000 (SETTRAN, 2015e); enquanto que a conversão à direita da Av. Segismundo Pereira na Av. João Naves de Ávila é controlada por sinalização tipo “Pare”.

A Av. Segismundo Pereira possui 3 faixas em cada sentido: 2 faixas de rolamento e 1 faixa para estacionamento. Os sentidos de movimento são separados por canteiro central.

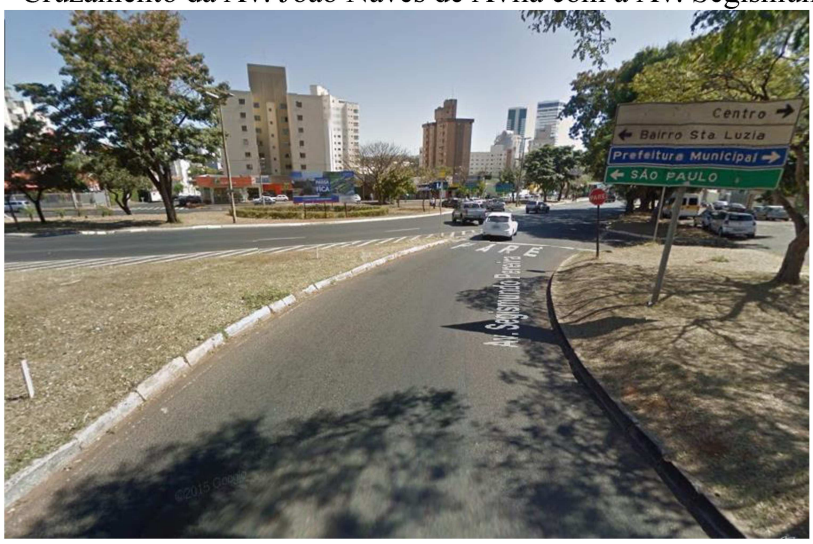
Figura 16 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira



Fonte: PMU (2016).

Quanto ao cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira (Figura 17) destaca-se a futura implantação, em que as obras já tiveram início, do Corredor Estrutural Leste na Av. Segismundo Pereira, que se iniciará na confluência com o Corredor Estrutural João Naves de Ávila e seguirá até a BR-050, e o trecho do seu prolongamento até o cruzamento com as BR-365/452.

Figura 17 – Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira

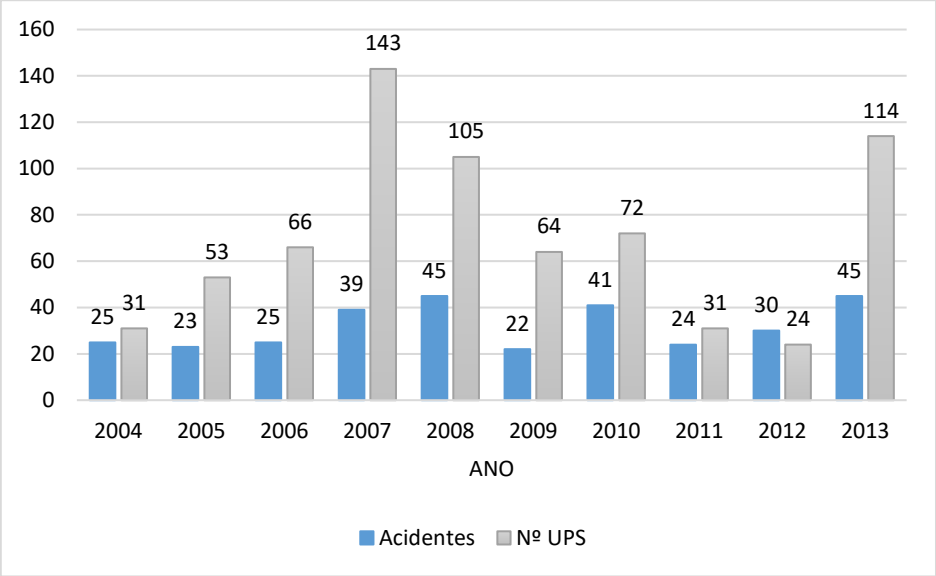


Fonte: Google Maps (2015).

No mês de março deste ano de 2016, foi instalado nesse cruzamento um radar, com o objetivo de coibir o desrespeito ao limite de velocidade e avanço de sinal, visando a segurança para pedestres e condutores (FERNANDES, 2016).

Quanto à acidentalidade viária, no Gráfico 9 são mostrados os números de acidentes e de UPS dos acidentes ocorridos no cruzamento entre os anos de 2004 e 2013.

Gráfico 9 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira



Fonte: SETTRAN (2015d).

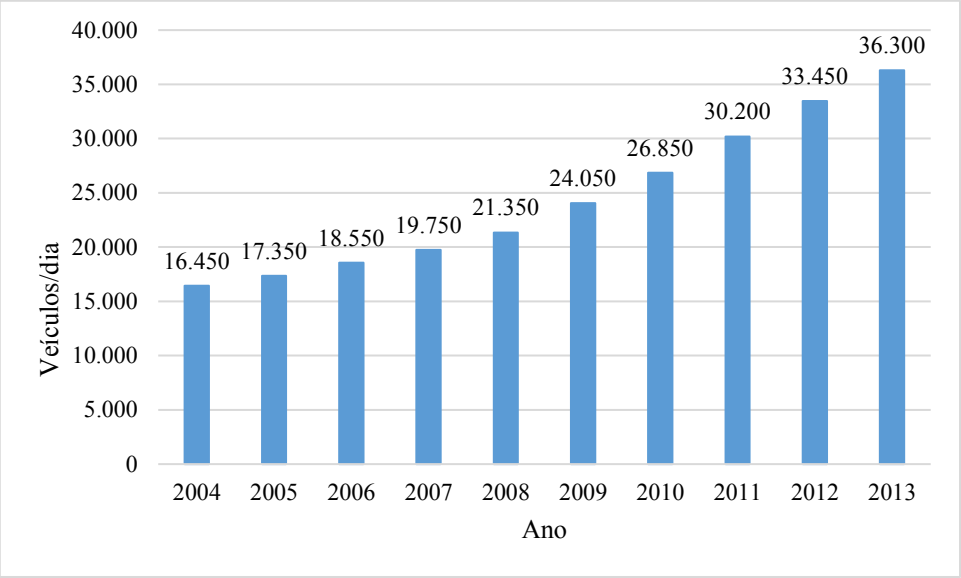
Ao analisar o Gráfico 9 verifica-se que as mudanças de infraestrutura na Av. João Naves de Ávila, entregues no ano de 2006, foram seguidas de um aumento da severidade até o ano de 2010, quando comparado ao ano de 2004, ano em que as obras não tinham sido iniciadas.

Nos anos de 2007 e 2008 foram verificados aumentos, tanto no número de ocorrências quanto na severidade dos acidentes, se comparado ao ano de 2006. No ano de 2016 a Avenida Segismundo Pereira começou a passar por mudanças na infraestrutura com implantação do Corredor Estrutural Leste, com mudanças na geometria e na sinalização da via, que poderão influenciar no número de ocorrência e na severidade dos acidentes.

Quando se analisa a correlação entre número de acidentes e número de UPS verifica-se que o aumento no número de acidentes é acompanhado do aumento da severidade, pois o coeficiente de *Pearson* "*r*" resultou igual a + 0,73, o que indica uma correlação forte.

No Gráfico 10 é mostrado o fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira, entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 10 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Segismundo Pereira



Fonte: SETTRAN (2016).

Verificou-se um aumento de 120,7% no volume veicular nesse cruzamento, no decorrer de 9 anos. Para analisar a correlação entre a variação do fluxo veicular e a variação na ocorrência de acidentes foi calculado o coeficiente de correlação de *Pearson*, cujo valor resultou em $r = +\ 0{,}34$, o que indica uma correlação fraca entre as variáveis. Ou seja, não há uma relação de linearidade entre a variação do volume veicular e a variação do número de ocorrência de acidentes entre os anos de 2004 a 2013.

4.3.3 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Floriano Peixoto

A Av. Floriano Peixoto possui 2 faixas de rolamento de 2,80 m de largura e duas faixas laterais para estacionamento de 1,70 m de largura. O cruzamento com a Av. João Naves de Ávila (Figura 18) é controlado por semáforos, que foram implantados no ano de 2000 (SETTRAN, 2015e).

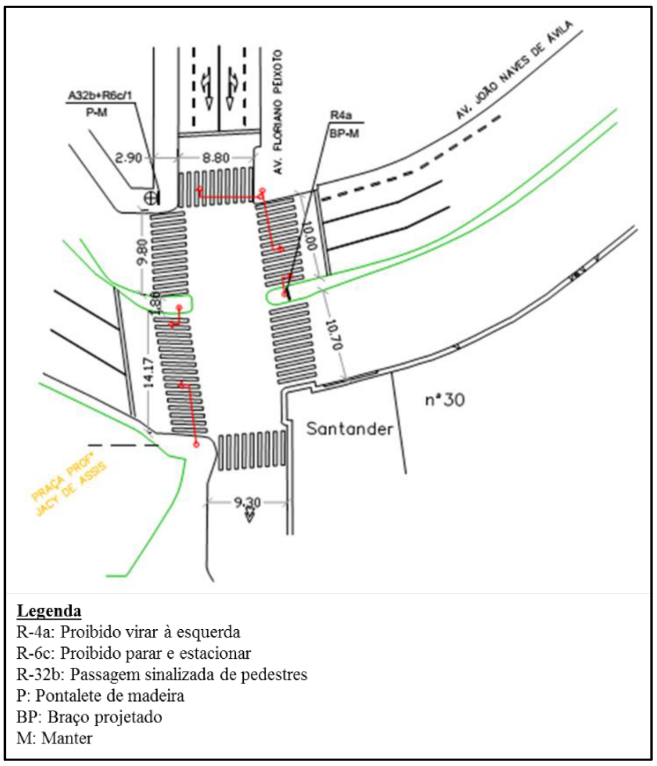
Figura 18– Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto



Fonte: Google Maps (2015).

Na Figura 19 é mostrado o projeto de geometria e sinalização desse cruzamento.

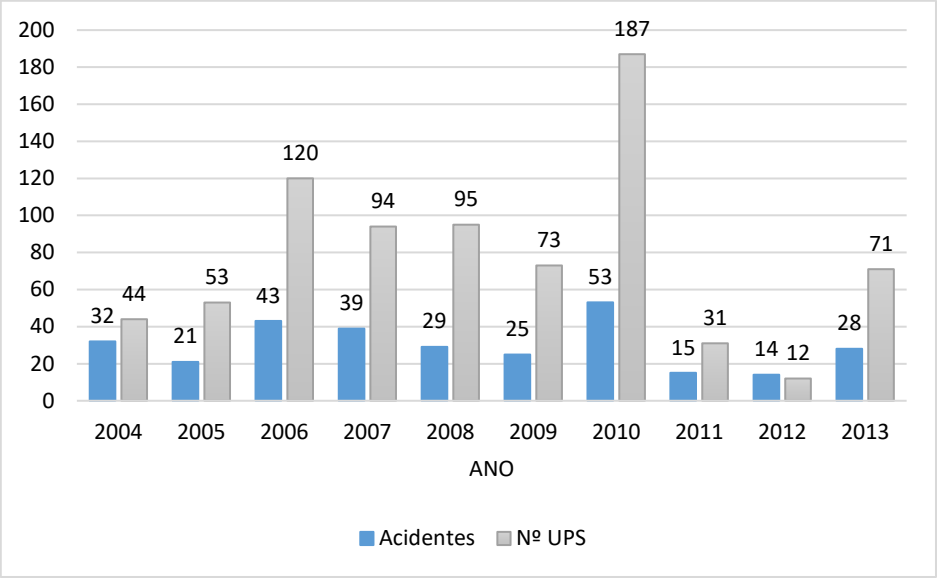
Figura 19 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto



Fonte: PMU (2016).

No Gráfico 11 são mostrados os números de acidentes e de UPS dos acidentes ocorridos entre os anos de 2004 a 2013 no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto.

Gráfico 11 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto



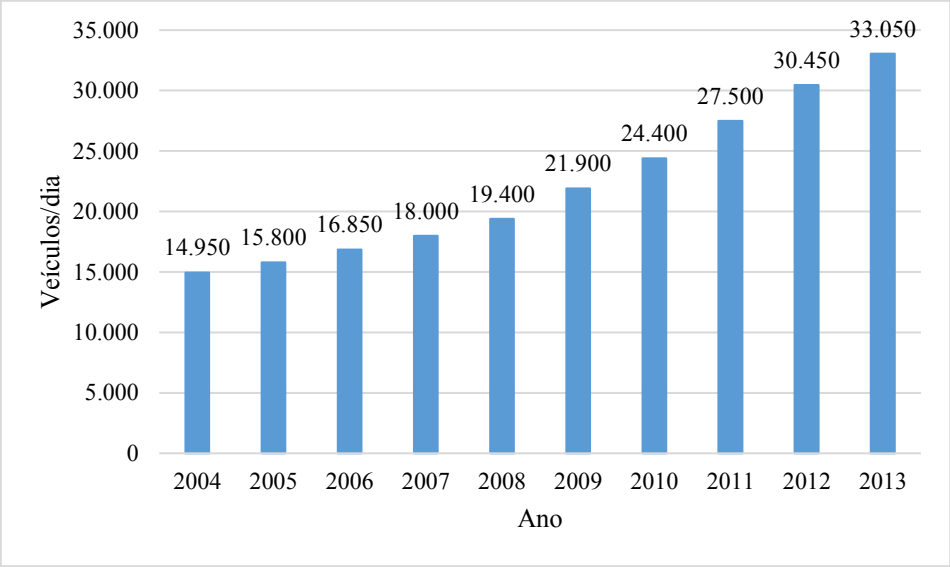
Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 11 verificou-se que, em 2006, ano em que foi entregue a obra na Av. João Naves de Ávila, ocorreu um aumento de 34% no número de acidentes comparado ao ano de 2004, ano em que as obras não tinham sido iniciadas. Ainda no ano de 2007 verificou-se um aumento de 22% no número de ocorrências, e nos dois anos seguintes, 2008 e 2009, verificou-se uma redução de 9% e 22%, respectivamente, quando comparado ao ano de 2004.

O coeficiente de correlação *"r"* entre número de acidentes e número de UPS para esse cruzamento foi de + 0,92, o que indica uma correlação muito forte entre as variáveis.

No Gráfico 12 é mostrada a variação do fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto, entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 12 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Floriano Peixoto



Fonte: SETTRAN (2016).

Verificou-se um aumento de 121% do fluxo veicular nesse cruzamento entre os anos de 2004 a 2013.

O coeficiente de correlação linear entre a variação do fluxo veicular e a variação na ocorrência do número de acidentes para o mesmo período de tempo resultou em $r = -0{,}34$, o que representa uma correlação negativa fraca entre as variáveis. Ou seja, não há uma linearidade entre a variação do número de acidentes e o aumento do fluxo veicular.

O Plano de Ações do Plano Diretor de Transporte e Mobilidade (SETTRAN, 2010) contém algumas medidas a serem implementadas no período de curto e médio prazos para maior eficiência no sistema de circulação viária. Uma delas trata-se do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Avenida Floriano Peixoto, com a desapropriação de edificação lindeira para melhoria do acesso à Praça Sérgio Pacheco com adequação do trecho da Av. Américo Salvador Tangari.

No Plano de Ações (SETTRAN, 2010) também são propostas algumas melhorias nas principais vias definidas para comportar o tráfego de passagem na área central no sentido Sudoeste – Nordeste, que são as avenidas João Pinheiro, Afonso Pena e Floriano Peixoto, principais vias arteriais e que representam 36% do total do tráfego que circula na área. São importantes, também, como apoio, as avenidas Getúlio Vargas e Cesário Alvim com o objetivo de prover essas vias de maior fluidez e segurança. As propostas para uma nova

circulação referem-se à melhoria nas condições de tráfego, tanto para veículos quanto para pedestres.

Na Av. Floriano Peixoto propõe-se que uma das faixas de estacionamento seja suprimida para dar lugar ao tratamento adequado para pedestres, incluindo o conforto ambiental e a acessibilidade universal. Também está prevista a implantação da ciclovia unidirecional, completando o percurso iniciado na Avenida Afonso Pena e interligado pelas vias locais transversais. A faixa de estacionamento do lado esquerdo será mantida para comportar as demandas de estacionamentos especiais, rotativo, motos, bicicletas, carga e descarga, bem como espaços para arborização da avenida (SETTRAN, 2010).

4.3.4 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Avenida Belarmino Cotta Pacheco

A Av. Belarmino Cotta Pacheco possui 2 faixas de rolamento para cada sentido de tráfego, e 2 faixas de estacionamento, uma para cada sentido de tráfego. O cruzamento com a Av. João Naves de Ávila (Figura 20) é controlado por semáforo, implantado em julho do ano de 2006 (SETTRAN, 2015e).

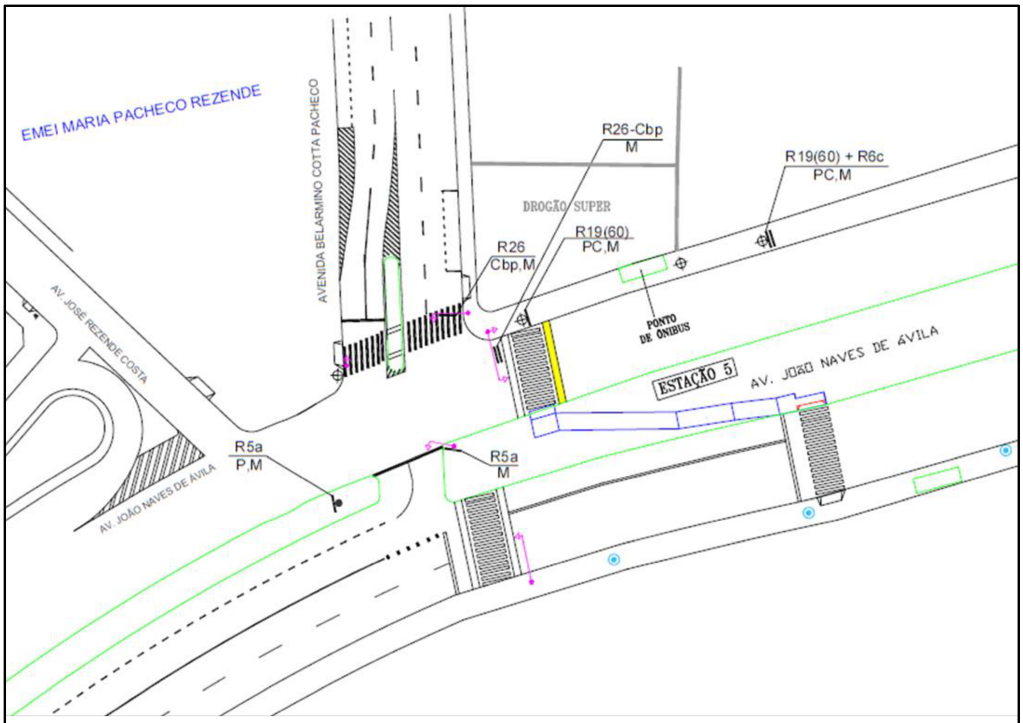
Figura 20 – Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco



Fonte: Google Maps (2015).

O projeto geométrico e de sinalização desse cruzamento pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco

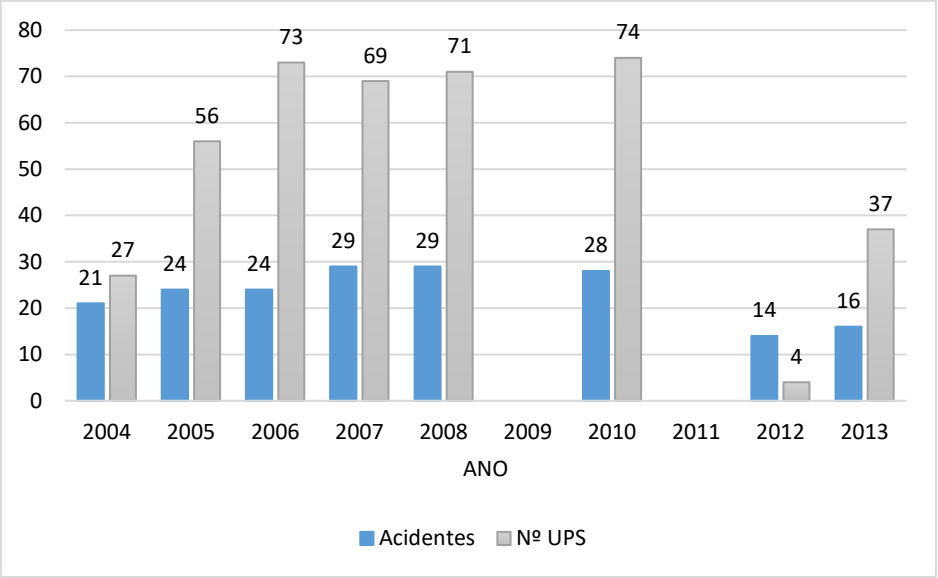


Legenda
R-5a: Proibido retornar à esquerda
R-19: Velocidade máxima permitida (60 km/h)
R-6c: Proibido parar e estacionar
R-26: Siga em frente
Cbp: Coluna com braço projetado
PC: Poste CEMIG
M: Manter

Fonte: PMU (2016).

No Gráfico 13 são mostrados os números de acidentes e de UPS para os acidentes ocorridos entre os anos de 2004 a 2013 no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco.

Gráfico 13 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco



Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 13 verificou-se que no ano de 2006, ano de início da operação do Corredor Estrutural Sudeste, implantado na Av. João Naves de Ávila, ocorreu um aumento no número de acidentes de 14% em relação ao ano de 2004, ano em que a Av. João Naves de Ávila ainda não estava em obras.

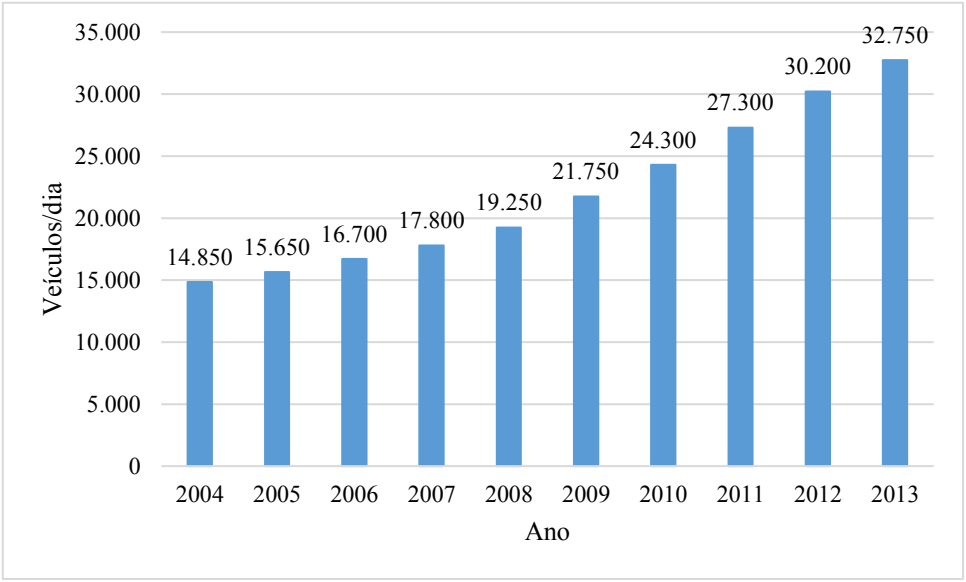
Nos anos de 2007 e 2008 o número de ocorrências também aumentou em comparação com o ano de 2004. Nos anos de 2009 e 2011 o cruzamento não estava na lista dos 30 cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia.

O coeficiente de correlação "*r*" entre número de acidentes e número de UPS para esse cruzamento foi de + 0,89, o que indica uma correlação forte entre as variáveis.

Conforme SETTRAN (2015e), os semáforos foram implantados nesse cruzamento no ano de 2006. Ao analisar o Gráfico 13 verifica-se que nos anos posteriores à implantação (2007 e 2008) o número de acidentes aumentou em 20% em relação ao ano de 2006, mas a severidade diminui.

No Gráfico 14 é mostrada a variação do fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco, entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 14 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Belarmino Cotta Pacheco



Fonte: SETTRAN (2016).

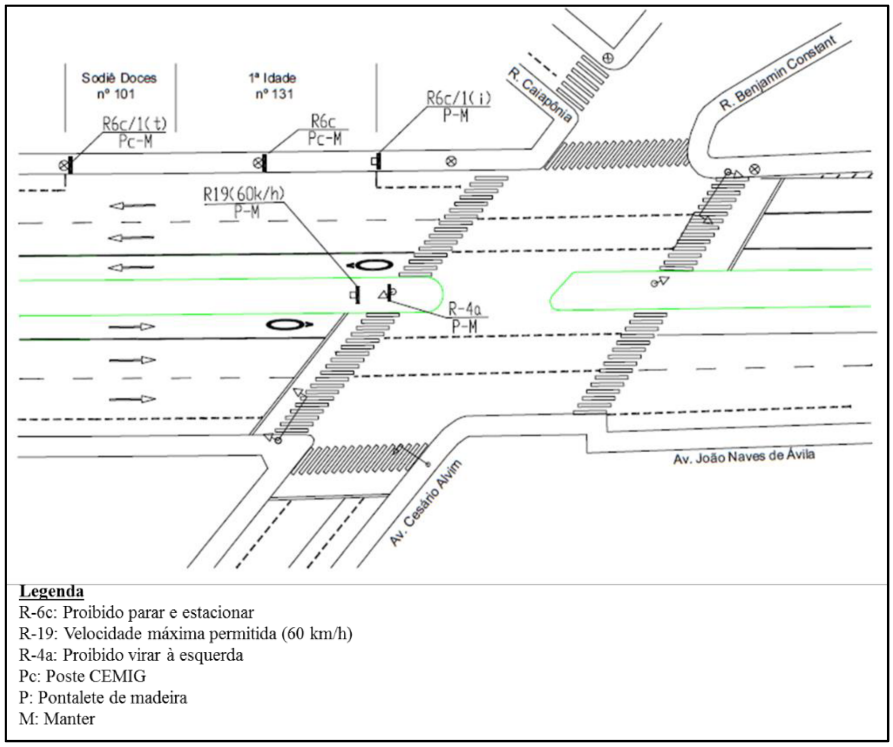
Entre os anos de 2004 a 2013 houve um aumento de, aproximadamente, 120% do fluxo veicular nesse cruzamento. A relação entre essa variação e a variação do número de ocorrências de acidentes resultou em $r = -0{,}64$, o que indica uma correlação negativa moderada, ou seja, o aumento do fluxo veicular é acompanhado em alguns anos da redução do número de ocorrências.

4.3.5 Cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com Avenida Cesário Alvim

A Av. Cesário Alvim possui sentido único de tráfego com duas faixas de rolamento e duas faixas laterais para estacionamento. No cruzamento com a Av. João Naves de Ávila o controle é feito por semáforo, implantado no ano de 2000 (SETTRAN, 2015e).

Na Figura 22 é mostrado o projeto geométrico e de sinalização do cruzamento.

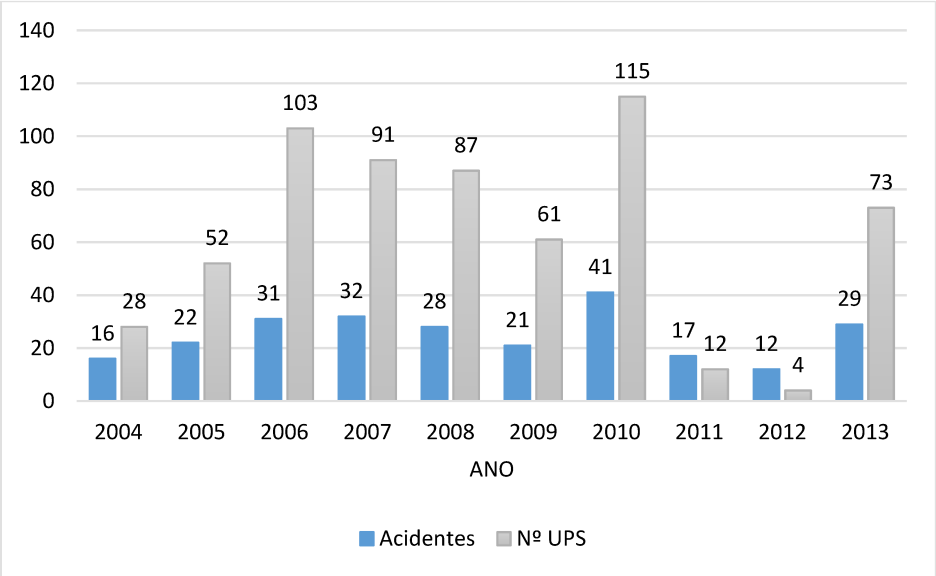
Figura 22 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim



Fonte: PMU (2016).

Quanto à acidentalidade viária, no Gráfico 15 são apresentados os números de acidentes e de UPS dos acidentes que ocorreram entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 15 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim



Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 15 verificou-se no, ano de 2006, um aumento de 94% no número de ocorrência de acidentes comparado ao ano de 2004. No ano de 2007 o aumento foi de 100% quando comparado a 2004.

Nos anos de 2008 e 2009, comparados ao ano de 2004, ocorreram aumentos de 75% e 31%, respectivamente, no número de acidentes. Mas, quando se compara o ano de 2008 ao ano de 2006, ano de início de operação do Corredor Estrutural Sudeste, ocorreram reduções no número de acidentes (10%) e na severidade (16%).

Para este cruzamento o coeficiente de correlação *"r"* entre número de acidentes e número de UPS foi igual a + 0,95; o que indica uma correlação muito forte. O aumento no número de acidentes é acompanhado de aumento da severidade, assim como diminuição no número de acidentes é acompanhado de diminuição da severidade.

No cruzamento Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim (Figura 23), em SETTRAN (2010) propõe uma reprogramação semafórica com supressão de conversão à esquerda.

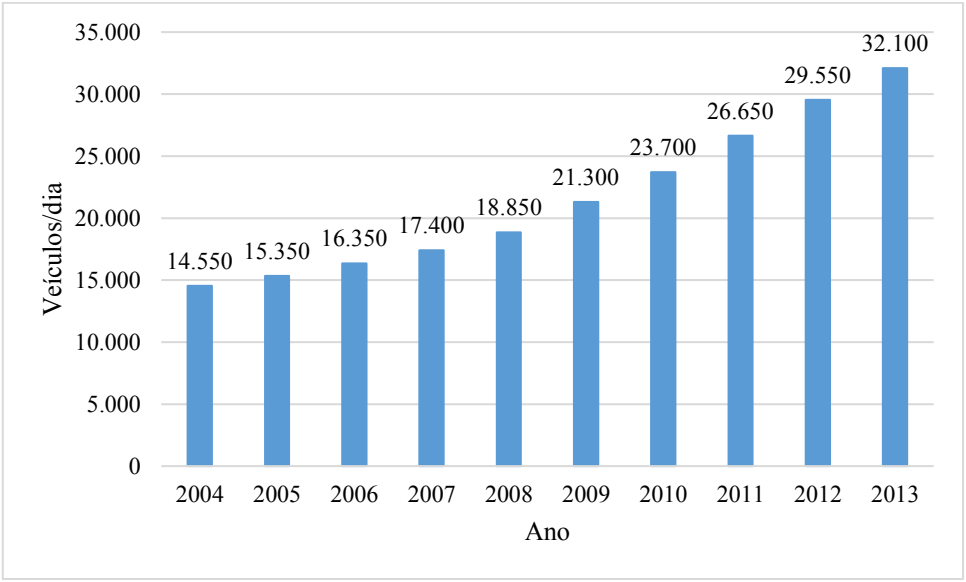
Figura 23 – Cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim



Fonte: Google Maps (2015).

No Gráfico 16 é mostrado o fluxo veicular para o cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 16 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida João Naves de Ávila com a Av. Cesário Alvim



Fonte: SETTRAN (2016).

Entre os anos de 2004 a 2013 houve um aumento de 121% no fluxo veicular no cruzamento. Dá análise desse aumento com a variação de ocorrência de acidentes para o mesmo período de tempo resulta em $r = -0{,}11$, o que indica uma correlação negativa bem fraca, ou seja, o aumento do fluxo veicular no decorrer dos anos é acompanhado da diminuição no número de acidentes, mas essa diminuição não é linear.

4.3.6 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida Nicomedes Alves dos Santos

O cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos (Figura 24) é em desnível, com um viaduto inaugurado no final do ano de 2012.

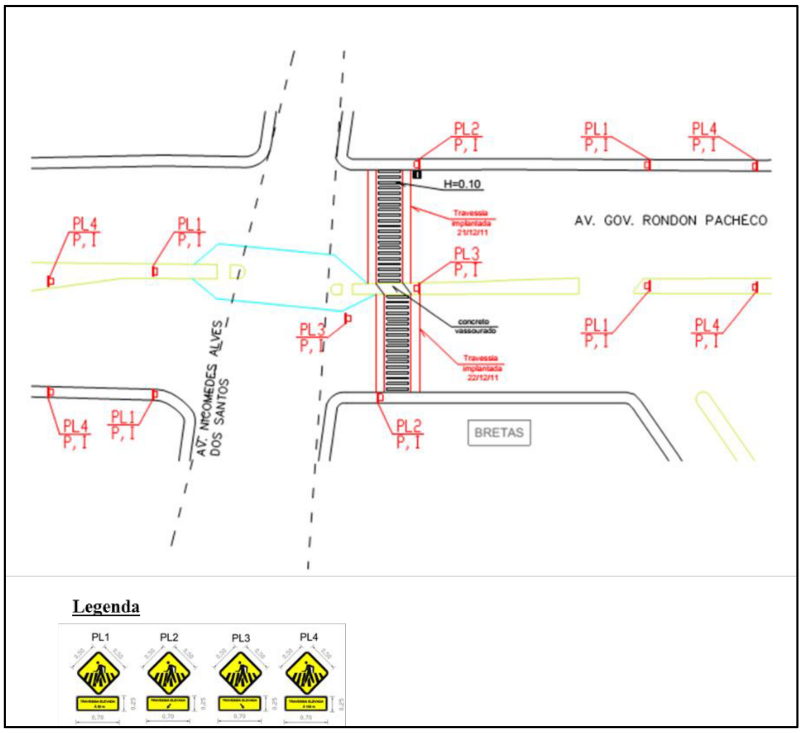
Figura 24 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos



Fonte: Google Maps (2015).

Na Figura 25 são mostradas a geometria e a sinalização desse cruzamento.

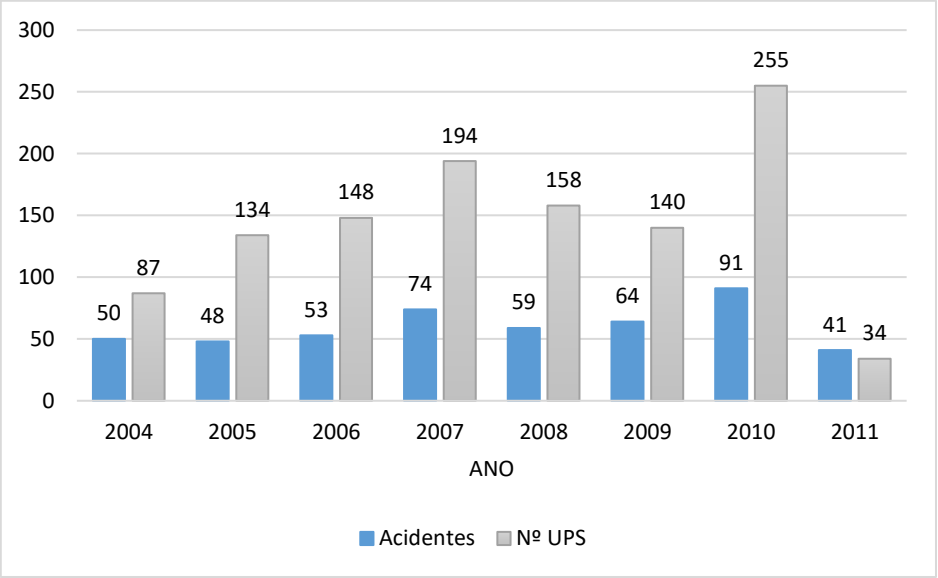
Figura 25 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos



Fonte: PMU (2016).

No Gráfico 17 são mostrados os números de acidentes e de UPS dos acidentes ocorridos entre os anos de 2004 a 2013 no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos.

Gráfico 17 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos



Fonte: SETTRAN (2015d).

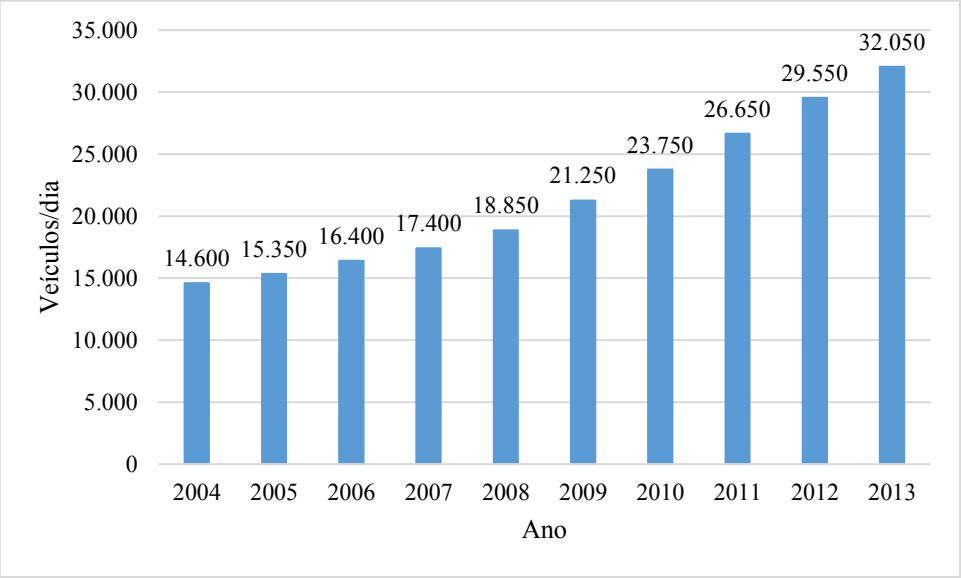
Conforme o Gráfico 17, no ano de 2010 o número de acidentes foi o maior quando comparado aos outros anos do período estudado. No final desse ano tiveram início às obras de readequação da Av. Rondon Pacheco, portanto, a fluidez e operação do tráfego na avenida ficaram comprometidas.

Nos anos de 2012 e 2013, o cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos não estava na lista dos trinta cruzamentos críticos da cidade de Uberlândia. Foi no ano de 2012 a entrega da obra do viaduto no cruzamento, e no de 2013 das obras na Av. Rondon Pacheco e, atualmente, os locais de conflito se resumem a alças de acesso e egresso das vias.

O coeficiente de correlação "*r*" entre número de acidentes e número de UPS resultou igual a + 0,92; o que indica uma correlação muito forte.

No Gráfico 18 é mostrado a variação do fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 18 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Av. Nicomedes Alves dos Santos



Fonte: SETTRAN (2016).

Entre os anos de 2004 a 2013 houve um aumento de, aproximadamente, 120% no fluxo veicular nesse cruzamento. O coeficiente de correlação entre essa variação e o número de ocorrência de acidentes resultou em $r = +0{,}19$, o que indica uma correlação bem fraca entre as variáveis, ou seja, não há uma linearidade entre a variação no número de acidentes e a variação no fluxo veicular, para esse cruzamento.

4.3.7 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel

A Rua Olegário Maciel possui duas faixas de tráfego com sentido único e uma faixa na lateral direita do sentido de tráfego para estacionamento. No cruzamento com a Av. Rondon Pacheco (Figura 26) o controle é feito por semáforos implantados em junho do ano de 2008 (SETTRAN, 2015e), pois o volume veicular no cruzamento é alto devido à presença de dois polos geradores de tráfego: uma universidade e uma centro comercial.

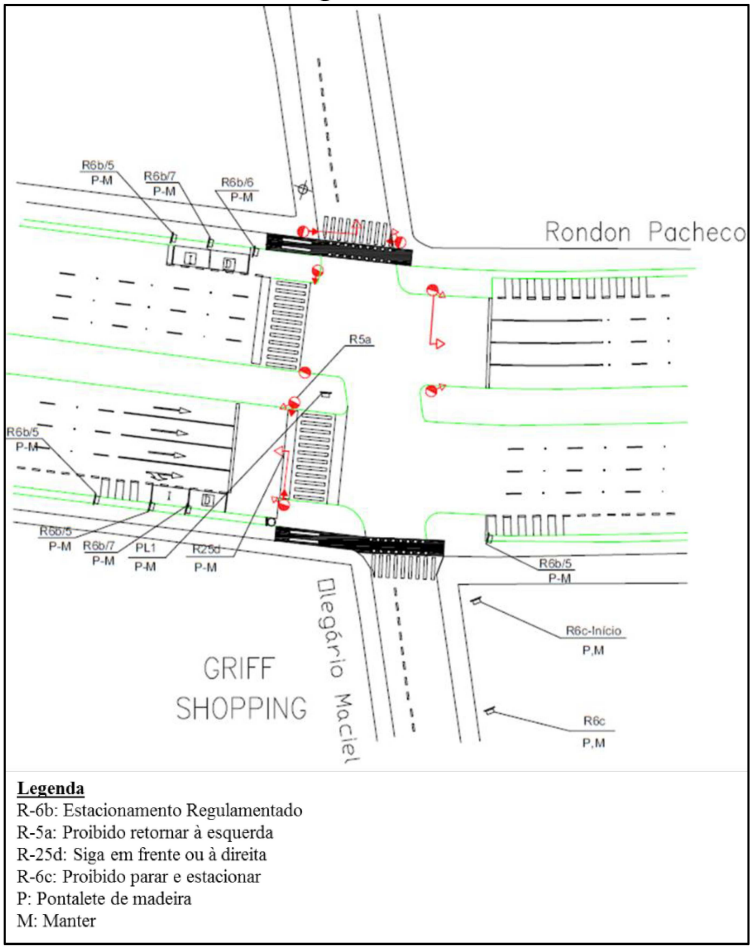
Figura 26 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel



Fonte: Google Maps (2015).

Na Figura 27 é possível identificar a geometria e sinalização do cruzamento.

Figura 27 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel

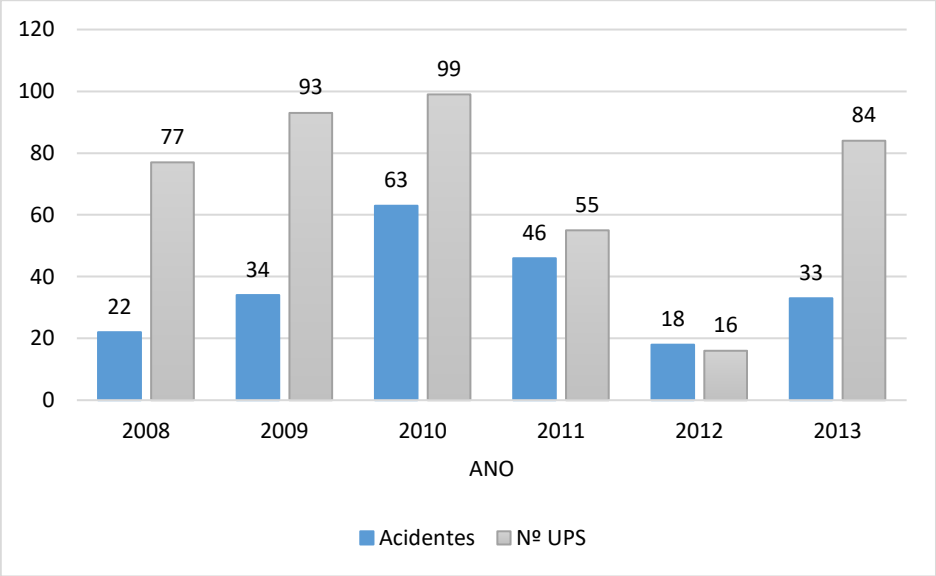


Fonte: PMU (2016).

Quanto à acidentalidade, no Gráfico 19 são mostrados os números de acidentes e de UPS dos acidentes ocorridos entre os anos de 2008 a 2013 no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel.

Para este cruzamento a análise foi entre os anos de 2008 a 2013, pois nos anos anteriores o cruzamento não estava na lista de cruzamentos críticos da cidade em relação a acidentes.

Gráfico 19 – Número de acidentes e número de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel



Fonte: SETTRAN (2015d).

Os semáforos para controle do tráfego nesse cruzamento foram implantados no ano de 2008 e, ao analisar o Gráfico 19, verifica-se que foi justamente nesse ano que o cruzamento começou a fazer parte da lista elaborada pela SETTRAN dos trinta cruzamentos críticos da cidade. Mas, verifica-se que, apesar do aumento de 54% do número de ocorrências de acidentes no ano de 2009 comparado ao ano de 2008, a severidade dos mesmos diminuiu.

No ano de 2010, anterior ao início das obras na Av. Rondon Pacheco, como pode ser visto no Gráfico 19, ocorreu o maior número de acidentes do período analisado. No ano de 2011, ano em que as obras tiveram início, verificou-se uma redução no número de acidentes de 45%. No ano de 2013, em que as obras foram entregues, as ocorrências de acidentes continuaram a diminuir, uma redução de 48% em relação ao ano de 2010.

No cruzamento da Rua Olegário Maciel com a Av. Rondon Pacheco tem-se o problema de elevados volumes de tráfego, por exemplo, a Rua Olegário Maciel com 30.000 veículos/dia

e faixas de tráfego de largura reduzida, entre 2,65 e 2,80 m, com isso, os problemas de fluidez e acidentes são constantes.

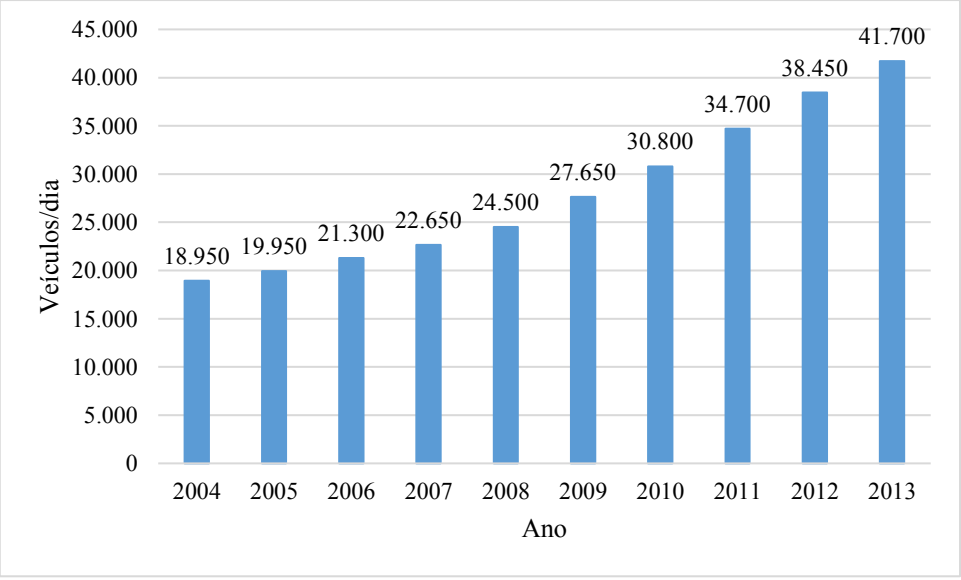
No início do mês de maio de 2016 tiveram início as obras de construção do viaduto da Rua Olegário Maciel sobre a Avenida Rondon Pacheco. A obra faz parte do projeto "Uberlândia Planejada", que contempla a construção de viadutos, corredores estruturais e terminais de ônibus, e tem importância para a integração viária entre os setores Central e Leste da cidade.

> Cerca de 30 mil veículos passam por dia pela Rua Olegário Maciel atravessando a Avenida Rondon Pacheco, eles geralmente saem da região central da cidade com destino ao bairro Saraiva e Vigilato Pereira e serve como via alternativa para quem segue ao Jardim Botânico e São Jorge, situados na região Sul. Após a conclusão dos trabalhos a previsão que o viaduto encurte em 10 minutos o tempo de viagem para os locais citados (UBERLÂNDIA, 2016).

O coeficiente de correlação "*r*" entre número de acidentes e severidade para o cruzamento resultou em 0,56, o que indica uma correlação moderada. Ou seja, não se tem uma relação entre aumento de acidentes e aumento de severidade. Neste caso, diferentemente do que ocorreu em alguns cruzamentos estudados, a diminuição no número de acidentes não foi acompanhada da diminuição da severidade.

No Gráfico 20 é mostrado o fluxo veicular para o cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 20 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel



Fonte: SETTRAN (2016).

A variação do fluxo veicular, entre os anos de 2004 a 2013, foi de, aproximadamente, 120%. Ao analisar essa variação com a variação da ocorrência de acidentes obteve-se $r = -0{,}06$, o que indica uma correlação muito fraca entre as variáveis.

4.3.8 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Avenida dos Municípios

A Av. dos Municípios possui canteiro central de 3,90 m de largura para separação dos fluxos de tráfego opostos. Para cada sentido são 2 faixas de rolamento e 1 faixa lateral de estacionamento e, no cruzamento com a Av. Rondon Pacheco (Figura 28), o controle é feito por semáforos implantados no ano de 2000 (SETTRAN, 2015e).

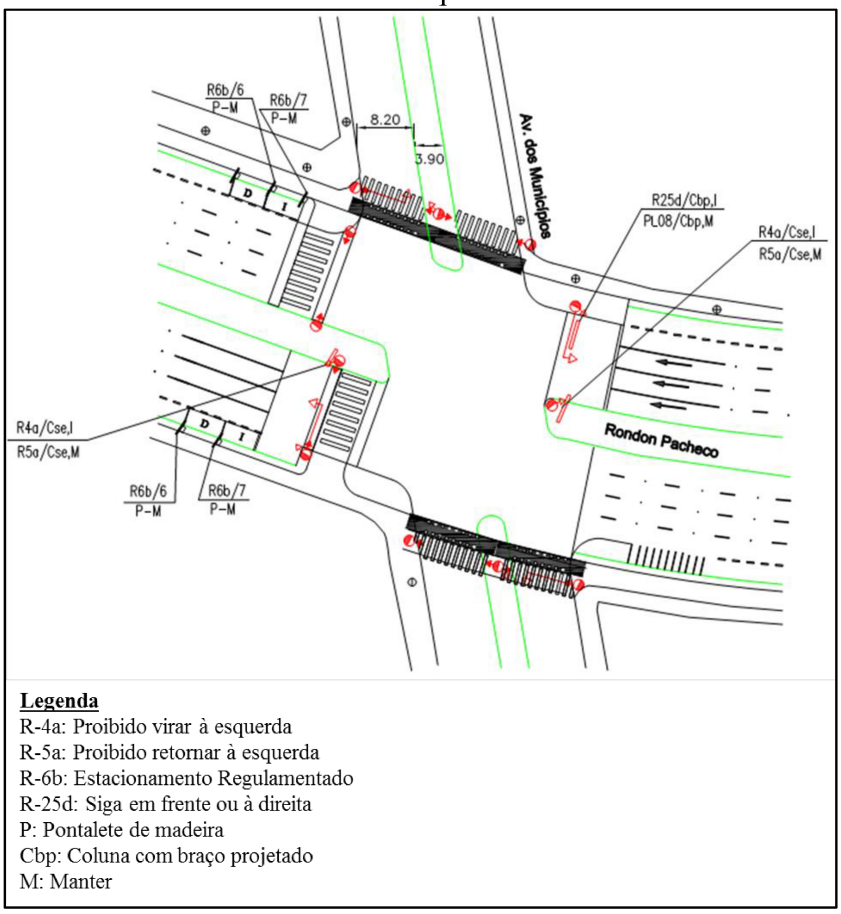
Figura 28 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios



Fonte: Google Maps (2015).

Na Figura 29 é mostrado o projeto da geometria e sinalização do cruzamento.

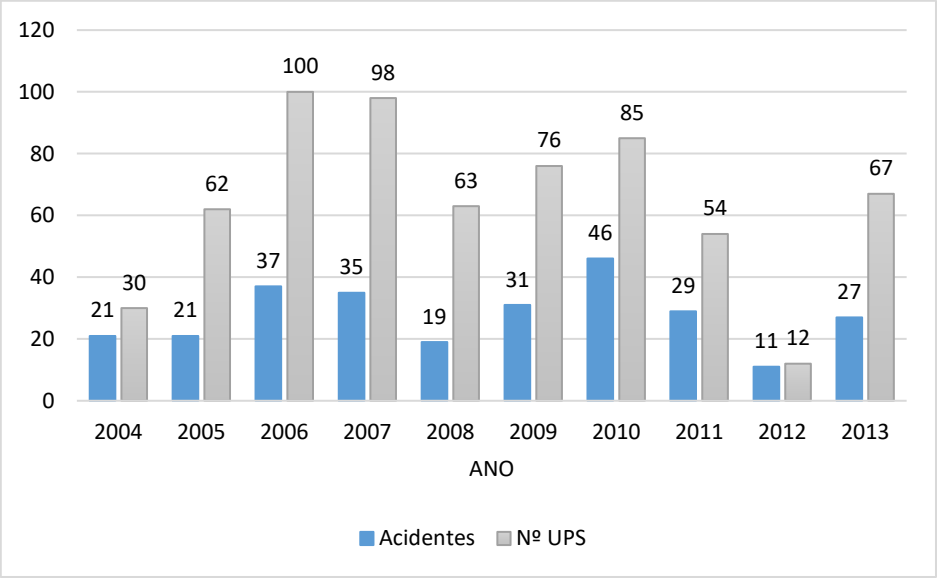
Figura 29 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios



Fonte: PMU (2016).

No Gráfico 21 são mostrados os números de ocorrências e de UPS dos acidentes que ocorreram entre os anos de 2004 a 2013 no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios.

Gráfico 21 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios



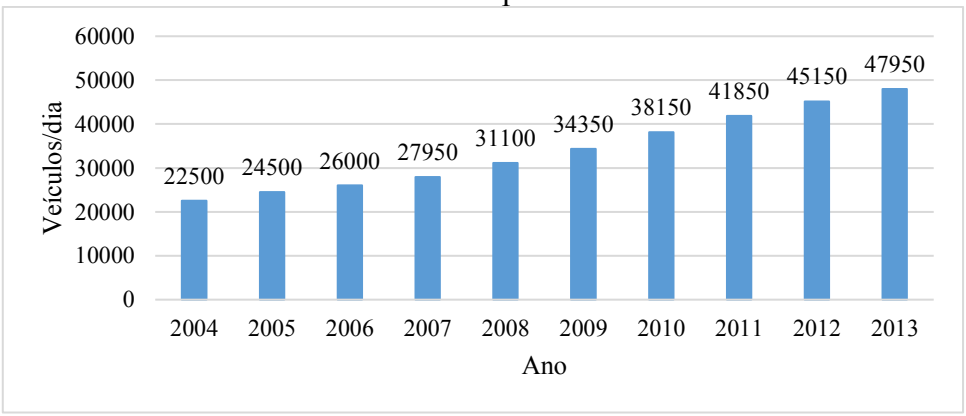
Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 21 verifica-se que, no ano de 2013, ano em que as obras na Av. Rondon Pacheco foram entregues verificou-se uma redução de 41% no número de ocorrências de acidentes, quando comparado ao ano de 2010, ano em a avenida ainda não tinha passado por interferências na infraestrutura. Assim como o número de ocorrências, a severidade dos acidentes também diminuiu naquele ano.

O coeficiente de correlação "*r*" entre número de acidentes e severidade para este cruzamento resultou igual a + 0,83; o que indica uma correlação forte.

No Gráfico 22 é mostrado o fluxo veicular para o cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 22 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Av. dos Municípios



Fonte: SETTRAN (2016).

A variação do fluxo veicular, entre os anos de 2004 a 2013, foi de 113%. Ao analisar essa variação com a variação da ocorrência de acidentes foi obtido $r = -0,07$, o que indica uma correlação muito fraca entre as variáveis. Ou seja, não há linearidade entre a variação do número de acidentes e a variação do fluxo veicular.

4.3.9 Cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Augusto César

A Rua Augusto César possui 2 faixas de rolamento, uma para cada sentido de tráfego, e duas faixas laterais para estacionamento. No cruzamento com a Av. Rondon Pacheco (Figura 30) o acesso é feito com o sinal do tipo "PARE".

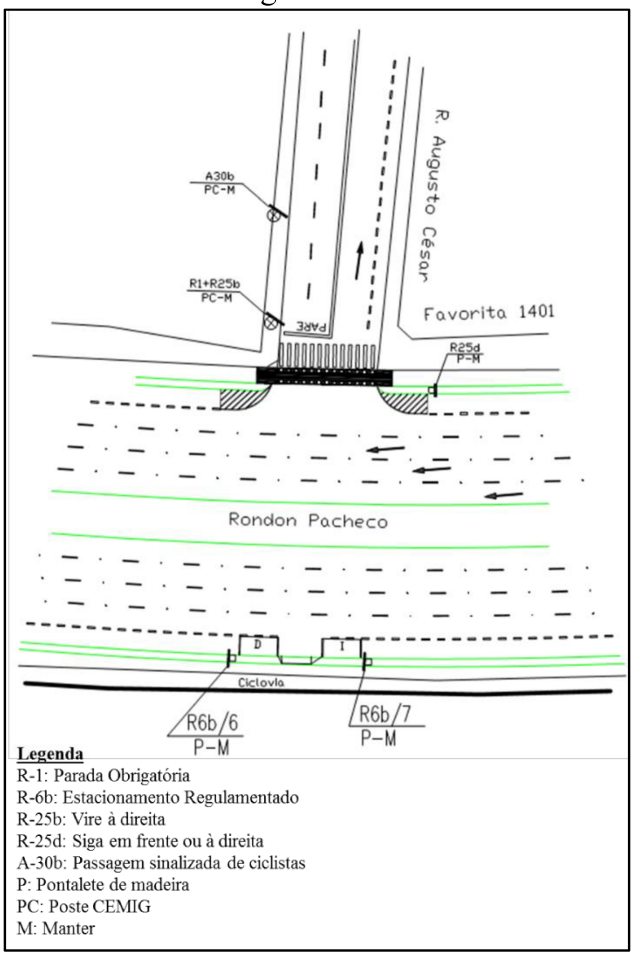
Figura 30 – Cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César



Fonte: Google Maps (2015).

Na Figura 31 é mostrado o projeto da geometria e sinalização do cruzamento.

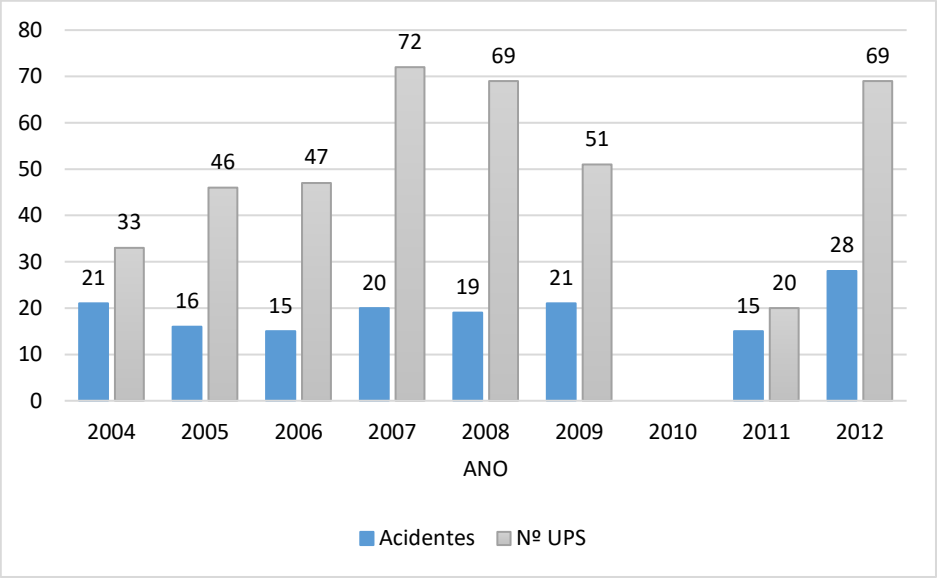
Figura 31 – Geometria e sinalização do cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César



Fonte: PMU (2016).

No Gráfico 23 são mostrados os números de ocorrências e de UPS dos acidentes que ocorreram entre os anos de 2004 a 2013 no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César.

Gráfico 23 – Números de acidentes e de UPS no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com a Rua Augusto César



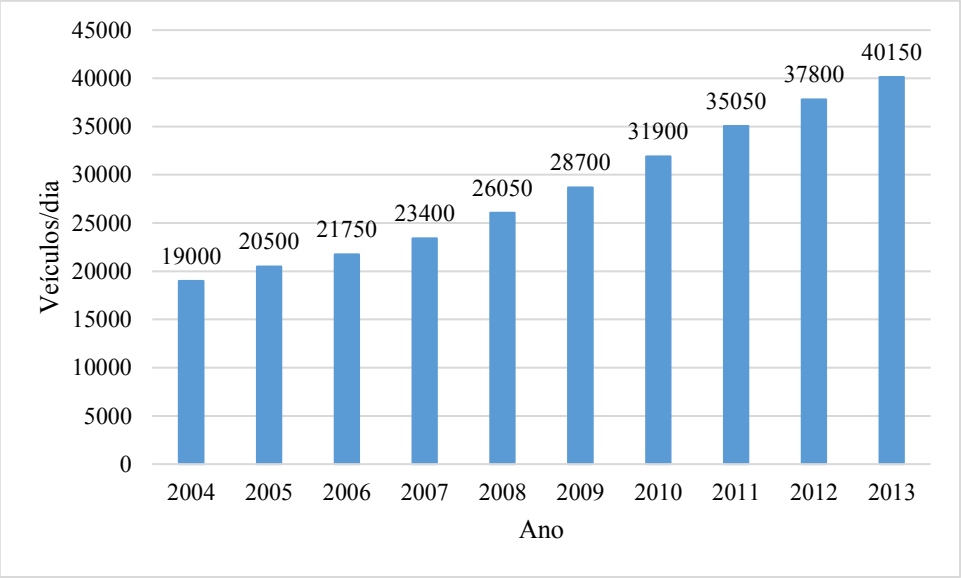
Fonte: SETTRAN (2015d).

Ao analisar o Gráfico 23 verificou-se que no ano de 2010, ano anterior ao início das obras de modificação da infraestrutura da Av. Rondon Pacheco, o cruzamento não estava na lista dos críticos da cidade em relação a acidentes de trânsito. No ano de 2011, período de obras na Av. Rondon Pacheco, o cruzamento voltou à lista crítica, mas com uma redução de 28% em relação ao ano de 2009. O ano de 2012 foi o de maior número de ocorrências do período analisado, e no ano de 2013, ano em que as obras foram entregues, o cruzamento não estava mais na lista dos cruzamentos críticos.

O coeficiente de correlação "*r*" entre número de acidentes e severidade para este cruzamento resultou igual a + 0,54, o que indica uma correlação moderada. Portanto, não há proporcionalidade entre aumento/diminuição de acidentes e severidade dos mesmos.

No Gráfico 24 é mostrado o fluxo veicular para o cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Augusto César entre os anos de 2004 a 2013.

Gráfico 24 – Fluxo veicular no cruzamento da Avenida Rondon Pacheco com a Rua Augusto César



Fonte: SETTRAN (2016).

A variação do fluxo veicular, entre os anos de 2004 a 2013, foi de 111%. Ao analisar essa variação com a variação da ocorrência de acidentes obteve-se $r = + 0,44$, o que indica uma correlação positiva moderada entre as variáveis. Ou seja, o aumento do volume veicular ao longo dos anos é acompanhado de aumento no número de acidentes.

Neste capítulo foram feitas análises e apresentados os resultados sobre a ocorrência de acidentes em alguns cruzamentos da cidade de Uberlândia. No próximo capítulo será apresentada a conclusão sobre os dados levantados e apresentadas recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a relação entre a infraestrutura e a segurança viária em cruzamentos críticos na cidade de Uberlândia, MG. Com a utilização de uma ferramenta estatística foi verificada a correlação entre a variação no número de acidentes com a severidade, com mudanças na infraestrutura das vias e com a variação do volume veicular.

A análise de correlação entre variáveis foi feita por meio do cálculo do coeficiente de correlação de *Pearson*, que permitiu identificar a intensidade entre a relação número de acidentes e severidade e se há linearidade entre a variação da infraestrutura em relação ao número de acidentes.

Na Av. João Naves de Ávila a implantação do corredor Estrutural Sudeste foi uma mudança de grande impacto na infraestrutura da via. Em 2006, ano que a obra foi entregue, os acidentes na Avenida reduziram em 98% comparado ao ano anterior. Por meio da análise do coeficiente de *Pearson* conclui-se que a relação entre o número de acidentes e severidade resultou muito forte, ou seja, o aumento/diminuição de ocorrências acompanhou o aumento/diminuição da severidade.

Na Av. Rondon Pacheco foi no ano de 2011 que tiveram início as obras para modificação da infraestrutura da via, concluídas no final de 2012 e começo do ano de 2013. Ao analisar o número de acidentes verificou-se que nos anos anteriores às intervenções as ocorrências eram maiores do que comparadas ao ano de 2013, ano que as mudanças na infraestrutura da via já tinham sido implantadas. Do mesmo modo que ocorreu na Av. João Naves de Ávila, na Av. Rondon Pacheco a relação entre o número de acidentes e severidade resultou muito forte.

Pela análise do coeficiente de *Pearson* verificou-se, na Av. Rondon Pacheco, que a mudança na infraestrutura, com o aumento do número de faixas de tráfego, e na operação, com a

diminuição da velocidade permitida, contribuíram para a diminuição no número de ocorrência de acidentes. Porém, não se pode concluir que somente essas mudanças contribuíram para a diminuição nos acidentes, pois há outros fatores que podem influenciar, além dos fatores físicos.

Ao analisar a ocorrências de acidentes nos cruzamentos, primeiramente verificou-se a relação entre a variação no número de ocorrência de acidentes em relação aos períodos anterior e posterior em que as vias, Av. João Naves de Ávila e Av. Rondon Pacheco, passaram por modificações significativas em sua infraestrutura.

Nos cruzamentos analisados em que a Av. João Naves de Ávila é a via principal verificou-se que o número de ocorrência dos acidentes aumentou no ano de 2007, posterior à inauguração do Corredor Estrutural Sudeste, mas a severidade dos mesmos diminuiu. Já no ano de 2008, para esses cruzamentos, tanto a ocorrência quanto a severidade dos acidentes diminuíram. A exceção ocorreu para os cruzamentos da Av. João Naves Ávila com a Av. Rondon Pacheco e com a Av. Floriano Peixoto, em que no ano de 2007 foram verificadas diminuições, tanto do número de acidentes como da severidade.

Nos cruzamentos analisados em que a Av. Rondon Pacheco é a via principal verificou-se que para o cruzamento com a Av. Nicomedes Alves dos Santos, no ano de 2012, em que foi inaugurado o viaduto e no ano de 2013, posterior ao término nas obras da Av. Rondon Pacheco, o cruzamento já não estava entre os trinta críticos de Uberlândia, fato que ocorreu de 2004 a 2011. O contrário ocorreu com os cruzamentos da Av. Rondon Pacheco com a Rua Olegário Maciel e com a Av. dos Municípios, em que no ano posterior à entrega das obras foram verificados aumentos da ocorrência dos acidentes e também da severidade dos mesmos.

Posteriormente, da análise dos valores obtidos para o coeficiente de *Pearson*, entre a variação do número de ocorrência dos acidentes e sua severidade, verificou-se que para todos os cruzamentos há uma correlação forte ou muito forte, ou seja, há uma linearidade entre a variação; à medida que se diminui o número de acidentes diminui a severidade e o contrário também é verdadeiro.

A partir da análise da correlação entre a variação do fluxo veicular e a ocorrência e severidade dos acidentes nos cruzamentos verificou-se que, na maioria deles, essas variáveis possuem correlação fraca ou muito fraca, ou seja, não há linearidade na variação. A exceção

ocorreu para o cruzamento da Av. João Naves de Ávila com a Av. Rondon Pacheco, que apresentou uma relação linear negativa muito forte, ou seja, no decorrer dos anos analisados o aumento do fluxo veicular foi acompanhado da diminuição do número e severidade dos acidentes.

Portanto, de forma geral, as mudanças na infraestrutura da via, no caso na Av. Rondon Pacheco, o aumento do número de faixas de tráfego e a redução da velocidade máxima permitida contribuíram para a redução do número de ocorrências de acidentes e da severidade. Na Av. João Naves de Ávila a implantação do Corredor Estrutural Sudeste também contribuiu para a redução no número de acidentes.

Ao analisar de maneira pontual cada cruzamento, devido ao fato de que cada um apresenta particularidades como: sinalização, geometria e fluxo veicular, as interferências na via principal nem sempre contribuíram para minimização do número de acidentes e severidade. Em alguns casos, houve um aumento no número de acidentes, mas a severidade diminuiu.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, uma análise de acidentes que envolvam pedestres e ciclistas e a análise das condições de infraestrutura para modos não motorizados, com avaliação da interferência dessas condições na acidentalidade. Recomenda-se, também, a análise de acidentes envolvendo transporte público e as condições de infraestrutura em que o serviço é operado. Atualmente, o trânsito de uma cidade deve estar voltado ao atendimento de viagens ditas sustentáveis, por meios de transporte sustentáveis, como transporte coletivo, a pé e por bicicleta. Portanto, o investimento em infraestrutura deve ter como propósito atender viagens sustentáveis.

Recomenda-se que sejam revisados os indicadores desenvolvidos por Sampedro Tamayo (2010), que indicam a relação entre características na infraestrutura com os índices de acidentes, para que se adequem às características viárias dos cruzamentos estudados.

Recomenda-se, também, uma análise mais criteriosa na comparação entre os acidentes que ocorram depois da obra entregue ao tráfego com aqueles que porventura ocorram durante a realização das obras, isso porque as obras podem ser a causa de acidentes.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10697:1989. Pesquisa de Acidentes de Trânsito: Terminologia, Rio de Janeiro, 10 p.

BRASIL. Lei n° 9503 de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, 1997, Brasil. Disponível: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm>. Acesso em: 08 set. 2015.

CABRAL, C. F. Análise de correlação entre acidentes de trânsito, de trajeto e variáveis socioeconômicas no Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4284>. Acesso em: 25 abr. 2016.

CARDOSO, G. Modelos para previsão de acidentes de trânsito em vias arteriais urbanas. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/8234>. Acesso em: 04 ago. 2015.

COWELL, S.; FAIRMAN, R.; LOFSTEDT, K. Use of risk assessment and life cycle assessment in decision making: A common policy research agenda. Risk Analysis, v. 22, n. 5, p. 879-894, 2002. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1539-6924.00258/full>. Acesso em: 06 jan. 2016.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Frota por município e tipo de veículo. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm>. Acesso em: 03 dez. 2015.

de GÓES, J. de R. R. Métodos de identificação e seleção de locais de alto risco de acidentes de trânsito: Estudo e recomendações para aplicação em cidades brasileiras. Dissertação (Mestrado em Transportes), Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1983, 237 p.

de VASCONCELLOS, E. A. A cidade, o transporte e o trânsito. São Paulo: Prolivros, 2005, 127 p.

DIÓGENES, M. C. Método para avaliar o risco potencial de atropelamentos em travessias urbanas em meio de quadra. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14294/000661538.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 out. 2015.

EWING, R.; DUMBAUGH, E. The built environment and traffic safety: A review of empirical evidence, Journal of Planning Literature, v. 23, n. 4, p. 347-367, 2009. Disponível em: <http://jpl.sagepub.com/content/23/4/347.full.pdf+html>. Acesso em: 07 dez. 2015.

FERNANDES, E. Três novos pontos de radar vão funcionar a partir de segunda feira. Correio de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2 mar. 2016. Disponível em: <http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/tres-novos-pontos-de-radar-vao-funcionar-partir-de-segunda-feira/>. Acesso em: 07 abr. 2016.

FERRAZ, A. C. P.; JUNIOR, A. A. R.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. Segurança Viária. São Carlos, SP, Suprema Gráfica e Editora, 2012.

FHWA – Federal Highway Administration, National Review of the Highway Safety Improvement Program. U. S. Department of Transportation, EUA, 2002. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/02mar/04.cfm>. Acesso em: 17 jul. 2015.

FRANCISCO, W. Estatística Básica: Síntese da Teoria. Piracicaba, São Paulo: Editora UNIMEP. 1995, 220 p.

GAO – General Accounting Office, Research Continues on the Variety of Factors That Contribute to Motor Vehicle Crashes. Report to Congressional Requesters n. GAO-03-436, EUA, 2003. Disponível em: <http://www.gao.gov/new.items/d03436.pdf>. Acesso em: 04 set. 2015.

GOLD, P. A. Segurança de Trânsito – Aplicações de engenharia para reduzir acidentes. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998, 211 p. Disponível em: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/406/SEGURANCA_DE_TRANSITO__Aplicacoes_de_Engenharia_para_Reduzir_Acidentes_por_Philip_Anthony_Gold2.pdf?sequence=2>. Acesso em: 05 ago. 2015.

HATFIELD, A. E.; HIPEL, K. Risk and Systems Theory, Risk Analysis, v. 22, n. 6, p. 1043-1057, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=317020&search=minas-gerais|uberlandia>. Acesso em: 04 dez. 2015.

IPEA. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em: 01 out. 2015.

MCidades – Ministério das Cidades Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a década 2011 – 2020. Brasília, DF, 2010.

MT – Ministério dos Transportes. Procedimento para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito. Programa PARE de Redução dos Acidentes. Brasília, 2002.

NAVIN, F.; ZEIN, S.; NEPOMUCEUO, J.; HO, G. Road Safety Audits and Reviews: The State-of-the-Art and Beyond. 69th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers, Las Vegas, EUA, 1-4 August 1999.

NCHRP – National Cooperative Highway Research Program. Methodology to predict the safety performance of urban and suburban arterials, 2007. Final Report for NCHRP Project 17-26. Transportation Research Board of the National Academies. EUA. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_w129p1&2.pdf>. Acesso em: 10 dez.

2015.

NODARI, C. T. Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2003.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples. XIII Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte. Nova York, EUA, 26 a 29 de setembro, 2004.

NOGUEIRA, D. Transformação da avenida Rondon Pacheco desafia moradores e comerciantes. Correio de Uberlândia, Uberlândia, MG, 17 fev. 2013. Disponível em: <http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/transformacao-da-avenida-rondon-pacheco-desafia-moradores-e-comerciantes>. Acesso em: 04 jan. 2016.

ONU Resolução ONU nº. 2, de 2009, Proposta para o Brasil para redução de acidentes e segurança viária, 2009.

PARKIN, R.; BALBUS, J. Variations in Concepts of Susceptibility in Risk Assessment. Risk Analysis, v. 20, n. 5, p. 603-612, 2000.

PEDEN, M.; SCURFIELD, R.; SLEET, D.; MOHAN, D.; HYDER, A.; JARAWAN, E.; MATHERS, C. World report on road traffic injury prevention. World Health Organization, Geneve, Switzerland, 2004.

PMU – Prefeitura Municipal de Uberlândia. Projetos de geometria e sinalização viária. Uberlândia, MG, 2016.

RENN, O. The role of risk perception for risk management. Reliability Engineering and System safety, n. 59, p. 49-62, 1998.

RODRIGUE, J.; COMTOIS, C.; SLACK, B. The Geography of Transport Systems, 2013, 416 p., New York, USA. Hofstra University. Disponível em: <https://people.hofstra.edu/geotrans/>. Acesso em: 02 out. 2015.

SAMPEDRO TAMAYO, A. Procedimento para avaliação da segurança de tráfego em vias urbanas. Dissertação (Mestrado), Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

_____. Procedimento para avaliação e análise da segurança de tráfego em vias expressas urbanas. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.

SAYED, T.; ABDELWAHAB, W. Using accident correctability to identify accident-prone locations. Journal of Transportation Engineering, v. 123, n. 2, p.107-113, 1997.
SETTRAN – Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes. Evolução do fluxo veicular nos principais cruzamentos de Uberlândia, MG, 2016.

_____. Plano Diretor de Transporte e Mobilidade de Uberlândia, 2010. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/12541.pdf>. Acesso em: 02

out. 2015.

_____. Frota Veicular, 2015a. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/12452.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

_____. Evolução de Acidentes – Dados técnicos do CTA Estatísticas, 2015b. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/12474.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

_____. Estatísticas de Trânsito – Dados técnicos do CTA Estatísticas, 2015c. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/12472.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

_____. Estatísticas de Acidentes – Dados técnicos do CTA Estatísticas, 2015d. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/12475.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

_____. Cruzamentos Semaforizados – Dados técnicos CTA Estatísticas, 2015e. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/12454.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2016.

STEVENSON, W. J. Estatística aplicada à Administração. Tradução Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Editora Harbra, 1986, 495 p.

TRB – Transportation Research Board of the National Academies. Managing speed: Review of current practice for setting and enforcing speed limits. Special Report 254, 1998, EUA. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr254.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.

TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 682 p.

UBERLÂNDIA. Lei Complementar nº 374, de 27 de agosto de 2004. Estabelece o sistema viário básico da cidade de Uberlândia, revoga as Leis nºs 4.868 de 22 de dezembro de 1988 e 6.439 de 28 de novembro de 1995 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/?pagina=Conteudo&id=14>. Acesso em: 09 set. 2015.

UBERLÂNDIA. Lei nº 10.686, de 20 de dezembro de 2010. Estabelece as diretrizes do sistema viário do município de Uberlândia, revoga os dispositivos legais que menciona e dá outras providências. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/?pagina=Conteudo&id=13>. Acesso em: 09 set. 2015.

_____. Prefeitura Municipal de Uberlândia. Trânsito será alterado na Rua Olegário Maciel a partir desta terça. Agência de Notícias, Uberlândia, MG, 16 maio 2016. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/noticia/11822/transito_sera_alterado_na_rua_olegario_maciel_a_partir_desta_terca.html>. Acesso em: 17 maio 2016.

ANEXO

Anexo – Tipos de acidentes, causas prováveis e medidas corretivas

Tipos de Acidentes	Causas Prováveis	Medidas Corretivas
•Colisão Lateral •Colisão Transversal	**Estacionamentos paralelos**, perpendiculares e/ou oblíquos ao longo das vias de tráfego, principalmente aqueles localizados no lado esquerdo e próximo às interseções, prejudicam a visibilidade dos condutores de veículos nos procedimentos de manobra.	-Eliminação de vagas de estacionamento localizadas próximo às interseções, por intermédio do alargamento das calçadas nas esquinas ou pela pintura de zebrados; -Redução da velocidade de tráfego na via; e -Reforço da sinalização horizontal e vertical.
	Desalinhamento na geometria horizontal da via ou interseção gera conflitos entre fluxos do mesmo sentido e/ou mudança brusca de direção, em função da existência de meios-fios ou ilhas incompatíveis ao alinhamento horizontal.	-Adequação do layout da interseção ou trecho, dentro dos padrões técnicos de geometria horizontal, buscando o alinhamento adequado aos fluxos de tráfego; -Implantação de canalizações por intermédio da pintura de faixas de tráfego e de balizamento com tachões refletivos para visualização à noite; e -Pintura de zebrados junto aos vértices das ilhas de refúgio e canalizações com tachões refletivos.
	Sinalizações horizontal e vertical precárias ou inexistentes provocam falta de orientação e/ou informações confusas aos condutores de veículos e, geralmente, ocasionam conflitos entre os movimentos contínuos e de conversões nas interseções.	-Implantação de sinalização horizontal e vertical segundo os padrões técnicos recomendados, com a utilização de tinta e tachões refletivos para visualização noturna. -Pintura de setas de direção no pavimento, próximas às interseções ou trechos onde a orientação para os movimentos de tráfego encontra-se confusa.
•Colisão Transversal •Colisão Traseira •Engavetamento	***Semáforo:*** -Com tempo de amarelo ou vermelho total insuficiente para a travessia completa dos veículos na interseção; -Com tempo de ciclo muito longo, induzindo o desrespeito dos condutores de veículos na prioridade de passagem; -Com defasagem inadequada e falta de sincronia entre interseções próximas e consecutivas; e -Com visibilidade prejudicada por estar implantado em local inadequado ou por interferências tais como árvores, vegetação, equipamentos urbanos, bem como em situações que provocam ofuscamento para visão do motorista.	-Redimensionamento dos tempos de ciclo dos semáforos, após a realização de contagens de tráfego na interseção e ajustes nos tempos amarelo e vermelho total quando necessário; -Implantação de dispositivos eletrônicos de controle de avanço de semáforo; -Sincronização de semáforos entre interseções próximas e consecutivas; -Relocação de conjuntos semafóricos; e -Desobstrução da visibilidade do semáforo pela remoção das barreiras visuais.
	Excesso de velocidade que pode ser induzido pelas características geométricas da via, com elementos horizontais superdimensionados, grandes declividades e vias com larguras excessivas.	-Adequação do layout da interseção ou trecho dentro dos padrões técnicos da geometria horizontal, buscando soluções voltadas à redução das velocidades, tais como: redimensionamento de curvas horizontais, alteração de traçado nas aproximações da interseção forçando a redução da velocidade, implantação de passeios, reduzindo o excesso de área de circulação; -Implantação de dispositivos de controle de velocidade, tais como: lombadas eletrônicas, ondulações transversais e sonorizadores, devidamente sinalizados, nos locais e trechos de grandes declividades e de altas velocidades; e -Implantação ou reforço da sinalização vertical de regulamentação da velocidade máxima permitida.

Anexo – Tipos de acidentes, causas prováveis e medidas corretivas (continuação)

Tipos de Acidentes	Causas Prováveis	Medidas Corretivas
•Colisão Transversal •Colisão Traseira •Engavetamento	**Pouca visibilidade entre as aproximações** de interseções não semaforizadas, devido a: -edificações construídas muito próximas às vias, impedindo a visão dos condutores; -curvas verticais côncavas de comprimento inadequado; e -existência de barreiras obstruindo a visibilidade, tais como: barracas de camelô, placas de propaganda, arbustos, árvores e outros.	-Sinalização de interseções com o deslocamento das faixas de pedestre para fora da área de conflito nas aproximações; -No topo das curvas verticais côncavas, evitar situações de conflito tais como: estacionamento de veículos, retornos, conversões prejudicadas pela visibilidade e travessia de pedestres; -Remoção de barreiras que possam estar obstruindo a visibilidade dos condutores nas interseções; e -Alteração dos sentidos de circulação em interseções ou proibição de movimentos de conversão que provoquem conflitos em áreas de pouca visibilidade.
	Iluminação noturna precária ou inexistente prejudica a visibilidade nas interseções e trechos viários e torna estes locais potencialmente mais perigosos quando associados à ausência de sinalizações horizontal e vertical.	-Implantação ou reforço da iluminação pública nos trechos e interseções onde os acidentes estejam relacionados à falta de visibilidade noturna; e -Implantação ou reforço de sinalização Horizontal e Vertical, com materiais refletivos.
	Estacionamento de veículos muito próximo às áreas das interseções provoca conflitos entre os movimentos de manobra e de conversão de veículos nas interseções.	-Eliminação das vagas de estacionamento próximas às interseções por intermédio de alargamento de calçadas ou pintura horizontal em zebrado.
	Pavimento em condições precárias e problemas na drenagem superficial ocasionam a presença de depressões, recalques, buracos e poças d'água.	-Recuperação do pavimento das vias; -Implantação ou correção de sistemas de drenagem superficial; e -Promoção de programa de manutenção e recuperação de vias.
	Sinalizações horizontal e vertical precárias ou inexistentes resultam em falta de orientação e/ou informações confusas aos condutores de veículos. Esta situação é agravada pela falta de iluminação noturna.	-Implantação ou recuperação da sinalização horizontal e vertical, avaliando a sua necessidade de adequação em função das ocorrências dos acidentes de trânsito; e -Utilização de material para pintura no pavimento visível à noite e eficiente em tempos de chuva.
•Colisão Traseira •Engavetamento	**Travessia irregular de pedestres** ocasiona freadas bruscas.	-Regulamentação das travessias de pedestres em locais de alta movimentação, por intermédio da implantação de faixas de pedestres sinalizadas ou semaforizadas, de acordo com as características do tráfego no local; e -Diminuição da velocidade de tráfego nas vias de grande movimentação de pedestres.
•Colisão Frontal •Choque com Objeto Fixo	**Visibilidade precária** em vias com curvas verticais côncavas de desenvolvimento inadequado ocasiona acidentes em ultrapassagens, em vias de mão dupla.	-Implantação ou reforço de sinalização viária proibindo ultrapassagens; e -Implantação de barreiras físicas, separando os fluxos opostos de tráfego, por intermédio de tachões, muretas de concreto e defensas New Jersey.
	Pavimento danificado, com depressões, recalques e buracos, ocasiona a mudança brusca de direção e perda do controle do veículo. **Pavimento escorregadio** ocasiona derrapagens.	-Implantação e recuperação do pavimento e dos dispositivos de drenagem superficial; e -Adoção de revestimentos rugosos, que apresentam melhor resistência às derrapagens em locais críticos de frenagem de veículos, de travessia de pedestres e junto a semáforos.
	Sinalizações horizontal e vertical precárias ou inexistentes, omitindo regulamentação de sentidos de tráfego e/ou proibição de ultrapassagens.	-Implantação ou recuperação da sinalização horizontal e vertical, com reforço aos sentidos de tráfego, proibição de conversões e ultrapassagens; e

Anexo – Tipos de acidentes, causas prováveis e medidas corretivas (continuação)

Tipos de Acidentes	Causas Prováveis	Medidas Corretivas
	Desrespeito à sinalização horizontal e vertical relativa à proibição de ultrapassagens, movimentos de retorno e sentidos de tráfego.	-Implantação de barreiras físicas tais como tachões, muretas de concreto e defensas New Jersey.
•Capotagem •Tombamento	**Excesso de velocidade** associado a vias com características geométricas precárias e situações de perigo.	-Implantação de dispositivos de controle de velocidades, tais como lombadas eletrônicas, ondulações transversais, sonorizadores com reforço de sinalização de advertência; e -Minimização das situações de perigo por intermédio da implantação de defensas, reforço da sinalização horizontal e remanejamento de acessos perigosos.
	Pavimento danificado e/ou escorregadio, ocasionando mudança brusca de direção, perda de controle do veículo e derrapagens.	-Recuperação do pavimento e adoção de revestimentos rugosos antiderrapantes.
	Mudança brusca de direção ocasionada por situações de perigo, tais como: objetos ou veículos parados indevidamente na pista, travessia irregular de pedestres ou animais. A capotagem e o tombamento também podem estar relacionados, direta ou indiretamente, aos outros tipos de acidentes de trânsito, ou seja: podem ocorrer pela reação do condutor na tentativa de evitar uma colisão ou atropelamento, ou pode estar associados a outro tipo de acidente (ex: capotagem com choque em objeto fixo).	-Adoção de medidas corretivas discriminadas nos demais tipos de acidentes, após a avaliação das causas.
•Atropelamento	**Sinalizações horizontal e vertical** precárias ou inexistentes nas travessias de pedestres, sobretudo em áreas de grande movimentação de transeuntes e junto a equipamentos urbanos (hospitais, escolas e outros). **Desrespeito à sinalização** das travessias de pedestres. **Excesso de velocidade** desenvolvida em áreas urbanas, quer pelas características geométricas da via, quer por desrespeito às normas de trânsito.	-Implantação ou recuperação da sinalização horizontal e vertical das travessias de pedestres; -Elevação do nível do pavimento nas faixas de pedestres localizadas em áreas centrais e de grande movimentação; e -Implantação de semáforo para pedestres nas travessias onde o desrespeito à sinalização é constante; -Implantação de dispositivos de redução de velocidade, tais como ondulações, sonorizadores no pavimento, tachões colocados transversalmente e lombadas eletrônicas.
	Iluminação noturna precária ou inexistente em áreas de travessia de pedestres.	-Implantação ou reforço da iluminação pública noturna das travessias de pedestres.
	Visibilidade precária para o condutor do veículo e para o pedestre, em vias com curvas verticais côncavas de comprimento inadequado e nas travessias de pedestres.	-Relocação das travessias de pedestres, buscando os locais mais favoráveis à visibilidade dos condutores de veículos e dos pedestres.
	Travessia irregular de pedestres em locais inadequados à visibilidade dos condutores de veículos, tais como: entre veículos estacionados nas laterais da via e junto a pontos de ônibus e táxi.	-Implantação de faixas de pedestres em locais apropriados; -Implantação de dispositivos de controle de travessia irregular dos pedestres tais como: grades, muretas vazadas e ajardinamento de canteiros com arbustos.
	Largura excessiva das vias, expondo o pedestre ao risco de atropelamento, associada ao desenvolvimento de altas velocidades.	-Alargamento de calçadas com o avanço dos passeios sobre a via nos locais de travessia de pedestres, para que estes fiquem mais visíveis aos condutores de veículos, encurtando o trecho de travessia; -Implantação de ilhas de refúgio para pedestres, auxiliando o resguardo nas travessias extensas; e -Implantação de dispositivos de redução de velocidade.

Fonte: MT (2002).