



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



LUIS HENRIQUE SILVA DA CUNHA

**ESTUDO DA ESTRUTURA SEMAFÓRICA DA AVENIDA  
PEDRO MIRANDA EM COMPARAÇÃO COM A  
LEGISLAÇÃO VIGENTE**

Belém – Pará

2019

LUIS HENRIQUE SILVA DA CUNHA

**ESTUDO DA ESTRUTURA SEMAFÓRICA DA AVENIDA PEDRO MIRANDA EM  
COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de grau do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da UFPA. Orientador: Profº. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar

Belém – Pará

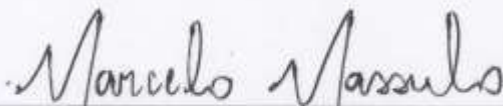
2019

LUIS HENRIQUE SILVA DA CUNHA

**ESTUDO DA ESTRUTURA SEMAFÓRICA DA AVENIDA PEDRO MIRANDA EM  
COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE**

Data da Aprovação: 29/11/2019

Banca Examinadora:



Orientador: Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar  
Universidade Federal do Pará - UFPA



Examinador Interno: Prof(a) M.Sc. Patricia Bittencourt Tavares Neves  
Universidade Federal do Pará - UFPA



Examinador Interno: Prof(a) M.Sc. Rita de Cássia Monteiro de Moraes  
Universidade Federal do Pará - UFPA

“Pesada sempre se encontra a frente coroadada”  
(Shakespeare)

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente sou grato ao Deus Triuno por me criar, me redimir e me resgatar de um estado humano do qual eu jamais conseguiria sair.

Ao meu forte e corajoso pai José Maria Campos da Cunha, que traz nas mãos calejadas as marcas do esforço colossal que empregou na vida para que eu e meus irmãos pudéssemos pisar o sólido e seguro solo da educação e da formação profissional.

A minha inigualável mãe Raimunda Giselda Silva da Cunha, referência de honestidade e dedicação, que ao longo da vida calçou os meus pés com os mais dignos valores humanos que hoje me permitem caminhar na longa estrada da vida.

A minha avó paterna Sebastiana Campos da Cunha, que foi em vida o exemplo mais vívido de simplicidade e amor ao próximo que conheci, deixando nesse mundo um rastro de caridade e ternura que ecoam até hoje e continuarão a ecoar para sempre.

A minha avó materna Suely Maués da Silva, o ser humano mais incrível que eu já vi andar sobre esta terra. Me amou, me educou desde tenra idade e marcou a ferro e fogo a minha vida com a sua pureza e alegria.

Aos meus irmãos Paulo e Jéssica, à minha sobrinha linda e amada Sâmelly, aos meus primos, tios e tias que compõem a família que me dá segurança para viver.

Aos meus amigos e mestres Manoel Francisco Costa, Márcio Crispim, Marlon Lopez, Marcelo Lopez, Márcio Murilo Ferreira e Ana Carolina Ferreira, que me ajudaram a dar os primeiros passos nesse mundo fantástico da engenharia, sem os quais, nada do que hoje sou, seria.

Aos meus amigos Emerson Rodrigues, Anderson André, Wecley Pinheiro e Bruna Farias que me nutriram com a amizade há muito formada, sendo fundamentais em momentos difíceis e delicados da vida.

Ao grande amor da minha vida, Amanda Moreno Costa, a definição mais perfeita de amor e ternura que meus olhos já viram, meus ouvidos ouviram e minhas mãos tocaram.

Por fim, sou infinitamente grato ao meu Orientador Professor Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar, pela paciência, compreensão e colaboração científica para essa tão esperada monografia. Obrigado a todos!

LUIS HENRIQUE SILVA DA CUNHA

## RESUMO

CUNHA, L. H. S; **ESTUDO DA ESTRUTURA SEMAFÓRICA DA AVENIDA PEDRO MIRANDA EM COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE.** 2019. 46f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil) - na Universidade Federal do Pará, Belém – Pará.

A cidade de Belém tem apresentado um aumento da frota de veículos automotores nos últimos anos, saltando de 192.001 veículos em 2006 para 451.776 veículos em 2018, e uma das consequências é o aumento no registro dos números de acidentes em determinadas vias. Dentre as vias que registram esses números acentuados está a avenida Pedro Miranda, que recebeu nos últimos anos a instalação de semáforos com o intuito de racionalizar o trânsito, elevando a segurança, comodidade e fluidez. Apesar disso, a avenida obteve o maior índice de gravidade nos acidentes de trânsito de Belém, de acordo com os dados do CIOP/PA. Neste contexto, o trabalho teve por objetivo estudar a estrutura semafórica de toda a avenida, verificando se ela estava ou não de acordo com os critérios definidos pela legislação de trânsito, e com isso verificar se há relação da estrutura semafórica da avenida com o número de acidentes e seu grau de severidade. Como método desse trabalho foi feita a enumeração de todos os cruzamentos semaforizados e seus respectivos grupos focais, identificados um a um, e após isso foi elaborada uma lista de checagem acerca da presença e regularidades dos elementos semafóricos instalados. Os resultados obtidos através da coleta desses dados foram agrupados e mostraram que todos os grupos focais possuem irregularidades quanto à sua estrutura e seu posicionamento na via, estando em desacordo com a legislação vigente. A ausência de grupos focais secundários de aproximação (70,73%), elementos estruturais como anteparos (51,22%) e distâncias irregulares para sinalização horizontal como linha de retenção (46,34% para grupos focais principais e 97,56% para secundários) configuram as irregularidades mais frequentes que, muito provavelmente, tem relação direta com as causas dos acidentes que ocorrem na avenida. O cruzamento semafórico mais crítico encontrado foi o cruzamento CS-08 (Av. Pedro Miranda com Tv. Humaitá), que possui dois dos grupos focais com mais irregularidades GF-31 (Av. Pedro Miranda com Tv. Humaitá faixa lateral sentido Centro → Bairro) e GF-33 (Av. Pedro Miranda com Tv. Humaitá faixa central sentido Centro → Bairro). O cruzamento com menor quantidade de problemas foi o CS-01 (Av. Pedro Miranda com Av. Doutor Freitas), cujos grupos focais possuem entre 56% e 64% de estruturas corretamente instaladas.

**PALAVRAS CHAVE:** Engenharia de Tráfego, Semáforos, CTB e Anexos

## ABSTRACT

CUNHA, L. H. S; **STUDY OF THE SEMAPHORIC STRUCTURE OF PEDRO MIRANDA AVENUE IN COMPARISON WITH THE FOREIGN LEGISLATION**. 2019. 46f. Monograph (Bachelor Degree in Civil Engineering) - at the Federal University of Pará, Belém - Pará.

The city of Belém has shown an increase in its fleet of motor vehicles in recent years, jumping from 192,001 vehicles in 2006 to 451,776 vehicles in 2018, and one consequence is the increase in the number of accidents on certain roads. Among the highways that record these accentuated numbers is Pedro Miranda Avenue, which in recent years has received the installation of traffic lights in order to rationalize traffic, increasing safety, convenience and fluidity. Nevertheless, the avenue obtained the highest severity index in traffic accidents in Belém, according to CIOP / PA data. In this context, the objective of this work was to study the traffic light structure of the entire avenue, checking whether or not it was in accordance with the criteria defined by traffic legislation, and thus to verify whether there is a relationship between the traffic light structure of the avenue and the number of traffic lights, accidents and their degree of severity. As a method of this work was made the enumeration of all traffic lights and their respective focus groups, identified one, and after that a *checklist* was elaborated about the presence and regularities of the installed traffic lights. The results obtained through the collection of these data were grouped and showed that all focus groups have irregularities regarding their structure and positioning on the road, in disagreement with the current legislation. The absence of approach secondary focus groups (70.73%), structural elements such as bulkheads (51.22%) and irregular distances for horizontal signaling as retention line (46.34% for main focus groups and 97.56% for secondary) are the most frequent irregularities that, most probably, are directly related to the causes of accidents that occur on the avenue. The most critical semaphore intersection found was the CS-08 intersection (Av. Pedro Miranda with Tv. Humaitá), which has two of the most irregular focus groups GF-31 (Av. Pedro Miranda with Tv. Humaitá side lane Center→Neighborhood) and GF-33 (Av. Pedro Miranda with Tv. Humaitá central lane towards Center→Neighborhood). The crossing with the least amount of problems was the CS-01 (Av. Pedro Miranda with Av. Doutor Freitas), whose focus groups have between 56% and 64% of correctly installed structures.

**KEY WORDS:** Traffic Engineering, Traffic Lights, CTB and Attachments

## **LISTA DE ABREVIACOES**

**Av.** – Avenida

**Tv.** – Travessa

**Rod.** – Rodovia

**Vol.** – Volume

**c/** - com

**CTB** – Código de Trânsito Brasileiro

**CS** – Cruzamento semaforizado

**GF** – Grupo focal

**LRE** – Linha de retenção

**FTP** – Faixa de travessia de pedestres

**MBST** – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito

**ZEPE** – Zonas Especiais de Promoção Econmica

**FL** – Faixa lateral

**FC** – Faixa central

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela1.1:</b> Número de acidentes em Belém (2018).....	2
<b>Tabela1.2:</b> Vias com maiores números de ocorrências.....	3
<b>Tabela1.3:</b> Vias com maiores taxas de severidade de Belém em 2018.....	3
<b>Tabela1.4:</b> Gravidade dos acidentes das vias: relação entre quantidade e severidade.	4
<b>Tabela2.1:</b> Causas referidas pelos acidentados internados em hospital de referência. Fortaleza, 2007. (N=138).....	12
<b>Tabela2.2:</b> Distância da LRE ao GF.....	17
<b>Tabela3.1:</b> Cruzamentos semaforizados da Av. Pedro Miranda.....	22
<b>Tabela3.2:</b> Planilha de verificação dos componentes da sinalização semafórica.....	24
<b>Tabela4.1:</b> Planilha de verificação preenchida ( <i>checklist</i> ).....	28
<b>Tabela4.2:</b> Resultado quantitativo geral da análise dos grupos focais.....	30
<b>Tabela4.3:</b> Resultados quantitativos mais críticos.....	32
<b>Tabela4.4:</b> Resultados quantitativos mais favoráveis.....	32
<b>Tabela4.5:</b> Grupos focais mais críticos e mais favoráveis.....	33
<b>Tabela4.6:</b> Cruzamentos semaforizados mais críticos e mais favoráveis.....	34

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 3.1:</b> Grupos focais analisados.....	22
--	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Semáforo veicular.....	5
<b>Figura 2.2:</b> Semáforo de pedestres.....	6
<b>Figura 2.3:</b> foco semafórico com lâmpada incandescente.....	6
<b>Figura 2.4:</b> foco semafórico com lâmpada halógena.....	6
<b>Figura 2.5:</b> foco semafórico com lâmpadas de LED.....	7
<b>Figura 2.6:</b> Refletor com filtro em foco semafórico.....	7
<b>Figura 2.7:</b> Pestana semicilíndrica.....	8
<b>Figura 2.8:</b> Pestana retangular.....	8
<b>Figura 2.9:</b> Elementos constituintes do foco semafórico.....	8
<b>Figura 2.10:</b> Exemplos de anteparos sem orla.....	9
<b>Figura 2.11:</b> Exemplos de anteparos com orla.....	9
<b>Figura 2.12:</b> Anteparo instalado com orla.....	9
<b>Figura 2.13:</b> Anteparo instalado sem orla.....	9
<b>Figura 2.14:</b> Esquema de uma LRE.....	10
<b>Figura 2.15:</b> LRE instalada na via.....	10
<b>Figura 2.16:</b> Cores, forma e disposição dos focos semafóricos de um GF veicular..	11
<b>Figura 2.17:</b> Exemplo de GF duplo de aproximação.....	12
<b>Figura 2.18:</b> Exemplo de GF com duplo foco vermelho.....	12
<b>Figura 2.19:</b> GF instalado em coluna simples.....	14
<b>Figura 2.20:</b> GF instalado em braço projetado.....	14
<b>Figura 2.21:</b> Afastamento lateral e altura livre do grupo focal.....	15
<b>Figura 2.22:</b> Rotatória com formação de pelotões.....	16
<b>Figura 2.23:</b> Campo visual do condutor em movimento.....	17
<b>Figura 2.24:</b> Distância do grupo focal à linha de retenção.....	17
<b>Figura 2.25:</b> Cores, forma e pictogramas do GF de pedestres.....	18
<b>Figura 2.26:</b> Exemplo de botoeira.....	19
<b>Figura 2.27:</b> Exemplo de sinalização educativa para uso da botoeira pelo pedestre...	19
<b>Figura 3.1:</b> Sentidos de fluxo na Av. Pedro Miranda.....	20
<b>Figura 3.2:</b> Cruzamentos semaforizados da Av. Pedro Miranda.....	21
<b>Figura 3.3:</b> Medição de GF com trena a laser.....	26
<b>Figura 3.4:</b> Medição de GF com trena manual.....	26
<b>Figura 3.5:</b> Medição manual das dimensões de GF de pedestres.....	26
<b>Figura 3.6:</b> Medição manual da altura de sustentação de GF de pedestres.....	26
<b>Figura 4.1:</b> GF sem anteparo.....	35
<b>Figura 4.2:</b> GF sem pestana.....	35
<b>Figura 4.3:</b> LRE parcialmente apagada.....	35
<b>Figura 4.4:</b> FTP parcialmente apagada.....	35
<b>Figura 4.5:</b> Anteparos com dimensões diferentes no CS-05.....	36
<b>Figura 4.6:</b> Veículos parados em cima da LRE no CS-05.....	37
<b>Figura 4.7:</b> GF-33 sem anteparo.....	38
<b>Figura 4.8:</b> GF-31 sem anteparo.....	38
<b>Figura 4.9:</b> LRE parcialmente apagada (CS-08).....	38
<b>Figura 4.10:</b> GF secundário instalado em coluna simples junto ao GF-02.....	39
<b>Figura 4.11:</b> GF secundário instalado em coluna simples junto ao GF-01.....	39
<b>Figura 4.12:</b> GF secundário instalado em coluna simples junto ao GF-03.....	39
<b>Figura 4.13:</b> LRE e FTP do grupo focal GF-01 intensamente apagadas.....	40

<b>Figura 4.14:</b> Veículos parados em cima da LRE do grupo focal GF-01.....	40
<b>Figura 4.15:</b> GF com anteparo sem orla.....	41
<b>Figura 4.16:</b> GF editado com anteparo com orla amarela.....	41

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.1:</b> Crescimento da frota de veículos automotores em Belém de 2006 a 2018.....	1
---	---

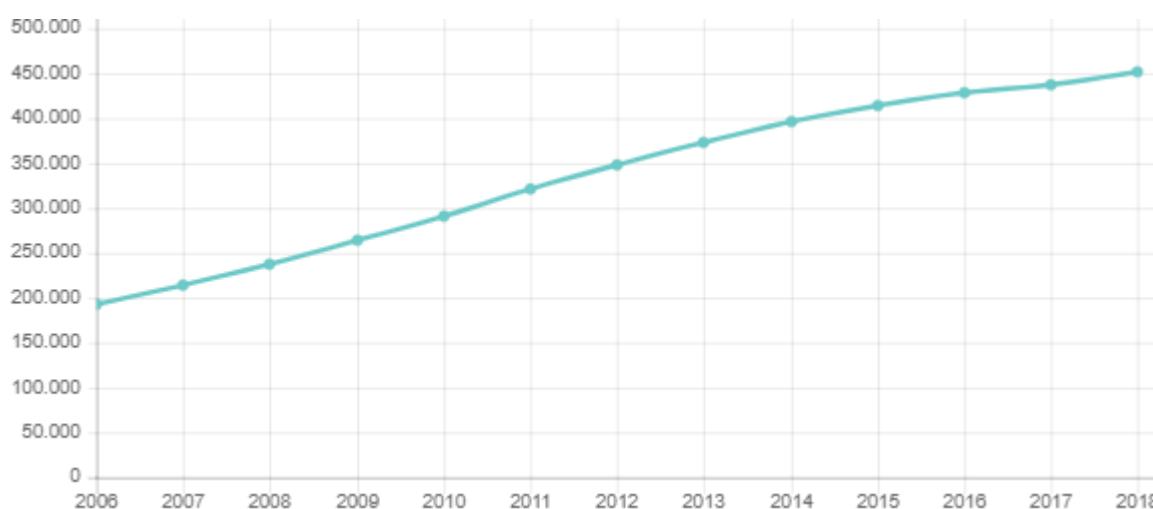
## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
1.2. JUSTIFICATIVA .....	2
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	5
2.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	5
2.1.1. SEMÁFORO (GRUPO FOCAL).....	5
2.1.2. FOCO SEMAFÓRICO.....	6
2.1.3. REFLETOR.....	7
2.1.4. PESTANA (COBRE FOCO).....	7
2.1.5. CAIXA PORTA FOCO.....	8
2.1.6. ANTEPAROS.....	8
2.1.7. LINHA DE RETENÇÃO.....	10
2.2. CRITÉRIOS NORMATIVOS DE INSTALAÇÃO.....	10
2.3. CRITÉRIOS PARA INSTALAÇÃO DE SEMÁFOROS VEICULARES.....	11
2.3.1. CORES E FORMAS DE SEMÁFOROS VEICULARES.....	11
2.3.2. QUANTIDADE DE GRUPOS FOCALIS.....	11
2.3.3. ELEMENTOS DE SUSTENTAÇÃO.....	13
2.4. CRITÉRIOS PARA INSTALAÇÃO DE SEMÁFOROS DE PEDESTRES.....	18
2.4.1. CORES E FORMAS DE SEMÁFOROS DE PEDESTRES.....	18
<b>3. MÉTODOS</b> .....	20
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.2. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	23
3.2.1. ELABORAÇÃO DE PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DA SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA.....	23
3.2.2. EQUIPAMENTOS.....	25
3.2.3. MEDIÇÕES <i>IN LOCO</i> .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	27
4.1. ANÁLISE QUANTITATIVA DOS CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS.....	27
4.2. ANÁLISE QUALITATIVA DOS CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS.....	34
4.2.1. DETALHAMENTO DO CRUZAMENTO CS-05.....	34
4.2.2. DETALHAMENTO DO CRUZAMENTO CS-08.....	37
4.2.3. DETALHAMENTO DO CRUZAMENTO CS-01.....	39
4.3. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA OS CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS.....	40
4.3.1. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA O CRUZAMENTO CS-05.....	40
4.3.2. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA O CRUZAMENTO CS-08.....	41
4.3.3. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA O CRUZAMENTO CS-01.....	42
4.4. CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS.....	42
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	44
5.1. CONCLUSÕES.....	44
5.2. RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	45
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, em Belém, vem sendo observado um aumento significativo na frota de veículos automotores. O Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), com base nos dados fornecidos pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), mostra o crescimento dessa frota de veículos entre os anos de 2006 e 2018 (Gráfico 1.1). Em 2006, Belém possuía uma frota de 192.001 veículos, passando a ter uma frota de 451.776 veículos em 2018, totalizando um crescimento de mais de 135%.

**Gráfico 1.1:** Crescimento da frota de veículos automotores em Belém de 2006 a 2018



Fonte: IBGE, 2019

A Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém (SEMOB) divulgou em 2019 um levantamento acerca do número de acidentes que ocorreram na cidade nos dois semestres de 2018, somando um total de 5.485 acidentes, sendo 4.777 (87,09%) acidentes com pouca gravidade, apenas com danos materiais, e 708 (12,90%) acidentes graves. Foram registrados também 84 óbitos, equivalentes a 11,86% dos acidentes graves. Do primeiro para o segundo semestre de 2018 houve aumento de 9,15% dos acidentes com pouca gravidade, aumento de 15,85% dos acidentes graves e redução de 9% no número de óbitos, como mostra a Tabela 1.1.

**Tabela 1.1:** Número de acidentes em Belém (2018)

<b>2018</b>	<b>Acidentes com pouca gravidade</b>	<b>Acidentes graves</b>	<b>Número de óbitos</b>
1º Semestre de 2018	2284	328	44
2º Semestre de 2018	2493	380	40
	<b>4777</b>	<b>708</b>	<b>84</b>

Fonte: SEMOB, 2019

Para fazer frente ao crescimento de frota e à elevação do número de acidentes, uma série de medidas de engenharia de tráfego se fazem necessárias. Dentre elas está a instalação de semáforos, que é objeto de estudo deste trabalho. Segundo o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) há uma série de componentes gráficos e estruturais que compõem a correta e completa sinalização semafórica de uma via. A não observância desses critérios ou até mesmo a incompleta execução desses componentes pode resultar em uma diminuição considerável da eficácia de orientação dos condutores.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de caso acerca da condição atual da estrutura semafórica e sinalização horizontal da avenida Pedro Miranda em Belém, comparando-as com os critérios normativos estabelecidos pela legislação de trânsito.

Adicionalmente, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar os cruzamentos semafóricos com a estrutura mais crítica e menos crítica, bem como suas respectivas irregularidades;
- Enumerar quais as irregularidades mais e menos frequentes em cada cruzamento;
- Sugerir melhorias na sinalização semafórica e horizontal existente;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A avenida Pedro Miranda é uma das mais importantes do bairro da Pedreira, em Belém, apresentando um grande fluxo diário de veículos e pedestres, por concentrar em seu entorno bancos, órgãos públicos, escolas, posto de saúde, supermercados e uma densa área comercial, além de moradias. Bechis e Santos (2019) mostraram que a avenida apareceu na 8ª posição com mais números de acidentes de trânsito (Tabela 1.2). Quando é considerada a severidade das

ocorrências, a avenida salta da 8ª para a 6ª posição (Tabela 1.3). O estudo realizado por Bechis e Santos (2019) teve como base o banco de dados de acidentes de trânsito oriundo do Centro Integrado de Operações (CIOP/PA) da Polícia Militar do Pará.

**Tabela 1.2:** Vias com maiores números de ocorrências

<b>Endereço</b>	<b>Número de acidentes</b>
1. Rod. Augusto Montenegro	919
2. Av. Almirante Barroso	490
3. Av. Pedro' Álvares Cabral	485
4. Av. Júlio César	398
5. Rod. Arthur Bernardes	274
6. Av. João Paulo II	230
7. Av. Senador Lemos	221
<b>8. Av. Pedro Miranda</b>	<b>199</b>
9. Av. Centenário da Assembleia de Deus	184
10. Av. Independência	181

Fonte: BECHIS; SANTOS, 2019

**Tabela 1.3:** Vias com maiores taxas de severidade de Belém em 2018

<b>Endereço</b>	<b>Taxa de Severidade dos acidentes</b>
1. Rod. Augusto Montenegro	1225
2. Av. Pedro Álvares Cabral	740
3. Av. Almirante Barroso	699
4. Av. Júlio César	693
5. Rod. Arthur Bernardes	438
<b>6. Av. Pedro Miranda</b>	<b>414</b>
7. Av. Centenário da Assembleia de Deus	358
8. Av. João Paulo II	325
9. Av. Senador Lemos	322
10. Av. Independência	272

Fonte: BECHIS; SANTOS, 2019

No entanto, quando se analisa a relação entre a taxa de severidade dos acidentes e o número de acidentes na via, obtendo assim o Índice de Gravidade (IG) verifica-se que a avenida Pedro Miranda salta para a 1ª posição (2,08) como mostra a Tabela 1.4:

**Tabela 1.4:** Gravidade dos acidentes das vias:  
relação entre quantidade e severidade

<b>Endereço</b>	<b>IG</b>
<b>1. Av. Pedro Miranda</b>	<b>2,08</b>
2. Av. Centenário da Assembleia de Deus	1,95
3. Av. Júlio César	1,74
4. Rod. Arthur Bernardes	1,59
5. Av. Pedro Álvares Cabral	1,53
6. Av. Independência	1,50
7. Av. Senador Lemos	1,46
8. Av. Almirante Barroso	1,43
9. Av. João Paulo II	1,41
10. Rod. Augusto Montenegro	1,33

Fonte: BECHIS; SANTOS, 2019

Esse índice de gravidade demonstra que, dentre os acidentes ocorridos na Av. Pedro Miranda (199) a maior parte foi de natureza grave, o que configura uma característica crítica. Em virtude desses dados, este trabalho justifica-se pela necessidade de realizar um estudo complementar que analise de forma quantitativa e qualitativa a estrutura semafórica instalada na avenida Pedro Miranda, comparando-a com os critérios normativos legais, a fim de constatar se os semáforos presentes na via garantem o nível de segurança e visibilidade adequados, podendo vir a servir de base para serviços de adequação por parte da Prefeitura de Belém.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados tópicos como: i) conceitos e definições dos elementos semaforicos como grupo focal, foco semaforico, anteparo, pestana, dentre outros; ii) critérios normativos de instalação estabelecidos pelo CONTRAN (volumes IV e V); iii) critérios para instalação de semáforos veiculares; iv) critérios para instalação de semáforos de pedestres, abordando alturas de sustentação, afastamentos laterais, dentre outros. Estes tópicos forneceram as bases teóricas para a execução das pesquisas de campo e análises dos resultados.

### 2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

#### 2.1.1 Semáforo (Grupo Focal)

Segundo CONTRAN (Resolução 483/2014), que trata da normatização da sinalização semaforica brasileira, o semáforo, também denominado de grupo focal (GF), é o agrupamento de elementos gráficos, estruturais e luminosos que fazem a orientação do fluxo de veículos e pedestre em uma via. São os semáforos que advertem os condutores e pedestres sobre o direito de passagem e sobre situações conflitantes ou de certo grau de risco que possam comprometer a segurança dos que trafegam pela via. Na avenida Pedro Miranda os semáforos encontrados são do tipo Veicular, que podem ter um foco luminoso vermelho (Figura 2.1a) ou dois focos luminosos vermelhos (Figura 2.1b) e de Pedestres (Figura 2.2)

**Figura 2.1:** Semáforo veicular

(a)  
Com um foco semaforico vermelho



Fonte: CONTRASIN, 2019

(b)  
Com dois focos semaforicos vermelhos



Fonte: CONTRASIN, 2019

**Figura 2.2:** Semáforo de pedestres



Fonte: CONTRASIN, 2019

### 2.1.2 Foco Semafórico

O foco semafórico é um dos componentes do GF, sendo responsável por produzir a indicação luminosa que será vista por condutores e pedestres. De acordo com CONTRAN (2014) a fonte de luz do foco luminoso pode ser mediante lâmpada incandescente com filamento reforçado (Figura 2.3), lâmpada halógena (Figura 2.4) ou lâmpadas de LED (Figura 2.5).

**Figura 2.3:** foco semafórico com lâmpada incandescente



Fonte: SÃO MATEUS, 2019

**Figura 2.4:** foco semafórico com lâmpada halógena



Fonte: ADNORMAS, 2019

**Figura 2.5:** foco semafórico com lâmpadas de LED



Fonte: ELETRÔNICA PAULISTA, 2019

### 2.1.3 Refletor

O refletor é o elemento côncavo de revestimento espelhado que abriga a fonte de luz do foco semafórico. Quando a lâmpada do semáforo não é LED (que já emite luz de cores pré-definidas), é necessário instalar junto ao refletor o filtro (lente colorida), que dará a cor específica (verde, vermelha ou amarela) ao foco semafórico. O esquema de mostra a montagem de um foco semafórico com refletor e filtro é mostrado na figura 2.6.

**Figura 2.6:** Refletor com filtro em foco semafórico



Fonte: ARCOSINAL, 2019

### 2.1.4 Pestana (Cobre Foco)

As pestanas são elementos de forma semicilíndrica (semáforos veiculares) ou retangulares (semáforos de pedestre) colocadas acima de cada foco semafórico para reduzir a incidência de luz solar e melhorar a condição de contraste. O uso desse elemento é obrigatório quando o semáforo for projetado sobre a via. As figuras 2.7 e 2.8 mostram exemplos de pestana.

**Figura 2.7:** Pestana semicilíndrica

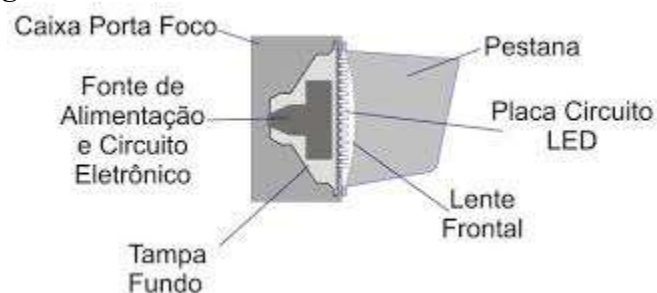
Fonte: MULTFLUXO, 2019

**Figura 2.8:** Pestana retangular

Fonte: SISTRANS, 2019

### 2.1.5 Caixa Porta Foco

As caixas porta-foco são recipientes metálicos que recebem os elementos que compõem o foco semafórico, a saber: lâmpada, refletor, filtro (lente) e pestana. A maneira como esses elementos se agrupam para formar o foco semafórico é mostrado na figura 2.9.

**Figura 2.9:** Elementos constituintes do foco semafórico

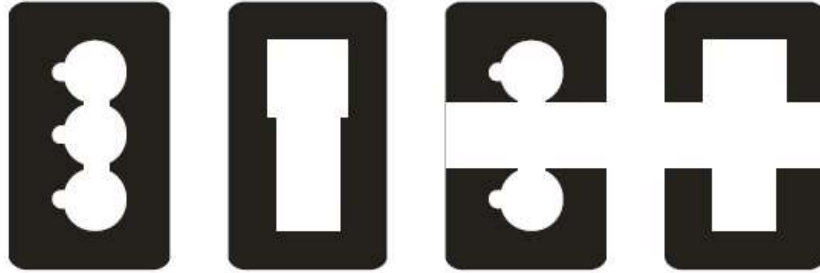
Fonte: CONTRAN, 2014

### 2.1.6 Anteparos

Os anteparos são elementos estruturais de forma retangular instalados na parte de trás dos focos semafóricos com o objetivo de melhorar a condição de contraste frente à incidência de luz solar, além de destacar o GF na paisagem urbana. De acordo com CONTRAN (2014), o uso dos anteparos é obrigatório quando o GF é instalado sobre a via, não o sendo, portanto, quando for instalado em coluna simples de sustentação. A cor deste elemento deve ser preta

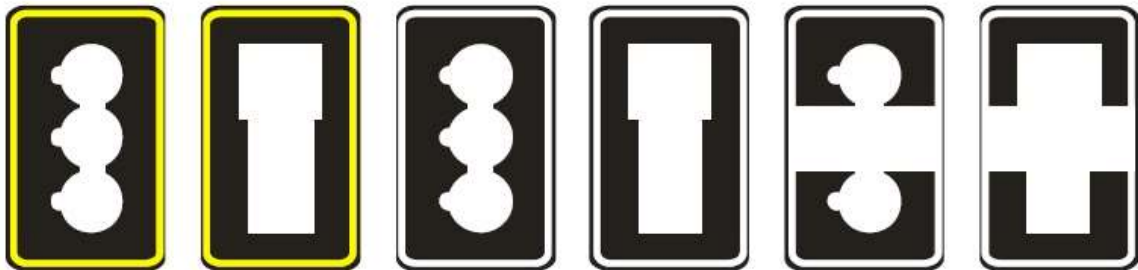
fosca, podendo ou não ter em suas extremidades uma orla na cor branca ou amarela. As figuras 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13 mostram exemplos de anteparos com orla e sem orla.

**Figura 2.10:** Exemplos de anteparos sem orla



Fonte: CONTRAN, 2014

**Figura 2.11:** Exemplos de anteparos com orla



Fonte: CONTRAN, 2014

**Figura 2.12:** Anteparo instalado com orla



Fonte: SINASC, 2019

**Figura 2.13:** Anteparo instalado sem orla

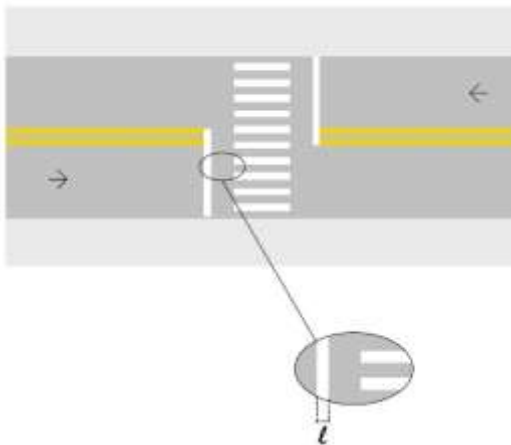


Fonte: IMIRANTE, 2019

### 2.1.7 Linha De Retenção

De acordo com CONTRAN (2007), a linha de retenção (LRE) é uma marcação feita na via para indicar ao condutor o local limite onde deve parar o veículo. A cor da linha de retenção deve ser obrigatoriamente branca e ter uma largura (l) que varia entre trinta e sessenta centímetros, de acordo com a velocidade máxima permitida na via e outros estudos preliminares. A linha de retenção é mostrada nas figuras 2.14 e 2.15.

**Figura 2.14:** Esquema de uma LRE



Fonte: CONTRAN, 2007

**Figura 2.15:** LRE instalada na via



Fonte: EBANATAW, 2019

## 2.2 CRITÉRIOS NORMATIVOS DE INSTALAÇÃO

O CONTRAN desenvolveu o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (MBST) que é composto de cinco volumes que definem os critérios normativos para toda e qualquer instalação semafórica. O volume IV trata dos critérios normativos para a instalação das sinalizações horizontais e o volume V aborda os critérios normativos para as instalações semafóricas.

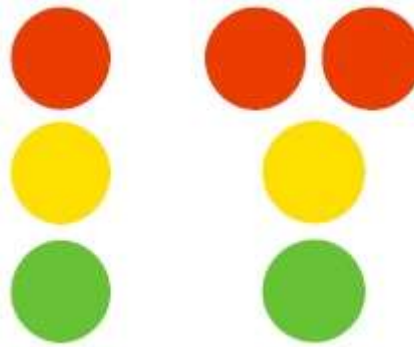
Estes dois manuais foram os principais referenciais teóricos para a elaboração deste trabalho. Os critérios normativos neles contidos foram as referências para estudar a estrutura semafórica atualmente instalada na avenida Pedro Miranda.

## 2.3 CRITÉRIOS PARA INSTALAÇÃO DE SEMÁFOROS VEICULARES

### 2.3.1 Cores e Forma

De acordo com CONTRAN (2014) o GF veicular de regulamentação deve possuir três focos semafóricos de forma circular, dispostos na vertical, nas cores vermelha, amarela e verde, podendo o foco vermelho ser duplo (ver item 2.1.1 Figura 2.1b). O diâmetro de cada foco semafórico deve ser de 200mm ou 300mm, podendo o foco vermelho ter 300mm e os demais 200mm. O esquema que mostra a forma, cores e disposição dos focos luminosos do GF veicular é mostrado na figura 2.16.

**Figura 2.16:** Cores, forma e disposição dos focos semafóricos de um GF veicular



Fonte: CONTRAN, 2014

### 2.3.2 Quantidade de Grupos Focais

Para condutores de veículos parados junto à LRE, é obrigatório que seja garantida a visibilidade de pelos menos um GF. Para condutores de veículos em movimento, é obrigatório que seja garantida a visibilidade de pelo menos um foco semafórico vermelho, com objetivo de evitar acidentes. Levando em consideração a possibilidade de queima da lâmpada, por questão de segurança, determina-se que cada GF seja implantado da seguinte maneira (CONTRAN, 2014):

- GF com pelo menos mais um GF de aproximação projetado sobre a via ou fixado em coluna simples (Figura 2.17);
- GF com dois focos vermelhos (Figura 2.18);

**Figura 2.17:** Exemplo de GF duplo de aproximação



Fonte: IMMU, 2019

**Figura 2.18:** Exemplo de GF com duplo foco vermelho



Fonte: CONTRASIN, 2019

O não cumprimento desse critério pode ter ligação direta com o número de acidentes causados por avanço de sinal, como mostra um estudo de PORDEUS (2010) que aponta como algumas das principais causas de acidentes envolvendo motociclistas na cidade de Fortaleza em 2007, a falta de atenção e o avanço de sinal, como mostra a Tabela 2.1.

**Tabela 2.1:** Causas referidas pelos acidentados internados em hospital de referência. Fortaleza, 2007. (N=138)

Causas Referidas	N	%
Comportamento do acidentado como causa do acidente (n=90)		
Excesso de velocidade	47	52,2
Falta de atenção	33	36,7
Avanço de sinal	10	11,1
Comportamento do acidentado como causa do acidente (n=48)		
Avanço de sinal	26	54,2
Falta de atenção	15	31,2
Excesso de velocidade	05	10,4
Uso de álcool	02	4,2

Fonte: PORDEUS, 2010

Em Belém, segundo a SEMOB, a maior parte dos acidentes foi registrada nos finais de semana e nos períodos da tarde, enquanto que os mais graves ocorreram, em sua maioria, no período da noite, quando a visibilidade dos condutores reduz consideravelmente (SEMOB, 2018).

De acordo com DOMÍNGUEZ, (2016, p. 1):

[...] na condução noturna a visão periférica diminui muito (em condições meteorológicas adversas ainda mais) e o ângulo de visão passa a ser tão reduzido que o condutor apenas pode ver os elementos que se encontram sobre a estrada ou nas suas proximidades. A sinalização horizontal assim como a vertical e o balizamento, são os equipamentos que mais contribuem de maneira mais eficaz para a segurança do tráfego, pelo que é fundamental a sua correta implementação e adequada manutenção. A sinalização é um verdadeiro suporte de vida na segurança da rodovia e é uma das medidas na infraestrutura rodoviária que maior benefício produz com um custo menor.

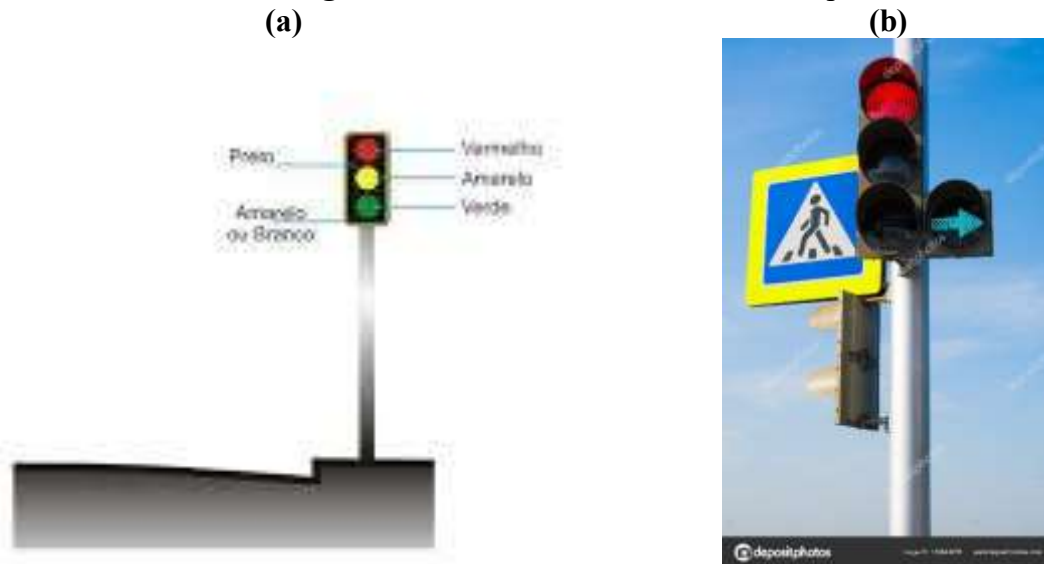
### 2.3.3 Elementos de Sustentação

Atualmente, no Brasil, são adotados quatro elementos que realizam a sustentação de GF em uma via, podendo ocorrer a fixação sobre a via, em canteiro central ou em calçadas com certo afastamento do meio fio, sendo permitido ficar a montante ou a jusante da via transversal (CONTRAN, 2014).

As quatro maneiras de fixar GF são:

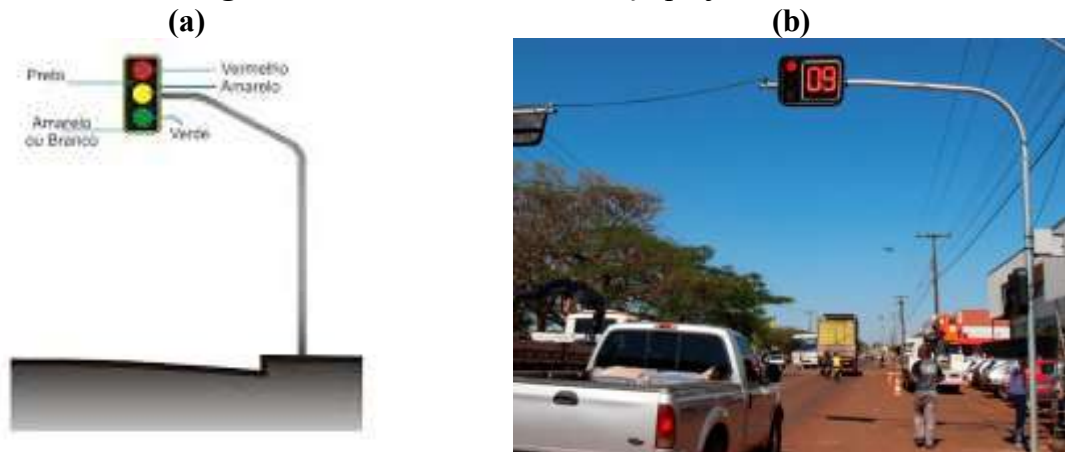
- Coluna simples;
- Braço projetado;
- Pórtico;
- Cordoalha;

Na avenida Pedro Miranda, os dois elementos de sustentação utilizados atualmente são coluna simples e braço projetado. Para GF fixado em coluna simples, os focos semafóricos devem ser dispostos na direção vertical, não sendo obrigatória a presença de um anteparo. Caso o GF esteja projetado sobre a via, torna-se obrigatória a colocação de anteparo, podendo os focos semafóricos serem dispostos na horizontal ou na vertical, como mostram as figuras 2.19 e 2.20:

**Figura 2.19:** GF instalado em coluna simples

Fonte: CONTRAN, 2014

Fonte: DEPOSITPHOTOS, 2019

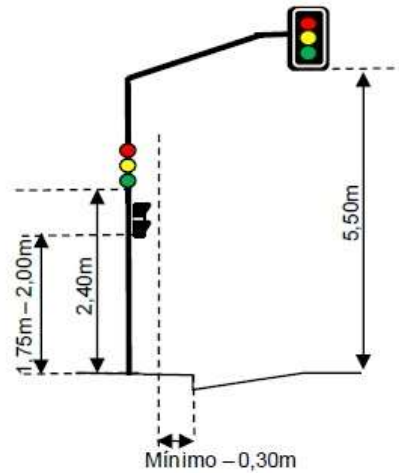
**Figura 2.20:** GF instalado em braço projetado

Fonte: CONTRAN, 2014

Fonte: CONTRASIN, 2019

Para ambos os casos, CONTRAN (2014) determina alturas de sustentação do GF que, fixado em coluna simples, deve ser de 2,40 metros, com afastamento lateral mínimo 0,30 metros a partir do meio fio. Para GF fixado em braço projetado sobre a via, a altura deve ser de 5,50m, e sua coluna de sustentação deve ter afastamento lateral mínimo de 0,30, a partir do meio fio, como é mostrado na figura 2.21.

**Figura 2.21:** Afastamento lateral e altura livre do grupo focal



Fonte: CONTRAN, 2014

A altura dos semáforos faz parte do gabarito vertical que compõe o cenário urbano, portanto, obedecer às alturas determinadas pelo CONTRAN permite aos órgãos públicos competentes a manutenção correta das vias, como poda de árvores, instalação de malha elétrica urbana, além de viabilizar a circulação de veículos de grande porte.

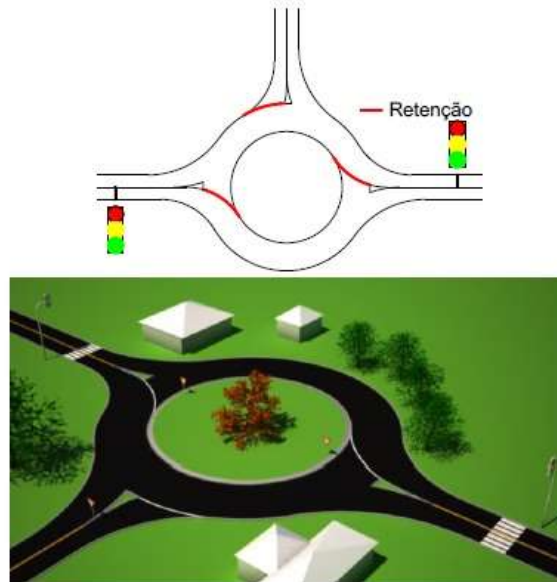
Segundo SIMÕES (2014, p.29), “a verificação do gabarito vertical das vias, com poda dos galhos de árvore interferentes na altura livre que deve haver sobre a via até o limite do meio-fio (superior a 5 m), é importante para circulação de ônibus e caminhões”.

Quanto ao posicionamento, é possível instalar o GF a jusante ou a montante da via transversal, cabendo a cada prefeitura adotar um padrão único, podendo não obedecê-lo em caso de uma situação específica, como por exemplo, condições geométricas da via (CONTRAN, 2014).

Há, no entanto, fenômenos específicos que poderão ser observados na via quando da escolha de um ou de outro modo de posicionamento. Quando o GF é instalado a jusante da via transversal, é possível que alguns condutores de veículos desrespeitem a LRE e a faixa de pedestres, parando os veículos em cima ou após elas. Além disso, pode haver saída antecipada de veículos, uma vez que os condutores visualizam o GF da via transversal e se orientam por ele. Por outro lado, instalar o GF a montante da via transversal leva o condutor, devido à condição de visualização do GF, a parar o veículo antes da LRE, além de reduzir os riscos de saída antecipada, uma vez que o condutor não visualiza o GF da via transversal, mas apenas o da via em que se encontra.

Esse princípio foi aplicado por Nérís e Ferraz (2016) durante estudo realizado em rotatórias na cidade de Araraquara-SP, onde grupos focais foram instalados a montante das interseções, no objetivo de formar pelotões de veículos e melhorar o fluxo nas rotatórias, além de evitar colisões laterais, como mostra a figura 2.22.

**Figura 2.22:** Rotatória com formação de pelotões



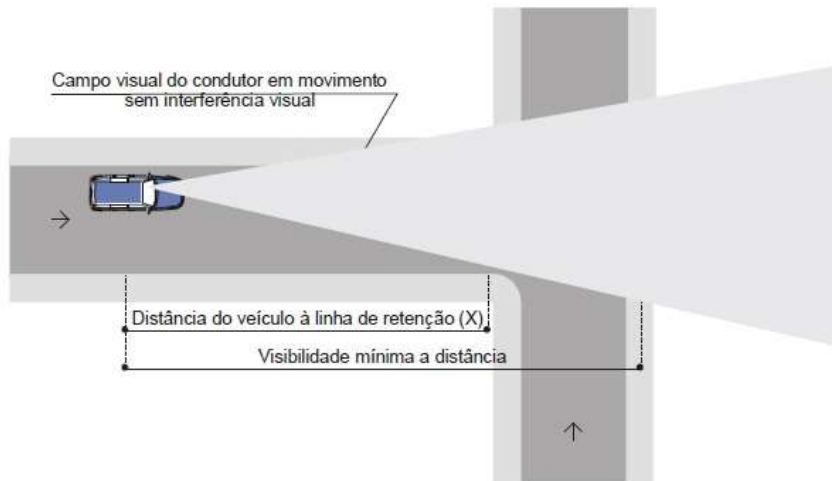
Fonte: NERIS ; FERRAZ, 2016

Segundo NERIS (2016, p.4) “A instalação dos semáforos distantes (de outro GF) é importante também para a questão de segurança. Os veículos das outras vias não podem ser influenciados pela sinalização das vias principais devendo apenas esperar o fluxo preferencial, ou seja, caso algum veículo passe pelo semáforo fechado, os outros veículos devem aguardá-lo terminar a travessia”.

No entanto, o GF instalado à montante da via transversal é desfavorável ao pedestre quando não há GF específico instalado no local. Nesse caso, o pedestre utiliza o GF veicular para orientar a travessia, porém, nessa opção de posicionamento, é mais difícil para o pedestre visualizar o GF. Assim sendo, para vias em que a presença de GF de pedestres não seja frequente, como é o caso da Av. Pedro Miranda, que possui GF de pedestres instalados em apenas dois lugares (CS-09 e CS-10, ver Tabela3.1), o mais recomendável é instalar o GF à jusante da via transversal, mais distante da faixa de travessia de pedestres (FTP), possibilitando uma melhor visualização por parte dos pedestres.

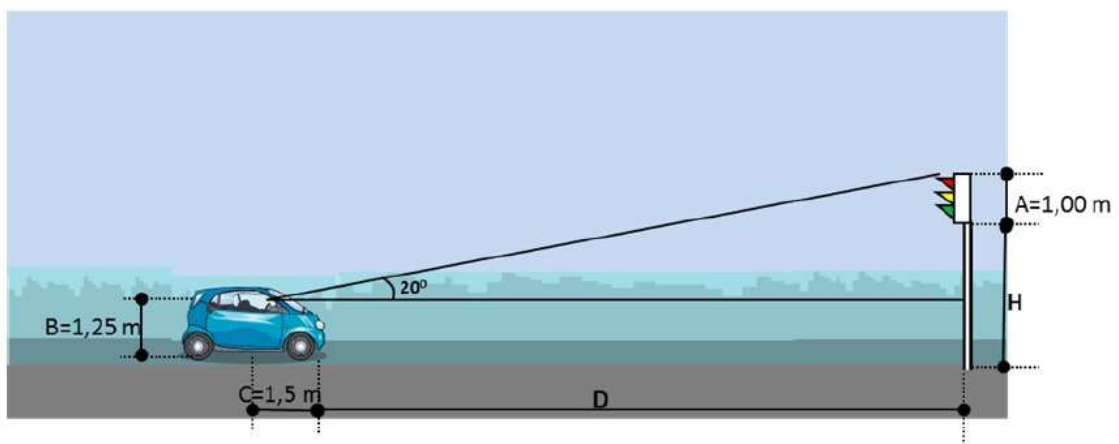
No que tange à distância para a LRE, é obrigatório que o GF seja visível aos condutores de veículos que estejam em movimento pela via e parados junto a LRE, como representados nas figuras 2.23 e 2.24. Os valores mínimos e máximos são informados na Tabela 2.2:

**Figura 2.23:** Campo visual do condutor em movimento



Fonte: CONTRAN, 2014

**Figura 2.24:** Distância do grupo focal à linha de retenção



Fonte: CONTRAN, 2014

**Tabela 2.2:** Distância da LRE ao GF

DISTÂNCIA DA LRE (D)	MÍNIMA (m)	MÁXIMA (m)
Semáforo em coluna simples (H = 2,40m)	4,50	30,00
Semáforo projetado sobre a via (H = 5,50m)	13,00	30,00

Fonte: CONTRAN, 2014

O estudo nas rotatórias de Araraquara/SP encontrou uma distância ótima da LRE para o GF, dentro do limite definido pelo CONTRAN. “Com isso foi verificada, para a instalação dos semáforos, uma faixa de distância ótima de 10 a 25 metros da interseção” (NERIS, 2016 p.4).

## 2.4 CRITÉRIOS PARA INSTALAÇÃO DE SEMÁFOROS DE PEDESTRES

### 2.4.1 Cores e Forma

“Os grupos focais de pedestres são compostos por focos vermelho e verde, com os pictogramas respectivos (figura 2.25), dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical”. (CONTRAN, 2014)

**Figura 2.25:** Cores, forma e pictogramas do GF de pedestres



Fonte: CONTRAN, 2014

A forma dos focos semafóricos do GF de pedestres deve ser quadrada e ter lado medindo 200 ou 300 milímetros. Quando há a necessidade do uso de botoeiras (Figura 2.26) deve haver sinalização gráfica educativa (Figura 2.27) que indique ao pedestre a necessidade de acionamento da botoeira para realizar a travessia segura (CONTRAN, 2014). O GF de pedestres deve ser instalado em coluna simples a uma altura que varia de 1,75 a 2,0 metros (ver item 2.3.3 Figura 2.24), valor compatível com a estatura média de uma pessoa adulta, permitindo a visualização sem precisar abranger um campo visual muito acima ou abaixo.

**Figura 2.26:** Exemplo de botoeira



**Figura 2.27:** Exemplo de sinalização educativa para uso da botoeira pelo pedestre



Fonte: CONTRAN, 2014

O CONTRAN (2014) determina que o GF de pedestres deve ser visível ao longo de todo trecho de travessia, estabelecendo critérios para a definição do número de grupos focais de acordo com a largura das FTP. A Av. Pedro Miranda possui largura variável, onde o trecho compreendido entre a Av. Alcindo Cacela e a Tv. Lomas Valentinas possui 3 pistas de rolamento, sendo que todas têm largura menor que 8 metros, e o trecho compreendido entre a Tv. Lomas Valentinas e Av. Doutor Freitas possui 2 pistas de rolamento com 12 metros de largura. Para faixas com largura inferior a 8 metros o mínimo é que haja pelo menos um GF de pedestres nos pontos onde já foi determinada a necessidade desse sistema. No caso da av. Pedro Miranda, os GF de pedestres instalados encontram-se no perímetro onde as larguras das faixas são inferiores 8 metros.

### 3. MÉTODOS

Este capítulo descreve as características que envolvem o estudo direcionado na avenida Pedro Miranda, como sua natureza e classificação dentro do cenário urbano de Belém, além de mostrar de forma detalhada as etapas e processos que auxiliaram na obtenção dos resultados que embasaram este trabalho.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A avenida Pedro Miranda é uma via coletora localizada no bairro na Pedreira, em Belém, podendo ser considerada a principal avenida do bairro, em função da demanda diária de veículos e pedestres ao longo de seus quase três quilômetros de extensão. No trecho compreendido entre a Avenida Alcindo Cacela e a Travessa Lomas Valentinas, a Av. Pedro Miranda possui estrutura viária única em Belém, que conta com duas faixas laterais e uma faixa central, além de dois canteiros centrais. Suas faixas laterais são de sentido único e a faixa central tem sentido duplo, como mostra a figura 3.1, onde as setas vermelhas representam o sentido do fluxo.

**Figura 3.1:** Sentidos de fluxo na Av. Pedro Miranda



Fonte: Google Maps



**Tabela 3.1:** Cruzamentos semaforizados da Av. Pedro Miranda

CS	Localização
CS-01	Av. Pedro Miranda esquina com Av. Doutor Freitas
CS-02	Av. Pedro Miranda com Tv. Alferes Costa
CS-03	Av. Pedro Miranda com Tv. Lomas Valentinas
CS-04	Av. Pedro Miranda com Tv. Angustura
CS-05	Av. Pedro Miranda com Tv. Mauriti
CS-06	Av. Pedro Miranda com Tv. Mariz e Barros
CS-07	Av. Pedro Miranda com Tv. Vileta
CS-08	Av. Pedro Miranda com Tv. Humaitá
CS-09	Av. Pedro Miranda em frente à escola Maroja Neto
CS-10	Av. Pedro Miranda com Av. Alcindo Cacela

Em cada CS há no mínimo dois GF distintos realizando o controle de fluxo na via. Em determinados cruzamentos há a presença de até cinco GF. Ao sentido de fluxo presente na Av. Pedro Miranda, tanto em faixa lateral (FL) quanto em faixa central (FC), que possui origem na Av. Alcindo Cacela e segue em direção à Av. Doutor Freitas, ao qual se atribuiu a denominação “Centro → Bairro”; ao outro sentido, que se origina na Av. Doutor Freitas e segue em direção à Av. Alcindo Cacela, denominado “Bairro → Centro”. No que tange às vias transversais que interceptam a Av. Pedro Miranda, adotaremos os sentidos como sendo “Marco → Sacramento” e “Sacramento → Marco”. Os GF analisados foram listados conforme o quadro 3.1:

**Quadro 3.1:** Grupos focais analisados

CS	GF	Descrição
CS-01	GF-01	Av. Doutor Freitas sentido Marco → Sacramento
	GF-02	Av. Doutor Freitas sentido Sacramento → Marco
	GF-03	Av. Pedro Miranda sentido Centro → Bairro
CS-02	GF-04	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Alferes Costa sentido Centro → Bairro
	GF-05	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Alferes Costa sentido Bairro → Centro
	GF-06	Tv. Alferes Costa c/ Av. Pedro Miranda sentido Marco → Sacramento
	GF-07	Tv. Alferes Costa c/ Av. Pedro Miranda sentido Sacramento → Marco
CS-03	GF-08	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Lomas Valentinas FL sentido Centro → Bairro
	GF-09	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Lomas Valentinas FL sentido Bairro → Centro
	GF-10	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Lomas Valentinas FC sentido Centro → Bairro
	GF-11	Tv. Lomas Valentinas c/ Av. Pedro Miranda sentido Sacramento → Marco
CS-04	GF-12	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Angustura FL sentido Centro → Bairro
	GF-13	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Angustura FL sentido Bairro → Centro
	GF-14	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Angustura FC sentido Bairro → Centro
	GF-15	Tv. Angustura c/ Av. Pedro Miranda sentido Marco → Sacramento
CS-05	GF-16	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mauriti FL sentido Centro → Bairro
	GF-17	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mauriti FL sentido Bairro → Centro

	GF-18	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mauriti FC sentido Centro → Bairro
CS-05	GF-19	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mauriti FC sentido Bairro → Centro
	GF-20	Tv. Mauriti c/ Av. Pedro Miranda sentido Marco → Sacramento
CS-06	GF-21	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mariz e Barros FL sentido Centro → Bairro
	GF-22	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mariz e Barros FL sentido Bairro → Centro
	GF-23	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mariz e Barros FC sentido Centro → Bairro
	GF-24	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mariz e Barros FC sentido Bairro → Centro
	GF-25	Tv. Mariz e Barros c/ Av. Pedro Miranda sentido Sacramento → Marco
CS-07	GF-26	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Vileta FL sentido Centro → Bairro
	GF-27	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Vileta FL sentido Bairro → Centro
	GF-28	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Vileta FC sentido Centro → Bairro
	GF-29	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Vileta FC sentido Bairro → Centro
	GF-30	Tv. Vileta c/ Av. Pedro Miranda sentido Sacramento → Marco
CS-08	GF-31	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá FL sentido Centro → Bairro
	GF-32	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá FL sentido Bairro → Centro
	GF-33	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá FC sentido Centro → Bairro
	GF-34	Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá FC sentido Bairro → Centro
	GF-35	Tv. Humaitá c/ Av. Pedro Miranda sentido Marco → Sacramento
CS-09	GF-36	Av. Pedro Miranda (Escola Maroja Neto) FL sentido Centro → Bairro
	GF-37	Av. Pedro Miranda (Escola Maroja Neto) FL sentido Bairro → Centro
	GF-38	Av. Pedro Miranda (Escola Maroja Neto) FC sentido Centro → Bairro
	GF-39	Av. Pedro Miranda (Escola Maroja Neto) FC sentido Bairro → Centro
CS-10	GF-40	Av. Pedro Miranda c/ Av. Alcindo Cacula FL sentido Bairro → Centro
	GF-41	Av. Pedro Miranda (Escola CESEP) FL sentido Centro → Bairro

### 3.2 DESCRIÇÕES DOS PROCEDIMENTOS PARA AS COLETAS DE DADOS

Parágrafo introdutório descrevendo que o método consta de: (i) elaboração de planilha de verificação; (ii) medições in loco

#### 3.2.1 Elaboração de planilha de verificação dos componentes da sinalização semafórica

Após o levantamento de todos os GF a serem analisados, foi produzida uma planilha de verificação dos componentes da sinalização semafórica (*checklist*) contendo todos os elementos semafóricos e de sinalização horizontal exigidos pelo CONTRAN (2014), conforme indicado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Planilha de verificação dos componentes da sinalização semafórica

SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA DA AVENIDA PEDRO MIRANDA				
CS:				
GF:				
ITEM	DESCRIÇÃO	INSTALADO		
<b>1</b>	<b>SINAL SEMAFÓRICO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
1.1	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (VERDE, AMARELO E VERMELHO)			
1.2	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (AMARELO INTERMITENTE)			
1.3	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (AMARELA COM SETA)			
1.4	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (CICLISTA - VERMELHO E VERDE)			
1.5	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA QUADRADA (PEDESTRE - VERMELHO E VERDE)			
<b>1.6</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO</b>			
<b>1.6.1</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO PRINCIPAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
1.6.1.1	CONJUNTO ÓPTICO (OBRIGATÓRIO)			
1.6.1.2	MÁSCARA (OBRIGATÓRIO PARA CASO DE SÍMBOLOS NO CONJUNTO ÓPTICO, EX: BICICLETA, "X", ETC)			
1.6.1.3	PESTANA OU COBRE-FOCO (OBRIGATÓRIO)			
1.6.1.4	CAIXA PORTA-FOCO (OBRIGATÓRIO)			
1.6.1.5	ANTEPARO (OBRIGATÓRIO, EXCETO PARA SEMÁFOROS INSTALADOS EM COLUNA SIMPLES)			
<b>1.6.2</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO SECUNDÁRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
1.6.2.1	CONJUNTO ÓPTICO (OBRIGATÓRIO)			
1.6.2.2	MÁSCARA (OBRIGATÓRIO PARA CASO DE SÍMBOLOS NO CONJUNTO ÓPTICO, EX: BICICLETA, "X", ETC)			
1.6.2.3	PESTANA OU COBRE-FOCO (OBRIGATÓRIO)			
1.6.2.4	CAIXA PORTA-FOCO (OBRIGATÓRIO)			
1.6.2.5	ANTEPARO (OBRIGATÓRIO, EXCETO PARA SEMÁFOROS INSTALADOS EM COLUNA SIMPLES)			
<b>2</b>	<b>DIMENSÕES DO SEMÁFORO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
2.1	VEÍCULOS AUTOMOTORES / CIRCULAR / DIÂMETRO = 200 OU 300 mm			
2.2	BICICLETAS / CIRCULAR / DIÂMETRO = 200 OU 300 mm			
2.3	ADVERTÊNCIAS / CIRCULAR / DIÂMETRO = 200 OU 300 mm			
2.4	PEDESTRES / QUADRADA / LADO = 200 OU 300 mm			
<b>3</b>	<b>SEQUÊNCIA DE ACIONAMENTO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
3.1	SEMÁFORO VEICULAR (VERDE, AMARELO, VERMELHO, RETORNANDO AO VERDE)			
3.2	SEMÁFORO PEDESTRES (VERDE, VERMELHO INTERMITENTE, VERMELHO, RETORNANDO AO VERDE)			
<b>4</b>	<b>RELACIONAMENTO COM OUTRAS SINALIZAÇÕES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
4.1	LINHA DE RETENÇÃO HORIZONTAL (LRE)			
4.2	PLACA A-14 (SEMÁFORO À FRENTE)			
4.3	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES (FTP)			
4.4	MARCAÇÃO DE CRUZAMENTO RODOCICLOVIÁRIO (MCC)			
<b>5</b>	<b>ELEMENTOS DE SUSTENTAÇÃO</b>			
<b>5.1</b>	<b>SUSTENTAÇÃO DO FOCO SEMAFÓRICO PRINCIPAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
5.1.1	COLUNA SIMPLES (H = 2,40m)			
5.1.2	BRAÇO PROJETADO (H = 5,50m)			
5.1.3	CORDOALHA (H = 5,50m)			
5.1.4	PÓRTICO (H = 5,50m)			
5.1.5	DISTÂNCIA LATERAL (D <sub>min</sub> = 0,30 m)			
<b>5.2</b>	<b>SUSTENTAÇÃO DO FOCO SEMAFÓRICO SECUNDÁRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
5.2.1	COLUNA SIMPLES (H = 2,40m)			
5.2.2	BRAÇO PROJETADO (H = 5,50m)			
5.2.3	CORDOALHA (H = 5,50m)			
5.2.4	PÓRTICO (H = 5,50m)			
5.2.5	DISTÂNCIA LATERAL (D <sub>min</sub> = 0,30 m)			
<b>5.3</b>	<b>SUSTENTAÇÃO DO FOCO SEMAFÓRICO PARA PEDESTRES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
5.3.1	COLUNA SIMPLES (H <sub>min</sub> = 1,75m / H <sub>max</sub> = 2,0m)		X	
<b>6</b>	<b>DISTÂNCIAS A PARTIR DA FAIXA DE RETENÇÃO</b>			
<b>6.1</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO PRINCIPAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
6.1.1	COLUNA SIMPLES (D <sub>min</sub> = 4,50m / D <sub>max</sub> = 30,0m)			
6.1.2	PROJETADO SOBRE A VIA (D <sub>min</sub> = 13,0m / D <sub>max</sub> = 30,0m)			
<b>6.2</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO SECUNDÁRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
6.2.1	COLUNA SIMPLES (D <sub>min</sub> = 4,50m / D <sub>max</sub> = 30,0m)			
6.2.2	PROJETADO SOBRE A VIA (D <sub>min</sub> = 13,0m / D <sub>max</sub> = 30,0m)			

### 3.2.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados nas coletas de dados foram:

1. Trena a Laser Bosch 40m GLM40 Azul e Preta
2. Trena aço 10mx25mm curta emborrachada - Vonder Plus
3. Câmera fotográfica digital Nikon Coolpix L330
4. Notebook Dell Vostro

### 3.1.3. Medições In Loco

Durante a fase de coleta de dados foram realizadas diversas visitas para medições *in loco*, em cada um dos cruzamentos semaforizados, para o preenchimento dos *checklists*. Os dias escolhidos foram normalmente os domingos, durante o período da noite no horário entre onze horas e meia noite, quando o fluxo de veículos na via é menos intenso, possibilitando uma medição segura. A luminosidade reduzida facilitou as medições com a trena a laser. A primeira análise feita era a checagem visual dos elementos que compunham o GF, como: anteparo, pestanas, tipo de sustentação, presença de foco secundário ou duplo foco vermelho, etc.) sendo realizado o preenchimento da planilha de acordo com o observado. Após isso, a trena a laser era posicionada no solo, exatamente abaixo do GF para verificar sua altura de sustentação, repetindo-se o mesmo procedimento para medir a distância do GF até a LRE. As medições nos GF secundários e de pedestres eram feitas com a trena manual por estarem a uma altura acessível. Após essa etapa, durante alguns dias, pela parte da manhã, foram feitos os registros fotográficos das estruturas instaladas que compõem este trabalho. As medições *in loco* são mostradas nas figuras 3.4, 3.5 e 3.6.

**Figura 3.4:** Medição de GF com trena a laser



**Figura 3.5:** Medição de GF com trena manual



**Figura 3.6:** Medição manual das dimensões de GF de pedestres



**Figura 3.7:** Medição manual da altura de sustentação de GF de pedestres



## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo são mostrados e discutidos os resultados encontrados mediante a análise de cada CS da avenida Pedro Miranda. Inicialmente, os resultados são mostrados de forma quantitativa, seguindo então um detalhamento qualitativo, dando destaque aos cruzamentos mais crítico (CS-08) e mais favorável (CS-02). Ao final são apresentadas sugestões de melhorias para os problemas encontrados em cada cruzamento.

### **4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS**

O preenchimento das planilhas de verificação de cada um dos CS tornou possível verificar o quanto a estrutura de cada GF se encontra deficiente ou corretamente instalada, bem como a sinalização horizontal presente no local. A seguir, um exemplo de uma planilha de verificação preenchida, do GF-12 localizado no CS-04, conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Planilha de verificação preenchida (checklist)

SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA DA AVENIDA PEDRO MIRANDA				
CS: CS-04				
GF: GF-12				
ITEM	DESCRIÇÃO	INSTALADO		
		SIM	NÃO	
<b>1</b>	<b>SINAL SEMAFÓRICO</b>			
1.1	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (VERDE, AMARELO E VERMELHO)	X		
1.2	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (AMARELO INTERMITENTE)			X
1.3	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (AMARELA COM SETA)			X
1.4	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA CIRCULAR (CICLISTA - VERMELHO E VERDE)			X
1.5	SINAL SEMAFÓRICO DE FORMA QUADRADA (PEDESTRE - VERMELHO E VERDE)			X
<b>1.6</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO</b>			
<b>1.6.1</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO PRINCIPAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
1.6.1.1	CONJUNTO ÓPTICO (OBRIGATÓRIO)	X		
1.6.1.2	MÁSCARA (OBRIGATÓRIO PARA CASO DE SÍMBOLOS NO CONJUNTO ÓPTICO, EX: BICICLETA, "X", ETC)			X
1.6.1.3	PESTANA OU COBRE-FOCO (OBRIGATÓRIO)	X		
1.6.1.4	CAIXA PORTA-FOCO (OBRIGATÓRIO)	X		
1.6.1.5	ANTEPARO (OBRIGATÓRIO, EXCETO PARA SEMÁFOROS INSTALADOS EM COLUNA SIMPLES)			X
<b>1.6.2</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO SECUNDÁRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
1.6.2.1	CONJUNTO ÓPTICO (OBRIGATÓRIO)			X
1.6.2.2	MÁSCARA (OBRIGATÓRIO PARA CASO DE SÍMBOLOS NO CONJUNTO ÓPTICO, EX: BICICLETA, "X", ETC)			X
1.6.2.3	PESTANA OU COBRE-FOCO (OBRIGATÓRIO)			X
1.6.2.4	CAIXA PORTA-FOCO (OBRIGATÓRIO)			X
1.6.2.5	ANTEPARO (OBRIGATÓRIO, EXCETO PARA SEMÁFOROS INSTALADOS EM COLUNA SIMPLES)			X
<b>2</b>	<b>DIMENSÕES DO SEMÁFORO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
2.1	VEÍCULOS AUTOMOTORES / CIRCULAR / DIÂMETRO = 200 OU 300 mm	X		S/MEDIÇÃO
2.2	BICICLETAS / CIRCULAR / DIÂMETRO = 200 OU 300 mm		X	
2.3	ADVERTÊNCIAS / CIRCULAR / DIÂMETRO = 200 OU 300 mm		X	
2.4	PEDESTRES / QUADRADA / LADO = 200 OU 300 mm		X	
<b>3</b>	<b>SEQUÊNCIA DE ACIONAMENTO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
3.1	SEMÁFORO VEICULAR (VERDE, AMARELO, VERMELHO, RETORNANDO AO VERDE)	X		
3.2	SEMÁFORO PEDESTRES (VERDE, VERMELHO INTERMITENTE, VERMELHO, RETORNANDO AO VERDE)			X
<b>4</b>	<b>RELACIONAMENTO COM OUTRAS SINALIZAÇÕES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	
4.1	LINHA DE RETENÇÃO HORIZONTAL (LRE)	X		
4.2	PLACA A-14 (SEMÁFORO À FRENTE)			X
4.3	FAIXA DE TRAVESSIA DE PEDESTRES (FTP)	X		
4.4	MARCAÇÃO DE CRUZAMENTO RODOCICLOVIÁRIO (MCC)			X
<b>5</b>	<b>ELEMENTOS DE SUSTENTAÇÃO</b>			
<b>5.1</b>	<b>SUSTENTAÇÃO DO FOCO SEMAFÓRICO PRINCIPAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
5.1.1	COLUNA SIMPLES (H = 2,40m)		X	
5.1.2	BRAÇO PROJETADO (H = 5,50m)	X		6,34m
5.1.3	CORDOALHA (H = 5,50m)		X	
5.1.4	PÓRTICO (H = 5,50m)		X	
5.1.5	DISTÂNCIA LATERAL (Dmin = 0,30 m)	X		0,64m
<b>5.2</b>	<b>SUSTENTAÇÃO DO FOCO SEMAFÓRICO SECUNDÁRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
5.2.1	COLUNA SIMPLES (H = 2,40m)		X	
5.2.2	BRAÇO PROJETADO (H = 5,50m)		X	
5.2.3	CORDOALHA (H = 5,50m)		X	
5.2.4	PÓRTICO (H = 5,50m)		X	
5.2.5	DISTÂNCIA LATERAL (Dmin = 0,30 m)		X	
<b>5.3</b>	<b>SUSTENTAÇÃO DO FOCO SEMAFÓRICO PARA PEDESTRES</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
5.3.1	COLUNA SIMPLES (Hmin = 1,75m / Hmax = 2,0m)		X	
<b>6</b>	<b>DISTÂNCIAS A PARTIR DA FAIXA DE RETENÇÃO</b>			
<b>6.1</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO PRINCIPAL</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
6.1.1	COLUNA SIMPLES (Dmin = 4,50m / Dmax = 30,0m)		X	
6.1.2	PROJETADO SOBRE A VIA (Dmin = 13,0m / Dmax = 30,0m)	X		23,00m
<b>6.2</b>	<b>FOCO SEMAFÓRICO SECUNDÁRIO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>MEDIDO</b>
6.2.1	COLUNA SIMPLES (Dmin = 4,50m / Dmax = 30,0m)		X	
6.2.2	PROJETADO SOBRE A VIA (Dmin = 13,0m / Dmax = 30,0m)		X	

O resultado quantitativo geral de todas as planilhas de verificação preenchidas é mostrado a seguir, na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Resultado quantitativo geral da análise dos grupos focais

ITEM	NÚMERO DO GRUPO FOCAL																																									PERCENTUAL									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	SIM	NÃO								
1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00%	0,00%							
1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%					
1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%				
1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%				
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	9,76%	90,24%				
1.6.1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00%	0,00%					
1.6.1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%			
1.6.1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97,56%	2,44%				
1.6.1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00%	0,00%				
1.6.1.5	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	48,78%	51,22%				
1.6.2.1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	29,27%	70,73%				
1.6.2.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,44%	97,56%				
1.6.2.3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	26,83%	73,17%				
1.6.2.4	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	29,27%	70,73%				
1.6.2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%				
2.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00%	0,00%				
2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2,44%	97,56%			
2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,44%	97,56%			
2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,20%	87,80%		
3.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00%	0,00%				
3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,76%	90,24%		
4.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	90,24%	9,76%				
4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,44%	97,56%		
4.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	92,68%	7,32%		
4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,88%	95,12%		
5.1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%		
5.1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12,20%	87,80%	
5.1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%	
5.1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%	
5.1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100,00%	0,00%		
5.2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%	
5.2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%
5.2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%
5.2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%
5.2.5	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,39%	75,61%	
5.3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%	
6.1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	100,00%	
6.1.2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	53,66%	46,34%		
6.2.1	0	0	1	0																																															

A falta de algumas sinalizações listadas na Tabela 4.2 não configura irregularidade, como por exemplo, a falta de GF de pedestres (só existem quatro ao longo da Av. Pedro Miranda, número muito pequeno se comparado ao total de GF). Como exposto nos objetivos deste trabalho (ver item 1.1) não será julgada a viabilidade ou não da presença desse tipo de GF em determinados pontos da via. Apenas a análise do que é obrigatório foi considerada.

O item 1 da Tabela 4.2 trata do tipo de sinal semafórico e dos elementos que compõem o GF principal e secundário como: conjunto óptico, máscara, pestana, caixa porta foco e anteparo, além de informar a presença ou ausência de GF secundário. Os resultados obtidos mostram que: 70,73% dos GF instalados não possuem GF secundário, 51,22% não possuem anteparos e 2,44% não possuem pestana em pelo menos um dos focos semafóricos, elementos considerados obrigatórios pelo CONTRAN. No entanto, vale ressaltar que a ausência de pestanas nos GF analisados pode ter sido causada pelas intempéries incidentes nos GF (vento, chuva, insolação e vibração) e não devido à negligência durante a instalação.

O item 2 da Tabela 4.2 trata das dimensões dos focos semafóricos dos GF veiculares e de pedestres. Pela dificuldade de acessar GF projetados sobre a via em função da altura de sustentação, apenas foi possível medir as dimensões de focos secundários instalados em coluna simples e GF de pedestres. Os resultados mostram que 100% dos focos semafóricos medidos obedecem às medidas estabelecidas pelo CONTRAN, não havendo, portanto, irregularidades nesse quesito.

O item 3 da Tabela 4.2 trata da sequência de acionamento dos GF veiculares e de pedestres. Os resultados mostram que não há irregularidades em nenhum dos GF analisados quanto à sequência de acionamento.

O item 4 da Tabela 4.2 trata da presença de outras sinalizações verticais e horizontais como placas de sinalização, LRE e FTP. Os resultados mostram que 9,76% dos GF analisados não possuem LRE e 7,32% não possuem FTP. A ausência de placa A-14 (semáforo à frente) se dá em 97,56% dos GF e a demarcação de cruzamento ciclovitário é ausente em 95,12%.

O item 5 da Tabela 4.2 trata dos tipos de elementos de sustentação, suas respectivas alturas de sustentação e afastamentos laterais. Vale lembrar que o CONTRAN determina que a altura de sustentação de GF projetado sobre a via deve ser de 5,50 metros de altura, no entanto, fatores como vibração da via, ação dos ventos e recalque das estruturas pode fazer essa altura variar. Em virtude disso, foi estabelecido um intervalo de altura adequada, que varia de 5,40

metros a 5,60 metros. Os resultados mostram que 100% dos GF de pedestres, 100% dos GF secundários e 87,80% dos GF principais não obedecem à altura estabelecida pelo CONTRAN. No que tange aos afastamentos laterais, 100% dos elementos de sustentação obedecem ao afastamento mínimo de 0,30 metros para o meio fio, não havendo, portanto, irregularidades.

O item 6 da Tabela 4.2 trata das distâncias dos GF para a LRE, onde os resultados mostram que, dentre os GF secundários, 97,56% dos GF projetados sobre a via e 87,80% dos fixados em coluna simples, possuem distâncias fora dos limites estabelecidos pelo CONTRAN, irregularidade que se repete em 46,34% dos GF principais.

Um resumo com as irregularidades mais críticas encontradas é mostrado na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3: Resultados quantitativos mais críticos**

<b>Descrição</b>	<b>%</b>
<b>Ausência de elementos</b>	
Ausência de GF secundário de aproximação	70,73
Ausência de anteparo em GF principal	51,22
<b>Altura irregular</b>	
GF secundário projetado sobre a via	100
GF secundário em coluna simples	97,56
GF principal projetado sobre a via	87,80
<b>Distância irregular para LRE</b>	
GF secundário projetado sobre a via	97,56
GF secundário em coluna simples	87,80
GF principal projetado sobre a via	46,34

Os resultados mais favoráveis dessa amostragem são em relação à falta de componentes do GF, ausência de sinalização horizontal na via (LRE e FTP) e afastamentos laterais dos elementos de sustentação, como mostra a Tabela 4.4.

**Tabela 4.4: Resultados quantitativos mais favoráveis**

<b>Descrição</b>	<b>%</b>
<b>Falta de elementos</b>	
Ausência de caixa porta foco	0
Ausência de pestana	2,44
Ausência de FTP	7,32
Ausência de LRE	9,76
<b>Afastamentos laterais irregulares</b>	
GF principal	0
GF secundário projetado sobre a via	0
GF secundário instalado em coluna simples	0

Para obter os resultados acerca de qual GF é o mais crítico e o mais favorável foram levados em consideração os resultados obtidos na Tabela 4.2, que mostra a estrutura presente em cada um dos GF. Assim sendo, foi possível determinar que GF-17 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mauriti FL sentido Bairro → Centro) é o mais crítico, com apenas 32% da estrutura obrigatória corretamente instalada, e os mais favoráveis são GF-02 (Av. Doutor Freitas sentido Sacramento → Marco), GF-09 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Lomas Valentinas FL sentido Bairro → Centro) e GF-14 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Angustura FC sentido Bairro → Centro), todos com 64% da estrutura obrigatória corretamente instalada, como mostra a Tabela 4.5.

**Tabela 4.5:** Grupos focais mais críticos e mais favoráveis

<b>GF</b>	<b>Regularidade</b>	<b>GF</b>	<b>Regularidade</b>
GF-02	64,00%	GF-27	44,00%
GF-09	64,00%	GF-28	44,00%
GF-14	64,00%	GF-39	44,00%
GF-20	60,00%	GF-08	40,00%
GF-30	60,00%	GF-10	40,00%
GF-41	60,00%	GF-12	40,00%
GF-01	56,00%	GF-16	40,00%
GF-03	56,00%	GF-22	40,00%
GF-25	56,00%	GF-32	40,00%
GF-36	56,00%	GF-34	40,00%
GF-37	56,00%	GF-04	36,00%
GF-11	52,00%	GF-05	36,00%
GF-35	52,00%	GF-06	36,00%
GF-40	52,00%	GF-07	36,00%
GF-15	48,00%	GF-18	36,00%
GF-38	48,00%	GF-19	36,00%
GF-13	44,00%	GF-29	36,00%
GF-21	44,00%	GF-31	36,00%
GF-23	44,00%	GF-33	36,00%
GF-24	44,00%	GF-17	32,00%
GF-26	44,00%		

Ao agrupar os grupos focais em seus respectivos CS e realizar uma média do percentual de regularidade de cada GF é possível determinar qual é o CS mais crítico e o mais favorável, como mostra a Tabela 4.6.

**Tabela 4.6:** Cruzamentos semaforizados mais críticos e mais favoráveis

<b>Cruzamento</b>	<b>Regularidade média</b>
<b>CS-01</b>	<b>58,67%</b>
CS-10	56,00%
CS-03	51,00%
CS-09	51,00%
CS-04	50,00%
CS-06	46,40%
CS-07	45,60%
CS-02	44,00%
CS-05	43,30%
<b>CS-08</b>	<b>42,40%</b>

## 4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DOS CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS

Após as análises quantitativas permitirem mapear quais CS e GF são mais críticos e mais favoráveis, este tópico faz uma análise qualitativa acerca do CS-05 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Mauriti), que abriga o GF mais crítico (GF-17), detalhando também o cruzamento CS-08 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá), considerado o mais crítico, além do cruzamento CS-02 (Av. Pedro Miranda c/ Av. Doutor Freitas), considerado o mais favorável.

### 4.2.1 Detalhamento do cruzamento CS-05

O cruzamento CS-05 é onde se encontra GF-17 (o mais crítico), no qual foi possível encontrar uma série de irregularidades que diminuem a visibilidade dos elementos semafóricos durante os períodos com maior e menor luminosidade, como: a ausência de anteparos (figura 4.1), ausência de pestana (figura 4.2) e LRE e FTP parcialmente apagadas (figuras 4.3 e 4.4).

**Figura 4.1:** GF sem anteparo**Figura 4.2:** GF sem pestana**Figura 4.3:** LRE parcialmente apagada**Figura 4.4:** FTP parcialmente apagada

Ainda no cruzamento CS-05 foi possível encontrar uma diferença de dimensões em dois anteparos das faixas centrais da Av. Pedro Miranda, onde, visivelmente é possível perceber que um possui dimensão transversal superior ao outro, não sendo possível medi-los, devido à dificuldade em acessar os elementos suspensos a mais de cinco metros de altura, como mostra a figura 4.5.

**Figura 4.5:** Anteparos com dimensões diferentes no CS-05  
(a) (b)



A ausência da pestana mostrada na figura 4.6 é um agravante no que tange à questão da visibilidade dos condutores na via. Nesse caso, sem a pestana, os condutores que passam pela FC da Av. Pedro Miranda no CS-05 (sentido Centro → Bairro) têm dificuldade de perceber se o foco vermelho está aceso ou apagado, podendo avançar o sinal e provocar colisão lateral com os veículos quem segue pela Tv. Mauriti (sentido Marco → Sacramento), frear os veículos de forma brusca ou mesmo atrasar saída no cruzamento. Vale ressaltar que os anteparos e pestanas são de grande importância nesse caso, porque são responsáveis por criar contraste visual nos semáforos. O outro problema verificado foi em relação à LRE que se encontra parcialmente apagada. É possível ver que, diante do semáforo fechado para veículos, os condutores param os carros em cima de onde deveria estar bem visível a LRE, provavelmente por não vê-la, como mostra a figura 4.6.

**Figura 4.6:** Veículos parados em cima da LRE no CS-05



Vale destacar que veículos estacionados em cima da FTP obrigam pedestres a fazer travessias perigosas em meio a outros veículos ou próximo às vias transversais. Tudo isso é agravado pelo fato de não haver no CS-05 nenhum GF de pedestres, obrigando os pedestres a se orientarem pelos GF. É nesse cruzamento que se encontra a feira da Pedreira, que registra intenso fluxo de pedestres e veículos diariamente, o que faz ser de fundamental importância um estudo futuro acerca da viabilidade de implantação de GF de pedestres nesse cruzamento, a fim de garantir travessia segura a pedestres que transitam por essa localidade.

#### **4.2.2 Detalhamento do cruzamento CS-08**

O cruzamento CS-08 abriga os grupos focais GF-33 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá FC sentido Centro → Bairro) e GF-31 (Av. Pedro Miranda c/ Tv. Humaitá FL sentido Centro → Bairro), o segundo e o terceiro GF mais críticos (ver Tabela 4.3). Nesse cruzamento é possível notar que os grupos focais se confundem com a copa das árvores dos canteiros centrais da Av. Pedro Miranda, diminuindo a condição de visibilidade dos condutores. Nesses casos, a presença de anteparo (cor preta) faria contraste com a vegetação verde das árvores, tornando-se mais perceptível aos condutores. Durante o período noturno, onde a sombra das árvores prejudica a iluminação pública da via, os semáforos só são percebidos pelo foco luminoso. Caso ocorra a queima de alguma lâmpada, de qualquer fase do ciclo, torna-se quase impossível aos condutores em movimento perceber a presença do GF. Essas irregularidades podem ser vistas nas figuras 4.7 e 4.8.

**Figura 4.7:** GF-33 sem anteparo**Figura 4.8:** GF-31 sem anteparo

É possível notar também que os GF ainda são prejudicados pela presença de fiação elétrica e telefônica instaladas na mesma altura dos focos semafóricos.

Nesse cruzamento (GF-33) nenhum dos GF garante ao condutor em movimento a visualização de pelo menos dois focos vermelhos como determina o CONTRAN. Não há GF secundário de aproximação cumprindo a exigência. Em caso de queima de um dos focos luminosos, o GF ficará prejudicado e oferecerá risco aos condutores que transitam na via.

Outra irregularidade encontrada foi na FTP da FL sentido Centro → Bairro, que se encontra parcialmente apagada após uma recente manutenção na via, como mostra a figura 4.9.

**Figura 4.9:** LRE parcialmente apagada (CS-08)

### 4.2.3 Detalhamento do cruzamento CS-01

O cruzamento CS-01 abriga o GF-02, considerado o GF mais favorável, com 64% da estrutura instalada corretamente. Além disso, os dois outros grupos focais (GF-01 e GF-03) apresentam 56% da estrutura instalada corretamente, o que torna este cruzamento o mais favorável dentre os analisados.

Todos os grupos focais desse cruzamento garantem ao condutor em movimento a visualização de pelo menos dois focos vermelhos ao possuírem GF secundário de aproximação instalados em coluna simples, como mostram as figuras 4.10, 4.11 e 4.12.

**Figura 4.10:** GF secundário instalado em coluna simples junto ao GF-02



**Figura 4.11:** GF secundário instalado em coluna simples junto ao GF-01



**Figura 4.12:** GF secundário instalado em coluna simples junto ao GF-03



Uma das irregularidades encontrada neste cruzamento foi a ausência de anteparos em alguns grupos focais projetados sobre a via. Além disso, as LRE e FTP deste cruzamento encontram-se bastante apagadas, como as instaladas junto ao GF-01, que faz com que os

condutores parem os veículos em cima da LRE ou após a mesma, como mostram as figuras 4.13 e 4.14.

**Figura 4.13:** LRE e FTP do grupo focal GF-01 intensamente apagadas



**Figura 4.14:** Veículos parados em cima da LRE do grupo focal GF-01



### 4.3 SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA OS CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS

Neste tópico são apresentadas algumas sugestões para a melhoria da eficiência e da condição de visibilidade nos cruzamentos semaforizados CS-05, CS-08 e CS-01, que registraram condições de regularidades distintas entre mais crítico e mais favorável. Essas sugestões podem ser replicadas para os demais cruzamentos em que as irregularidades se fizerem presentes.

#### 4.3.1 Sugestão de melhorias para o cruzamento CS-05

As melhorias nesse cruzamento passam pela instalação dos anteparos nos grupos focais GF-17, GF-19 e GF-20 melhorando a condição de contraste dos GF, uma vez que esse cruzamento não possui significativa interferência de árvores ou sombras de edificações próximas, ficando muito exposto à luminosidade matinal e vespertina. Também é válido reinstalar a pestana que falta no foco vermelho em GF-18 que deve ter soltado devido às intempéries.

Outra melhoria é a instalação de grupos focais secundários de aproximação (item considerado obrigatório pelo CONTRAN) em GF-16, GF-17, GF-18 e GF-19 que não contam com esses elementos, não tendo, portanto, foco luminoso auxiliar caso ocorra queima de lâmpadas.

A repintura das LRE e FTP, que se encontram desgastadas e parcialmente apagadas em virtude de manutenções na avenida, também é necessária, a fim de garantir condição de visibilidade adequada para frenagem dos veículos em local adequado e travessia segura de pedestres.

### 4.3.2 Sugestão de melhorias para o cruzamento CS-08

Nesse cruzamento a condição de visibilidade é muito afetada pela copa das árvores e sombras geradas na avenida, o que se agrava pelo fato dos grupos focais não possuírem anteparo. No período noturno é quase impossível para um condutor em movimento identificar um GF caso algum dos focos pare de funcionar, portanto a instalação de anteparo com orla daria a condição de visibilidade, sendo a orla um elemento gráfico de grande destaque nesse cenário. Apesar de não ser atribuição específica do órgão de trânsito (SEMOB), a realização de poda regular da copa das árvores também melhoraria a condição de visibilidade da via.

A figura 4.15 mostra um GF com anteparo instalado na Av. Pedro Miranda, onde é possível notar que ele se confunde com a vegetação presente na área. Após uma breve edição dessa imagem, foi simulada a colocação de orla nesse mesmo anteparo, que passou a ter mais destaque visual, como mostra a figura 4.16.

**Figura 4.15:** GF com anteparo sem orla



**Figura 4.16:** GF editado com anteparo com orla amarela



A colocação de placa A-14 (semáforo à frente) também pode ajudar condutores a identificar semáforos junto à intensa vegetação. Além disso, de suma importância é a instalação de GF secundário de aproximação instalados em coluna simples que, além de estar fora do alcance da copa das árvores, ainda garante foco luminoso reserva ante a queima de lâmpadas.

Concluem-se as sugestões de melhorias nesse cruzamento com a repintura da sinalização horizontal parcialmente apagada.

### **4.3.3 Sugestão de melhorias para o cruzamento CS-01**

Esse cruzamento é o que apresenta as melhores condições de regularidade. Nele não há a presença de árvores e sombras diminuindo a visibilidade dos semáforos, no entanto, é possível ver que alguns grupos focais não possuem anteparo, o que pode torna-los menos visíveis durante a noite. Portanto, a instalação de anteparos com orla satisfaria essa deficiência.

Além disso, a outra melhoria necessária seria a repintura das sinalizações horizontais que se encontram desgastadas e parcialmente apagadas.

## **4.4 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS**

Diante do exposto, é possível notar que a maioria dos problemas mais graves encontrados na análise dos cruzamentos têm impacto direto na visibilidade dos condutores e, conseqüentemente, na segurança da via. Mais da metade dos grupos focais (70,73%) (ver Tabela 4.2) não possui duplo foco vermelho ou GF secundário de aproximação, item obrigatório segundo o CONTRAN. Além disso, a falta de anteparos (51,22%) somada à constante presença de vegetação e sombra, diminuem a condição de visibilidade dos condutores, podendo ser a causa de acidentes com baixa ou elevada gravidade. A distância incorreta para as sinalizações horizontais como LRE, que ocorre em 46,34% dos GF principais também contribui para práticas erradas por parte de condutores de veículos como: parar veículo acima ou após as sinalizações, antecipar saída, dentre outros. Além disso, 100% dos GF secundários fixados em coluna simples, 97,56% dos projetados sobre a via e 87,80% dos grupos focais principais possuem altura de sustentação em desacordo com a altura estabelecida pelo CONTRAN.

Os resultados mais satisfatórios dão conta da ausência de pestana em GF (apenas 2,44%) e ausência de sinalização horizontal: somente 9,76% de LRE e 7,32% de FTP. Além disso, em todos os GF analisados os afastamentos laterais foram respeitados, não havendo irregularidades nesse sentido.

Vale ressaltar que é normal encontrar problemas na sinalização horizontal, visto que a mesma apaga com o tempo e o tráfego. A sinalização horizontal, na maioria dos casos, está correta, porém malconservada (apagada). Uma possível explicação é que o Manual de

Sinalização horizontal mais antigo (1997) já tenha sido assimilado pelos técnicos da prefeitura de tal maneira que a prática tenha sido, há muito, padronizada na hora da execução.

Por outro lado, na sinalização semafórica, foram verificados problemas de manutenção, como a falta de duas pestanas em GF, onde, em ambos os casos, apenas um dos focos semafóricos não as possui, estando os demais devidamente instalados, o que é de certa forma aceitável, levando em consideração as intempéries que incidem no grupo focal. Isso difere da não instalação de itens obrigatórios (anteparos, segundo foco vermelho, alturas de instalação etc.) que são mais graves. Esse fato alerta para um desconhecimento do manual de sinalização semafórica que é mais recente (2014) e valoriza os resultados por detectar problemas graves na sinalização na Av. Pedro Miranda.

Todos os problemas verificados neste estudo de caso dizem respeito à Av. Pedro Miranda, porém, eles podem também ser observados em toda cidade de Belém, o que enfatiza a importância dos resultados aqui apresentados e reforça a necessidade de instalação de semáforos correta e de acordo com as normas vigentes por parte da prefeitura de Belém.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

Este estudo atingiu os objetivos propostos, uma vez que, a partir de uma análise da legislação de trânsito e de coleta de dados em campo, caracterizou a atual estrutura semafórica da avenida Pedro Miranda em Belém, comparando com o q é definido como ideal e o que há instalado nos quase quarenta pontos estudados. Após essas análises e ponderações acerca dos resultados, as principais conclusões deste trabalho são:

- Adequação à legislação vigente: Nenhum dos semáforos em operação na avenida Pedro Miranda obedecem 100% aos critérios normativos definidos pelo CONTRAN, não sendo, portanto, totalmente eficientes em orientar condutores de veículos e pedestres que transitam diariamente pela via;
- Sinalização horizontal: foi verificado que na maioria dos pontos analisados há a presença de sinalização horizontal instalada, no entanto, não foi averiguado se essas sinalizações possuem comprimentos e larguras que obedecem aos critérios normativos, não sendo possível determinar se são ou não um fator agravante para a condição de segurança da via;
- Condições de visibilidade: Por ser uma avenida com diversas árvores de médio e grande porte e fachadas de prédios comerciais, a visibilidade dos semáforos é reduzida durante o dia pela sombra formada pela copa das árvores, o que se agrava durante a noite. Além disso, mais da metade dos grupos focais (51,22%) não possui anteparo, ou o possui porém sem orla de contraste, tornando difícil de visualizar a estrutura semafórica mesmo a curtas distâncias;
- Cruzamento mais crítico: O cruzamento CS-08 (Av. Pedro Miranda com Tv. Humaitá) possui dois dos grupos focais com maior número de irregularidades (GF-33 e GF-31), sendo considerado, portanto, o cruzamento mais crítico;
- Cruzamento menos crítico: O cruzamento CS-01 (Av. Pedro Miranda com Av. Doutra Freitas) possui o GF mais favorável (GF-02) com 64% da estrutura instalada corretamente. Além disso, também possui o restante dos grupos focais (GF-01 e GF-03)

com 56% da estrutura instalada corretamente, sendo considerado, portanto, o cruzamento menos crítico;

Vale ressaltar também que os semáforos mais recentes existentes ao longo da Av. Pedro Miranda, foram instalados ao longo desta década, o que leva a crer que o não cumprimento de critérios normativos fundamentais ainda é uma prática na instalação dos semáforos em Belém. Também, é possível inferir que o fato dos semáforos estarem em sua totalidade irregulares pode ter relação direta com o número de acidentes registrados ao longo da avenida Pedro Miranda e conseqüentemente sua severidade.

## 5.2 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Em função disso, seria de extrema relevância a realização de estudos que:

- Comparem a estrutura semafórica de cada CS da Av. Pedro Miranda versus o número de acidentes no cruzamento, para identificar tendências de comportamento;
- Averiguem a necessidade de implantação de mais semáforos de pedestres ao longo da avenida, além de sinalização semafórica vertical e horizontal para ciclistas, em conformidade com a Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei Nº 12.587, de janeiro de 2012);
- Elaborem um orçamento detalhado, envolvendo todos os custos: equipamentos, mão-de-obra e sinalização vertical e horizontal complementar, da instalação de um semáforo que atende integralmente as exigências do CONTRAN.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADNORMAS – Revista Digital. Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2019/10/15/a-normalizacao-para-os-semaforos-eletronicos/>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

ARCOSINAL – Sinalização Viária. Disponível em: <<http://arcosinal.com.br/refletor.html>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

BECHIS, I. O; SANTOS, A. S. **Caracterização, Mapeamento e Análise dos acidentes de trânsito do município de Belém**. 2019. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

BELÉM. Decreto-Lei Nº 8.655, DE 30 DE JULHO DE 2008. **Lex**: coletânea de legislação municipal. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém.

BRASIL, Código de Transito Brasileiro. **Código de Transito Brasileiro: instituído pela Lei no 9.503, de 23-9-97** - 1ª edição - Brasília: DENATRAN, 2008

BRASIL. LEI Nº 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012. **Lex**: Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (Brasil) (CONTRAN). **Sinalização horizontal / Contran-Denatran**. 1ª edição – Brasília: Contran, 2007.

CONTRASIN – Controle de Trânsito e Sinalização. Disponível em: <<https://www.contratin.com.br/produtos/grupos-focais-a-led/>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Manual de Sinalização de Trânsito Volume V – Sinalização Semafórica**. Brasília: CONTRAN, 2014.

DEPOSIPHOTOS. Disponível em: <<https://br.depositphotos.com/155644876/stock-photo-traffic-light-and-road-sign.html/>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

DOMÍNGUEZ, Fernando Sánchez; GARCÍA, JA Ramos; BALULA, N. **Inspeção Dinâmica da Sinalização Horizontal e Vertical**. AFESP,(sem data), 2016.

EBANATAW. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/trafegando/tempodereacao.htm>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

ELETRÔNICA PAULISTA – Segurança Eletrônica. Disponível em: <[http://eletronicapaulista.com/Controle\\_trafego.html](http://eletronicapaulista.com/Controle_trafego.html)>. Acesso em: 09 dez, 2019.

IMIRANTE. Disponível em: <<https://imirante.com/sao-jose-de-ribamar/noticias/2016/04/22/semaforos-inativos-atrapalham-trafego-de-veiculos-em-trecho-da-ma-201.shtml>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

IMMU – Instituto Municipal de mobilidade Urbana, Prefeitura de Manaus. Disponível em: <<http://transito.manaus.am.gov.br/nova-circulacao-e-semaforo-ordenam-transito-no-japiim-ii/>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

MULTFLUXO. Disponível em: <<https://www.multfluxo.com.br/sobre>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

NERIS, Diego Fernandes; FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto. **Análise operacional de fluxo em pelotão em interseções do tipo rotatória**. Ingeniería de Transporte, v. 18, n. 1, 2016.

PORDEUS, Augediva Maria Jucá et al. **Fatores associados à ocorrência do acidente de motocicleta na percepção do motociclista hospitalizado**. Revista Brasileira em Promoção da Saúde, v. 23, n. 3, p. 206-212, 2010.

SÃO MATEUS – Soluções em energia elétrica. Disponível em: <<https://saomateussolucoes.com.br/portfolios/projeto-semaforo/>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

SEMOB – Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém **Sesma Apresenta Número De Acidentes De Trânsito E Debate Soluções De Segurança**. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/semob/site/?p=6408>>. Acesso em: 28 out, 2019.

SIMÕES, Fernanda; SIMÕES, Eliane. **Sistema viário e trânsito urbano**. Série de Cadernos, 2014.

SINASC. Disponível em: <<http://www.sinasc.com.br/produto/bloco-semaforico-repetidor/>>. Acesso em: 09 dez, 2019.

SISTRANS – Sistemas de Sinalização de Trânsito Ltda. Disponível em: <<https://www.sinaisdetransito.com.br/produto/semaforo-para-pedestre-com-temporizador-regressivo-na-cor-verde.html>>. Acesso em: 09 dez, 2019.