



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CAMPUS BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LAÍSE VARGAS

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA VIÁRIO DA AVENIDA
CONTORNO, LOCALIZADA NA CIDADE DE BALSAS,
MARANHÃO**

BALSAS – MA

2019

LAÍSE VARGAS

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA VIÁRIO DA AVENIDA CONTORNO, LOCALIZADA NA
CIDADE DE BALSAS, MARANHÃO

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Claudicéia da Silva Mendes

BALSAS – MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Vargas, Laíse.

Diagnóstico do sistema viário da Avenida Contorno,
localizada na cidade de Balsas, Maranhão / Laíse Vargas. -
2019.

125 f.

Orientador(a): Claudicéia Silva Mendes.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do
Maranhão, Balsas, 2019.

1. Infraestrutura viária. 2. Segurança viária. 3.
Trafegabilidade. I. Silva Mendes, Claudicéia. II. Título.

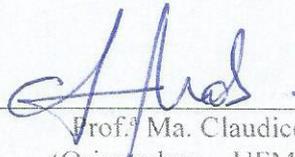
Laise Vargas

Diagnóstico do sistema viário da Avenida Contorno, localizada na cidade de Balsas,
Maranhão.

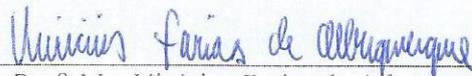
Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 30 de Janeiro de 2019.

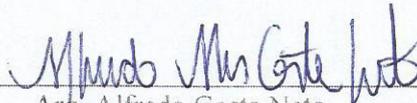
Banca examinadora:



Prof.ª Ma. Claudicéia Silva Mendes
(Orientadora – UFMA Campus Balsas)



Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque
(Examinador interno – UFMA Campus Balsas)



Arq. Alfredo Costa Neto
(Examinador externo)

Balsas-MA

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a Deus que, de uma muito especial, preparou todas as coisas para que eu pudesse iniciar esse curso e agora concluir a última etapa; me deu forças e ânimo nos momentos que pensei em desistir; colocou pessoas especiais em minha vida: minha família e amigos.

À prof.^a Claudicéia Mendes pela orientação, dedicação, incentivo e, principalmente, pelas cobranças que foram de grande valor para que eu pudesse concluir este trabalho.

Ao 4º Batalhão de Polícia Militar (4º BPM) pelo auxílio e fornecimento de dados, especialmente, o Capitão Hélio Júnior Neres Reis e o Cabo Delano Ferreira Passarinho, os quais, gentilmente, se dispuseram a buscar e sintetizar os dados registrados no departamento.

À minha família: minha mãe, Valdirene Vargas, pela educação, amor e dedicação aos filhos; aos meus irmãos pelo apoio, carinho e força; à família que me adotou aqui nesta cidade: Ivanilde e Adão.

A todos os amigos que, mesmo de forma indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este estudo objetivou identificar e avaliar as condições atuais da infraestrutura viária e segurança do tráfego, através de um estudo de caso na Avenida Contorno, localizada na cidade de Balsas/MA, bem como, apresentar contribuições para amenizar os problemas identificados. Para tanto, foram elaborados um referencial teórico considerando os conceitos pertinentes à segurança viária; o estudo da legislação urbana do município de Balsas, no que se refere ao sistema viário e planejamento urbano; e, também, a caracterização da estrutura viária da Avenida, verificando o nível de segurança, de acordo com os parâmetros: traçado, seção transversal, pavimentação sinalização viária, interseções, a presença de ciclistas e pedestres, dispositivos e controle de tráfego e estacionamento e condições operacionais. Como método para coleta de dados, foi realizado, além de pesquisa bibliográfica, investigação de campo e levantamento fotográfico para identificar as características principais da via. A partir da análise de dados, verificou-se que a Av. Contorno, nos trechos analisados, apresenta sinalização insuficiente para orientar os motoristas e regulamentar as manobras permitidas na via, além disso, a via apresenta seção transversal em desconformidade com a classificação viária. O maior desafio que se impõe é adequar a seção transversal atual da via, conforme classificação proposta pela Lei de Zoneamento, Parcelamento, uso e ocupação do solo do Município, já que a Avenida deve ser implementada como via expressa. Através desse trabalho verificou-se, ainda, irregularidades no projeto geométrico de algumas interseções que, devido ao desenho complexo, gera muitos conflitos e insegurança aos motoristas, pedestres e ciclistas. Outro fator que se destacou, foi a presença constante de veículos de carga trafegando pela via, prejudicando a fluidez e segurança no trânsito. Assim, por meio da análise realizada, foi possível confirmar que o nível de segurança viária na Av. Contorno é insatisfatório e que as condições atuais podem contribuir para ocorrência e severidade dos acidentes, assim como, para a potencialização das falhas humanas. Logo, as sugestões de melhorias apresentadas são de grande importância, a fim de garantir a redução de conflitos e o aumento da segurança viária.

Palavras-chave: Infraestrutura viária; trafegabilidade; Segurança viária.

ABSTRACT

This study aimed to identify and evaluate the current conditions of road infrastructure and traffic safety, through a case study at Avenida Contorno, located in the city of Balsas / MA, and to present contributions to alleviate the problems identified. For that, a theoretical reference was made considering the concepts pertinent to road safety; the study of the urban legislation of the municipality of Balsas, with regard to the road system and urban planning; and also the characterization of the road structure of the Avenue, checking the level of safety, according to the parameters: trace, cross section, pavement road signage, intersections, presence of cyclists and pedestrians, devices and traffic control and parking and conditions. As a method for data collection, in addition to bibliographical research, field research and photographic survey were carried out to identify the main characteristics of the pathway. From the analysis of data, it was found that in the analyzed sections, Av. Contorno presents insufficient signaling to guide the drivers and regulate the maneuvers allowed in the road, in addition, the road presents a cross section in disagreement with the road classification. The main challenge is to adapt the current cross-section of the road, according to the classification proposed by the Law of Zoning, Land, Land use and occupation of the Municipality, since the Avenue should be implemented as an expressway. Through this work there were also irregularities in the geometric design of some intersections that, due to the complex design, generate many conflicts and insecurity to drivers, pedestrians and cyclists. Another factor that stood out was the constant presence of cargo vehicles traveling on the road, damaging traffic flow and safety. Thus, through the analysis carried out, it was possible to confirm that the level of road safety at Av. Contorno is unsatisfactory and that current conditions can contribute to the occurrence and severity of accidents, as well as to the potential of human faults. Therefore, the suggestions for improvements presented are of great importance in order to guarantee the reduction of conflicts and the increase of road safety.

Keywords: Road infrastructure; trafficability; Road safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acidentes com mortes no trânsito.....	20
Figura 2 - Exemplo Hierarquização do Sistema Viário.....	21
Figura 3 - Largura mínima para calçadas	28
Figura 4 - Seção Transversal de uma via arterial.	28
Figura 5- Representação de Sinalização Vertical e sinalização Horizontal	30
Figura 6 - Tipos básicos de movimento	32
Figura 7-Tipos de conflitos nas interseções	32
Figura 8 - Pontos de conflito e solução para redução dos conflitos	33
Figura 9 - Diferenças entre ciclofaixa, ciclorrota e ciclovia.....	34
Figura 10- Estacionamento proibido próximo a interseções	35
Figura 11- Localização da cidade de Balsas.....	37
Figura 12-Sistema viário da área central de Balsas (MA).....	37
Figura 13-Principais Rodovias que cortam a cidade de Balsas	39
Figura 14- (a) Posto de Combustível. (b) SAMU.....	40
Figura 15- (a) VIVA Cidadão. (b) 4º Batalhão da Polícia Militar	40
Figura 16- Hierarquização viária da Cidade de Balsas - MA.....	42
Figura 17- Mapa BR-230.....	44
Figura 18- BR- 230 no perímetro urbano - Balsas (MA)	44
Figura 19- Localização da Rua Luís Gomes em relação à Av. Contorno	45
Figura 20- Série histórica do crescimento da frota de veículos.....	46
Figura 21- Acidentes de trânsito na Av. Contorno (2017-2018).....	47
Figura 22-Tipos de acidentes na Av. Contorno (2017)	48
Figura 23-Percentual de acidentes relacionado à gravidade na Av. Contorno - 2017 a 2018..	48
Figura 24- Zona Urbana da cidade de Balsas	50
Figura 25 - Delimitação da área de estudo	50
Figura 26-Localização do Trecho 01	52
Figura 27- Traçado horizontal do Trecho 01 da Av. Contorno	53
Figura 28- Perfil de elevação do Trecho 01	54
Figura 29-Rampa no Trecho 01	54
Figura 30- Veículo de carga trafegando no trecho com declive.....	55
Figura 31-Seção transversal atual da Av. Contorno do Trecho 01	56

Figura 32- Seção transversal medida em três pontos do Trecho 01	56
Figura 33- Ausência de guia (meio-fio) facilita o estacionamento de veículos na calçada.....	57
Figura 34- Lixo e obstáculos dispostos nos locais de passagem dos pedestres.....	57
Figura 35- Entulho e materiais de construção dispostos na calçada.....	58
Figura 36- Calçada com largura inadequada	58
Figura 37- Barreiras na calçada (poste, inclinação acentuada, caixa de inspeção e desnível) .	59
Figura 38- Condição geral do pavimento no Trecho 01	63
Figura 39- Buracos nos limites das interseções da Av. Contorno com outras ruas no Trecho 01	64
Figura 40- Deformações e ondulações no pavimento	64
Figura 41- Ausência de placas para orientar o motorista sobre o fluxo permitido.....	65
Figura 42- Sinalização inadequada- lombadas	66
Figura 43- Faixas de pedestres existentes no Trecho 01	66
Figura 44- Ilha central- reforma pavimentação	67
Figura 45- Interseções no Trecho 01	68
Figura 46- Equipamentos urbanos e totem em local inadequado, afetando a visibilidade.....	69
Figura 47- Ciclista trafegando na Av. Contorno, com pista compartilhada	70
Figura 48- Ciclista no trecho 01 da Av. Contorno	70
Figura 49- Obstáculos na calçada ocupando a passagem de pedestres	71
Figura 50- Pedestre atravessando a via fora da faixa e carros estacionados nas calçadas.	71
Figura 51- Semáforo no Trecho 01.....	72
Figura 52- Semáforo no Trecho 01.....	72
Figura 53- Veículo pesado interfere na visualização do semáforo.....	73
Figura 54- Veículos estacionados nas calçadas	73
Figura 55- Veículos estacionados na calçada	74
Figura 56- Escola Municipal Dr. José Bernardino	74
Figura 57- Entrada para o Aeroporto Municipal	75
Figura 58- Veículo pesado trafegando na Av. Contorno no Trecho 01	75
Figura 59- Sinalização proibindo o Trânsito de veículos pesados em determinados horários. 76	
Figura 60- Localização do Trecho 02.....	78
Figura 61- Traçado horizontal do Trecho 02.....	79
Figura 62- Alinhamento vertical (declive) do Trecho 01	80
Figura 63- Elevação vertical do Trecho 02	80

Figura 64- Seção transversal do Trecho 02	81
Figura 65- Calçada inexistente-trecho com obstáculos aos pedestres (vegetação e propaganda em outdoor)	82
Figura 66- Barreiras que interrompem o livre tráfego de pedestres nas calçadas	82
Figura 67-Calçadas com pisos irregulares e dotadas de vegetação rasteira	83
Figura 68- Parte da seção transversal da via (calçada) ocupada por feirantes (Feira do Dedé)	83
Figura 69- Situação da pavimentação geral do Trecho 02	84
Figura 70-Deformação da pavimentação.....	84
Figura 71- Lombada com pavimentação deformada	85
Figura 72- Lombada com sinalização irregular	86
Figura 73- Sinalização horizontal inexistente	86
Figura 74- Sinalização horizontal para travessia de pedestres	87
Figura 75-Interseções no Trecho 02	88
Figura 76- Interseção Av Contorno x Rua Paulo Ramos	89
Figura 77- Interseção com conversão à esquerda.....	90
Figura 78- Ciclista no Trecho 02.....	91
Figura 79- Pedestre com carrinho de vendas trafegando pela Avenida	91
Figura 80- Idoso atravessando a via	92
Figura 81- Travessias sinalizadas no Trecho 02.....	92
Figura 82- Semáforo na interseção da Av. contorno com a Rua Dr. Paulo Ramos	93
Figura 83- Veículos estacionados na calçada.....	94
Figura 84-Localização do Trecho 03	96
Figura 85- Traçado horizontal do trecho 03	96
Figura 86 - Localização da curva no Trecho 03	97
Figura 87 - Curva horizontal no Trecho 03	97
Figura 88 - Conflitos na curva- interseção do Trecho 03	98
Figura 89-Traçado vertical do Trecho 03	98
Figura 90-Aclive Trecho 03- Ciclista tem dificuldade na subida.....	99
Figura 91 - Representação da seção transversal atual do Trecho 03 da Av. Contorno	100
Figura 92 - Configuração da seção transversal indicada para o trecho da Av. Contorno	100
Figura 93 - Vista da seção transversal atual da Avenida Contorno no Trecho 03	101
Figura 94- Obstáculos na calçada.....	101

Figura 95- Situação do passeio para pedestres na ponte sobre o Rio Balsas.....	102
Figura 96-Estado do pavimento no Trecho 03	103
Figura 97- Interseção sem sinalização viária.....	104
Figura 98- Ausência de sinalização na lombada	104
Figura 99-Sinalização horizontal (faixa de pedestres) apagada	105
Figura 100-Interseções no Trecho 03	105
Figura 101- Interseção 01: Avenida Contorno x Rua da Cohab (ou Rua 20)	106
Figura 102- Interseção 05: Avenida Contorno x Avenida Tito Coelho	106
Figura 103- Movimentos conflitantes na Interseção 01 do Trecho 03	107
Figura 104- Ciclistas trafegando na Av. Contorno - Trecho 03	107
Figura 105- Ciclistas trafegando na Av. Contorno - Trecho 03	108
Figura 106- Pedestres trafegando pela pista de rolamento da via	108
Figura 107- Pedestres no trecho 03	109
Figura 108 - Pedestre tentando realizar a travessia	109
Figura 109- Semáforo na interseção da Av. Contorno com a Av. Tito Coelho	110
Figura 110- Motoristas desobedecem sinalização semafórica	110
Figura 111- Carros estacionados nas calçadas no Trecho 03	111
Figura 112- Departamento da Polícia Militar.....	112
Figura 113- Veículos estacionadas na calçada- VIVA Cidadão.....	112
Figura 114- Caminhões trafegando no Trecho 03	113
Figura 115- Seção Transversal indicada para a Avenida Contorno	115
Figura 116- Sinalização adequada nas lombadas	117
Figura 117- Proposta de implementação do anel viário	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Características típicas de vias na hierarquia funcional.....	22
Quadro 2- Características Típicas de cruzamentos na Hierarquia Funcional.....	31
Quadro 3- Resumo dos pontos críticos do Trecho 01	76
Quadro 4- Resumo dos pontos críticos do trecho 02.....	94
Quadro 5- Resumo dos pontos críticos no trecho 03.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fluxo médio de veículos no cruzamento Avenida Contorno e Rua Luís Gomes....47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4° BPM	4° Batalhão da Polícia Militar de Balsas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Av.	Avenida
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DCT	Dispositivos e Controle de Tráfego
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNMUS	Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
ZC	Zona Comercial
Z SL	Zona de Serviços e Lazer
Z LR	Zona Logística, Rodoviária e Atacadista
Z HP	Zona Histórica e Paisagística
Z S	Zona Social
ZR N	Zona Residencial Nazaré

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Objetivos.....	18
1.1.1	Objetivo Geral	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Sistema Viário Urbano.....	19
2.1.1	Classificação do sistema viário	20
2.2	Disposições legais sobre o sistema viário e ambiente urbano.....	22
2.3	Infraestrutura viária e fatores que influenciam na segurança e funcionamento do trânsito	23
2.3.1	Traçado	25
2.3.2	Seção Transversal.....	26
2.3.3	Pavimentação.....	28
2.3.4.	Sinalização Viária.....	29
2.3.5	Interseções	30
2.3.6	Ciclistas e Pedestres	33
2.3.7	Dispositivos de Controle de Tráfego.....	34
2.3.8	Estacionamento e condições operacionais	35
3	ESTUDO DE CASO: AVENIDA CONTORNO (MA-006).....	36
3.1	Sistema viário da cidade de Balsas (MA)	36
3.2	Caracterização da Avenida Contorno	39
3.3	Caracterização do entorno	43
3.4	Frota de veículos.....	46
3.5	Acidentes na Av. Contorno.....	47
4	METODOLOGIA	49
4.1	Etapas	49
4.1.1	Pesquisa bibliográfica.....	49
4.1.2	Caracterização da área de estudo.....	49
4.1.3	Pesquisa de campo.....	51
4.1.4	Análise e tratamento dos dados	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52

5.1	Características da Av. Contorno no Trecho 01	52
5.1.1	Trecho 01- Traçado	52
5.1.2	Trecho 01- Seção Transversal	55
5.1.3	Trecho 01- Pavimentação	63
5.1.4	Trecho 01- Sinalização Viária	65
5.1.5	Trecho 01-Interseções	67
5.1.6	Trecho 01-Ciclistas e pedestres	69
5.1.7	Trecho 01- Dispositivos e Controle de Tráfego	71
5.1.8	Trecho 01-Estacionamento e Condições Operacionais	73
5.1.9	Resumo dos pontos críticos	76
5.2	Características da Av. Contorno no Trecho 02	78
5.2.1	Trecho 02- Traçado	78
5.2.2	Trecho 02- Seção Transversal	80
5.2.3	Trecho 02- Pavimentação	84
5.2.4	Trecho 02- Sinalização Viária	85
5.2.5	Trecho 02- Interseções	87
5.2.6	Trecho 02- Ciclistas e pedestres	90
5.2.7	Trecho 02-Dispositivos e Controle de Tráfego	92
5.2.8	Trecho 02-Estacionamento e Condições Operacionais	93
5.2.9	Resumo dos pontos críticos	94
5.3	Características da Av. Contorno no Trecho 03	95
5.3.1	Trecho 03-Traçado	96
5.3.2	Trecho 03- Seção Transversal	99
5.3.3	Trecho 03- Pavimentação	102
5.3.4	Trecho 03- Sinalização Viária	103
5.3.5	Trecho 03- Interseções	105
5.3.6	Trecho 03- Ciclistas e pedestres	107
5.3.7	Trecho 03- Dispositivos de Controle de Tráfego	109
5.3.8	Trecho 03- Estacionamento e condições operacionais	111
5.3.9	Resumo dos pontos críticos	113
6	PROPOSTAS PARA MELHORAR A TRAFEGABILIDADE NA AVENIDA CONTORNO.....	115
7	CONCLUSÃO	121

REFERÊNCIAS	122
ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA	126

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização de forma desordenada tem sido há muito tempo o gerador de diversos problemas que afetam a qualidade de vida das pessoas. O crescimento acelerado e a falta de planejamento ao ocupar o espaço urbano aliado à falta de investimentos em infraestrutura urbana agrava a situação atual nas cidades. A vida na cidade está cada vez mais difícil, e um dos maiores problemas está relacionado ao sistema viário e à falta de segurança nas vias, que atrapalham a liberdade de ir e vir do cidadão.

No Brasil, é comum observar cidades populosas com um sistema viário problemático: ausência de sinalização, ruas estreitas com carência de faixas de tráfego, calçadas irregulares ou inexistentes, pistas sem pavimentação ou com pavimento deteriorado, sistema de drenagem ineficiente, entre outros fatores que prejudicam o tráfego de veículos e pedestres. Assim como a maioria das cidades brasileiras, a cidade de Balsas, localizada no sul do Estado do Maranhão, cresceu desordenadamente e não foi acompanhada pelo devido planejamento, isso resultou em ruas estreitas, ausência de estacionamento, pouca sinalização, ausência de sistema de drenagem de águas pluviais, entre outros fatores que prejudicam o tráfego urbano, interferindo, consequentemente, na qualidade de vida dos habitantes da cidade.

Tais problemas no sistema viário causam grande preocupação, pois são determinantes na ocorrência de acidentes no trânsito. Segundo o relatório que mostra o Retrato da Segurança Viária no Brasil (AMBEV; FALCONI; ONSV, 2014), o trânsito está entre as primeiras causas de morte no país e a insegurança no trânsito é um fator que cresce cada vez mais.

Nesse sentido, Campos (2006) afirma que, para o bom funcionamento de uma cidade, é necessário que ela tenha um sistema viário com infraestrutura adequada para garantir o deslocamento rápido, eficiente e seguro dos transeuntes. A cidade de Balsas, conforme o censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possui 89.346 habitantes (IBGE, 2010), com uma estimativa de 93.826 habitantes no ano de 2018. A frota de veículos em Balsas, atualmente, é de 52.901 veículos, entres os anos de 2010 até 2018 a frota aumentou em mais de 100%, de acordo com os dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2018).

Ressalta-se, também, que o desenvolvimento da cidade ocorreu devido à agricultura na região, principalmente pelo plantio e exportação de soja. O transporte dos grãos é feito por caminhões de cargas, os quais muitos deles trafegam dentro da cidade, utilizando principalmente a Avenida Contorno, que fica na zona central da cidade. A Avenida Contorno,

objeto desse estudo, representa uma das principais vias da cidade e é também continuação da Rodovia Estadual MA-006.

Portanto, diante da necessidade de avaliar as condições da infraestrutura viária, da trafegabilidade e segurança ao longo da Av. Contorno, e considerando que esta Avenida tem grande importância para a dinâmica da cidade, o objetivo deste trabalho é diagnosticar as condições de infraestrutura viária, observando as normas e legislação vigente, para garantir a segurança no tráfego da Avenida Contorno e seu entorno, na cidade de Balsas, Maranhão, e propor melhorias para o sistema viário desta Avenida.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico das condições de infraestrutura viária, observando as normas e a legislação vigente, para garantir a segurança no tráfego da Avenida Contorno e seu entorno, na cidade de Balsas, no Estado do Maranhão, e propor melhorias para o tráfego da Avenida, que é uma das principais vias de circulação da localidade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento bibliográfico dos principais temas abordados neste trabalho, tais como: sistema viário, segurança viária, legislações Federal, Estadual e Municipal;
- Analisar a legislação urbana do município de Balsas, no que se refere ao sistema viário e etc.;
- Caracterizar a estrutura urbana da Avenida Contorno, na cidade de Balsas.
- Verificar se a Avenida atende a um nível satisfatório de segurança, observando parâmetros, tais como: traçado, sinalização, seção transversal, estacionamento, interseções, pavimentação e irregularidades em geral;
- Identificar os pontos críticos e polos geradores de tráfego;
- Realizar um levantamento fotográfico dos trechos do objeto de estudo da Avenida Contorno;
- Propor melhorias ao longo dos trechos analisados neste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico aborda os principais temas que norteiam este trabalho.

2.1 Sistema Viário Urbano

Segundo Simões e Simões (2016), o sistema viário urbano é definido como o conjunto de vias (ruas e avenidas) de uma cidade que possibilitam a circulação de pessoas, bens e serviços, tornando possível o acesso das pessoas às habitações, ao comércio, aos locais de trabalho e de lazer, às escolas, hospitais e demais equipamentos públicos.

O sistema viário é essencial para que a cidade cumpra com sua função social, que, de acordo com Ulyseia Neto (1991), é fornecer condições para que as pessoas desempenhem suas atividades de habitação, trabalho, circulação e recreação. E, para que isso ocorra, visto que essas atividades se desenvolvem em diferentes locais, é necessário, inicialmente, um sistema viário eficiente.

Em geral, os usuários do sistema viário, optam por deslocamentos mais rápidos, seguros e econômicos, porém, na situação atual das cidades brasileiras, nem sempre é possível escolher essas características simultaneamente. Como os usuários possuem critérios diferentes para escolha da rota para deslocamento ocorre, então, a divisão da demanda entre as vias. A divisão da demanda é que determina o nível de utilização e o desempenho operacional das vias. Nesse sentido, Ramos (2015) recomenda que seja feita a análise do sistema viário antes de realizar qualquer tipo de intervenção, visto que podem alterar rotas e demandas entre trechos do sistema.

Do mesmo modo, conforme Terry, Javoski e Carvalho (2013), quando é feito a análise das situações específicas de uma via em uma cidade, sempre deve ser considerado:

[...] o contexto geral do bairro em que a via está inserida, a totalidade do sistema viário da região, as consequências que o problema traz para o trânsito ou a circulação das pessoas em uma região mais ampla, pois a rua, em si, não serve apenas àqueles que ali moram ou trabalham, mas a todas as pessoas que por ela circulam para chegarem a outros destinos na cidade (TERRY; JAVOSKI; CARVALHO, 2013, p.21).

Logo, é importante compreender que o planejamento do sistema viário urbano é essencial para o bom funcionamento de uma cidade, permitindo que a cidade se desenvolva de forma organizada.

No Brasil, a falta de planejamento e organização do espaço urbano contribui significativamente para o aumento da incidência de acidentes no trânsito. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2013, o número de mortes no trânsito registradas

no Brasil foi cerca de mais de 46 mil, sendo a distribuição por tipo de usuário da via, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Acidentes com mortes no trânsito



Fonte: OMS (2013)

2.1.1 Classificação do sistema viário

Para maior eficiência do sistema viário, as vias são classificadas, em geral, de acordo com sua função no sistema. É uma forma de hierarquização das vias. Pois, ainda de acordo com Terry, Javoski e Carvalho (2013), a circulação fica mais fácil e rápida quanto mais hierarquizado e sinalizado for o sistema viário, já que a classificação e organização do sistema facilita a interpretação da função de cada via. A partir dessa classificação se percebe o grau de importância de cada via para o funcionamento da cidade.

O Código de trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, no Anexo I, que trata de conceitos e definições, classifica as vias urbanas da seguinte forma:

- **Via de trânsito rápido:** caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível;
- **Via arterial:** aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.
- **Via coletora:** destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.
- **Via local:** caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Em suma, de acordo com Yoshinaga (2007), as vias expressas são vias de trânsito rápido e que não devem ter interferências (como semáforos e passagem para pedestres), essas vias têm como função atender grandes volumes de tráfego e ligar os sistemas viários urbanos, rurais e regionais. As vias arteriais têm a finalidade conduzir o tráfego mais rápido liberando áreas com maior intensidade de tráfego como os centros urbanos e são vias de ligação entre regiões ou zonas de uma cidade. Já as vias coletoras têm como principal função interligar as ruas dos setores residenciais às vias arteriais e expressas. E, por fim, as vias locais são ruas de pequeno porte que permitem a circulação local dando acesso às residências e devem priorizar a circulação dos pedestres e ciclistas. A Figura 2 representa a hierarquização das vias.

Figura 2 - Exemplo Hierarquização do Sistema Viário



Fonte: VITOR (2018)

A partir do conhecimento das funções diversas de cada via, percebe-se a importância da organização do sistema viário considerando o princípio da hierarquização funcional, descrita anteriormente. Pois, se a função de uma via é basicamente permitir o acesso a edificações, ela terá um trânsito diferente daquela cuja função é o deslocamento ou circulação de uma via a outra. Assim, conhecer as funções que cada via desempenha dentro do sistema viário é fundamental para estabelecer a organização e fluência do tráfego em uma região, além disso, as características físicas das vias devem ser adequadas para o cumprimento de sua função no sistema. Como assegura Pietrantonio (2000, *apud* Dresch, 2014, p. 31), “a hierarquização funcional do sistema viário é uma estratégia de organização do sistema urbano, de maneira a

resolver os conflitos entre funções e obter uma maior eficiência para a circulação do tráfego”.

Dresch (2014) destaca as principais funções viárias, que são:

- Deslocamento entre locais;
- Circulação entre vias;
- Acesso às edificações;
- Ambiente urbano.

Portanto, as vias devem apresentar determinadas características que contribuam para o desempenho de suas funções de forma eficiente, conforme é representado no Quadro 1.

Quadro 1- Características típicas de vias na hierarquia funcional

	VIAS LOCAIS	VIAS COLETORAS	VIAS ARTERIAIS	VIAS EXPRESSAS
Atividades Predominantes	caminhada a pé, acesso de veículos, entrega de mercadorias, serviços aos domicílios, veículos lentos em movimento	movimentos veiculares no início e final das viagens, paradas de coletivos	tráfego para vias expressas, operação de coletivos, trajetos de média/curta distância	veículos em movimento rápido, trajetos de longa distância
Tráfego Local	comum (função essencial)	grande	pequeno	quase inexistente
Tráfego Através	quase inexistente	quase inexistente	comum (de média distância)	comum (de longa distância)
Estacionamento de Veículos	permitido (exceto em locais inseguros)	permitido e muito utilizado	restrito (em função das condições de tráfego)	proibido (proporcionado em vias locais paralelas)
Movimento de Veículos Pesados	permitido para entregas e serviços	regulamentação de atividades de entregas e serviços e de percurso	regulamentação por percurso	permitido (função importante para distribuição e tráfego através)
Acesso Veicular ao Uso do Solo	permitido (função essencial) interseções frequentes	disciplinado (locais seguros), interseções frequentes com movimentos permitidos	restrito e protegido (para pólos geradores) interseções espaçadas ou com proibição de movimentos (vias divididas)	proibido (proporcionado em vias locais paralelas), acesso controlado por ramais bem espaçados
Movimento de Pedestres	livre com cruzamentos aleatórios	controlado em faixas de pedestres	protegido e canalizado (interferência mínima no tráfego)	segregação total (com separação de níveis)
Regulamentação de Velocidades	limite de 20 a 30 km/h (pequenos raios de curvatura e obstáculos eventuais)	limite de 40 a 50 km/h (raios de curvatura moderados e obstáculos em situações extremas)	limite de 60 km/h (sem raios de curvatura reduzidos e obstáculos para controle de velocidades)	limite superior a 80 km/h (exceto onde a geometria for desfavorável)
Características da Via	pistas simples sem divisão, com faixas de rolamento estreitas ou estacionamento permitido.	pistas simples ou separadores simples, faixas comuns (>3m), estacionamento permitido (2 m a 2,5m).	pistas separadas com canteiro largo, faixas largas e baias de conversão (função da maior velocidade).	múltiplas pistas, separadas por canteiros, faixas largas (3,6 m), acostamentos ou baias laterais, vias auxiliares de transição e ramais de acesso/egresso.

Fonte: Pietrantonio (2004)

2.2 Disposições legais sobre o sistema viário e ambiente urbano

Para que o sistema viário de uma cidade seja eficiente e para que o ambiente urbano se desenvolva de forma organizada e estruturada, é necessário que o município seja norteado por leis e normas voltadas para o planejamento do uso e ocupação do solo, normatização das áreas utilizadas para infraestrutura urbana e sistema viário, etc.

Atualmente o Brasil, possui três principais legislações urbanísticas que estão relacionadas ao disciplinamento do sistema viário, conforme está descrito abaixo:

A Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo para uso urbano, e também sugere que cada município estabeleça normas complementares referentes ao parcelamento do solo, buscando, dessa forma, se adequar às normas previstas na Lei citada e às características particulares de cada região. Em resumo, a Lei tem a finalidade de orientar sobre os locais onde pode haver edificação e os locais onde não é permitido o parcelamento do solo, tais como: terrenos alagadiços e sujeitos a inundação, área de preservação ambiental etc. (BRASIL, 1979).

Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais de política urbana e é denominada Estatuto da Cidade. Esta Lei objetiva ordenar o planejamento e desenvolvimento do ambiente urbano e fazer com que a cidade cumpra com sua função social, de modo a evitar problemas com o crescimento urbano desordenado. Segundo o Estatuto da Cidade, a cidade cumpre com sua função social somente quando:

“[...] atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas” (BRASIL, 2001).

A Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), no qual estabelece responsabilidades aos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito, designa também, diretrizes referentes à engenharia de tráfego, sinalização e à operação do sistema viário, objetivando proporcionar um trânsito com segurança, fluidez e conforto (BRASIL, 1997).

Além dessas leis federais, outras leis estaduais e municipais estabelecem normas, critérios e diretrizes sobre desenvolvimento urbano, tais como: o Plano Diretor Municipal, Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, Código de obras, Código de Postura, entre outros.

2.3 Infraestrutura viária e fatores que influenciam na segurança e funcionamento do trânsito

Segurança viária, de acordo com Sinay e Tamayo (2005), é definida como o conjunto de ações, métodos, projetos e normas que garantem a circulação de pessoas e veículos de transporte nas vias de forma segura, sempre com o objetivo de prevenir os acidentes no trânsito.

Hoje, no Brasil, um dos problemas que mais causam preocupação são os acidentes de trânsito. Segundo o relatório que mostra o Retrato da Segurança Viária no Brasil (AMBEV; FALCONI; ONSV, 2014), o trânsito está entre as primeiras causas de morte no país e a insegurança no trânsito é um fator que cresce cada vez mais.

Assim, para se criar cidades melhores e proporcionar uma maior qualidade de vida aos seus habitantes, é necessário que seja feita a inserção da segurança viária nos projetos e leis que orientam o desenvolvimento e funcionamento dessas cidades. Para isso, é preciso conhecer, inicialmente, as causas ou fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes, que de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT, 2009) são:

- **Fator humano:** O condutor tem a maior contribuição na ocorrência de acidentes, devido a falhas humanas, excesso de velocidade, desobediência à sinalização, associação de consumo de álcool e direção etc. Os pedestres, ciclistas e motoristas devem cumprir com suas obrigações em relação à circulação nas vias como respeitar as leis e sinalizações para que se tenha um trânsito seguro.
- **Veículo:** A falta de manutenção nos veículos também provoca muitos acidentes. Há casos também de defeitos de fabricação. Além disso, podem ocorrer problemas inesperados como estouro de pneus.
- **Via:** sinalização, características da via, deterioração do pavimento, condições do tempo como chuva, neve, são fatores relacionados à via que contribuem para o acontecimento de acidentes;

Dessa forma, conhecendo os principais fatores relacionados aos acidentes no trânsito, se torna mais fácil criar medidas para corrigir as causas de acidentes e preveni-los. Os dois primeiros fatores (humano e veículo) são mais complexos para controlar, pois dependem da educação e responsabilidade de cada pessoa e controle de fabricação. Já em relação ao fator via, há vários aspectos da infraestrutura viária que contribuem para reduzir a insegurança no trânsito, tais como traçado, seção transversal, situação do pavimento, sinalizações, interseções, placas indicadoras que antecipam os cruzamentos ou curvas perigosas, obras de infraestrutura das vias de circulação, a presença de ciclistas e pedestres, estacionamento, entre outros (LEAL, 2014). Segundo Tamayo (2010), ações para adequar as vias urbanas e ambientes rodoviários com vista aumentar as condições de segurança além de oferecer uma melhor relação custo-benefício, tem maior eficiência na redução do número e gravidade dos acidentes de trânsito, pois as características e organização do sistema viário podem criar situações que causam confusão e podem levar os condutores a cometerem erros e, conseqüentemente, gerar acidentes.

Para melhor análise das circunstâncias e decorrências dos acidentes, o DNIT (BRASIL, 2010c) os classifica quanto alguns tipos:

- Colisão → quando um veículo em movimento sofre impacto de outro veículo em movimento, estando os veículos na mesma direção ou em direção oposta. Ocorre principalmente em tentativas de ultrapassagens ou desvios de alguma barreira na pista;
- Choque → quando um veículo atinge outro veículo parado ou um objeto fixo (árvore, poste, equipamento urbano, etc.);
- Abalroamento → quando um veículo é atingido em sua lateral, ocorre principalmente em cruzamentos;
- Tombamento → quando o veículo sai de sua posição normal, apoiando-se em uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira, sem girar sobre si mesmo.
- Capotamento → quando o veículo gira sobre si mesmo, parando em qualquer posição.
- Atropelamento → quando um pedestre ou animal sofre impacto de veículo em movimento.

Dentre os fatores que exercem influência na trafegabilidade e segurança das vias, e que, em geral, são considerados em avaliações e auditorias de segurança viária por profissionais, destacam-se: o traçado da via; a seção transversal; a pavimentação; a sinalização viária; as interseções existentes; a presença de ciclistas e pedestres; a existência de dispositivos de controle de tráfego, assim como, o estacionamento e as condições operacionais da via.

2.3.1 Traçado

O traçado das vias se refere ao alinhamento tanto horizontal quanto vertical da via e é essencial para oferecer além de segurança, conforto e fluidez no trânsito. Conforme Sampedro e Campos (2006) o traçado consiste no desenho das vias considerando alinhamento horizontal e vertical, rampas, superlargura e/ou superelevação, curvas horizontais e verticais. Para Tamayo (2010), quando o traçado da via contém muitas curvas horizontais, requer maior habilidade e atenção do motorista e, da mesma forma, ocorre em trechos com curvas verticais. As curvas horizontais são locais mais propícios à ocorrência de acidentes, devido às características das curvas, tais como: o grau ou raio de curvatura, o comprimento da curva, a existência ou não de superelevação e superlargura. A superelevação e superlargura referem-se à elevação dos bordos e alargamento da pista, respectivamente. A função da superelevação é evitar desconforto de

motoristas e passageiros ao realizar a curva, devido ao efeito da aceleração centrífuga, já a superlargura visa garantir a segurança e conforto ao dirigir, evitando conflitos com outros veículos na curva (BRASIL, 2010). Quanto às curvas verticais, elas aumentam a insegurança no trânsito devido à diminuição da visibilidade, o que torna perigosa em caso de tentativas de ultrapassagens.

A incidência de acidentes também é maior em trechos com rampas compridas e muito inclinadas. Por outro lado, ainda segundo Tamayo (2010), se o traçado é predominantemente composto por trechos retos muito longos, pode provocar distração aos condutores e aumento da velocidade. Nesse contexto, Terry, Javoski e Carvalho (2013, p.48) afirmam que “quando as vias forem compartilhadas (para carros, pedestres e ciclovias, quando for o caso), o projeto de traçado viário pode – e deve – fazer uso da sinuosidade”.

Assim, o ideal é que o traçado das vias seja planejado e projetado de forma a priorizar a concordância entre alinhamento horizontal e vertical e evitar curvas fechadas com grau de curvatura inadequado para veículos grandes, evitar rampas muito inclinadas, etc.

2.3.2 Seção Transversal

A seção transversal da via também tem grande influência em relação à segurança viária, as principais características são a quantidade e largura das faixas de tráfego, a presença de canteiro central, acostamento e calçadas.

Referente às faixas de tráfego nas vias urbanas, é necessário que as características das vias sejam compatíveis com sua classificação e função no sistema no viário, observando a quantidade de faixas de rolamento e largura, conforme já apresentado no Quadro 01, na seção 2.1.1.

Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, elaborado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) a largura recomendada para as vias deve levar em consideração o tipo de veículo predominante (BRASIL, 2010b). É evidente que, se uma via que tem um grande volume de tráfego, incluindo veículos pesados e possui seção transversal com faixas estreitas, é maior a probabilidade de ocorrência de acidentes, devido à dificuldade de o motorista corrigir manobras ou pela necessidade de fazer determinados desvios. Além disso, faixas mais largas, segundo Leal (2014), contribuem para

melhor fluidez e operação do trânsito, mas, por outro lado, podem dificultar e comprometer a segurança da travessia de pedestres.

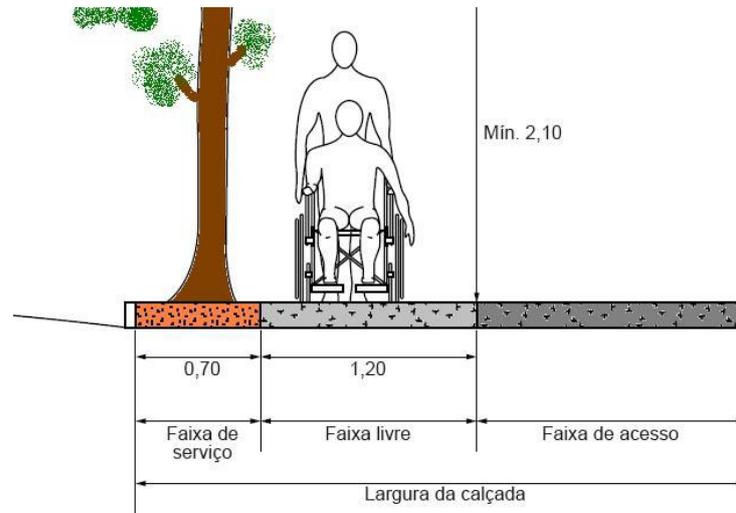
É importante, também, que, em vias com tráfego intenso, as pistas com tráfego de sentidos opostos sejam separadas por canteiros centrais, pois, de acordo com GAO (2003) *apud* Leal (2014), essa separação física serve para minimizar os riscos de acidentes mais severos como as colisões frontais. Estudos apontam que o número de acidente é significativamente maior em vias de pistas simples se comparados com vias com a presença de canteiro central (TAMAYO, 2010). A largura mínima recomendada para os canteiros centrais em vias urbanas é de 1m e não é recomendável para vias com largura menor que 14 m (BERNADINIS, 2018).

Concernente aos acostamentos, o DNIT (BRASIL, 2010b) descreve como a área das vias destinada à parada e/ou estacionamento temporário de veículos e é, também, uma faixa de rolamento extra, em caso de emergências. Assim, a influência que esse fator exerce em relação à segurança viária é que a presença de acostamento oferece maior segurança para realizar manobras caso algum veículo necessite de parada por algum problema mecânico, por exemplo. Proporciona, também, maior segurança aos ciclistas e pedestres, já que pode ser utilizado como faixa de tráfego, na ausência de ciclovias e calçadas.

Outro fator indispensável na seção transversal de uma via é a calçada, que é a parte da via destinada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de equipamentos urbanos, sinalização, etc. (BRASIL, 2010b). A ausência de calçadas ou calçadas estreitas, com desníveis forçam os pedestres a usar a via de rolamento onde trafegam os veículos, expondo os pedestres a riscos de atropelamentos.

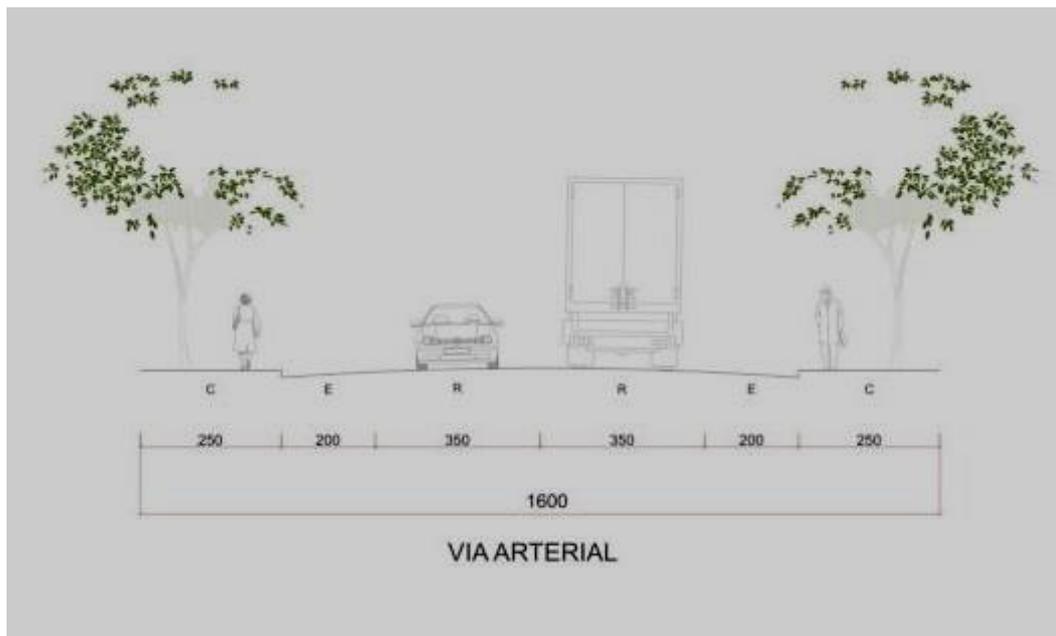
É importante, ainda, que as calçadas sejam locais acessíveis, especialmente às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (idosos, gestantes, etc.), objetivando garantir a segurança e mobilidade nas vias urbanas. A largura recomendada para as calçadas varia de acordo com o tipo e função da via, mas, em geral, seria necessário pelo menos 2,5 m para comportar a faixa livre para pedestres (de largura mínima admissível 1,20 m), a faixa de serviços (largura mínima de 0,70 m) e a faixa de acesso aos lotes, conforme determina a norma NBR 9050:2015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ABNT, 2015). A Figura 3 e 4, respectivamente, apresentam a separação e dimensão mínima das faixas da calçada e exemplo de seção transversal de uma via arterial.

Figura 3 - Largura mínima para calçadas



Fonte: OSWALDO (2018).

Figura 4 - Seção Transversal de uma via arterial.



Fonte: PMLA (2007)

2.3.3 Pavimentação

A pavimentação é outro fator que exerce influência na segurança e funcionamento do trânsito. Para garantir a segurança e o conforto dos usuários do sistema viário, é necessário que as vias possuam pavimentação adequada, considerando características como o estado estrutural

do pavimento, a resistência à derrapagem e condições de drenagem (SAMPEDRO; CAMPOS, 2006). O DNIT, através do Manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias (BRASIL, 2010a) especifica alguns atributos de um bom pavimento, que, segundo o autor, são importantes para garantir a segurança das vias:

sinalização depende muito da localização (se está dentro do campo visual do usuário) e da clareza da informação (CONTRAN, 2007a). Além disso, é necessário que a sinalização seja feita de forma antecipada, a fim de permitir que os motoristas e pedestres possam interpretar e reagir em tempo suficiente para evitar acidentes ou tomadas de decisões erradas.

A sinalização horizontal são marcas no pavimento e objetiva ordenar e orientar o fluxo de veículos e pedestres, complementar os sinais verticais, etc. (CONTRAN, 2007b). Para Leal (2014), as principais características da sinalização horizontal são a cor, a visibilidade tanto diurna quanto noturna, a durabilidade e resistência à derrapagem. De acordo com o CONTRAN (2007b), a presença de marcas no pavimento serve para regulamentar as ultrapassagens, separar as faixas e fluxo de tráfego, indicar locais de parada e/ou passagem de pedestres, delimitação de estacionamento, entre outras funções relacionadas à operação e características da via. A Figura 5 mostra exemplos de sinalização vertical e horizontal.

Figura 5- Representação de Sinalização Vertical e sinalização Horizontal



Fonte: PRISMA (2018)

2.3.5 Interseções

No sistema viário, as interseções - cruzamento de duas ou mais vias-representam os pontos mais críticos nos deslocamentos, pois são os locais que mais ocorrem problemas de operação e ocorrência de acidentes, os quais procedem, principalmente, de falhas em fatores como projeto geométrico, o ângulo da interseção, o tipo de controle de tráfego, as manobras permitidas e a distância de visibilidade, entre outros. Nesse contexto, Simões e Simões (2016)

reitera que os projetos devem apresentar geometria simples, visibilidade para aproximação dos pedestres e veículos, o menor número de movimentos conflitantes, fácil entendimento para tomada de decisão dos usuários, devendo seguir orientações conforme o Quadro 2.

As interseções, conforme o DNIT (BRASIL, 2005), são classificadas em dois grandes grupos: Interseções em Níveis e Interseções em Níveis Diferentes. As interseções em níveis podem ser definidas em função do número de ramos (interseção de três ramos ou T, de quatro ramos e de ramos múltiplos), em função das soluções adotadas (mínima, gota, canalizada, rotatória e rótula vazada) e em função do controle de sinalização (sem sinalização semafórica e com sinalização semafórica). Já as interseções em níveis diferentes podem ser de dois tipos gerais: cruzamento em níveis diferentes sem ramos (passagem superior e passagem inferior) e Interconexão (possui ramos que conduzem os veículos de uma via à outra).

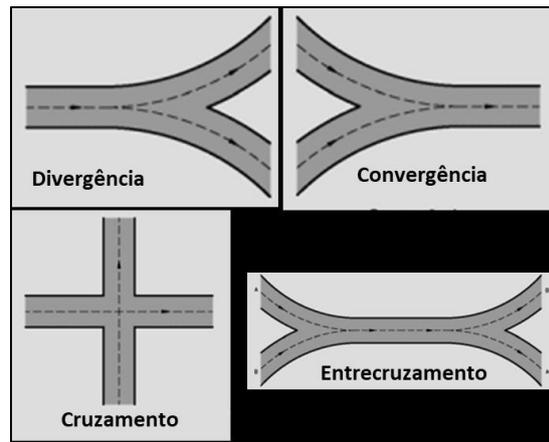
Quadro 2- Características Típicas de cruzamentos na Hierarquia Funcional

	Local	Coletora	Arterial	Expressa
Local	Interseções sem Controle de Tráfego			
Coletora	Interseções com Sinalização de Prioridade	Interseções semaforizadas (todos os movimentos permitidos)		
Arterial	Não deve ocorrer	Interseções semaforizadas (alguns movimentos proibidos)	Interseções semaforizadas (alguns movimentos proibidos)	
Expressa	Não deve ocorrer	Não deve ocorrer	Cruzamentos em desnível (ou conexão por ramais de acesso)	Cruzamento em desnível Seções de entrelaçamento

Fonte: PIETRANTONIO [2004]

Para Leal (2014), um aspecto importante a ser considerado é o número de aproximações, em geral, interseções com três aproximações possuem maior nível de segurança e proporcionam melhor fluidez ao trânsito. Os movimentos que podem ocorrer nas interseções são basicamente os ilustrados na Figura 6:

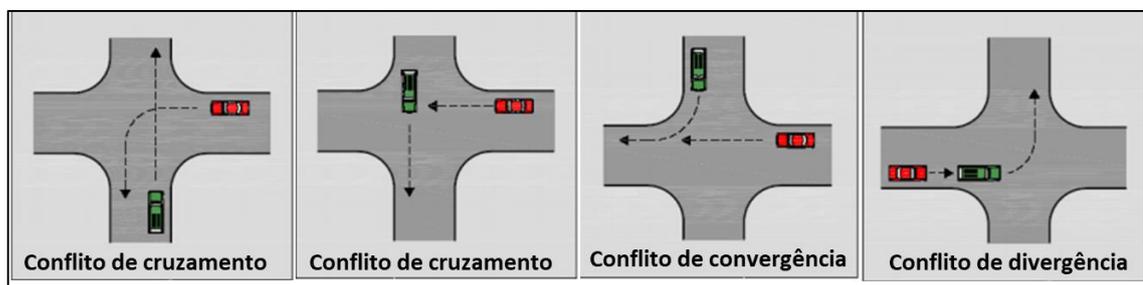
Figura 6 - Tipos básicos de movimento



Fonte: BRASIL (2005)

Os pontos de conflitos são os locais em que ocorrem os movimentos mostrados na Figura 6, afetando na fluência do tráfego, capacidade e segurança da interseção. Dessa forma, os tipos de conflitos que podem ocorrer são ilustrados na Figura 7 (BRASIL, 2005).

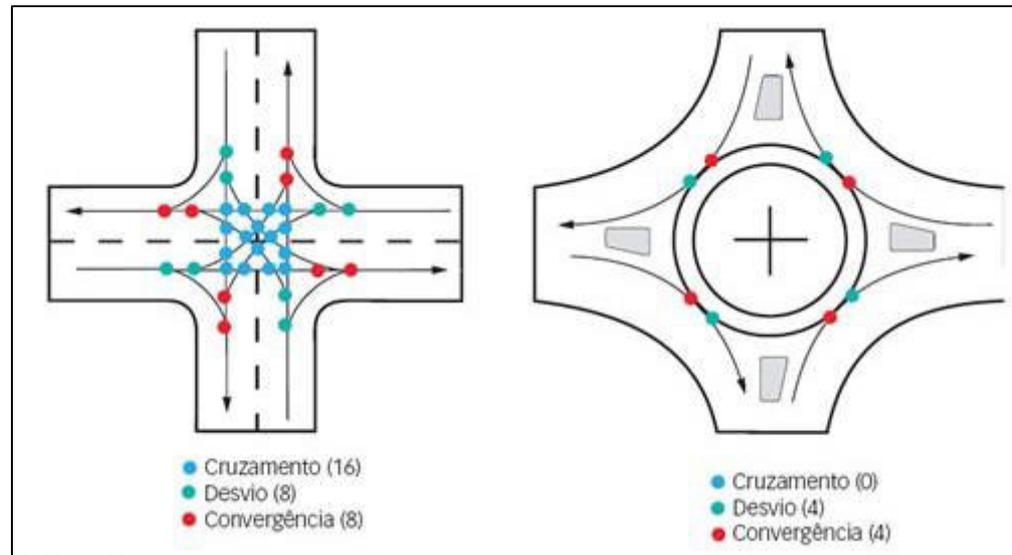
Figura 7-Tipos de conflitos nas interseções



Fonte: BRASIL (2005)

Para evitar e/ou reduzir o número de conflitos deve-se adotar algumas medidas de controle de tráfego, como a presença de canalizações ou semáforos. As rotatórias, por exemplo, são dispositivos de canalização do tráfego que reduzem os conflitos em uma interseção e, conseqüentemente, os riscos de acidentes, conforme demonstra a Figura 8 (SIMOES; SIMOES 2006).

Figura 8 - Pontos de conflito e solução para redução dos conflitos



Fonte: TORRES (2010)

2.3.6 Ciclistas e Pedestres

As condições operacionais do sistema viário urbano dependem muito da presença de pedestres e ciclistas. E estudos desenvolvidos por Tamayo (2010) mostram que esse fator exerce grande efeito negativo sobre a segurança do tráfego. Isso se deve ao fato de que os ciclistas e pedestres são os usuários mais vulneráveis do sistema e são os menos previsíveis, além disso, deve-se considerar o fato de que as vias são projetadas especialmente para os veículos motorizados, desconsiderando o deslocamento dos pedestres e ciclistas.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), 50% das mortes devido a acidentes em vias públicas são de pedestres, ciclistas e motociclistas. Diante disso, é importante enfatizar que, de acordo com a Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável (PNMUS), o uso do espaço urbano para circulação deve dar prioridade ao deslocamento de pedestres, ciclistas e uso do transporte coletivo (BRASIL, 2004).

Para garantir o deslocamento eficiente, confortável e seguro dos pedestres e ciclistas e evitar conflitos entre a circulação destes e o trânsito de veículos, é necessário que as vias públicas sejam dotadas de ciclovias, ciclorrotas ou ciclo faixas (Figura 9) e vias para circulação de pedestres (SAMPEDRO; CAMPOS, 2006).

Figura 9 - Diferenças entre ciclofaixa, ciclorrota e ciclovia



Fonte: CICLOWAY (2017)

Além disso, as condições físicas das ciclovias, ciclo faixas e calçadas devem ser isentas de barreiras como pisos irregulares, degraus, inclinações acentuadas, placas ou mercadorias expostas que possam ocupar a área de circulação, fazendo com que os pedestres e ciclistas dividam espaço junto aos carros nas ruas. Os pontos que mais expõe os ciclistas e, principalmente, os pedestres a risco de acidentes são os locais de travessia, afirma Tamayo (2010), por isso é importante o planejamento antes da marcação dos locais de travessia e também da escolha do tipo de travessia, se é em nível (semáforizada ou não) ou desnível.

2.3.7 Dispositivos de Controle de Tráfego

A presença de Dispositivos de Controle de Tráfego (DCT) também contribui muito para promover a segurança e bom funcionamento do trânsito. Existem diversos tipos de DCT, porém, os mais importantes em relação à segurança viária são os de controle (semáforos) e fiscalização (radares) do tráfego (TAMAYO, 2010).

A sinalização semafórica tem como objetivo reduzir o número de acidentes nas interseções e controlar a circulação de pedestres e veículos, permitindo organização e alternância do direito de passagem de cada usuário. Para isso, é imprescindível que os semáforos estejam em bom funcionamento e localizados em locais que forneçam boa visibilidade ao motorista (SAMPEDRO; CAMPOS, 2006).

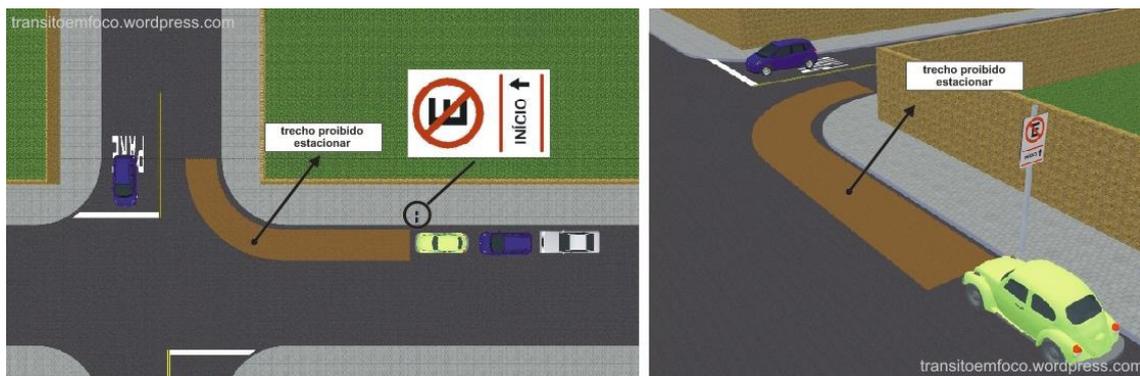
Outro dispositivo que, segundo Leal (2014), tem demonstrado um grande efeito positivo no aumento da segurança de motoristas e pedestres por meio do controle e da redução da velocidade na circulação dos veículos são os radares de fiscalização eletrônica. Esses dispositivos permitem a identificação dos veículos que ultrapassam os limites de velocidade.

2.3.8 Estacionamento e condições operacionais

O estacionamento é outro fator que afeta a segurança no trânsito. Para Tamayo (2010), a ausência de estacionamento próprio e a falta de capacidade para estacionar interfere tanto nas condições operacionais do tráfego quanto na segurança viária.

Os maiores riscos ocorrem nos locais de manobras de entrada e saída de veículos das áreas de estacionamento; em locais de interseção com pouca visibilidade devido à veículos estacionados em áreas não permitidas; outros casos como veículos que estacionam sobre as calçadas, induzindo os pedestres a trafegarem pelas pistas de rolamento, ficando expostos a atropelamentos (LEAL, 2014). A Figura 10 ilustra um exemplo de trechos próximo à interseção que é proibido estacionar, entretanto, é uma situação comum nas cidades brasileiras.

Figura 10- Estacionamento proibido próximo a interseções



Fonte: ROSADO (2009)

3 ESTUDO DE CASO: AVENIDA CONTORNO (MA-006)

3.1 Sistema viário da cidade de Balsas (MA)

A cidade de Balsas, situada no Sul do estado do Maranhão (Figura 11), possui atualmente 93.826 habitantes, segundo a estimativa do IBGE (2018). O município é de grande importância para o desenvolvimento da região Sul-Maranhense, destacando-se pelo potencial agrícola na produção de grãos (principalmente soja). Ressalta-se que, devido a descoberta desse potencial agrícola, a cidade, a partir da década de 70, sofreu um rápido crescimento populacional relacionado à migração de pessoas de diversas regiões do país, especialmente da região sul. O crescimento acelerado juntamente com o desenvolvimento agrícola da região e a falta de planejamento da cidade, gerou problemas na infraestrutura geral do município como ruas muito estreitas, calçadas irregulares, problemas de integração entre as vias, entre outros fatores que tornam o sistema viário problemático.

O sistema viário instituído pelo Plano Diretor atual da cidade prevê a implantação, melhoria, ampliação e integração do sistema viário, que determina que o sistema seja regulamentado pela Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo.

De acordo com a Lei nº 1.395/2018 (Plano Diretor), o sistema viário da cidade de Balsas tem como objetivo “[...] o aprimoramento da qualidade da movimentação e do deslocamento de pessoas e cargas, a criação de meios e garantias de segurança da população, implantação de transportes coletivos no Município e a promoção de campanhas de educação” (PMB, 2018b, p.38).

Fonte: ABREU (2006)

E, conforme a Lei de nº 1.396/2018, o sistema viário da cidade de Balsas é hierarquizado da seguinte forma:

A ocupação, o uso e o parcelamento do solo dessas zonas e nas vias do sistema viário do Município são normatizadas pela Lei nº 1.396/2018, na qual orienta os tamanhos mínimos e máximos dos lotes, das vias, afastamentos, taxas de edificação, assim como a categoria e permissão dos usos do solo em cada zona (comercial, residencial, institucional) e parcelamento do solo, o qual, pela lei, deve estar integrado ao sistema viário municipal (PMB,2018a). Para cada tipo de via, a Lei mencionada define características físicas que devem ser respeitadas como, por exemplo, a faixa de domínio, as faixas de tráfego, bem como a dimensão das faixas de rolamento, canteiros centrais e calçadas para pedestres.

A referida Lei, no art. 77, descreve a dimensão da faixa de domínio, a partir do eixo da via, conforme a classificação já descrita anteriormente. Para as vias expressas a faixa de domínio indicada é de 20 m, para ambos os lados, já para as vias locais, a faixa de domínio exigida é de 10 m (PMB, 2018a).

Quanto à função do sistema viário Urbano, o Plano Diretor do Município estabelece, no artigo 122, algumas diretrizes relacionadas, dentre elas, destacam-se:

III - Viabilizar a circulação segura de ciclistas e pedestres por todo o perímetro urbano do Município, de forma integrada, com a implantação de ciclovias e a sinalização específica, especialmente nas principais vias.

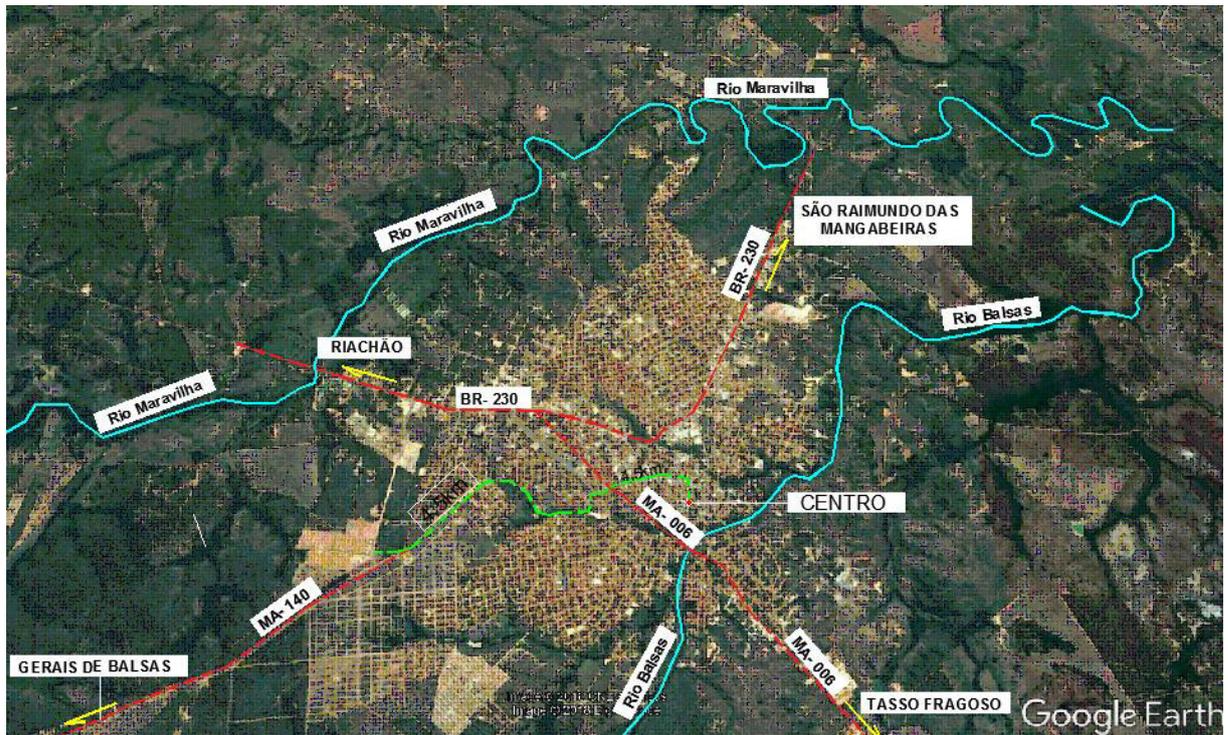
IV - Prover de um sistema de circulação municipal, envolvendo vias urbanas e rurais integrando bairros, regiões, povoados e equipamentos urbanos, sobretudo de educação, saúde, esporte,- lazer, transporte, serviços públicos e comércio.

V - Implementar Anel Central, Anel Viário e Anel Rodoviário como vias expressas ou de trânsito rápido, corredores primários como vias arteriais e corredores secundários como vias coletoras, conforme Código de Trânsito Brasileiro - CTB; e,

VI - Implementar a Zona Azul para ordenamento dos estacionamentos rotativos na Área Central.

A cidade de Balsas é cortada por importantes Rodovias tais como a BR-230 e as rodovias Estaduais MA-006 e MA-140, conforme podemos observar na Figura 13, contribuindo para a concentração de fluxo de veículos que transportam pessoas, mercadorias, permite a troca de serviços, etc.

Figura 13-Principais Rodovias que cortam a cidade de Balsas



Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

3.2 Caracterização da Avenida Contorno

A Avenida Contorno, também denominada Rodovia MA-006 (Rodovia Estadual), pertence ao sistema viário de trânsito rápido da cidade de Balsas. É uma via de mão dupla, com pista simples (no trecho estudado) e com pavimentação asfáltica. No trecho em estudo, o uso do solo é composto quase exclusivamente por lotes comerciais e institucionais. De acordo com a Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, em relação às zonas no entorno da via, elas têm como objetivo promover a utilização do solo para atividades comerciais, serviços, indústrias, atividades institucionais e residenciais, gerando uma grande concentração de tráfego de veículos nessa área. Assim, ao longo da via, localizam-se diversos estabelecimentos geradores de tráfego tais como, posto de gasolina (Figura 14-a), igrejas, escolas técnicas, lojas de comércio em geral, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) (Figura 14-b), o 4º Batalhão da Polícia Militar de Balsas (4º BPM) apresentado na Figura 15-b e a Unidade do Viva Cidadão (Figura 15-a).

Figura 14- (a) Posto de Combustível. (b) SAMU



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 15- (a) VIVA Cidadão. (b) 4º Batalhão da Polícia Militar



Fonte: Autoria própria (2018)

Além disso, a Avenida possui interseção com outras duas rodovias importantes: a BR-230 e a MA-140; é, também, via de ligação a outros municípios como Tasso Fragoso e Alto Parnaíba, atendendo tanto o tráfego urbano local advindo de veículos que se deslocam de diversos bairros para a zona central, quanto o tráfego de passagem de veículos de passeio e veículos de carga provenientes de outras cidades e regiões produtoras de grãos, gerando, assim, o aumento do volume de tráfego e problemas na operação do sistema viário. A rodovia também integra parte do Anel da Soja, que é uma obra rodoviária composta por quatro rodovias estaduais, cujo objetivo é facilitar o escoamento de grãos produzidos na região, especialmente a soja.

A problemática se agrava nos trechos localizados próximos à zona central, pois é onde se concentram os principais estabelecimentos comerciais, as escolas, o Hospital Municipal,

bancos e inúmeros serviços que são ofertados. Nessa zona já se nota congestionamentos e, devido à falta de transporte público, o trânsito tende a ficar cada vez mais caótico, visto que contribui com o aumento de transporte individual, o qual é um fator agravante para o problema de congestionamento nos centros urbanos.

A Av. Contorno possui papel importante na conexão entre o centro e diversos bairros, tais como: Açucena Velha, Nova Açucena, Catumbi, São José, etc. (Figura 16), e por dar continuidade a MA-006, serve de caminho aos veículos de cargas advindos de cidades do entorno.

De acordo com a Lei de Parcelamento, Zoneamento, Uso e Ocupação do solo do Município de Balsas, a Av. Contorno é classificada como uma via expressa, compondo o anel central, já outro trecho da mesma Avenida é classificado como Corredor Primário 2, conforme demonstrado na Figura 16.

Figura 16- Hierarquização viária da Cidade de Balsas - MA



Fonte: PMB (2018a)

3.3 Breve histórico e importância da MA-006

A Rodovia Estadual MA-006 é a maior rodovia do estado do Maranhão, com 1.225 km, sendo que a manutenção da via é de responsabilidade do Governo Estadual. Foi construída no

ano de 1980, com a finalidade de funcionar como eixo de ligação entre o norte e o sul do estado (CONFECON, 2018).

Ao longo dos anos, devido à falta de manutenção e o alto fluxo de cargas advindas, principalmente, da região MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) responsável por grande parte da produção e exportação agrícola do país. Assim, a MA-006, responsável pelo escoamento da produção agrícola de diversas regiões, encontra-se em situação precária: buracos, falta de acostamento e sinalização.

De acordo com pesquisas divulgadas pela confederação nacional dos transportes (CNT, 2018), a MA-006 é considerada a pior rodovia do maranhão e uma das piores do país, apresentado péssimas condições gerais, de pavimentação, sinalização e geometria da via. Os mais prejudicados são os caminhoneiros que fazem transporte da safra agrícola produzida no Sul do estado, devido a atrasos nas viagens e problemas mecânicos provocados pela má condição da via, além de outros usuários da via que ficam expostos a riscos de acidentes.

3.4 Caracterização do entorno

Conforme já mencionado anteriormente, a Av. Contorno faz interseção com outras duas rodovias importantes: A Rodovia federal BR-230 e a Rodovia Estadual MA-140.

A Rodovia BR-230, apresentada na Figura 17, é uma das principais rodovias do país, também conhecida como Rodovia Transamazônica, servindo de conexão entre as Regiões Norte e Nordeste do País. É, também, uma das mais longas rodovias brasileiras, ficando em 3º lugar, com 4.223 km de extensão, em projeto seria a maior rodovia do país.

Figura 17- Mapa BR-230



Fonte: Portal Giro (2017)

No perímetro urbano do Município de Balsas, a BR-230 (Figura 18) é denominada também como Avenida Governador Luís Rocha e possui como características físicas principais: pista simples, com uma faixa por sentido de tráfego, faixa de domínio de 35 metros, além das vias marginais pavimentadas.

Figura 18- BR- 230 no perímetro urbano - Balsas (MA)



Fonte: Autoria própria (2018)

A rodovia liga a cidade de Balsas a outras cidades, tais como Riachão, São Raimundo das Mangabeiras, etc. Possui elevado volume de tráfego advindo de veículos de passagem e de veículos que exportam grãos produzidos na região. O uso do solo é predominantemente de lotes comerciais.

Já a rodovia MA-140, é uma rodovia estadual, sentido Gerais de Balsas, que liga Balsas ao Povoado Ouro e, mais adiante, ao Povoado Batavo, com 67,58 km de extensão, além de servir como ligação a outros municípios. No trecho do Município de Balsas, a rodovia é conhecida como estrada da Batavo e, também, é parte integrante do Anel da Soja.

A rodovia, no cruzamento com a Avenida Contorno, possui uma pista de rolamento simples com tráfego nos dois sentidos. No trecho dentro do perímetro urbano, a via recebe o nome de Rua Luís Gomes (Figura 19), sendo uma das principais vias de acesso direto de diversos bairros ao centro da cidade.

Figura 19- Localização da Rua Luís Gomes em relação à Av. Contorno



Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

3.5 Frota de veículos

Juntamente com o aumento da população e desenvolvimento econômico da região, a frota de veículos também tem crescido significativamente. Segundo dados do IBGE (2018), a cidade de Balsas tem a 4ª maior frota de veículos do estado do Maranhão, sendo que do ano de 2010 até o ano de 2016 a frota cresceu aproximadamente 100%, apresentando atualmente, segundo o DENATRAN (2018) 52.901 veículos. A Figura 20 apresenta a série histórica do crescimento da frota de veículos em Balsas.



Fonte: Adaptado do IBGE (2018)

Em relação ao fluxo de veículos que passam pela Avenida, Sousa e Costa (2015), através de estudos para verificar o potencial de geração de energia elétrica para semáforos na MA-006, realizaram a quantificação do fluxo médio de veículos por hora, no cruzamento da Av. Contorno com a Rua Luís Gomes (MA-140), o resultado, expresso na Tabela 3, demonstra que o maior fluxo de veículos ocorre durante a semana (segunda a sexta-feira) que é quando as pessoas saem para o trabalho, escolas e para usar outros serviços ou o comércio. Em média, o maior fluxo no cruzamento é 1787 veículos por hora, somando-se o total de veículos pesados, carros e motos e considerando-se o horário de pico.

Tabela 1 - Fluxo médio de veículos no cruzamento Avenida Contorno e Rua Luís Gomes

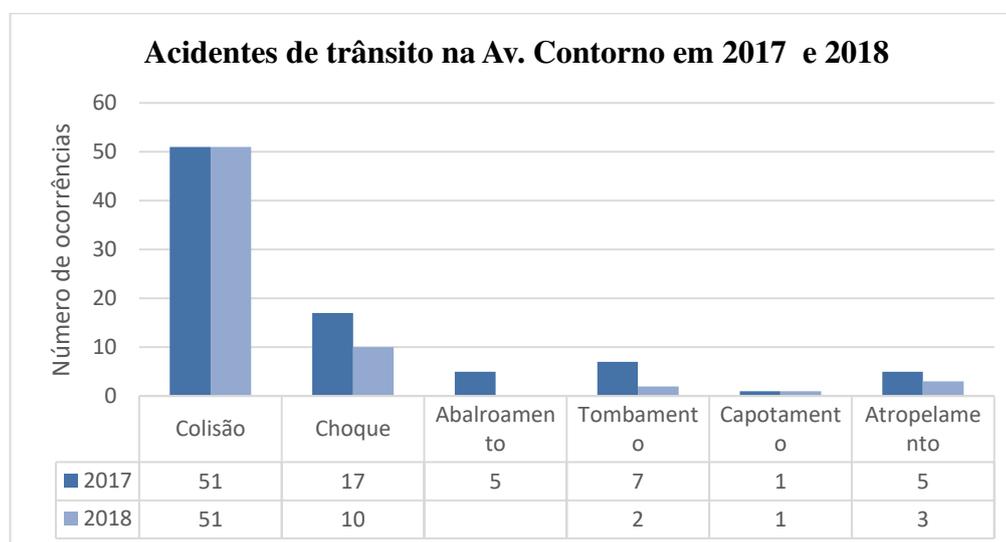
Dia	Pesados		Carros		Motos	
	Veic./hora	Veic./min.	Veic./hora	Veic./min.	Veic./hora	Veic./min.
Seg.-Sex.	126	2.1	545	9.1	1116	18.6
Sábado	60	1	576	9.6	1021	17
Domingo	29	0.5	371	6.2	617	10.3

Fonte: SOUSA e COSTA (2015)

3.6 Acidentes na Av. Contorno

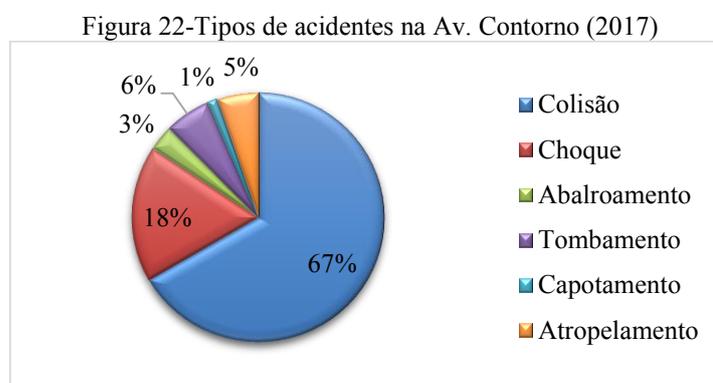
A Figura 21 apresenta uma síntese dos dados obtidos no 4º BPM – Balsas (MA), referentes à acidentes na Av. Contorno nos anos de 2017 e 2018 (período de janeiro a novembro), caracterizando conforme o tipo de acidente: colisão, choque, abalroamento, tombamento, capotamento e atropelamento.

Figura 21- Acidentes de trânsito na Av. Contorno (2017-2018)



Fonte: Adaptado de 4º BPM (2018)

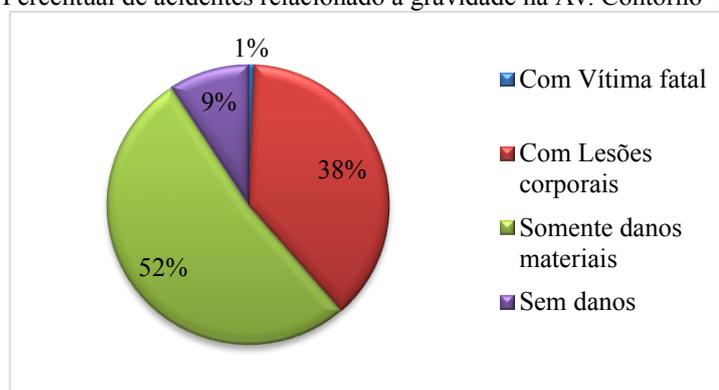
Observa-se na Figura 22 que, tanto em 2017 quanto em 2018, os tipos de acidentes mais frequentes na Avenida estudada são as colisões¹ (67%), choques² (18%), tombamento³(6%) e atropelamento⁴ (5%).



Fonte: Adaptado de 4º BPM (2018)

Na Av. Contorno, entre o período de janeiro de 2017 a novembro de 2018 foram registrados 132 acidentes, desse total, sendo que 1% foi com vítima fatal, 38% dos acidentes deixou pessoas feridas e 52% dos acidentes não houve vítimas, apenas danos materiais, conforme demonstrado no Figura 23.

Figura 23-Percentual de acidentes relacionado à gravidade na Av. Contorno - 2017 a 2018



Fonte: Adaptado de 4º BPM (2018)

¹ Quando um veículo em movimento sofre impacto de outro veículo em movimento, estando os veículos na mesma direção ou em direção oposta.

² Quando um veículo atinge outro veículo parado ou um objeto fixo.

³ Quando o veículo sai de sua posição normal, apoiando-se em uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira, sem girar sobre si mesmo.

⁴ Quando um pedestre ou animal sofre impacto de veículo em movimento.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido de acordo com as etapas abaixo.

4.1 Etapas

4.1.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada durante todo o período de execução deste trabalho e consistiu em pesquisas baseadas nas legislações, normas e literaturas referentes ao tema.

4.1.2 Caracterização da área de estudo

A área selecionada para o estudo encontra-se na Zona Central da cidade de Balsas, Maranhão, sendo uma das avenidas da cidade com maior circulação de veículos, servindo também, como porta de entrada para outras ruas e avenidas de grande movimentação, utilizadas pela população. A Avenida dá acesso também à Rodovia Federal BR-230, que passa dentro cidade e, além disso, a Av. Contorno compõe um trecho da Rodovia Estadual MA-006, recebendo o tráfego de veículos de outras cidades, bem como caminhões que transportam grãos produzidos nas cidades vizinhas.

Assim, a Avenida Contorno (Figura 24), no trecho compreendido entre a interseção com a BR-230 à ponte de concreto sobre o Rio Balsas, foi escolhida para a realização do diagnóstico e, posteriormente, para a sugestão de possíveis soluções para os problemas que podem ser encontrados.

Figura 24- Zona Urbana da cidade de Balsas



— BR- 230 — Rio Balsas — Avenida Contorno (MA- 006)

Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

Para realizar uma análise mais detalhada, a área foi delimitada em três trechos, conforme é apresentado na Figura 25, totalizando 2,630 km estudados.

Figura 25 - Delimitação da área de estudo



 TRECHO 01 1.050 metros	 TRECHO 02 830 metros	 TRECHO 03 750 metros
 BR-230	 Rio Balsas	

Fonte: Adaptado, Google Earth, 2018.

4.1.3 Pesquisa de campo

Em paralelo com a pesquisa bibliográfica foi realizada a pesquisa de campo. As técnicas utilizadas para esta fase foram:

- Avaliação para detectar as principais características da infraestrutura viária relevantes para o trabalho e identificar os polos geradores de tráfego;
- Registro fotográfico;
- Mapeamento da área estudada.

A caracterização da via, a fim de identificar características e elementos da infraestrutura viária que afetam a segurança no tráfego, foi realizada utilizando parâmetros de *checklists* (ANEXO 1) desenvolvidos por instituições para a aplicação da Inspeção de Segurança Viária conforme proposto por Tamayo e Campos (2016). Foi considerado para avaliação 8 parâmetros para caracterização da infraestrutura viária: traçado, seção transversal, pavimento, sinalização, interseções, ciclistas e pedestres, dispositivos de controle de tráfego, estacionamento e condições operacionais.

Os dados relacionados ao número de acidentes na Avenida foram obtidos no 4º Batalhão de Polícia Militar do Estado do Maranhão, da cidade de Balsas, Maranhão. Onde foi fornecido os acidentes ocorridos nos anos de 2017 e 2018, considerando a natureza da ocorrência (colisão, choque, tombamento, etc.), os danos ocorridos e veículos envolvidos.

4.1.4 Análise e tratamento dos dados

O processo de análise dos dados recolhidos na pesquisa de campo foi tratado em programas computacionais, tais como, Excel, AutoCad, Google Earth e outros.

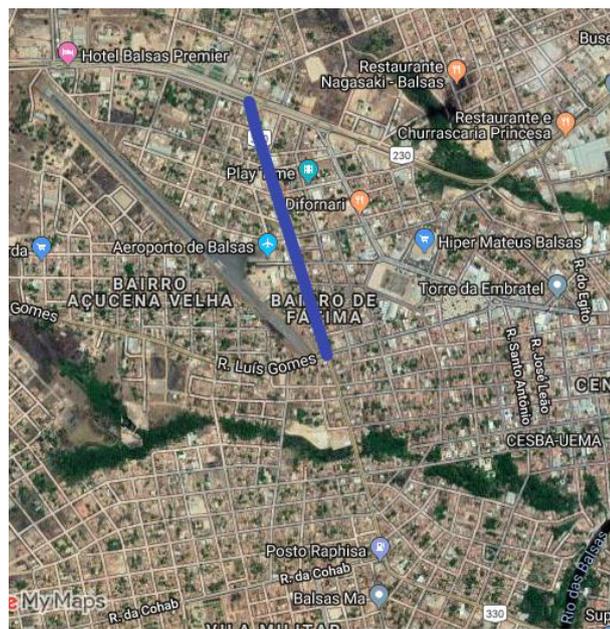
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados obtidos da pesquisa e análise dos três trechos da Avenida Contorno em estudo, bem como as considerações sobre os dados obtidos. São apresentados os problemas de segurança identificados em cada trecho da Avenida.

5.1 Características da Av. Contorno no Trecho 01

O Trecho 01 localiza-se entre a interseção da Av. Contorno com a Rodovia Federal BR-230 até a interseção com a Rua Luís Gomes (Figura 26). Tem comprimento de 1.050 m e é uma pista simples com duas faixas de tráfego (uma em cada sentido). No âmbito de uso do solo, o trecho está inserido em uma área predominantemente de comércios e serviços, mas também possui algumas residências no entorno.

Figura 26-Localização do Trecho 01



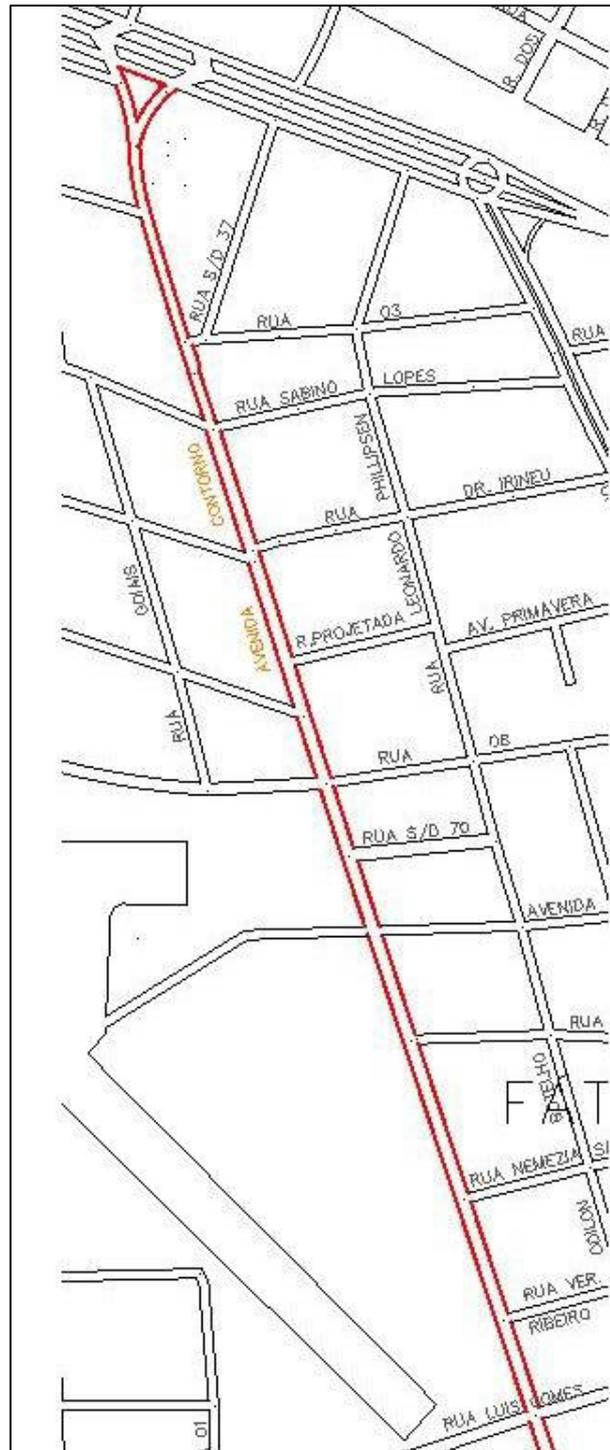
Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

5.1.1 Trecho 01- Traçado

Conforme avaliação realizada com o auxílio do *checklist* de verificação, o traçado do Trecho 01 da Av. Contorno apresentou algumas irregularidades, devido à presença de curva e ausência de alguns elementos que influenciam na segurança viária, como a superlagura e a superelevação na curva horizontal presente no trecho.

Na Figura 27 é possível observar o traçado horizontal do Trecho 01 que, apesar de apresentar curva apenas no início do trecho, na interseção, os cuidados devem voltar-se para o controle da velocidade já que os motoristas tendem a desenvolver altas velocidades.

Figura 27- Traçado horizontal do Trecho 01 da Av. Contorno



Fonte: Adaptado de Mapas de Balsas – PMB (2018a)

Já o traçado vertical é composto por uma rampa e alinhamento vertical curvo, sendo que a inclinação máxima é de aproximadamente 5,4%, conforme a Figura 28, que mostra o perfil de elevação do trecho, obtido através do Google Earth. Destaca-se que a presença de rampas (Figura 29 e 30) contribui para o aumento da velocidade dos veículos (declives) e para a redução da velocidade, sobretudo dos veículos pesados nos aclives, aumentando os riscos de colisões com manobras de ultrapassagens.

Figura 28- Perfil de elevação do Trecho 01



Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

Figura 29-Rampa no Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 30- Veículo de carga trafegando no trecho com declive



Fonte: Autorial própria (2018)

Percebe-se que o trecho é composto por rampas com inclinação que chegam a quase 6%, mas, apesar de influenciar na velocidade dos veículos, a rampa não afeta a visibilidade, devido ao seu comprimento.

5.1.2 Trecho 01- Seção Transversal

A seção transversal atual do trecho analisado está representada na Figura 31. É composta por uma pista simples que possui duas faixas de tráfego (uma por sentido) de largura que varia entre 4,40 m a 3,50 m, conforme medição feita em três pontos distintos do trecho, representada na Figura 32. A variação na largura das faixas interfere na segurança viária, pois os conflitos entre os veículos aumentam quando ocorre o estreitamento da via.

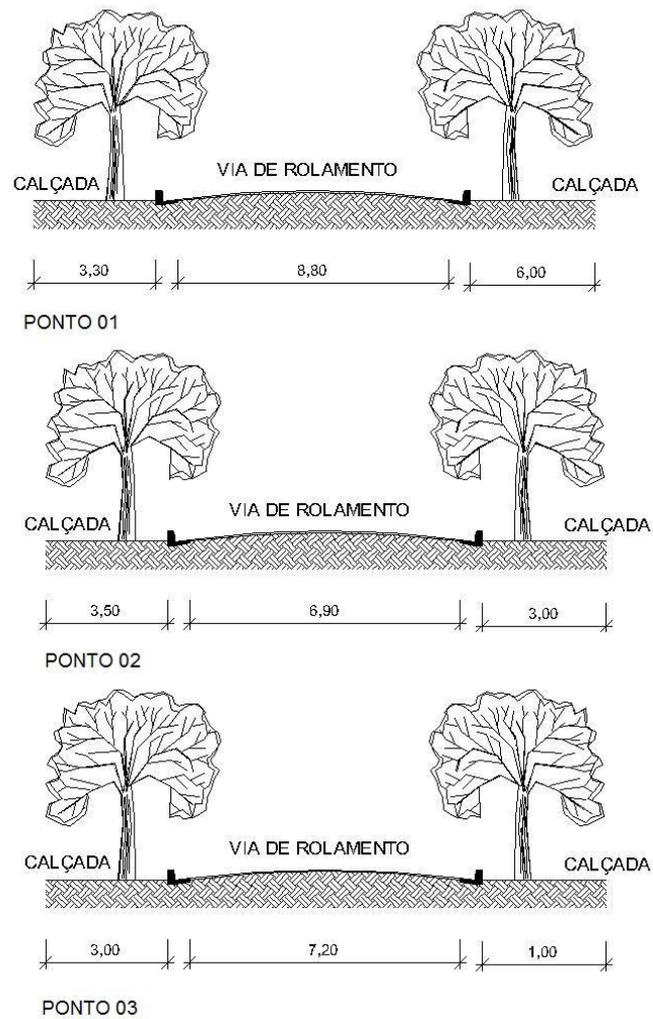
Também não possui áreas para acostamento, o que seria importante, devido à quantidade de veículos que passam pela via, pois é necessário um espaço para parada em caso de falhas mecânicas no veículo ou alguma emergência. O pouco espaço disponível faz com que os veículos fiquem mais expostos ao risco de acidentes.

Figura 31-Seção transversal atual da Av. Contorno do Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 32- Seção transversal medida em três pontos do Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

Ressalta-se que, de acordo com o Plano Diretor atual (PMB, 2018b) e com a Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do solo (PMB, 2018a), esse trecho da Av. Contorno é classificado como via expressa, onde a recomendação é que a faixa de domínio seja de 12 m, para ambos os lados. Entretanto, a seção transversal atual não se enquadra como uma via expressa mas corresponde com uma via secundária.

Em alguns segmentos também é notório a ausência de meio-fio, o que facilita o estacionamento de veículos nas calçadas (Figura 33).

Figura 33-Ausência de guia (meio-fio) facilita o estacionamento de veículos na calçada



Fonte: Autoria própria (2018)

O trecho também não possui nenhum tipo de separação física entre as faixas com sentido de tráfego opostos, como canteiro central, por exemplo, aumentando a ocorrência de conflitos entre os veículos que trafegam em sentidos opostos.

Em relação às calçadas, grande parte não fornece condições de segurança aos pedestres, pois é notório pisos irregulares, desníveis, inclinações acentuadas, bem como obstáculos presentes nas calçadas, como apresentado nas Figuras 34 e 35, onde observa-se pneus e entulhos dispostos nos locais de passagem dos pedestres.

Figura 34- Lixo e obstáculos dispostos nos locais de passagem dos pedestres



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 35- Entulho e materiais de construção dispostos na calçada



Fonte: Autoria própria (2018).

A ausência de acessibilidade às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida para trafegarem pelas calçadas foi um dos maiores problemas encontrados, devido aos obstáculos descritos anteriormente, além de calçadas com largura inadequada em alguns locais (Figura 36); piso irregular, entre outras características que dificultam o acesso das pessoas ao trafegarem pelas calçadas, as quais tem que seguir o caminho pela rua, expondo-se à riscos de acidentes. A Figura 37 apresenta alguns dos obstáculos descritos, tais como poste localizado na faixa livre, inclinação inadequada e falta de continuidade entre as calçadas, a comodidade e segurança dos pedestres é desconsiderada.

Figura 36- Calçada com largura inadequada



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 37- Barreiras na calçada (poste, inclinação acentuada, caixa de inspeção e desnível)



Fonte: Autorial própria (2018)

5.1.2 Trecho 01- Seção Transversal

A seção transversal atual do trecho analisado está representada na Figura 31. É composta por uma pista simples que possui duas faixas de tráfego (uma por sentido) de largura que varia entre 4,40 m a 3,50 m, conforme medição feita em três pontos distintos do trecho, representada na Figura 32. A variação na largura das faixas interfere na segurança viária, pois os conflitos entre os veículos aumentam quando ocorre o estreitamento da via.

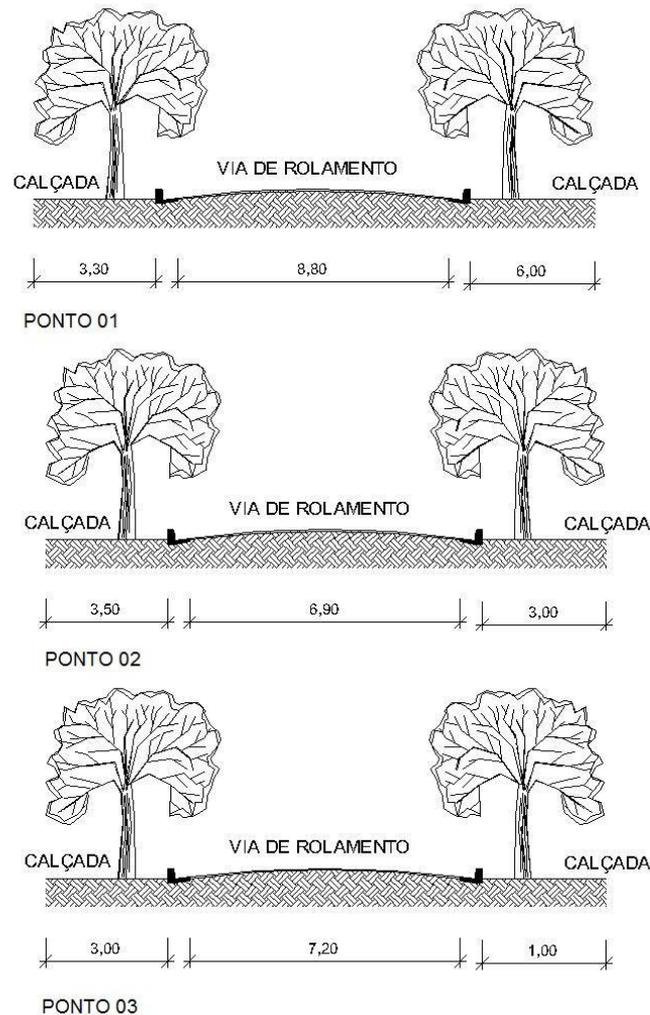
Também não possui áreas para acostamento, o que seria importante, devido à quantidade de veículos que passam pela via, pois é necessário um espaço para parada em caso de falhas mecânicas no veículo ou alguma emergência. O pouco espaço disponível faz com que os veículos fiquem mais expostos ao risco de acidentes.

Figura 38-Seção transversal atual da Av. Contorno do Trecho 01



Fonte: Autorial própria (2018)

Figura 39- Seção transversal medida em três pontos do Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

Ressalta-se que, de acordo com o Plano Diretor atual (PMB, 2018b) e com a Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do solo (PMB, 2018a), esse trecho da Av. Contorno é classificado como via expressa, onde a recomendação é que a faixa de domínio seja de 12 m, para ambos os lados. Apesar da classificação, a real função que a avenida desenvolve no sistema viária é como uma via arterial. Entretanto, a seção transversal atual não se enquadra nem como uma via expressa, nem mesmo como uma via arterial (corredor primário), mas corresponde com uma via secundária.

Em alguns segmentos também é notório a ausência de meio-fio, o que facilita o estacionamento de veículos nas calçadas (Figura 33).

Figura 40-Ausência de guia (meio-fio) facilita o estacionamento de veículos na calçada



Fonte: Autorial própria (2018)

O trecho também não possui nenhum tipo de separação física entre as faixas com sentido de tráfego opostos, como canteiro central, por exemplo, aumentando a ocorrência de conflitos entre os veículos que trafegam em sentidos opostos.

Em relação às calçadas, grande parte não fornece condições de segurança aos pedestres, pois é notório pisos irregulares, desníveis, inclinações acentuadas, bem como obstáculos presentes nas calçadas, como apresentado nas Figuras 34 e 35, onde observa-se pneus e entulhos dispostos nos locais de passagem dos pedestres.

Figura 41- Lixo e obstáculos dispostos nos locais de passagem dos pedestres



Fonte: Autorial própria (2018)

Figura 42- Entulho e materiais de construção dispostos na calçada



Fonte: Autorial própria (2018).

A ausência de acessibilidade às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida para trafegarem pelas calçadas foi um dos maiores problemas encontrados, devido aos obstáculos descritos anteriormente, além de calçadas com largura inadequada em alguns locais (Figura 36); piso irregular, entre outras características que dificultam o acesso das pessoas ao trafegarem pelas calçadas, as quais tem que seguir o caminho pela rua, expondo-se à riscos de acidentes. A Figura 37 apresenta alguns dos obstáculos descritos, tais como poste localizado na faixa livre, inclinação inadequada e falta de continuidade entre as calçadas, a comodidade e segurança dos pedestres é desconsiderada.

Figura 43- Calçada com largura inadequada



Fonte: Autorial própria (2018)

Figura 44- Barreiras na calçada (poste, inclinação acentuada, caixa de inspeção e desnível)



Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.3 Trecho 01- Pavimentação

O pavimento, conforme Figuras 38 e 39, em geral, não apresenta problemas que possam ocasionar acidentes. Porém, ressalta-se que, o pavimento das vias no entorno que fazem interseções com a Avenida, apresentam diversas deficiências como buracos, ondulações, etc.

Figura 45- Condição geral do pavimento no Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 46-Buracos nos limites das interseções da Av. Contorno com outras ruas no Trecho 01



Fonte: A autoria própria (2018)

Os pontos mais críticos no pavimento encontram-se na interseção da Av. Contorno com a Rua Luís Gomes, apresentado na Figura 40, onde observa-se várias ondulações devido ao recapeamento e deformação da pavimentação, além de alguns buracos devido às ações de intempéries e veículos pesados.

Figura 47- Deformações e ondulações no pavimento



Fonte: A autoria própria (2018)

5.1.4 Trecho 01- Sinalização Viária

Observou-se deficiências na sinalização de algumas interseções, pois faltam placas verticais para indicar o sentido de tráfego permitido, conforme observado na Figura 41-a. Além disso, a sinalização horizontal também é precária, conforme apresentado na Figura 41-b, as marcas no pavimento para indicar eixo da via, sentido de tráfego e ponto de parada dos veículos já foram desgastadas.

Figura 48- Ausência de placas para orientar o motorista sobre o fluxo permitido



Fonte: Autoria própria (2018)

Falta sinalização, também, para advertir sobre a existência de lombadas, pois é necessário que haja sinalização vertical alguns metros que antecedem o dispositivo e a sinalização horizontal é importante para complementar a vertical, com a finalidade de informar a existência do obstáculo e fornecer tempo suficiente para tomada de decisão, evitando frenagens bruscas. A Figura 42 mostra as lombadas existentes com sinalização inadequada: com a placa vertical suspensa no poste e com difícil visualização, além da ausência de sinalização horizontal (pintura na superfície da lombada). Além disso, é importante destacar que as lombadas existentes apresentam dimensões inadequadas, pois a relação comprimento/altura pode causar a perda de controle dos veículos quando o motorista não consegue identificar a presença da ondulação (devido à falta de sinalização), além de problemas mecânicos provocados pelo “quebra-molas”, como é conhecido. Conforme o Contran (2007), a largura das ondulações deve ser igual à da pista e comprimento varia entre 1,50 m e 3,70 m, com altura entre 0,08 m e 0,10 m.

Figura 49-Sinalização inadequada-lombadas



Fonte: Autoria própria (2018)

No trecho também não há sinalização para regulamentar a velocidade máxima permitida na via. Quanto à sinalização para a travessia de pedestres no trecho, há dois pontos com sinalização horizontal (faixa de pedestres). A Figura 43 mostra a sinalização para travessia de pedestres, uma fica localizada em frente à duas oficinas de carros e a outra em frente à escola técnica SENAC.

Figura 50-Faixas de pedestres existentes no Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

Entretanto, há outros pontos não sinalizados que são mais frequentemente usados para travessia pelos pedestres como, por exemplo, na interseção com a Rua Luís Gomes, local com maior conflito entre pedestres e veículos, uma vez que para controle do tráfego e conflitos na interseção é utilizado um semáforo destinado apenas para veículos gerando, conseqüentemente, insegurança na travessia dos pedestres, já que não tem direito de passagem regulamentado por semáforo e/ou sinalização horizontal. Outro local não sinalizado que tende a ser usado pelo pedestre como travessia é próximo a interseção da Av. Contorno com a BR-230, mais

especificamente onde está localizada a ilha central que faz a canalização do tráfego, pois, a ilha foi recentemente reformada – recebeu pavimentação e alguns bancos para descanso - tornando-se um local que atrai a presença de pedestres. A Figura 44 mostra a ilha central antes e depois da reforma.

Figura 51- Ilha central- reforma pavimentação

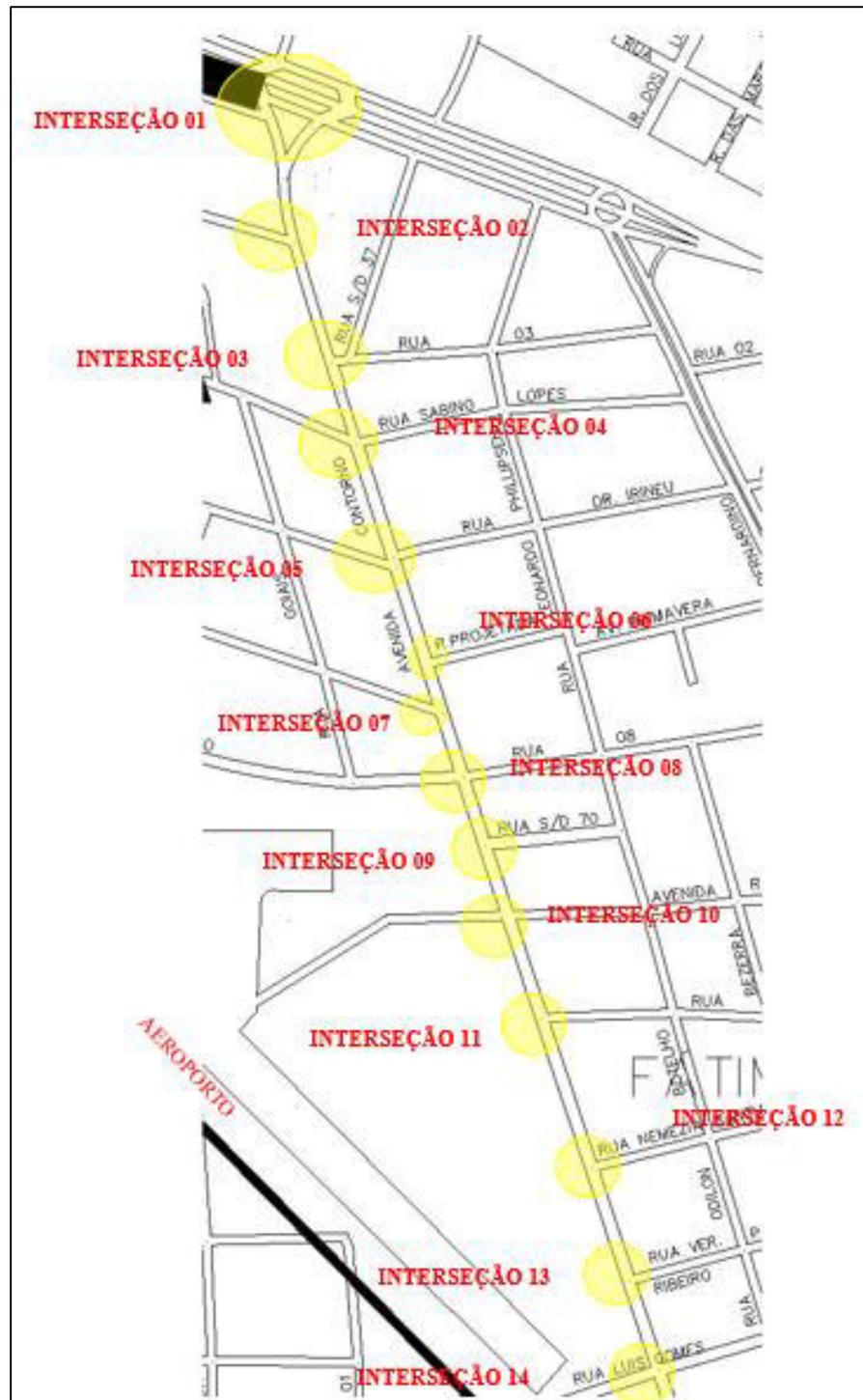


Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.5 Trecho 01-Interseções

O trecho 01 é composto por 14 interseções, conforme identificado na Figura 45. As mais importantes são três: a interseção 1 (Av. Contorno x BR-230); a interseção 10 (Av. Contorno x Av. Raimundo Felix); e a interseção 14 (Av. Contorno x Rua Luís Gomes). A maioria são interseções em T ou de três ramos.

Figura 52- Interseções no Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2019)

A avaliação das interseções, considerando elementos como a geometria da interseção, a visibilidade e movimentos conflitantes, foi considerada insatisfatória devido às interferências à visibilidade do motorista que, com frequência, observa-se nas interseções (Figura 46) e aos

movimentos conflitantes que ocorrem nas interseções, os quais são fatores que tem grande influência na ocorrência de acidentes.

Figura 53- Equipamentos urbanos e totem em local inadequado, afetando a visibilidade



Fonte: Autoria própria (2019)

Um dos principais problemas encontrados nas interseções são relacionados ao estacionamento irregular e equipamentos públicos e privados localizados de forma inadequada, afetando a visibilidade dos motoristas.

Verificou-se que no trecho apenas duas interseções continham placa indicando direção do fluxo permitido, e ainda assim, ela estava em condições irregulares e sem manutenção. Como, em geral, não há sinalização vertical e horizontal para indicar o sentido de tráfego permitido ou proibido, é comum os motoristas usarem quase todas as vias que fazem interseção com esse trecho como via de mão dupla, justificando-se pela falha na sinalização. Dessa forma, considerando que são vias de mão dupla, aumentam os movimentos de conflitos nas interseções e, conseqüentemente, a probabilidade de ocorrência de acidentes.

5.1.6 Trecho 01-Ciclistas e pedestres

No trecho estudado não existem caminhos específicos para os ciclistas como as cicloviárias, ciclorrotas ou ciclofaixas, assim, os ciclistas têm que disputarem espaço juntamente com carros, motos e caminhões que utilizam a via (Figuras 47 e 48). É importante ressaltar que em algumas vias a implementação de cicloviárias é inviável ou desnecessária, visto que pode reduzir o espaço existente na via, provocando maior atrito entre veículos, ciclistas e pedestres (NOGUEIRA,

2015). Entretanto, o ideal é manter os ciclistas e pedestres longe de vias de tráfego saturado ou de trânsito rápido.

Figura 54- Ciclista trafegando na Av. Contorno, com pista compartilhada



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 55- Ciclista no trecho 01 da Av. Contorno



Fonte: Autoria própria (2018)

É comum observar também veículos estacionamentos nas calçadas, ocupando a faixa de passagem dos pedestres. Além disso, como exposto na seção 5.1.2, que trata sobre a seção transversal, a maioria das calçadas apresentam irregularidades, conforme observado na Figura 49, que induzem os pedestres a caminhar pela via.

Figura 56- Obstáculos na calçada ocupando a passagem de pedestres



Fonte: Autoria própria (2018)

É necessário observar também que, muitas vezes, os pedestres ignoram a presença das faixas sinalizadas, conforme exposto na Figura 50, pois tendem a optar por caminhos mais curtos.

Figura 57- Pedestre atravessando a via fora da faixa e carros estacionados nas calçadas.



Fonte: Autoria própria (2018)

5.1.7 Trecho 01- Dispositivos e Controle de Tráfego

As Figuras 51 e 52 mostra o semáforo para veículos existente no Trecho 01, o qual está localizado na interseção com a Rua Luís Gomes. Essa interseção é o ponto mais crítico do Trecho 01, onde há maior quantidade de conflitos, dessa forma, o semáforo é importante para controlar e organizar a passagem de veículos. Entretanto, como o dispositivo é apenas para

veículos, os pedestres constantemente se arriscam ao tentar passar de um lado da via para outro entrando em conflitos com veículos. Além disso, frequentemente, o semáforo apresenta problemas, provocando muitos conflitos na interseção.

Figura 58- Semáforo no Trecho 01



Fonte: Autorial própria (2018)

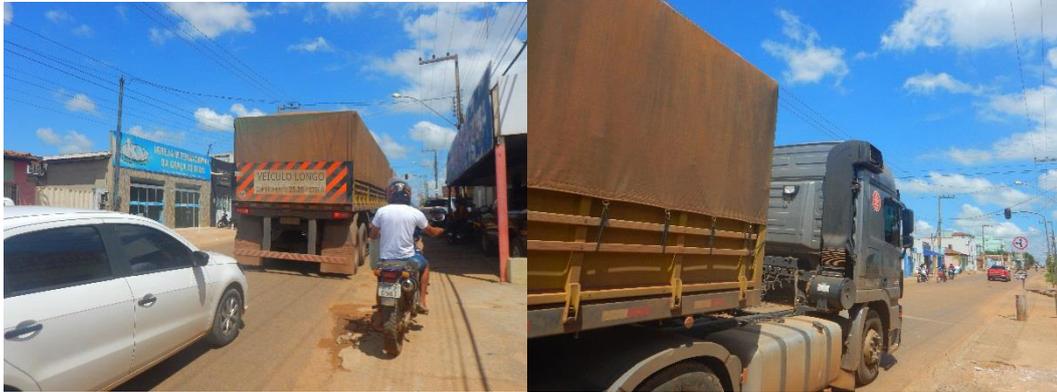
Figura 59- Semáforo no Trecho 01



Fonte: Autorial própria (2018)

Outro problema identificado é relacionado ao tráfego de veículos grandes, como veículos de carga que, devido à altura e comprimento comprometem a visibilidade do motorista em relação ao semáforo, conforme observado na Figura 53, aumentando os riscos de acidentes.

Figura 60- Veículo pesado interfere na visualização do semáforo



Fonte: Autorial própria (2018)

5.1.8 Trecho 01-Estacionamento e Condições Operacionais

No Trecho 01 da Av. Contorno não há espaço para estacionamento e os veículos geralmente estacionam nas calçadas, o que acaba afetando na circulação de pedestres, que são obrigados a andarem pela pista de rolamento, elevando a ocorrência de atropelamentos. Além disso, as manobras de entrada e saída dos veículos estacionados representam riscos a circulação em geral. As Figuras 54 e 55 apresentam alguns pontos onde ocorre estacionamento irregular.

Figura 61- Veículos estacionados nas calçadas



Fonte: Autorial própria (2019)

Figura 62- Veículos estacionados na calçada



Fonte: Autoria própria (2018)

É comum, também, a utilização da lateral da via como estacionamento por quem pretende utilizar o comércio local no trecho, gerando problemas na fluidez do trânsito e dificultando a visibilidade dos demais motoristas.

Os principais polos geradores de tráfego, que geram demanda de estacionamento e influenciam nas condições operacionais da via são: estabelecimentos de serviços automotivos e postos de combustíveis onde há a entrada e a saída constantes de veículos; Escola Municipal (Figura 56); Aeroporto (Figura 57); SAMU.

Figura 63- Escola Municipal Dr. José Bernardino



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 64- Entrada para o Aeroporto Municipal



Fonte: Autorial própria (2018)

A falta de estacionamento ou estacionamento irregulares prejudica significativamente as condições operacionais da via. Além disso, outro fator que prejudica a fluidez do trânsito é o tráfego constante de veículos pesados, conforme a Figura 58. Ressalta-se que, de acordo com sinalização viária presente no Trecho 01 (Figura 59), é proibido o trânsito de veículos de carga no centro da cidade das 7h às 18 h, entretanto não foi verificada fiscalização relacionada a esse fator, além disso, a sinalização se encontra em má estado de conservação.

Figura 65- Veículo pesado trafegando na Av. Contorno no Trecho 01



Fonte: Autorial própria (2018)

Figura 66- Sinalização proibindo o Trânsito de veículos pesados em determinados horários

Fonte: Aatoria própria (2018)

5.1.9 Resumo dos pontos críticos

No Quadro 3 é apresentado um resumo dos principais problemas encontrados, de acordo com cada parâmetro avaliado.

Quadro 3- Resumo dos pontos críticos do Trecho 01

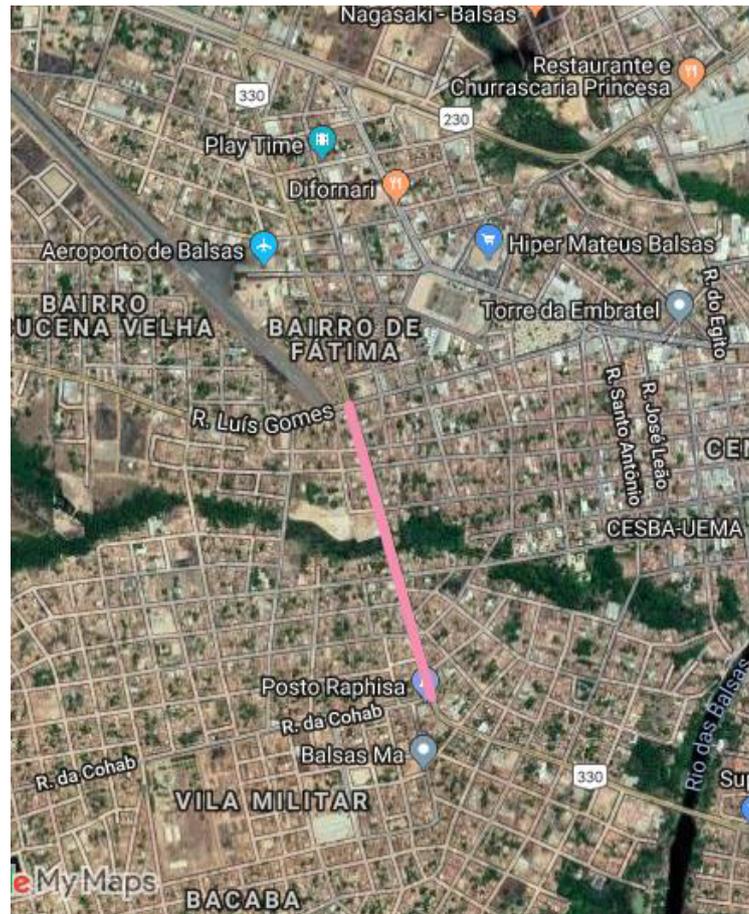
Parâmetros – Segurança viária	Principais problemas encontrados
Traçado	

Sinalização Viária

5.2 Características da Av. Contorno no Trecho 02

O Trecho 02 localiza-se entre a interseção da Av. Contorno com a Rua Luís Gomes até a interseção com a Rua da Cohab (Rua 20), segundo apresentado na Figura 60. Tem extensão de 830 m e é uma pista simples com duas faixas de tráfego.

Figura 67- Localização do Trecho 02



Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

5.2.1 Trecho 02- Traçado

O traçado horizontal do trecho não tem curvas, conforme observado na Figura 61, que apresenta o traçado da Av. Contorno, no Trecho 02.

Conforme apresentado na Figura 62, o alinhamento vertical do trecho é composto por uma rampa que faz com que os veículos ganhem velocidade no declive e perca potência no aclave (subida). Já quanto à visualização, observou-se que não há interferências para os motoristas.

Figura 69- Alinhamento vertical (declive) do Trecho 01



Fonte: Autoria própria (2018)

O alinhamento vertical é melhor representado na Figura 63 que apresenta a elevação vertical do Trecho 02.

Figura 70-Elevação vertical do Trecho 02



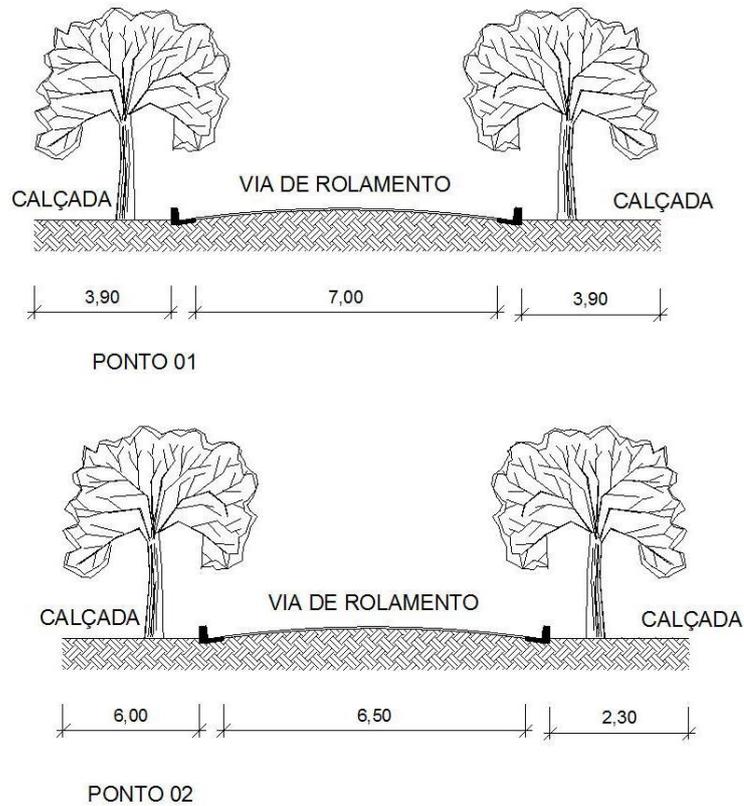
Fonte: Adaptado, Google Earth (2018)

5.2.2 Trecho 02- Seção Transversal

As características da seção transversal desse trecho são semelhantes à do Trecho 01: pista simples, com duas faixas de tráfego, ausência de canteiro central, etc., conforme apresentado na Figura 64. Um fator que pode interferir na segurança viária é a largura do trecho

que não é regular, pois em alguns pontos do Trecho da Avenida apresenta largura de 7,00 m, já em outros pontos o segmento sofre um estreitamento, apresentando largura de 6,50 m.

Figura 71- Seção transversal do Trecho 02



Fonte: Autoria própria (2019)

A largura da faixa livre das calçadas também compromete a segurança em alguns locais, além da inexistência de calçadas e da vegetação que ocupa os locais de passagens (Figura 65), contribuindo para o distanciamento da acessibilidade e mobilidade na via.

Figura 72- Calçada inexistente-trecho com obstáculos aos pedestres (vegetação e propaganda em outdoor)



Fonte: Autorial própria (2018)

As figuras 66, 67 e 68 apresentam algumas das interferências na seção transversal, mais especificamente nas calçadas, comumente encontradas no Trecho 02, tais como, carros estacionados nas calçadas e equipamentos urbanos como postes e lixeiras que obstruem a passagem, além da irregularidade dos pisos e falta de continuidades das calçadas.

Figura 73- Barreiras que interrompem o livre tráfego de pedestres nas calçadas



Fonte: Autorial própria (2018)

Figura 74-Calçadas com pisos irregulares e dotadas de vegetação rasteira



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 75- Parte da seção transversal da via (calçada) ocupada por feirantes (Feira do Dedé)



Fonte: Autoria própria (2018)

5.2.3 Trecho 02- Pavimentação

A pavimentação do trecho 02 é, em geral, regular e não apresenta buracos, conforme demonstrado na Figura 69.

Figura 76- Situação da pavimentação geral do Trecho 02



Fonte: A autoria própria (2018)

O ponto mais crítico localiza-se nas lombadas que foram executadas de forma inadequada, possivelmente apenas com aplicação de material asfáltico que, ao receber diariamente o tráfego de veículos pesados, deformou-se, criando ondulações irregulares na pista (Figura 70 e 71).

Figura 77-Deformação da pavimentação



Fonte: A autoria própria (2018)

Figura 78- Lombada com pavimentação deformada



Fonte: Aatoria própria (2018)

5.2.4 Trecho 02- Sinalização Viária

Durante a realização da análise do trecho 02, foi observado a ausência de sinalização adequada nos cruzamentos, em geral, pois não há sinalização horizontal em nenhum deles e a sinalização vertical para indicar parada e sentido de tráfego permitido é insuficiente. Em geral, considera-se que a credibilidade da informação veiculada pela sinalização existente é boa, porém a quantidade de sinalização é pouca.

A Figura 72 mostra placa indicando a presença de lombada, entretanto, a ausência de marcas no pavimento para complementar a sinalização vertical torna o trecho perigoso. Além disso, a sinalização vertical está empregada incorretamente, pois o adequado segundo o DNIT é a placa com seta indicando a presença da lombada e localizar também as placas com antecedência indicando a distância em metros existe o obstáculo, para que o motorista possa fazer a tomada de decisão com tempo suficiente, evitando frenagens bruscas ou perda de controle do veículo.

Figura 79- Lombada com sinalização irregular



Fonte: Autoria própria (2018)

A sinalização horizontal, em geral, não é satisfatória, pois é notório que em grande parte está apagada ou não existem marcas delimitando os limites e o eixo da via. Além do mais, o trecho 02 contém diversas propagandas em outdoor que configuram como poluição visual, conforme apresentado na Figura 73, podendo influenciar negativamente na segurança viária, pois tem a tendência de atrair a atenção do motorista.

Figura 80- Sinalização horizontal inexistente



Fonte: Autoria própria (2018)

Também é notório a falta de regulamentação da velocidade na via, pois não há nenhuma placa indicando a velocidade máxima permitida no segmento. Em relação à sinalização para travessia de pedestres, foi identificado dois locais sinalizados, mostrados na Figura 74, onde em um deles, percebe-se a ausência de sinalização vertical indicando a presença da faixa. É

notório também a ausência de rampas de acesso nos locais de travessia, que são essenciais para fornecer acessibilidade a pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida.

Figura 81- Sinalização horizontal para travessia de pedestres

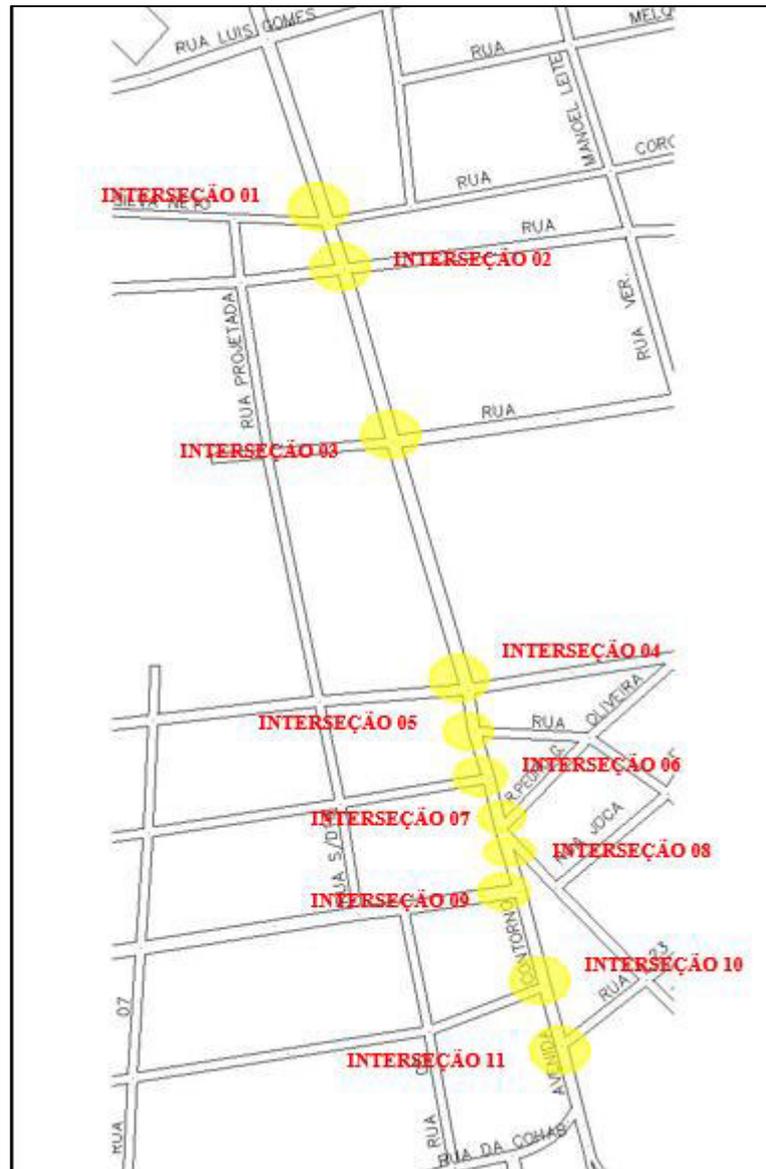


Fonte: Autoria própria (2018)

5.2.5 Trecho 02- Interseções

As interseções que compõem o Trecho 02 são 11, conforme destacado na Figura 75. Algumas interseções apresentam ângulos diferentes de 90°, que é o recomendado. Uma das interseções mais importantes é a interseção 04 (Av. Contorno x Rua Paulo Ramos), exibida na Figura 76, que coleta parte do trânsito da Avenida conduzindo para o centro da cidade.

Figura 82-Interseções no Trecho 02



Fonte: Adaptado, Mapa de Balsas PMB (2018)

Figura 83- Interseção Av Contorno x Rua Paulo Ramos

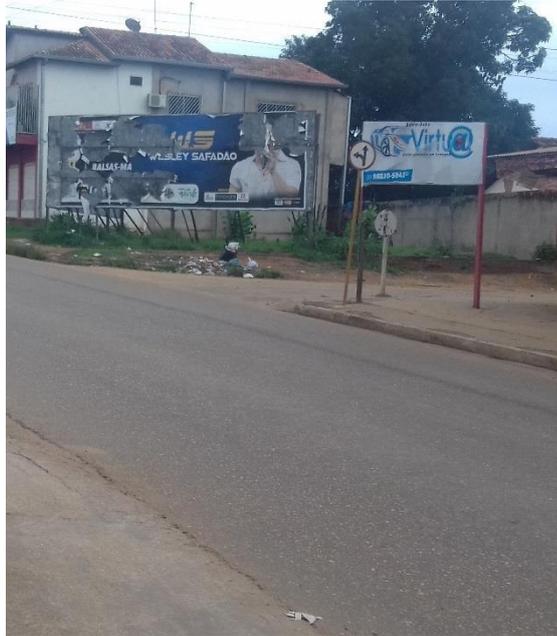


Fonte: Autoria própria (2018)

Há, ainda, obstáculos próximos às interseções que interferem na visibilidade dos motoristas que desejam fazer algum desvio, gerando insegurança. As interseções existentes classificam-se em interseções de quatro ramos e de três ramos, sendo que apenas uma delas (Av. Contorno x Rua Paulo Ramos) apresenta controle de tráfego através de semáforo.

É importante destacar também sobre os cuidados que devem ser considerados quanto às manobras permitidas nas interseções, bem como o tipo de controle de tráfego utilizado (semáforo, canalizações, rotatórias), pois influenciam significativamente na segurança viária. Um dos movimentos permitidos em algumas interseções no trecho, e que é considerado perigoso, é a conversão à esquerda (Figura 77) que aliado à ausência de controle de tráfego, torna as manobras ainda mais perigosas.

Figura 84- Interseção com conversão à esquerda



Fonte: Autoria própria (2018)

Considerando a classificação viária feita pela Lei nº 1.396/2018, o trecho avaliado é classificado como via expressa, assim, conforme detalhado no Quadro 2, na seção 2.3.5, não deve ocorrer cruzamentos em nível com outras vias. E, considerando a função atual desenvolvida pela via, não deve ocorrer cruzamentos com vias locais e as interseções com vias coletoras e arteriais deve ser semaforizado e com alguns movimentos proibidos, dando prioridade à segurança viária.

5.2.6 Trecho 02- Ciclistas e pedestres

Em relação aos usuários de bicicletas, as condições desse trecho da Avenida são semelhantes às do Trecho 01, com pista compartilhada, conforme mostrado na Figura 78.

Figura 85- Ciclista no Trecho 02



Fonte: Autoria própria (2018)

Devido à inexistência de calçadas em alguns trechos, pisos irregulares e pela presença de obstáculos nas calçadas, alguns pedestres optam por caminhar pela rua, mesmo correndo risco de atropelamentos (Figura 79). Já em situações de travessia (Figura 80), observou-se que muitos pedestres têm dificuldade na hora de passar de um lado da via para o outro, principalmente em horários de pico.

Figura 86- Pedestre com carrinho de vendas trafegando pela Avenida



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 87- Idoso atravessando a via



Fonte: Autoria própria (2018)

A Figura 81 mostra os dois locais de travessia para pedestres sinalizado existentes no trecho, onde verifica-se que a acessibilidade muitas vezes é desprezada, visto que falta rampas de acessibilidade e algumas existentes estão de forma inadequada, não atendendo aos requisitos mínimos da Norma da ABNT, NBR 9050 que trata de acessibilidade.

Figura 88- Travessias sinalizadas no Trecho 02



Fonte: Autoria própria (2018)

5.2.7 Trecho 02-Dispositivos e Controle de Tráfego

Para controle do tráfego na via há a presença de um semáforo neste trecho, na interseção da av. Contorno com a Rua Dr. Paulo Ramos, apresentado na Figura 82. Apesar da importância do dispositivo em horários de pico para evitar esperas demoradas dos veículos que

desejam entrar ou sair da Rua citada, verificou-se que o semáforo gera uma espera desnecessária em determinados momentos, gerando frustração e levando os motoristas ao hábito de desobedecer a sinalização.

Figura 89- Semáforo na interseção da Av. contorno com a Rua Dr. Paulo Ramos



Fonte: Autoria própria (2018)

5.2.8 Trecho 02-Estacionamento e Condições Operacionais

No Trecho 02 não há espaço destinado ao estacionamento de veículos e o estacionamento é mais comum nas calçadas. É raro ver um carro estacionado nas laterais da via, pois, devido ao tráfego intenso de veículos, os motoristas não têm tempo e nem se atrevem a estacionar, optando pelo local mais tranquilo que é a calçada - via dos pedestres, como observado na Figura 83. Os pedestres, por sua vez, ao encontrar a via ocupada, são obrigados a desviarem seu caminho pela avenida. Essa é uma ação que deve ser evitada, pois obriga as pessoas a trafegarem pelas ruas e coloca o pedestre, principalmente as pessoas com deficiência, em risco de acidentes.

Figura 90- Veículos estacionados na calçada

Fonte: Autoria própria (2018)

Os principais polos geradores de tráfego nesse trecho são um posto de combustível, depósitos de materiais de construção, igrejas, construtora e demais estabelecimentos de comércio e de serviços. Além do mais, o trecho faz parte da trajetória para o Hospital Regional e outras escolas importantes. Além disso, nos finais de semana, destaca-se como gerador de tráfego, o local conhecido como a Feirinha do Dedé,

5.2.9 Resumo dos pontos críticos

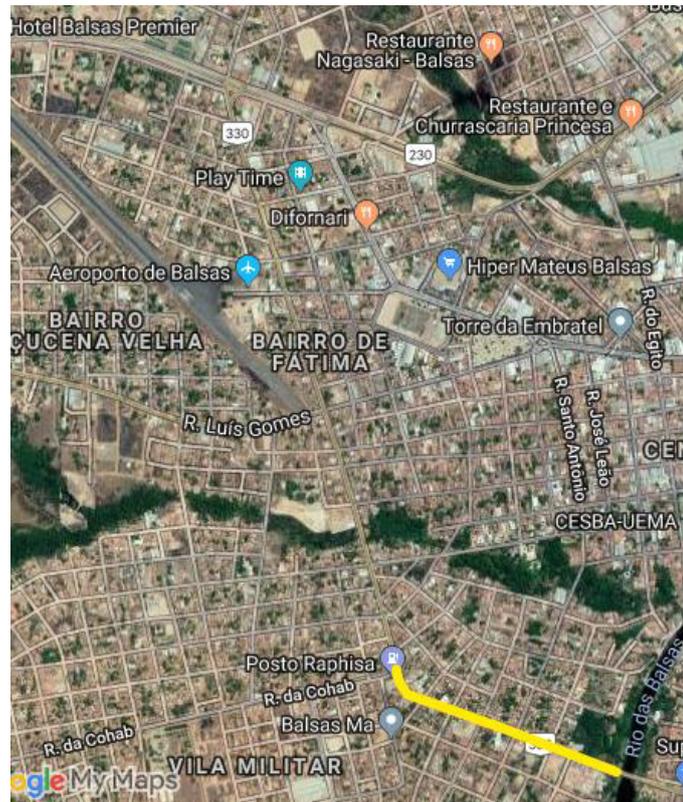
No Quadro 4 é apresentado um resumo dos principais problemas encontrados, de acordo com cada parâmetro avaliado.

Quadro 4- Resumo dos pontos críticos do trecho 02

Parâmetros – Segurança viária	Principais problemas encontrados
Traçado	

Pavimentação

Figura 91-Localização do Trecho 03

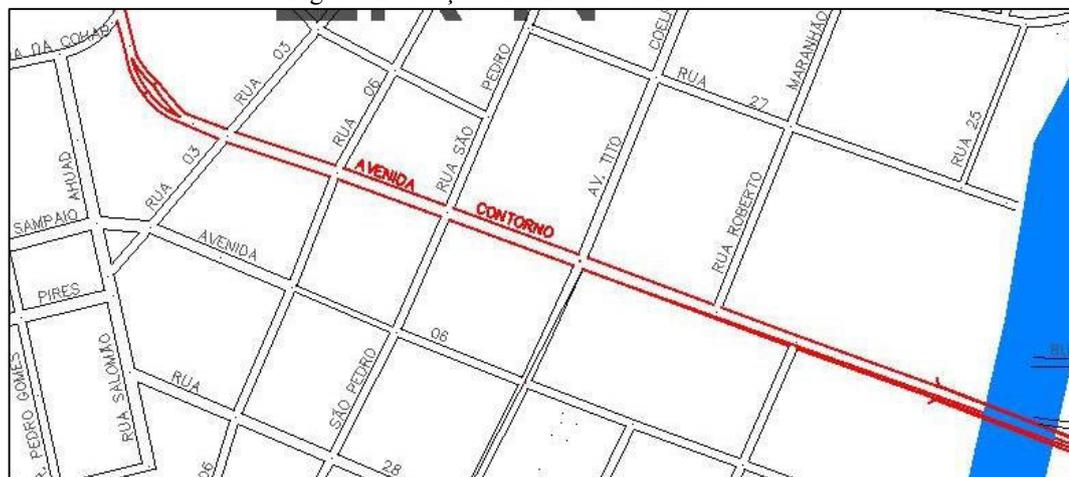


Fonte: Adaptado, Google Earth (2019)

5.3.1 Trecho 03-Traçado

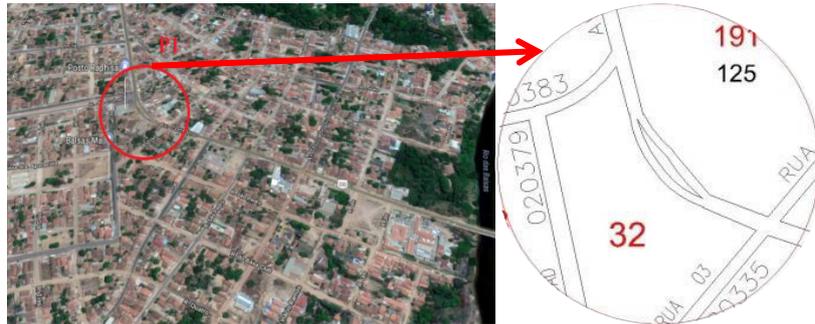
De acordo com as análises realizadas no local e registro fotográfico, a Av. Contorno apresenta traçado predominantemente reto (Figura 85). Considerando o alinhamento horizontal, há apenas a presença de uma curva no Trecho 03, conforme identificado nas Figura 86 e 87.

Figura 92- Traçado horizontal do trecho 03



Fonte: Adaptado, Mapa de Balsas PMB (2018)

Figura 93 - Localização da curva no Trecho 03



Fonte: Adaptado do GOOGLE Maps (2018).

Figura 94 - Curva horizontal no Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

Uma das irregularidades que se apresentam nesse ponto é o projeto geométrico do trecho que pode provocar confusão nos motoristas (Figura 88), pois a curva fica localizada junto a uma interseção muito movimentada e pouco sinalizada, o traçado do trecho pode induzir os condutores a tomarem decisões erradas, dificultando a fluidez do trânsito e podendo até provocar acidentes. Além disso, a ausência do alargamento da pista (superlagura) e de superelevação pode contribuir para a ocorrência de acidentes.

Figura 95 - Conflitos na curva- interseção do Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

Em relação ao alinhamento vertical, o traçado da Av. Contorno, no Trecho 03, é composto por rampas de inclinação suave, sendo que a rampa mais acentuada está localizada no segmento entre a interseção com Av. Tito Coelho e a ponte sobre o Rio Balsas. O traçado vertical (Figura 89), não apresenta características que podem agravar a operação do trânsito, entretanto, atenção deve ser dada as questões como sinalização das curvas. No trecho onde há a presença do aclive há, também, um dispositivo de controle de tráfego (semáforo), fazendo com que os veículos mais pesados percam rendimento e velocidade na subida, conforme é observado na Figura 90, em que se observa que o ciclista se levanta para ganhar força e chegar no fim da rampa.

Figura 96-Traçado vertical do Trecho 03



Fonte: Adaptado, Google Earth (2019)

Figura 97-Acive Trecho 03- Ciclista tem dificuldade na subida

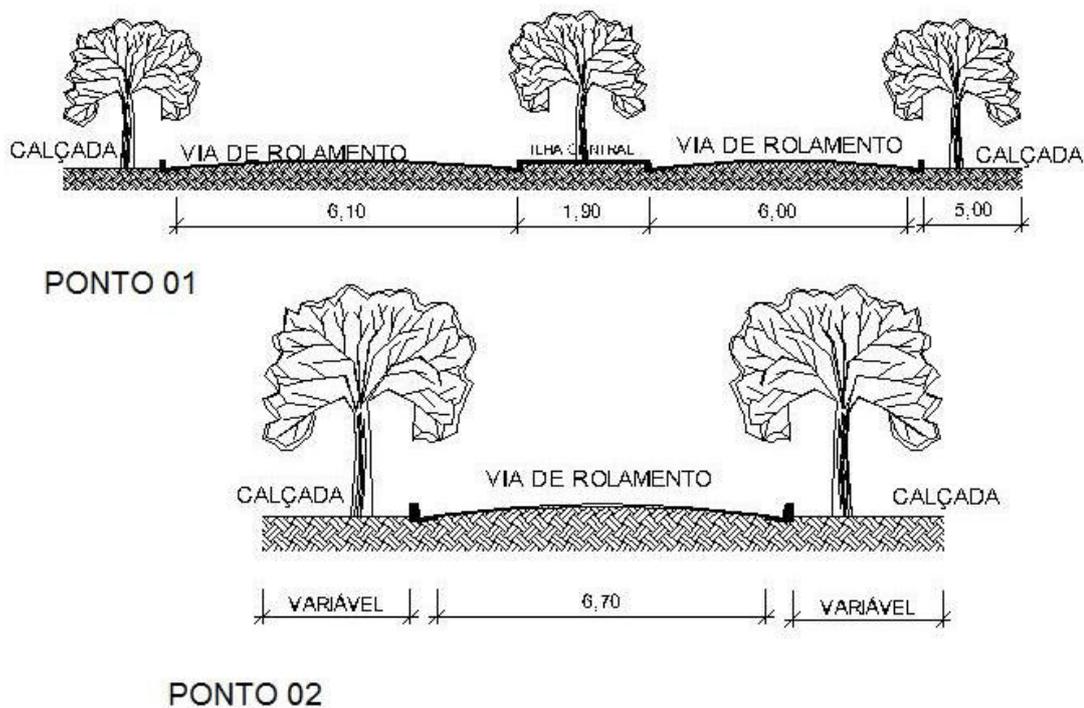


Fonte: Autoria própria (2019)

5.3.2 Trecho 03- Seção Transversal

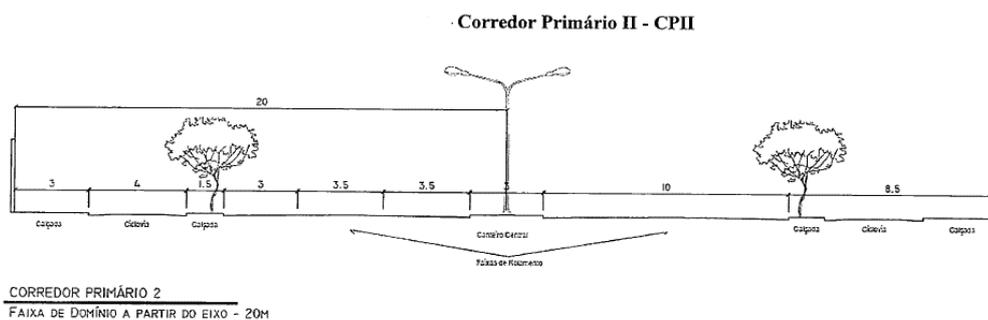
A seção transversal atual do trecho estudado apresenta o perfil transversal tipo semelhante ao expresso na Figura 91, no ponto 02, que se refere à seção recomendada para um corredor secundário na cidade de Balsas, Maranhão. Entretanto, de acordo com a Lei Municipal nº 1.396/2018, a Av. Contorno, nesse trecho, a partir da interseção com a Av. Tito Coelho até a ponte sobre o Rio Balsas é classificada como Corredor Primário 2, sendo assim, a seção transversal da via deveria seguir o modelo proposto pela Lei referida, conforme a Figura 92, composta por ciclovia, calçadas, faixa para estacionamento, canteiro central, e quatro faixas de rolamento (duas em cada sentido de tráfego). A largura média da via, conforme medidas feitas no local, é de 7 (sete) metros, sendo que o local com maior largura é na curva no início do trecho, onde ocorre a canalização do tráfego por meio de ilha central, e o local com menor largura apresentou 6,70 m.

Figura 98 - Representação da seção transversal atual do Trecho 03 da Av. Contorno



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 99 - Configuração da seção transversal indicada para o trecho da Av. Contorno



Fonte: PMB (2018a)

Diante disso, é notório que a seção transversal da via se apresenta de forma inadequada, considerando a função que desenvolve no sistema viário da cidade.

A ausência de canteiro central é um fator que pode ser responsável pela ocorrência de acidentes já que poderia evitar a aproximação direta dos veículos em sentidos opostos, considerando também o intenso tráfego de veículos de cargas que a via recebe. Além do mais,

a presença de mais faixas de tráfego proporcionaria maior fluidez e segurança no trânsito. A Figura 93 apresenta a seção transversal atual do trecho 03 da Av. Contorno.

Figura 100 - Vista da seção transversal atual da Avenida Contorno no Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

Outra característica da seção transversal que pode comprometer a segurança dos usuários da via é a largura da faixa livre das calçadas, ao longo do Trecho 03 da Av. Contorno observou-se que as calçadas, em geral, apresentam largura regular (entre 3 a 5 metros), entretanto o problema está nos obstáculos localizados na faixa livre e que interferem na passagem de pedestres. Na Figura 94, por exemplo, observa-se diversos obstáculos na calçada como uma lixeira fixa, o poste de iluminação pública, e placa do estabelecimento, além do degrau existente entre as calçadas.

Figura 101- Obstáculos na calçada



Fonte: Autoria própria (2018)

As calçadas devem ter, sim, um espaço reservado para localização dos equipamentos públicos, entretanto deve ter, no mínimo, uma faixa livre de 1,20 m reservada para a passagem

de pedestres. Além disso, os equipamentos estão dispostos em uma esquina, que é inadequado, pois reduz a visibilidade dos motoristas.

Outro ponto crítico, caracterizado pela construção inadequada e falta de manutenção, encontra-se na ponte de concreto sobre o Rio Balsas. Conforme observado na Figura 95, é notório a ausência de manutenção dos passeios na ponte, pois o piso se encontra deteriorado, com buracos e armadura exposta, que impedem a passagem de pedestres.

Figura 102- Situação do passeio para pedestres na ponte sobre o Rio Balsas



Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.3 Trecho 03- Pavimentação

A pavimentação do Trecho 03, em geral, apresenta estrutura regular: não há buracos, desníveis ou ondulações notáveis (Figura 96). Entretanto, ressalta-se que, com o pavimento em boas condições, os motoristas tendem a aumentar a velocidade, gerando dificuldades para reduzir nas curvas e para frenagens caso apareça algum obstáculo inesperado na via.

Um dos maiores problemas nesse trecho está relacionado à ausência de sistema de drenagem, gerando a formação de correntes de águas das chuvas que escoam pelas vias. Além disso, as correntes de água acarretam o acúmulo de lixo nas vias, os quais são barreiras que podem provocar a realização de manobras bruscas ou a perda de controle do veículo.

Figura 103-Estado do pavimento no Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.4 Trecho 03- Sinalização Viária

É notório a carência de sinalização (horizontal e vertical) no trecho avaliado da via: falta sinalização horizontal nas lombadas, nas interseções, nos locais de travessias, além da ausência de sinalização para regulamentar a velocidade nas vias, ou para indicar curvas. A deficiência na sinalização é fator agravante nas ocorrências de acidentes.

As Figuras 97 e 98 mostram alguns dos problemas encontrados relacionados à sinalização tanto horizontal quanto vertical, em desconformidade com o CTB. Na Figura 97 verifica-se a ausência de marcas no pavimento e de placas para indicar parada de veículos e manobras permitidas na interseção, tornando o ponto perigoso, pois, além da interseção com uma rua muito movimentada, o trecho contém uma curva, a qual também não tem indícios de sinalização. Tais fatores tem contribuições significativas na segurança viária, pois não fornecem as informações necessárias aos transeuntes e induzem os motoristas a cometerem infrações.

Figura 104- Interseção sem sinalização viária



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 105- Ausência de sinalização na lombada



Fonte: Autoria própria (2018)

Observa-se, também, na Figura 98, a deficiência de sinalização na lombada que precede a ponte de concreto, o que está incorreto, porquanto conduz os motoristas a frearem bruscamente, devido à falta de placas de sinalização advertindo a presença de lombada e distância, bem como a ausência de marcas no pavimento para complementar a sinalização vertical, aumentando, assim, o potencial de acidentes.

A Figura 99 expõe a faixa de pedestre já totalmente apagada, ressalta-se que se localiza em um local de grande tráfego de pedestres que dá acesso ao estabelecimento institucional VIVA Cidadão.

Figura 106-Sinalização horizontal (faixa de pedestres) apagada

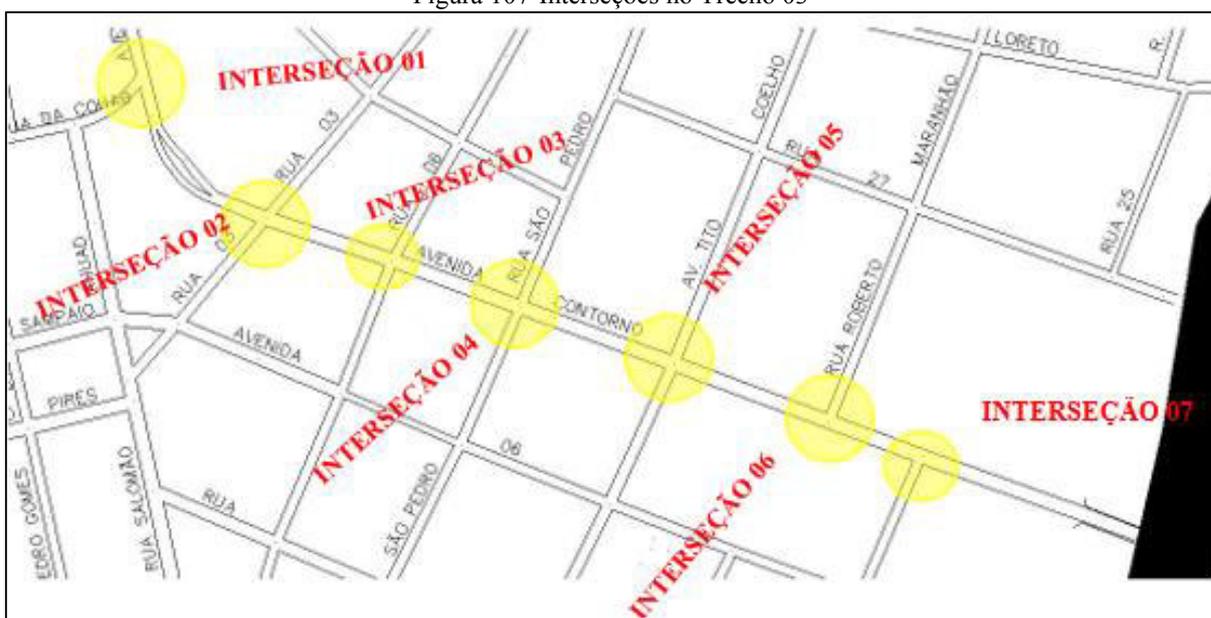


Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.5 Trecho 03- Interseções

O Trecho 03 é composto sete interseções em nível. Conforme observa-se na Figura 100, são três interseções com três ramos (interseção em T) e quatro interseções de quatro ramos. As interseções de maior importância e que apresentam maior quantidade de conflitos são a interseção 01(Av. Contorno x Rua da Cohab) e a 05 (Av. Contorno x Av. Tito Coelho), apresentadas nas Figuras 101 e 102, respectivamente.

Figura 107-Interseções no Trecho 03



Fonte: Adaptado, Mapa de Balsas PMB (2018)

Figura 108- Interseção 01: Avenida Contorno x Rua da Cohab (ou Rua 20)



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 109- Interseção 05: Avenida Contorno x Avenida Tito Coelho



Fonte: Autoria própria (2018)

A interseção 01 é a mais problemática do trecho, devido ao projeto geométrico complexo que provoca confusão e problemas operacionais, afetando conseqüentemente a segurança para motoristas, pedestres e ciclistas. Além disso, há problemas de visibilidade afetada pela presença de postes, totem de estabelecimento comercial e outros equipamentos.

O projeto geométrico da interseção bem como a ausência de sinalização e canalização do tráfego permite que os motoristas façam diversos movimentos conflitantes, como pode ser observado na Figura 103, e a presença da curva no trecho torna ainda mais arriscado os movimentos de conversão à esquerda.

Figura 110- Movimentos conflitantes na Interseção 01 do Trecho 03

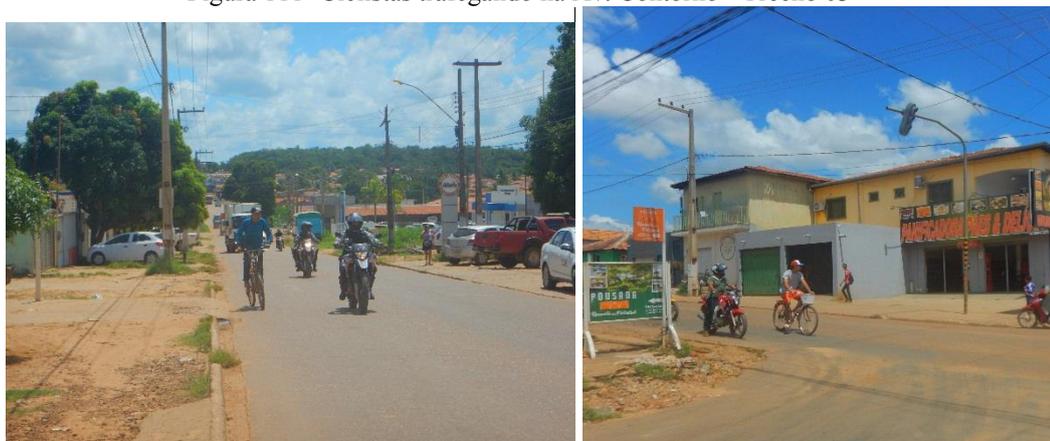


Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.6 Trecho 03- Ciclistas e pedestres

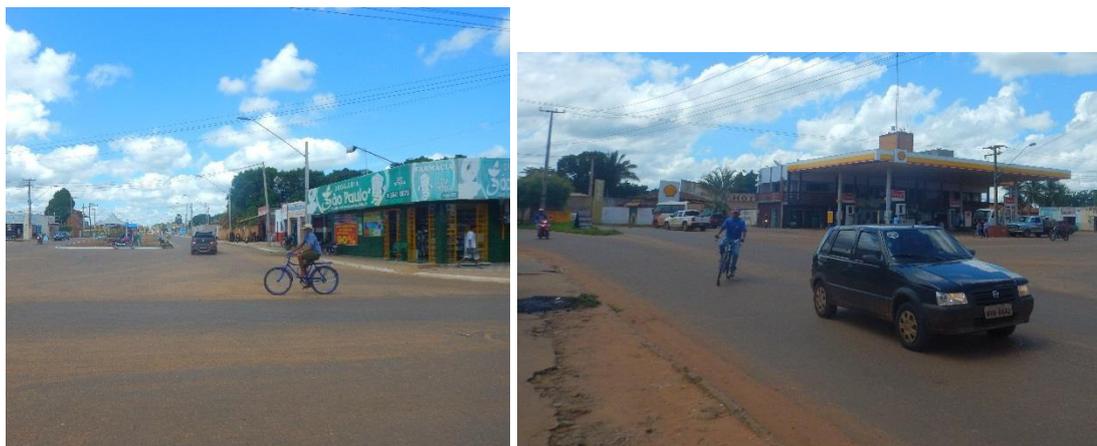
No trecho 03, assim como outros segmentos, não há a presença de vias específicas para os ciclistas, os quais fazem uso compartilhado da via com os demais veículos e a presença de ciclistas é constante, conforme observado nas Figuras 104 e 105.

Figura 111- Ciclistas trafegando na Av. Contorno - Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 112- Ciclistas trafegando na Av. Contorno - Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

Em relação às condições físicas das calçadas e passeios destinados a pedestres, grande parte apresenta irregularidades que induzem os pedestres a trafegarem pelas ruas. Tais irregularidades abrangem: calçadas estreitas, ausência de calçadas, desníveis, ausência de sinalização, exposição de mercadorias nas calçadas, etc., como mostrado na Figura 106 em que os pedestres optam por andar pela faixa de rolamento da Avenida, visto que as calçadas apresentam desníveis e se encontram ocupadas por materiais expostos para venda, carros estacionados e postes mal localizados.

Figura 113- Pedestres trafegando pela pista de rolamento da via



Fonte: Autoria própria (2018)

Além disso, a ausência de sinalização horizontal para regulamentar os locais de travessia dos pedestres encontrava-se em parte desbotada ou inexistente, o que representa insegurança aos pedestres ao atravessar a Avenida. Na Figura 107 pode-se verificar alguns

pedestres na travessia onde a faixa já está quase 100% apagada e na Figura 108 outro pedestre se arrisca na travessia não sinalizada, na interseção semaforizada da Av. Contorno x Av. Tito Coelho já que não existe acionamento do semáforo para pedestres.

Figura 114- Pedestres no trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 115 - Pedestre tentando realizar a travessia



Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.7 Trecho 03- Dispositivos de Controle de Tráfego

No Trecho analisado o DCT presente é o semáforo para veículos, localizado na interseção com a Av. Tito Coelho, conforme demonstrado na Figura 109, cujo objetivo é garantir a organização, fluidez e, principalmente, a segurança no trânsito, através da alternância

do direito de passagem de veículos na interseção, oferecendo um maior nível de segurança aos transeuntes.

Figura 116- Semáforo na interseção da Av. Contorno com a Av. Tito Coelho



Fonte: Autoria própria (2018)

Considerando a classificação funcional desse trecho da Av. Contorno que, segundo a Lei Municipal de nº 1.396/2018, é classificada como um Corredor Primário 2 (ou via arterial, conforme o CTB), a utilização de semáforo na interseção é adequada, porém verificou-se que a linha de retenção (sinalização horizontal que deve complementar sinalização semafórica) já foi apagada, não existindo vestígios de marcas no pavimento. A função da linha de retenção é indicar o ponto onde os veículos devem parar, garantindo a segurança. Além disso, conforme comprovado na Figura 110, falta educação dos motoristas em obedecer aos sinais de trânsito.

Figura 117- Motoristas desobedecem sinalização semafórica



Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.8 Trecho 03- Estacionamento e condições operacionais

Os resultados da análise de campo realizada demonstram potenciais problemas de segurança em relação ao estacionamento e condições operacionais da via. Por todo o trecho é frequente a utilização da via de rolamento ou das calçadas como estacionamento de veículos, o que é preocupante, pois o uso irregular das vias para estacionamento além de reduzir o espaço destinado à circulação de veículos, ainda contribui para a redução da fluidez do tráfego, acarretando em problemas operacionais da Avenida. A Figura 111 exibe veículos estacionados irregularmente na calçada, impedindo o tráfego de pedestres pela calçada, os quais são obrigados a trafegarem pela rua sem segurança.

Figura 118- Carros estacionados nas calçadas no Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

O trecho 03 possui diversos estabelecimentos comerciais e instituições importantes que são geradores de tráfego, tais como: VIVA Cidadão; Departamento da Polícia Militar (Figura 112); Lojas de materiais de construção, postos de combustíveis. Contudo, poucos estabelecimentos apresentam estacionamento próprio. Na Figura 113 observa-se o tráfego gerado pelo VIVA Cidadão, pois mesmo o estabelecimento contendo área para estacionamento que é utilizada, muitos veículos estacionam na calçada. Os principais riscos, nesse caso, estão relacionados às manobras de entrada e saída do estabelecimento.

Figura 119- Departamento da Polícia Militar



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 120- Veículos estacionadas na calçada- VIVA Cidadão



Fonte: Autoria própria (2018)

Outro problema identificado é relacionado ao tráfego de veículos de carga (Figura 114), que exercem grande influência nas condições de operação do trânsito no trecho estudado devido ao comprimento e baixa velocidade que tem tendência a manter, comprometendo a fluidez do trânsito e, também, a segurança, uma vez que os motoristas com veículos leves geralmente arriscam manobras de ultrapassagens.

Figura 121- Caminhões trafegando no Trecho 03



Fonte: Autoria própria (2018)

5.3.9 Resumo dos pontos críticos

No Quadro 5 é apresentado um resumo dos principais problemas encontrados, de acordo com cada parâmetro avaliado.

Quadro 5- Resumo dos pontos críticos no trecho 03

Parâmetros – Segurança viária Traçado	Principais problemas encontrados
--	---

Interseções

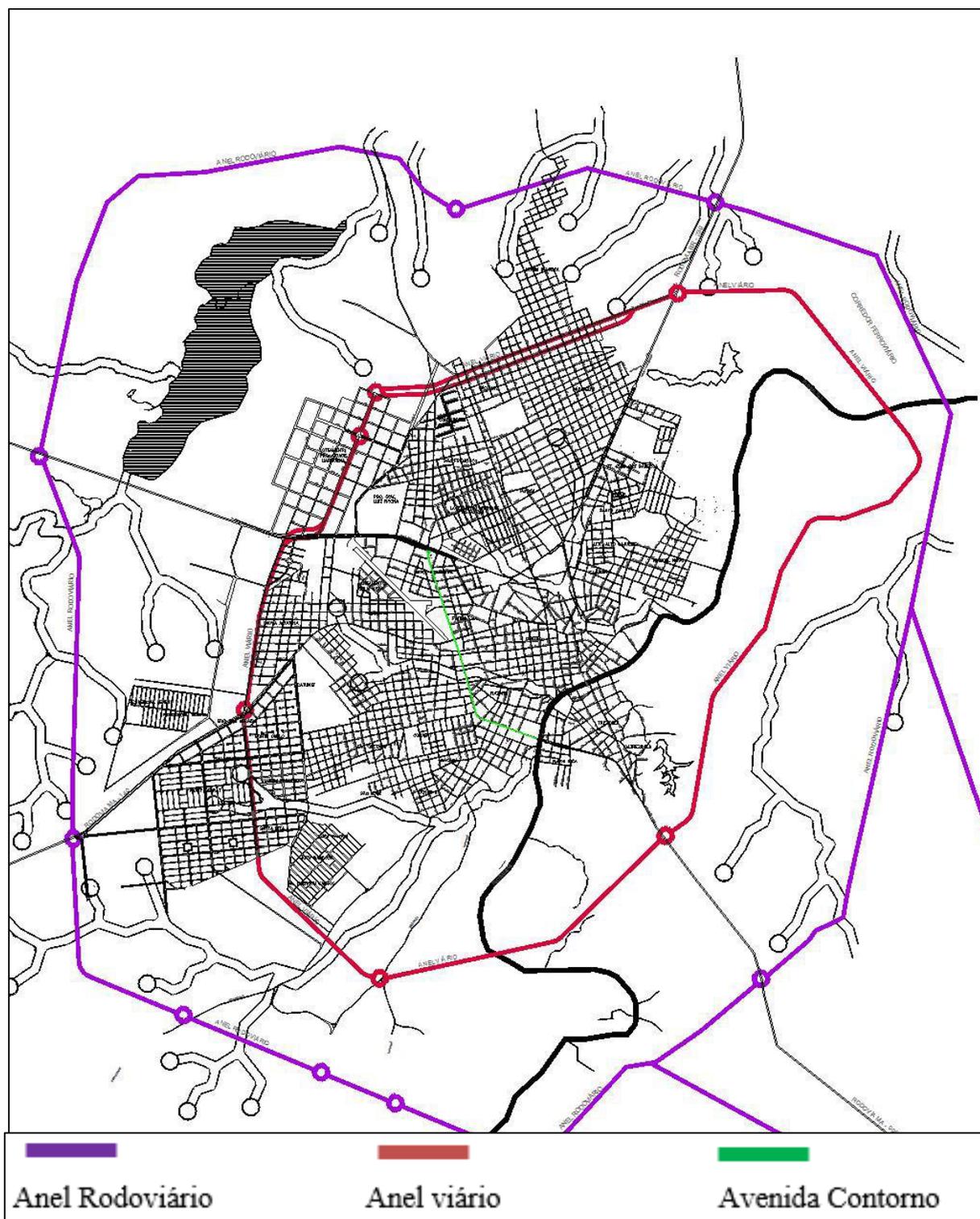
6 PROPOSTAS PARA MELHORAR A TRAFEGABILIDADE NA AVENIDA CONTORNO

Segue abaixo algumas medidas que podem contribuir para melhorar a trafegabilidade da avenida, objeto deste estudo:

Figura 123- Sinalização adequada nas lombadas

Fonte: CONTRAN (2007b)

Figura 124- Proposta de implementação do anel viário



Fonte: PMB (2018a)

Assim, considerando que a frota de veículos tende a continuar crescendo, é importante a implantação de melhorias na Avenida Contorno, objetivando a segurança dos motoristas, pedestres e ciclistas, bem como a boa fluidez e eficiência do trânsito. Ressalta-se que para

melhoria das condições operacionais da Avenida, é importante o desvio do tráfego de caminhões para outras rotas, como o anel viário, conforme é previsto pelo Plano Diretor do Município, visando reduzir o volume de tráfego na Avenida Contorno e demais vias da área central de Balsas.

7 CONCLUSÃO

Com base nos estudos realizados a respeito das leis e normas que norteiam o sistema viário urbano, observa-se que, para que a cidade cumpra com sua função social de promover o deslocamento das pessoas com conforto, facilidade e segurança, é necessário, primeiramente, que a infraestrutura viária ofereça condições adequadas para o bom funcionamento e segurança no trânsito.

Assim, ao investigar as condições da infraestrutura viária da Av. Contorno, de acordo com fatores que influenciam na operação e segurança do sistema como traçado, seção transversal, sinalização, entre outros, verifica-se que a atual situação da Avenida possui determinadas irregularidades que podem desencadear a ocorrência de conflitos que prejudicam a fluidez e operação do trânsito, além disso, os fatores analisados são agravantes na ocorrência de acidentes.

Diante dos dados obtidos e analisados, destaca-se que a estrutura atual da Av. Contorno, nos trechos analisados, não atende aos princípios estabelecidos pela Lei de Zoneamento, Parcelamento, Uso e Ocupação do solo do Município, apresentando seção transversal contrária à que é determinada pela Lei, visto que a seção transversal atual corresponde à uma via secundária e a função da via é de uma via expressa. Além disso, não é recomendado curvas próximo às interseções ou dispositivos que prejudicam a visibilidade e atenção do motorista.

Apesar do fator humano ter maior influência na ocorrência de acidentes, a intervenção nas vias, através de projetos geométricos corretos, sinalização adequada e manutenção regular das vias, contribui significativamente para o bom desempenho e para reduzir e/ou evitar acidentes.

Diante dos resultados obtidos e principais problemas identificados, os quais são causas prováveis de acidentes e contribuintes na potencialização das falhas humanas, fez-se a exposição de algumas medidas que podem minorar os problemas existentes e contribuir positivamente para a trafegabilidade e segurança na Avenida Contorno.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. L.. Mapa de localização da cidade de Balsas, Maranhão. **Wikimédia**. 2006. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maranhao_Municip_Balsas.svg>. Acesso em: 22 dez. 2018.
- AMBEV, S.A; FALCONI; O.N.S.V. **Retrato da Segurança Viária no Brasil – 2014**. Brasília: Grupo Máquina PR, 2014. 104 p. Disponível em:<<http://iris.onsv.org.br/portaldados/downloads/retrato2014.pdf>>. Acesso em 29 de set 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 148 p.
- BERNADINIS, M.A.P. **Engenharia de tráfego**. 2018. Disponível em:<http://www.tecnologia.ufpr.br/portal/dtt/wp-content/uploads/sites/12/2018/02/Trafego_2018.pdf>. Acesso em 03 nov. 2018.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Anuário estatístico das Rodovias Federais 2010: Acidentes de trânsito e ações de enfrentamento ao crime**. Rio de Janeiro: IPR, 2010c.
- _____. **Manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias**. Rio de Janeiro: IPR, 2010a.
- _____. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: IPR, 2010b.
- _____. **Manual de projeto de interseções**. 2.ed. - Rio de Janeiro: IPR, 2005.
- BRASIL. Lei n. 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em: 17 out. 2018.
- _____. Lei n. 9503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Disponível em:<http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/processoAudienciaPublicaAdin4103/anexo/Lei_9.503_de_23_de_setembro_de_1997.pdf>. Acesso em 14 set. 2018.
- _____. Lei n. 10257 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 de julho de 2001. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em:17 out. 2018.
- CAMPOS, V. B. G.. Uma visão da mobilidade sustentável. **Revista dos Transportes públicos**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 99-106, out. 2006.

CICLOWAY. **Ciclovias e ciclofaixas em São Paulo**: os melhores caminhos para o seu Cicloway. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.cicloway.com.br/blog/ciclovias-e-ciclofaixas-em-sao-paulo-os-melhores-caminhos-para-o-seu-cicloway>>. Acesso em: 4 nov. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2018**: relatório gerencial. Brasília: CNT: SEST SENAT, 2018.

CONSELHO FEDERAL DE ECONOMIA – CONFECON. **MA-006 transita entre o passado e o futuro do Maranhão**. Set. 2018. Disponível em: <<https://www.cofecon.gov.br/2018/09/10/artigo-ma-006-transita-entre-o-passado-e-o-futuro-do-maranhao/>>. Acesso em: 03 fev. 2019.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Sinalização horizontal**. 1 ed. Brasília: Contran, 2007a.

_____. **Sinalização vertical de regulamentação**. 2 ed. Brasília: Contran, 2007b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. **Frota de veículos- 2018**. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/estatistica/635-frota-2018>>. Acesso em 14 set. 2018.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO DE SERGIPE - DETRAN-SE. **Sinalização de Trânsito**. Disponível em: <http://www.detrان.se.gov.br/educ_sinal.asp>. Acesso em: 27 out. 2018.

DRESCH, Fernanda. **Gerência de pavimentos urbanos**: utilização de Levantamento visual contínuo para avaliação das Vias principais pavimentadas de Santa Rosa/RS. Ijuí, f. 96, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2014/TCC_Fernanda%20Dresch.pdf>. Acesso em: 14 out. 2018.

General Accounting Office – GAO. 2003. **Research Continues on the Variety of Factors That Contribute to Motor Vehicle Crashes**. Reportto Congressional Requesters No. GAO-03-436, EUA. Disponível em: <<http://www.gao.gov/new.items/d03436.pdf>>. Acesso em Jun. 2013.

GOOGLE EARTH. **Mapas**. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em 07 out 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 14 set. 2018.

_____. **População estimada**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 14 set. 2018.

LEAL, B.A.B. **Análise da relação das características das rodovias e vias urbanas com as causas de acidentes**. Rio de Janeiro, 2014. Monografia (Engenharia civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NOGUEIRA, D. **Ciclovias em expansão influenciam o mercado imobiliário de São Paulo**. 2015. Disponível em: <<http://www.usp.br/nereus/?p=5679>>. Acesso em 14 jan. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Segurança na estrada: Número de mortes no trânsito e distribuição por tipo de via**. 2013. Disponível em: <http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/road_safety/road_traffic_deaths3/atlas.html>. Acesso em 14 set. 2018.

OSWALDO, B. **Dimensões mínimas da calçada**. 2018. Disponível em: <<http://bombeiroswaldo.blogspot.com/2016/06/dimensoes-minimas-da-calçada-faixas-de.html>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

PIETRANTONIO, Hugo. **Engenharia de Tráfego: princípios básicos**. [s.n.], 2000. 21p.

PIETRANTONIO, Hugo. **Organização do Sistema Viário**. [2004]. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr2437/Cap%C3%ADtulo2a.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALSAS - PMB (2018a). Lei n. 1.396, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Balsas Maranhão.

PMB - PREFEITURA MUNICIPAL DE BALSAS (2018b). Lei n. 1.395, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Balsas, do estado do Maranhão, e trata de outras providências.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LUIS ALVES - PMLA. Lei n. 1, de 2007. Institui o código urbanístico. Disponível em: <[https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-complementar-1-2007-Luiz-alves-SC-consolidada-\[10-04-2012\].pdf](https://leismunicipais.com.br/pdf/Lei-complementar-1-2007-Luiz-alves-SC-consolidada-[10-04-2012].pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2018.

PORTAL GIRO. **Mais um trecho da rodovia BR- 230 desmorona entre Itaituba e Jacareacanga**. 2017. Disponível em: <<https://giroportal.com.br/mais-um-trecho-da-rodovia-br-230-desmorona-entre-itaituba-e-jacareacanga/>>. Acesso em: 13 nov. 2018

PRISMA sinalização. **Sinalização**. 2018. Disponível em: <<https://www.prismasinalizacao.com.br/tres-colunas/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

RAMOS, C. M. R. **Sistema Viário: o sistema viário e seus usuários**. [2015]. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/sistema-viario/63540>>. Acesso em: 13 set. 2018.

ROSADO, D. **Entendendo as placas de proibição de estacionamento composta**. 2009. Disponível em: <<https://transitoemfoco.wordpress.com/2009/12/10/entendendo-as-placas-de-regulamentacao-de-estacionamento/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

SAMPEDRO, A.; CAMPOS, V.B.G. Avaliação e Tratamento das Características da Infra-Estrutura Viária Urbana que Influenciam a Segurança do Tráfego. **Revista de Engenharia Civil**, [S.l.], n. 27, p. 123-134, jan. 2006. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num27/n_27_pag_123-134.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

SIMÕES, F.; SIMÕES, E. **Sistema Viário e Trânsito Urbano**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. CREA-PR, 2016.

SINAY, M. C. F. e TAMAYO, A. S. **Segurança Viária: Uma Visão Sistêmica**. In: Rio de Transportes III, Rio de Janeiro, 2005.

SOUSA, L.C.; COSTA, M.F. Estudo sobre o potencial de geração de energia elétrica para semáforos a partir de placas piezoelétricas MA 006. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**. Itapetininga, v. 3, n. 3, p. 36-52, nov. 2015.

TAMAYO, A. S.; CAMPOS, V.B.G. **Um Método para Determinação das Condições de Segurança de Tráfego em Vias Urbanas**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia 2016.

TAMAYO, A.S. **Procedimento para avaliação e análise da Segurança de tráfego em vias expressas urbanas**. Rio de Janeiro: COPPE, 2010. Tese de Doutorado (Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do rio de Janeiro.

TERRY, T.; JAVOSKI, D. E. A.; CARVALHO, S. A. **Sistema viário**. (Cadernos Técnicos Morar Carioca). Rio de Janeiro: Instituto de Arquitetos do Brasil, 2013. 56p.

TORRES, D. **Rotatórias urbanas**. 2010. Disponível em:<<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/1/artigo192206-4.aspx>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

ULYSSEA NETO, I. Caracterização das estruturas urbanas e seus sistemas viários no âmbito do planejamento de transportes urbanos. **GEOSUL**, Santa Catarina, v.6, n. 11, 1991.

VITOR, P. **Hierarquia Funcional do Sistema Viário**. 2018. Disponível em:<<https://aredeurbana.wordpress.com/2018/02/08/hierarquia-funcional-do-sistema-viario/>>. Acesso em 28 out. 2018.

YOSHINAGA, M. **Hierarquia viária**. 2007. Disponível em:< <http://qualidadeurbana.blogspot.com/2007/04/hierarquia-viria.html>>. Acesso em 14 out 2018.

ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA- CHECKLIST

Categoria	Elementos viários considerados
Traçado	1- Rampas compridas ou íngremes 2- Curvas verticais acentuadas 3- Curvas horizontais fechadas 4- Superlargura e/ou superelevação 5- Alinhamento horizontal e vertical
Seção transversal	6- Número e largura de faixas 7- Largura de calçada 8- Presença de canteiro central 9- Tipo e largura do canteiro central 10- Altura do meio fio
Pavimento	11- Estado estrutural 12- Resistência a derrapagem 13- Condições de drenagem
Sinalização	14- Presença das marcas no pavimento 15- Presença de placas 16- Credibilidade das marcas e placas 17- Condições das marcas e placas
Interseções	18- Complexidade do desenho 19- Faixas adicionais e canalizações 20- Visibilidade 21- Tipo de controle de tráfego
Ciclistas e pedestres	22- Existência de ciclovias ou ciclofaixas 23- Condições físicas das ciclovias ou ciclofaixas 24- Condições físicas das calçadas 25- Tipo de travessia 26- Ciclo em travessias com semáforo
Dispositivos de Controle de Tráfego	32- Localização e visibilidade do semáforo 33- Ciclo do semáforo 34- Presença e visibilidade do radar
Estacionamento	35- Espaços auxiliares para ônibus e veículos de carga 36- Estacionamento ilegal 37- Layout de pontos de ônibus 38- Estacionamento permitido na via
Condições operacionais	42- Compatibilidade de veloc. regulamentada e diretriz 43- Comp. de veloc. regulamentada e condições operacionais 46- Comp. entre categoria e condições operacionais