



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**THAIS REIS PAIVA**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA PARA OS  
PEDESTRES EM SEMÁFOROS PROVIDOS DE EQUIPAMENTOS DE  
FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA – O CASO DA CIDADE DE FORTALEZA - CE**

**FORTALEZA**

**2009**

**THAIS REIS PAIVA**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA PARA OS  
PEDESTRES EM SEMÁFOROS PROVIDOS DE EQUIPAMENTOS DE  
FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA – O CASO DA CIDADE DE FORTALEZA - CE**

**Dissertação submetida ao Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de Transportes. Área de concentração: Planejamento de Transportes.**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Maria Elisabeth Pinheiro Moreira, D. Sc.**

**FORTALEZA**

**2009**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

PAIVA, THAIS REIS.

Análise das condições de segurança viária para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica – o caso da cidade Fortaleza – CE. / Thais Reis Paiva. – 2009.

173 fl. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2009.

1. Transportes.

2. Segurança de trânsito. I. Título.

CDD 388

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

PAIVA, T. R. (2009). Análise das Condições de Segurança Viária para os Pedestres em Semáforos Providos de Equipamentos de Fiscalização Eletrônica – O Caso da Cidade de Fortaleza – CE. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 173 fls.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Thais Reis Paiva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Análise das Condições de Segurança Viária para os Pedestres em Semáforos Providos de Equipamentos de Fiscalização Eletrônica – O Caso da Cidade de Fortaleza – CE  
Mestre / 2009.

É concedida à Universidade Federal do Ceará permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

---

Thais Reis Paiva

Av. Engenheiro Santana Junior, 332 – Apto: 601- B  
60.175-650 – Fortaleza/CE - Brasil

# **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA PARA OS PEDESTRES EM SEMÁFOROS PROVIDOS DE EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA – O CASO DA CIDADE DE FORTALEZA - CE**

**Thais Reis Paiva**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Aprovada por:

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Elisabeth Pinheiro Moreira, D.Sc.  
(Orientadora)

---

Prof. Waldemiro de Aquino Pereira Neto, D.Sc.  
(Examinador Interno)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Ilce Marília Dantas Pinto de Freitas  
(Examinadora Externa)

FORTALEZA, CE – BRASIL  
Novembro de 2009

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Edmilson e Francirene  
(*in memoriam*), aos meus irmãos Tania e  
Tenisson e ao meu noivo Filipe, que  
sempre me ajudaram, direto, ou  
indiretamente, a superar todos os  
desafios para conseguir atingir meus  
objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo não poderia deixar de agradecer primeiramente a Deus, pelo dom da vida que me foi concebido.

Aos meus pais, Edmilson e Francirene (*in memoriam*), não somente por ter me colocado no mundo, mas também pelos conselhos, pela compreensão, incentivo e amor durante toda minha vida.

Ao meu irmão Tenisson e a minha irmã Tania por sempre terem me ajudado e vibrado a cada conquista adquirida.

Ao meu noivo Filipe pela compreensão, amor, ajuda e pelas palavras de incentivo, não somente durante a realização desse trabalho, mas durante todo o período em que foi preciso.

Aos meus amigos Maria Luísa Barros, Hudson Reis, Bernardo Codes, Érian Bezerra, Filipe Carvalho, Samara Carvalho, Rosangela Ribeiro, Emiliana Gifoni, Séfora Sampaio, Patrícia Costa, Hermania Furtado, Rosina Lopes, Dante Rosado, Cristiane Baima, Bruno Angelo (Tico) e Jurislene Araujo, que me apoiaram, escutaram meus desabafos, e souberam me dar forças quando mais precisei. Obrigado!

Agradeço também aos meus familiares mais próximos, em especial, Ticiane, Neto, Brazil, Selma, Viviane e Carina, que sempre torceram pelo meu sucesso.

À Professora Elisabeth Moreira, pela orientação necessária à elaboração desta dissertação, além da paciência, incentivo e a amizade que foi de extrema importância.

À AMC – Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza – nas pessoas de Sueli Rodrigues (ex-chefe da Divisão de Engenharia – DIENG) e Carlos Henrique Pires (chefe do Núcleo de Trânsito da AMC), por disponibilizar e incentivar os funcionários desta empresa a crescer profissionalmente, sabendo que o retorno desse acúmulo de conhecimento se refletirá na própria empresa e nas ações a serem realizadas para a consecução de uma cidade mais justa e com mais qualidade de vida.

Agradeço também aos que me ajudaram direto, ou indiretamente, a realizar os levantamentos para obtenção dos dados, em especial ao meu pai, Edmilson, por ter me acompanhado em grande parte destes. Muito obrigado pai!

Resumo da dissertação submetida ao PETRAN/UFC como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M. Sc.) em Engenharia de Transportes.

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA PARA OS PEDESTRES EM SEMÁFOROS PROVIDOS DE EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA – O CASO DA CIDADE DE FORTALEZA - CE

Thais Reis Paiva

Novembro / 2009

Orientadora: Maria Elisabeth Pinheiro Moreira, D.Sc.

O crescente envolvimento dos pedestres nos acidentes de trânsito aliado ao desrespeito dos motoristas frente a algumas medidas de engenharia para reduzir os acidentes envolvendo, principalmente, os pedestres, tem sido cada vez maior. Diante de tal contexto, uma das medidas empregadas pelo órgãos de trânsito para coibir os desrespeitos praticados, vêm sendo a instalação de equipamentos de fiscalização eletrônica. Este trabalho apresenta a construção de um modelo multicritério para análise das condições de segurança para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica, em conjunto com os ambientes físicos nos quais os equipamentos se encontram. Para a elaboração do modelo proposto, utilizou-se a metodologia Multicritério de Apoio à Decisão, por sua capacidade de considerar tanto os aspectos quantitativos e qualitativos e, dessa forma, poder considerar o ambiente físico e os aspectos operacionais em que se encontram os equipamentos. Este modelo identificou os aspectos relevantes para a implantação desse tipo de equipamento, segundo as experiências dos técnicos dos órgãos de trânsito brasileiro, dentre eles os técnicos da Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza – AMC, órgão gestor do trânsito no Município de Fortaleza-CE-Brasil. Através desse estudo, espera-se apresentar os fatores que proporcionam melhores condições de segurança quando implantado em conjunto dos equipamentos de fiscalização eletrônica, de modo a auxiliar os técnicos de trânsito na escolha do local mais adequado para implantação do equipamento através de critérios mais abrangentes e, por conseguinte, obter redução na quantidade de acidentes de trânsito, principalmente, os de natureza atropelamento.

Abstract of Thesis submitted to PETRAN/UFC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.) in Transportation Engineering.

ANALYSIS OF TERMS OF SAFETY FOR PEDESTRIANS IN TRAFFIC LIGHT PROVIDED FOR ELECTRONIC MONITORING EQUIPMENT - THE CASE OF THE CITY OF FORTALEZA - CE

Thais Reis Paiva

Novembro / 2009

Advisor: Maria Elisabeth Pinheiro Moreira, D.Sc.

The increasing involvement of pedestrians in traffic accidents, coupled with the failure of drivers in front of some engineering measures to reduce accidents involving mainly pedestrians, has been increasing. Faced with this context, one of the measures employed by transit agencies to curb the disrespect charged, have been installing electronic surveillance equipment. This paper presents the construction of a multicriteria model for analysis of safety conditions for pedestrians at traffic lights fitted with electronic surveillance equipment, along with the physical environments in which the equipment is. In preparing the proposed model, we used the methodology Multicriteria Decision Support, for their ability to consider both the quantitative and qualitative aspects and thus able to consider the physical environment and operational aspects that are in the equipment. This model captured the relevant aspects for the deployment of such equipment, according to the experiences of the technicians of the Brazilian traffic department, including technicians Municipal Transit Authority, Public Services and Citizenship in Fortaleza - AMC, national manager of the transit city of Fortaleza-CE-Brazil. Through this study, it is expected to present the factors that provide better security when deployed in combination of electronic surveillance equipment in order to assist the technicians of transit in the choice of most appropriate location for deployment of equipment by broader criteria and thus obtaining a reduction in the number of traffic accidents, especially those of a collision.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>6</b>
<b>FATORES DE SEGURANÇA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 TIPOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 FATORES QUE AFETAM A SEGURANÇA NO TRÂNSITO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.1 Condutores e pedestres.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2 Veículos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3 Ambiente construído, meio ambiente e sistema viário .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.4 Regulamentação e fiscalização.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4 CUSTOS COM ACIDENTES DE TRÂNSITO.....</b>	<b>21</b>
<b>2.5 ABORDAGEM SOBRE MOBILIDADE <i>VERSUS</i> SEGURANÇA DE TRÂNSITO.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>26</b>
<b>DISPOSITIVOS ADOTADOS PARA A SEGURANÇA DE TRÁFEGO.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 TIPOS DE DISPOSITIVOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 SINALIZAÇÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 MEDIDAS DE INFRA-ESTRUTURA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.1 Alterações Verticais .....</b>	<b>30</b>
<b>a) Ondulação transversal .....</b>	<b>31</b>
<b>b) Almofadas .....</b>	<b>32</b>
<b>c) Platô e Plataforma .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3.2 Alterações Horizontais .....</b>	<b>34</b>
<b>a) Alargamento de calçada.....</b>	<b>35</b>
<b>b) Refúgio.....</b>	<b>36</b>
<b>c) Canteiro Central .....</b>	<b>37</b>
<b>d) Minirrotatória.....</b>	<b>38</b>

<b>3.4</b>	<b>CONTROLES ELETRÔNICOS</b> .....	<b>39</b>
3.4.1	Semáforos .....	39
3.4.2	Fiscalização Eletrônica .....	43
<b>3.5</b>	<b>LEGISLAÇÃO DO USO E DAS CARACTERÍSTICAS DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA</b> .....	<b>48</b>
3.5.1	Experiências brasileiras em fiscalização eletrônica .....	51
<b>3.6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>58</b>
	<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>59</b>
	<b>METODOLOGIA DE MULTICRITÉRIO - MCDA</b> .....	<b>59</b>
4.1	A METODOLOGIA DE MULTICRITÉRIO - MCDA .....	59
4.1.1	Fase de Estruturação .....	60
4.1.2	Fases de Avaliação .....	62
4.2	ESTUDO DE CASO .....	64
4.3	ABRANGÊNCIA DO ESTUDO .....	68
4.3.1	Premissas adotadas para as análises .....	69
4.4	ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA EM ANÁLISE .....	89
4.5	CÁLCULO DA FUNÇÃO DE VALOR .....	107
4.6	CÁLCULO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO (PESOS) .....	108
4.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	114
	<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>115</b>
	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>115</b>
5.1	LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS ANALISADOS .....	115
5.2	ANÁLISE DAS EFICÁCIAS DOS EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA .....	118
5.2.1	Análise das vias de classificação viária Coletora .....	120
5.2.2	Análise das Vias de classificação viária Arterial .....	125
5.2.3	Via de classificação viária arterial, com e sem a presença de canteiro central .....	149
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	154
	<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>155</b>
	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>155</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>159</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de colisão traseira.....	8
Figura 2: Exemplo de engavetamento .....	8
Figura 3: Exemplo de abalroamento .....	9
Figura 4: Exemplo de choque com obstáculo fixo .....	10
Figura 5: Exemplo de capotamento .....	10
Figura 6: Exemplo de tombamento.....	11
Figura 7: Exemplo de atropelamento.....	12
Figura 8: Fatores que afetam a segurança de trânsito.....	13
Figura 9: Ação e reação que ocorre com os condutores de veículos automotores .....	15
Figura 10: Calçada com diversos mobiliários urbanos em posicionamento irregular....	18
Figura 11: Calçadas com irregularidades.....	18
Figura 12: Árvore encobrendo foco semaforico em cruzamento (Fortaleza – CE) .....	19
Figura 13: Custos atualizados de acidentes de trânsito por tipo de vítima (R\$).....	23
Figura 14: Placa composta de área escolar (A32a) com diversas avarias .....	29
Figura 15: Linhas de estímulo à redução de velocidade.....	30
Figura 16: Exemplo de aplicação de ondulação transversal .....	31
Figura 17: Exemplo de aplicação de almofada em via com transporte coletivo .....	33
Figura 18: Platô com aproximadamente 6,5m .....	34
Figura 19: Plataforma .....	34
Figura 20: Alargamento de calçada na esquina. ....	35
Figura 21: Refúgio localizado em meio de quadra .....	37
Figura 22: Canteiro central localizado em via com elevado fluxo de veículos .....	38
Figura 23: Exemplo de aplicação do dispositivo minirrotatória.....	38
Figura 24: Lombada eletrônica do tipo tótem.....	45
Figura 25: Exemplo de bandeira .....	45
Figura 26: “Pardal” localizado em cruzamento semaforizado.....	46
Figura 27: Equipamento do tipo estático .....	46
Figura 28: Radar móvel em operação .....	47
Figura 29: Equipamento portátil em operação.....	48
Figura 30: Campanha educativa à utilização de fiscalização eletrônica em Salvador....	56
Figura 31: Modelo de arborescência de Pontos de Vista Fundamentais (PFV) e Elementares (PVE) .....	61
Figura 32: Exemplo de um descritor.....	62
Figura 33: Fortaleza dividida em Secretarias Executivas Regionais (SER’s) .....	65
Figura 34: Quantidade de acidentes de trânsito por regionais - 2008.....	66
Figura 35: Mapa com os locais de fiscalização eletrônica por tipo .....	67
Figura 36: Área de objeto de estudo do presente trabalho, em meio de quadra .....	69
Figura 37: Área de análise, em cruzamento semaforizado .....	70
Figura 38: Via de sentido único, com a presença de duas calçadas.....	70
Figura 39: Via de sentido duplo com canteiro central existente.....	71
Figura 40: Via de sentido duplo sem canteiro central .....	71
Figura 41: Avenida Alberto Craveiro, em frente ao nº 1.480 oposto (S/N) .....	73
Figura 42: Av. Pres. Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (L/O) .....	75
Figura 43: Avenida Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (O/L).....	76

Figura 44: Av. 13 de Maio, próximo ao cruzamento com a Av. da Universidade (sentido L/O).....	78
Figura 45: Av. Presidente Castelo Branco x Av. Dr. Theberge.....	79
Figura 46: Avenidas Godofredo Maciel com Germano Frank .....	79
Figura 47: Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426.....	81
Figura 48: Avenida Francisco Sá, 3780A .....	82
Figura 49: Calçadas do trecho em análise da Av. Sargento Hermínio Sampaio .....	83
Figura 50: Av. Historiador Raimundo Girão (sentido L/O) .....	84
Figura 51: Cruzamento da Av. Francisco Sá com Pasteur .....	85
Figura 52: Sinalização da Av. da Universidade, sentido sul-norte.....	86
Figura 53: Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 .....	87
Figura 54: Av. Gal. Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 .....	88
Figura 55: Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 .....	88
Figura 56: Áreas de Interesse do modelo proposto.....	90
Figura 57: Detalhamento do Ponto de Vista Fundamental 1: Passeio.....	92
Figura 58: Exemplo de rampa do Tipo I.....	94
Figura 59: Exemplo de rampa do Tipo II. ....	94
Figura 60: Exemplo de rampa do Tipo III.....	95
Figura 61: Exemplo de rampa do Tipo IV.....	95
Figura 62: Caso de via com canteiro central do Tipo I.....	96
Figura 63: Caso de via com canteiro central do Tipo II .....	96
Figura 64: Caso de via com canteiro central do Tipo III.....	96
Figura 65: Detalhamento do Ponto de Vista Fundamental 2: Canteiro Central .....	101
Figura 66: Detalhamento do Ponto de Vista Fundamental 3: Pista de Rolamento.....	102
Figura 67: Pontos de Vista Fundamentais dos Aspectos Operacionais .....	104
Figura 68: Análise do Ponto de Vista Elementar 5: Comportamento dos pedestres ....	105
Figura 69: Exemplo de ordenação de nível de descritores do modelo proposto .....	107
Figura 70: Modelo Proposto .....	113
Figura 71: Desempenho das eficácias dos locais estudados que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica. ....	119
Figura 72: Perfis de Impacto da Via Coletora sem canteiro central .....	121
Figura 73: Perfis de Impacto dos <i>aspectos físicos</i> das Vias Coletoras sem canteiro central e em meio de quadra .....	123
Figura 74: Perfis de Impacto dos <i>aspectos operacionais</i> das Vias Coletoras sem canteiro central e em meio de quadra .....	124
Figura 75: Perfis de Impacto da Via Arterial com canteiro central – meio de quadra .	127
Figura 76: Perfis de Impacto dos <i>aspectos físicos</i> das Vias Arteriais com canteiro central e em meio de quadra .....	129
Figura 77: Perfis de Impacto dos <i>aspectos operacionais</i> das Vias Arteriais com canteiro central e em meio de quadra .....	130
Figura 78: Perfis de Impacto da Via Arterial com canteiro central – cruzamento .....	134
Figura 79: Perfis de Impacto dos <i>aspectos físicos</i> das Vias Arteriais com canteiro central e cruzamento.....	136
Figura 80: Perfis de Impacto dos <i>aspectos operacionais</i> das Vias Arteriais com canteiro central e em cruzamento .....	137
Figura 81: Perfis de Impacto da Via Arterial sem canteiro central – meio de quadra..	140
Figura 82: Perfis de Impacto dos <i>aspectos físicos</i> das Vias Arteriais sem canteiro central e em meio de quadra .....	142

Figura 83: Perfis de Impacto dos <i>aspectos operacionais</i> das Vias Arteriais com canteiro central e em meio de quadra .....	143
Figura 84: Perfis de Impacto da Via Arterial sem canteiro central – cruzamento.....	145
Figura 85: Perfis de Impacto dos <i>aspectos físicos</i> das Vias Arteriais sem canteiro central e cruzamento .....	147
Figura 86: Perfis de Impacto dos <i>aspectos operacionais</i> das Vias Arteriais sem canteiro central e em cruzamento .....	148
Figura 87: Referente aos locais em via arterial, com e sem canteiro central (meio de quadra) .....	151
Figura 88: Referente aos locais em via arterial, com e sem canteiro central (cruzamento) .....	153

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre quantidade de acidentes de trânsito por habitante por SER - 2008 .....	66
Tabela 2: Via arterial com canteiro central e equipamentos em meio de quadra .....	72
Tabela 3: Via arterial com canteiro central e equipamento em cruzamento.....	76
Tabela 4: Via arterial sem canteiro central e equipamento em meio de quadra .....	80
Tabela 5: Via arterial sem canteiro central e equipamento em cruzamento .....	83
Tabela 6: Via coletora sem canteiro central e equipamento em meio de quadra.....	86
Tabela 7: Características para as vias de Fortaleza.....	92
Tabela 8: Detalhamento dos níveis de impacto do descritor do PVE 1.1 – “ <i>Largura do Passeio</i> ” .....	108
Tabela 9: Taxas de Substituição para as áreas de interesse do modelo proposto .....	109
Tabela 10: Taxas de Substituição para os Pontos de Vista Fundamental – aspectos físicos .....	109
Tabela 11: Taxas de Substituição para os Pontos de Vista Fundamental – aspectos operacionais .....	110
Tabela 12: Taxas de substituição do Ponto de Vista Fundamental - Passeio .....	110
Tabela 13: Taxas de substituição do Ponto de Vista Fundamental – Canteiro central. ....	111
Tabela 14: Taxas de substituição do Ponto de Vista Fundamental – Pista de rolamento .....	111
Tabela 15: Quantidade de infrações por equipamento analisado. ....	117
Tabela 16: Valor Global dos locais estudados.....	118
Tabela 17: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.1 – Largura do passeio... ..	164
Tabela 18: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.2 – Presença de rampa no passeio.....	164
Tabela 19: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.3 – Tipo de pavimento do passeio.....	164
Tabela 20: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.4 – Estado de conservação do pavimento do passeio.....	165
Tabela 21: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.5 – Posição do mobiliário no passeio.....	165
Tabela 22: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.6.1 – Inclinação transversal do passeio.....	165
Tabela 23: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.6.2 – Inclinação longitudinal do passeio.....	166
Tabela 24: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.7 – Iluminação pública no passeio.....	166
Tabela 25: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.8 – Presença de vegetação no passeio.....	166
Tabela 26: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.9 – Existência de ponto de parada de ônibus .....	166
Tabela 27: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.10 – Presença de estacionamento interno/externo ao lote .....	167
Tabela 28: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.1 – Largura do canteiro central.....	167
Tabela 29: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.2 – Presença de rampa no canteiro central.....	167

Tabela 30: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.3 – Tipo de pavimento do canteiro central.....	167
Tabela 31: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.4 – Estado de conservação do pavimento do canteiro central.....	168
Tabela 32: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.5 – Posição do mobiliário no canteiro central.....	168
Tabela 33: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.6.1 – Inclinação transversal do canteiro central.....	168
Tabela 34: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.6.2 – Inclinação longitudinal do canteiro central.....	169
Tabela 35: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.7 – Iluminação pública no canteiro central.....	169
Tabela 36: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.8 – Presença de vegetação no canteiro central.....	169
Tabela 37: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.1 – Largura de travessia.....	169
Tabela 38: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.1.1 – Sinalização horizontal antes do local do equipamento.....	170
Tabela 39: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.1.2 – Sinalização horizontal no local do equipamento.....	170
Tabela 40: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.2.1 – Sinalização vertical antes do local do equipamento.....	170
Tabela 41: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.2.2 – Sinalização vertical no local do equipamento.....	171
Tabela 42: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.3.1 – Presença de curva horizontal.....	171
Tabela 43: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.3.2 – Presença de curva vertical.....	171
Tabela 44: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 4 – Uso do solo.....	171
Tabela 45: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 5.1.1 – Comportamento dos pedestres no local de travessia.....	172
Tabela 46: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 5.1.2 – Comportamento dos pedestres na fase de travessia.....	172
Tabela 47: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 6 – Comportamento dos condutores.....	172
Tabela 48: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 7 – UPS dos acidentes ocorridos no trecho de influência.....	172
Tabela 49: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 8 – Velocidade veicular ....	172
Tabela 50: Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 9 – Volume de pedestres no trecho de influência.....	173

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O crescimento urbano desordenado, em conjunto com o aumento da venda de automóveis e a falta de políticas públicas de incentivo ao transporte público levou os países, principalmente os em desenvolvimento, a sofrerem sérios problemas de trânsito. Entre as dificuldades encontradas, estão os crescentes congestionamentos e a elevada quantidade de acidentes de trânsito.

Nestes países em desenvolvimento, em especial no Brasil, os incentivos sempre foram destinados à construção de novas vias urbanas para suportar o crescimento de automóveis particulares. No entanto, devido à falta de planejamento e investimentos adequados para as referidas vias, muitas delas, encontram-se deterioradas, proporcionando insegurança aos usuários e repercutindo em aumento de acidentes de trânsito.

Diante desse cenário, houve um aumento significativo de esforços de engenharia de tráfego, principalmente, a partir da década de 90, em medidas de redução da quantidade e severidade dos acidentes no trânsito, através da criação do Código de Trânsito Brasileiro – CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), da disseminação de manuais técnicos elaborados por iniciativa do governo federal, tais como os Manuais de Sinalização e do Manual de Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos em Acidentes de Trânsito, publicado para apoiar o PARE - Programa de Redução de Acidentes no Trânsito, do Ministério dos Transportes (DENATRAN, 1997).

As estatísticas de acidentes de trânsito em cidades brasileiras revelam que 16,48% das mortes decorrem de atropelamento (DENATRAN, 2008). Dessa forma, percebe-se que o pedestre é um dos atores do sistema de trânsito bastante vulnerável a graves acidentes.

De acordo com o Centro Nacional de Controle de Qualidade - Rede SARAH, pesquisas realizadas, junto aos pacientes atendidos nos programas de lesados medulares e cerebrais, aponta que mais de 50% dos pacientes possuem faixa etária, principalmente,

entre 10 e 29 anos e foram internados em decorrência de acidentes de trânsito. (Rede SARAH, 2008).

Dessa forma, faz-se necessário analisar questões específicas para a definição de utilização de medidas eficazes para reduzir os acidentes, principalmente aqueles que envolvam pedestres, através de técnicas da engenharia, que devem considerar, principalmente, o tipo e a ocupação do solo ao longo da via e a sua classificação funcional, tendo em vista que, a aplicação de diferentes técnicas deve ser indicada à diferentes classes viárias, em função do volume do tráfego e das velocidades operacionais dos veículos.

Ressalta-se que, com o acelerado crescimento da frota de veículos, o aumento de viagens à pé e a crescente complexidade dos problemas de trânsito nos centros urbanos, a utilização de ferramentas capazes de coibir o desrespeito, e facilitar a operação de trânsito são cada vez mais requeridas. Assim, a partir de 1992, uma das medidas mais empregadas para reduzir o número e a gravidade dos acidentes de trânsito tem sido a utilização de dispositivos eletrônicos (LOPES, 2006), que se utilizam de meios eletrônicos para detectar e identificar os veículos que desrespeitam as regras de trânsito, sejam elas por excesso de velocidade, conversões proibidas, ocupação da faixa de pedestre, ou avanço de semáforo. A sua utilização se faz mais importante nos locais de ocorrência de acidentes com pedestres: nos pontos de travessias de pedestre, nas proximidades de escolas, nos hospitais, nos centro de compras, ou nos pontos com grande número de acidentes (BARBOSA, 2000).

A Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania de Fortaleza – AMC, órgão responsável pelo trânsito do Município de Fortaleza, vem trabalhando com a utilização desses dispositivos eletrônicos desde julho de 2006, fiscalizando a velocidade máxima permitida da via (de 60 km/h nas vias arteriais, por exemplo), proibindo parada sobre a faixa de pedestres, o avanço de veículos na fase de vermelho nos semáforos, conversões proibidas, além de protegerem, de forma mais direta, os pedestres, com a utilização de equipamentos de fiscalização eletrônica em semáforos com prioridade para pedestres.

No entanto, há uma desaprovação da população brasileira, em especial dos condutores de veículos, quanto ao emprego dos dispositivos eletrônicos. Isso devido à aqueles acreditarem que esta tecnologia é uma “fábrica de arrecadação de dinheiro” das

prefeituras. Fato como esse ocorre também em Fortaleza - CE, tendo gerado questionamentos e polêmicas em matérias vinculadas na imprensa (O POVO, 2008).

Assim, percebe-se a importância de estudar a forma como ocorrem os acidentes que envolvem pedestres de acordo com o meio construído, bem como as possíveis estratégias adotadas pelos técnicos dos órgãos gestores de trânsito para reduzir a quantidade e a severidade dos acidentes nas áreas urbanas, geralmente focado na utilização de meios eletrônicos.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Esforços dos órgãos responsáveis pela segurança viária na redução da quantidade e da severidade dos acidentes de trânsito, são frequentes. Em especial para os pedestres, visto que todos os usuários do sistema de trânsito, em algum momento de seus deslocamentos, assumem o papel de pedestre, e por serem estes os usuários da via mais vulneráveis ao risco de acidentes de trânsito.

Após a publicação do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), a utilização de equipamentos eletrônicos para o controle da velocidade foi disseminado em várias cidades brasileiras. Entretanto, observa-se que muitas vezes não existem critérios técnicos que justifiquem o emprego destes dispositivos, ou ainda, as metodologias utilizadas para a determinação de locais críticos para a implementação de controladores de velocidade, de equipamentos que registram imagens de veículos que avançam semáforo vermelho, param sobre a faixa de pedestres, ou realizam manobras de retorno e conversões proibidas, precisam ter uma abordagem científica em sua concepção (BERTAZZO *et al.*, 2002).

Conforme pesquisa domiciliar de origem/destino (OD), realizada em 1996 pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos e pela Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos - Metrofor, cerca de 44% das pessoas na cidade de Fortaleza-CE utilizam transporte não motorizado nos deslocamentos. Ou seja, as pessoas de Fortaleza, preferencialmente, se utilizam de bicicletas, ou andam a pé, ao invés de automóveis particulares, ônibus, vans, mototáxis, ou trens. Desse percentual, conforme OLIVEIRA JUNIOR (2000), cerca de 38% andam à pé, e 6% utilizam a bicicleta como meio de locomoção. Diante deste cenário observa-se a situação crítica no ambiente de circulação deste usuário, confirmada pelo aumento de 6,11% nos acidentes com vítimas

fatais por atropelamento, quando se compara o ano de 2006 com o de 2007 (SIAT/AMC, 2007).

Dessa forma, uma análise que vise à redução dos acidentes de trânsito envolvendo vítimas, principalmente, pedestres, considerando os diversos ambientes físicos existentes e com diferentes comportamentos de usuários do sistema de trânsito, são de suma importância para se conhecer quais condições de segurança utilizadas em conjunto com equipamentos de fiscalização eletrônica com prioridade para o pedestre, proporcionam condições de transformar locais críticos em não-críticos.

### **1.3 OBJETIVOS**

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar as condições de segurança viária para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica instalados junto aos semáforos, que captam imagens de veículos que infringem as regras de trânsito quanto aos tipos: avanço de semáforo vermelho, limite de velocidade e parada sobre a faixa de pedestres, considerando o ambiente físico e os aspectos operacionais do local em que se encontra o equipamento.

Para alcançar o objetivo geral é necessário alcançar um conjunto de objetivos específicos que são:

a) Levantar as técnicas utilizadas para obtenção da redução da quantidade e da severidade dos acidentes de trânsito envolvendo pedestres, ao longo das vias de classificação funcional coletora e arterial;

b) Examinar os critérios e as exigências do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997) e da legislação complementar brasileira para implantação dos equipamentos de fiscalização eletrônica, de jurisdição municipal;

c) Desenvolver um modelo de multicritério para estruturação e avaliação do problema, para analisar as condições de segurança dos locais que possuem instalados equipamentos de fiscalização eletrônica, levando em consideração o ambiente construído e os aspectos operacionais;

d) Aplicação do modelo multicritério proposto de para o caso do Município de Fortaleza-CE, de forma a analisar as condições de segurança viária dos locais, e os equipamentos de fiscalização eletrônica seguindo sua eficácia do ponto de vista dos técnicos da Engenharia de Tráfego que atuam no controle destes equipamentos.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por 6 capítulos, dentre os quais se tem este capítulo introdutório com a contextualização e justificativa da pesquisa, os objetivos da dissertação e a estrutura do trabalho.

O **Capítulo 2** trata dos tipos de acidentes de trânsito e dos fatores que afetam a segurança no trânsito, tais como os veículos, o sistema viário, o meio ambiente, o ambiente construído, os condutores, e os pedestres.

No **Capítulo 3** são apresentadas as técnicas utilizadas, pelos órgãos gestores de trânsito municipais, para obter redução do número e da severidade dos acidentes de trânsito, ocorridos ao longo das vias com classificação funcional coletora e arterial. E ainda, análise dos critérios e das exigências do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), decretos, portarias, resoluções e normas dos equipamentos de fiscalização eletrônica e apresentar o histórico da utilização dos dispositivos eletrônicos em alguns municípios brasileiros.

O **Capítulo 4** apresenta os objetivos e as características da metodologia de multicritério de apoio à decisão – MCDA, sendo esta a metodologia de análise utilizada neste trabalho para avaliar as condições de segurança viária para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica que autuam infrações dos tipos: avanço de sinal vermelho e parada dos veículos sobre a faixa de pedestres. Neste capítulo contém, também, o desenvolvimento do modelo de avaliação proposto neste trabalho utilizando a metodologia de análise de multicritério MCDA;

O **Capítulo 5** apresenta o estudo de caso, realizado em Fortaleza-CE, sendo selecionados os locais conforme a classificação viária, a partir do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza (PDDU.FOR 1991 – Lei nº 7061/1992), o volume de pedestres e de veículos, a quantidade e severidade dos acidentes, e o uso do solo nos locais que possuem equipamentos com período, maior ou igual, a 01 (um) ano de funcionamento.

Por fim, são apresentadas as conclusões e recomendações, produzidas a partir dos resultados obtidos na análise dos equipamentos eletrônicos, bem como dos critérios de implantação apresentados no estudo.

## CAPÍTULO 2

### FATORES DE SEGURANÇA

Este capítulo aborda, inicialmente, sobre a definição, os tipos e os fatores que podem influenciar a ocorrência dos acidentes de trânsito, tendo em vista que, na maioria das vezes, é um conjunto de fatores inter-relacionados que proporcionam os acidentes e não apenas fatores isolados. Posteriormente, apresenta-se uma análise quanto ao custo desses acidentes no Brasil, e por último, é tratado sobre o tema mobilidade *versus* segurança, atualmente bastante problemático no Brasil devido ao incentivo de compra de automóveis particulares e ao elevado índice de acidentes de trânsito.

#### 2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define “acidente” como um evento independente do desejo do homem, causado por uma força extrema, alheia, que atua subitamente e deixa ferimentos no corpo e na mente.

De forma complementar, tem-se que “acidente de trânsito” é todo evento não premeditado com dano que envolve, pelo menos, um veículo, a via, o homem ou animais, e que, para caracterizar-se, tem a necessidade da presença de dois desses fatores, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público (GOLD, 1998).

Os acidentes de trânsito podem originar, terminar, ou envolver parcialmente o veículo na via pública. E que, não importa o quanto se estude, ou venha a aprender, sobre a geração de acidentes e suas medidas mitigadoras, nunca se será capaz de prever onde, como, ou quando, exatamente um evento desses irá ocorrer. Por outro lado, com base no histórico de segurança das vias, podem ser identificados os locais críticos, para que sejam priorizados estudos mais específicos para estes locais, e reduzam os conflitos existentes.

Os acidentes de trânsito podem ser do tipo: sem vítima, com vítima, e atropelamento. O tipo sem vítima produz apenas danos materiais, e o com vítima são os acidentes com ferimento em pelo menos uma das pessoas envolvidas. No caso dos atropelamentos, incluem os acidentes que ocorrem com pedestres, tendo estes, sofrido

ferimentos, ou não. Outra classificação dos acidentes é quanto ao grau de comprometimento do acidente referente ao usuário, que pode ser ileso, ferido, ou fatal.

Muitos dos acidentes registrados nos Boletins de Ocorrência (BO) do tipo “sem vítimas” podem ser, na verdade, “com vítimas”, por não ter havido acompanhamento na rede hospitalar, ter ocorrido lesão interna na pessoa, a qual não foi percebida na ocasião do registro. Outro tipo de erro na coleta dos dados dos acidentes registrados no campo, diz respeito ao grau de ferimento no(s) usuário(s), devido ao possível erro de ter sido registrado “vítima ferida”, mas a vítima veio a falecer após a data desse registro.

Dessa forma, é de suma importância a coleta dos dados integrada em diversos órgãos, de forma a obter informações complementares e, conseqüentemente, obter um acompanhamento dos acidentados no trânsito após serem socorridos e levados ao hospital. Um bom controle é o registro do nome das vítimas e a sua comparação com os atestados de óbitos decorrentes em um período de, aproximadamente, 30 dias após o acidente.

## **2.2 TIPOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO**

A definição e a análise das circunstâncias e das conseqüências dos vários tipos de acidentes permitem definir meios de reduzir tanto sua freqüência como sua gravidade. A seguir são descritos cada um dos tipos de acidentes, baseado em GOLD (1998) e FERRAZ *et al.* (2008).

### **2.2.1 Colisão**

É o acidente entre dois ou mais veículos em movimento, na mesma faixa da via, e podem ocorrer no mesmo sentido, quando a colisão é traseira, ou em sentidos opostos, caso de colisão frontal. A Figura 1 apresenta uma colisão traseira.

Esse é o tipo de acidente de trânsito mais comum, sendo causado por motivos mais variados, tais como a velocidade excessiva e a desatenção do motorista. Normalmente é o primeiro do *ranking* com relação a quantidade de acidentes de trânsito, no entanto, a severidade dos mesmos é uma das menores quando comparados aos demais tipos, pois aquela depende, dentre outros motivos, da velocidade e da trajetória do veículo.



**Figura 1:** Exemplo de colisão traseira

### 2.2.2 Engavetamento

Constitui em uma série de colisões que ocorrem com três, ou mais veículos, que trafegam na mesma faixa de trânsito, no mesmo sentido de circulação, ocorrendo colisão na parte traseira e frontal de um mesmo veículo.

A ocorrência desse tipo de acidente, normalmente, é devido ao desenvolvimento de velocidade acima da permitida em condições ambientais e com baixa visibilidade. Também ocorre o engavetamento em locais de congestionamento e de filas próximas a semáforos. A Figura 2 apresenta o caso de engavetamento com colisão de quatro veículos.



**Figura 2:** Exemplo de engavetamento

### 2.2.3 Abalroamento

É o acidente entre veículos que trafegam no mesmo sentido ou em sentidos opostos, e ocorre quando um deles inicia uma conversão à esquerda, ou à direita, em faixas distintas. Estes são denominados, respectivamente, de abalroamento lateral e

transversal lateral em sentidos opostos, e ocorrem, na maioria dos casos, nos cruzamentos das vias (Figura 3).

São causados pela soma de diversos fatores: meio ambiente e legislação (leis de trânsito, limites de velocidade, padrão de construção, conservação e sinalização das vias públicas, e volume de tráfego); veículo (funcionamento mecânico e qualidade do sistema de freios, e equipamentos de proteção aos ocupantes do veículo); e características individuais dos usuários, principalmente do motorista, que determinam o seu comportamento no trânsito (desrespeito às leis e sinalização, excesso de velocidade, etc.).

O grande número de vítimas resultante deste tipo de acidente pode ser atribuído à trajetória dos veículos desenvolvidas após os acidentes, pois o veículo poderá invadir calçadas; e de acordo com a maneira como um veículo atinge o outro (transversalmente), com o impacto maior incidindo, geralmente, na área das portas do veículo, o que expõe mais os ocupantes dos veículos ao risco de ferimentos.



**Figura 3:** Exemplo de abalroamento

#### **2.2.4 Choque**

É o acidente entre um veículo em movimento e um obstáculo fixo. O obstáculo pode ser um poste de iluminação pública, ou outro veículo parado em um semáforo, por exemplo (Figura 4).

Os três principais grupos de causa desse tipo de acidentes são: velocidade excessiva; desatenção, condutores com sonolência, e fadiga; e manobras conflitantes, no caso do condutor dirigir em condições adversas ao tráfego.



**Figura 4:** Exemplo de choque com obstáculo fixo

### 2.2.5 Capotagem

É qualquer acidente em que o teto do veículo entra em contato com o chão, pelo menos, uma vez, durante o acidente (Figura 5).

Ocorre com mais frequência em rodovias devido a altas velocidades desenvolvidas pelos veículos, e/ou falhas no projeto geométrico da via, notadamente nas curvas horizontais, bem como em situação em que ocorre a presença inesperada de animais na pista. Esse tipo de acidente é mais severo e, normalmente, envolve vítimas fatais.



**Figura 5:** Exemplo de capotamento

### 2.2.6 Tombamento

É qualquer acidente, envolvendo um só veículo, em que um dos lados do mesmo fica, ao final do acidente, em contato com o chão. Caminhões de uma forma geral tombam antes de derrapar, especialmente na condição de pavimento seco.

Diferentemente ocorre com os automóveis de passeio, que derrapam antes de tombar (SETTI, 2007). A Figura 6 apresenta o caso de tombamento de um veículo de passeio.

Muitos dos casos de tombamento ocorrem com veículos de carga, ou ônibus. Para a ocorrência desse tipo de acidente não há necessidade de um conjunto de fatores, e sim do veículo estar inserido em curva horizontal, atingir o limiar de tombamento e conseqüentemente perder o contato com o piso. Ou seja, quando o coeficiente de atrito lateral do veículo for tal que a força centrífuga seja menor que a força de atrito lateral, ocorrendo a elevação da roda interna do caminhão da pista, provocando o tombamento do veículo (SETTI, 2007).



**Figura 6:** Exemplo de tombamento

### **2.2.7 Atropelamento**

É o acidente em que um pedestre é atingido por um veículo (motorizado ou não motorizado), podendo ocorrer na pista, ou na calçada. No momento do acidente, o pedestre pode estar parado, andando pela pista, pela calçada, ou cruzando a pista (Figura 7). Atropelamento múltiplo é o acidente com duas ou mais vítimas atropeladas.

É o tipo de acidente que causa, com maior frequência, alta unidade padrão de severidade devido ao envolvimento de usuários mais vulneráveis, sem qualquer proteção. As conseqüências desse tipo de acidente envolvem ferimentos leves, graves, com paralisação de membros, e com vítimas fatais.

Ocorre devido ao desrespeito à faixa de pedestres por parte do condutor, à falta de atenção dos pedestres, perda de controle do veículo, ou saída da pista devido ao excesso de velocidade, foco de atenção desviado, problema na pista, etc.



**Figura 7:** Exemplo de atropelamento

### **2.3 FATORES QUE AFETAM A SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

Em tempos atrás, as ocorrências de acidentes de trânsito eram vistas, prioritariamente, com apenas um único fator determinante, no qual, era alegado, na maioria das vezes, o condutor como o causador do acidente, visto que ele é o fator mais vulnerável às interferências do meio ambiente por motivos como poder dirigir após ter ingerido bebidas alcoólicas ou drogas, estar cansado, ou ter dirigido em altas velocidades.

Porém, devido à grande quantidade de fatores que interagem para desencadear os acidentes de trânsito, a idéia de causa única para a ocorrência dos acidentes foi abolida da literatura técnica de segurança viária, visto que a adoção de medidas capazes de se oporem a ocorrência desse fenômeno tão complexo deve ser avaliada sob diversos aspectos dentro da situação contextual.

Dessa forma, introduz-se o olhar multidisciplinar na adoção de medidas capazes de amenizar, ou solucionar, o problema de ocorrência de acidentes de trânsito nas vias urbanas (HOFFMANN, 2005). Avaliando dessa forma, os acidentes são pensados e analisados como um todo, não gerando tentativas simplificadas que podem diminuir a eficiência dos esforços.

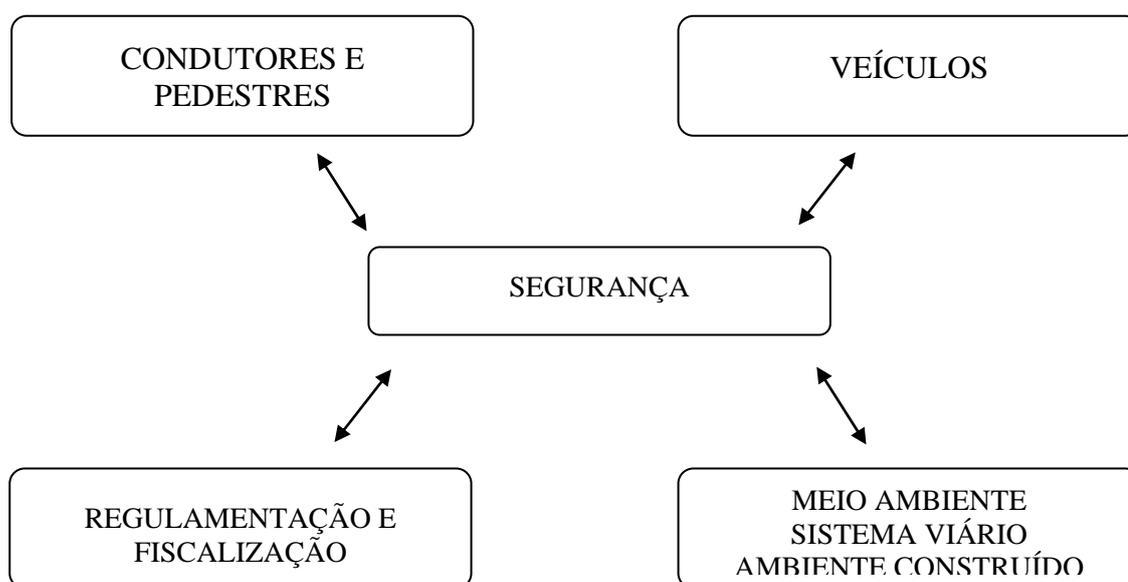
Grande parte da complexidade do tratamento dos acidentes de trânsito está relacionada à interação dos fatores, uma vez que cada componente do sistema está de algum modo ligado aos demais. Com isso, medidas diferenciadas podem ser tomadas por diferentes condutores, como por exemplo, passar a trafegar mais velozmente, em

um trecho perigoso de uma avenida, pelo fato do pavimento estar em boas condições de uso, e também a sinalização apresentar um padrão de segurança mais elevado. Percebe-se, também, que os condutores agem conforme o risco potencial percebido por eles, e não de acordo com o risco real (VIEIRA, 1999).

Os acidentes de trânsito urbanos são efeitos colaterais de diversos fatores de engenharia, ambiental e humano, de difícil identificação. Daí surge que o resultado global da segurança de um projeto viário nasce da interação entre a via, o veículo, e o homem. Esta interação pode, e deve, ser avaliada, na fase de planejamento e do projeto, através da participação de especialistas do setor de segurança, como também, na fase de manutenção através de auditoria de segurança.

Dessa forma, variáveis importantes na escolha de diferentes formas de tratamentos de locais (ou áreas) críticos, devem ser consideradas na análise. Entre os fatores importantes está a determinação da quantidade de pedestres e de veículos que utilizam o espaço viário, principalmente nas horas de pico, pois são nesses períodos que o número de conflitos cresce, aumentando a probabilidade de ocorrências de acidentes de trânsito.

Em uma visão mais abrangente, os acidentes de trânsito dependem da exposição ao trânsito, do binômio fiscalização/legislação e de um conjunto de fatores interligados aos componentes físicos do sistema de trânsito: ser humano, veículo, via, e meio ambiente (FERRAZ *et al.*, 2008). Na Figura 8 são comentados os principais fatores associados aos grupos mencionados.



**Figura 8:** Fatores que afetam a segurança de trânsito

Do trinômio via-veículo-homem, a via e o veículo ainda possuem certa margem de evolução dentro das atuais concepções, e vêm constantemente agregando novos recursos tecnológicos, sem que se vislumbre ainda limites bem definidos.

O ser humano, por outro lado, é o resultado de um processo evolutivo naturalmente lento, não podendo acompanhar os avanços experimentados pelo o automóvel e a via. Pois, por mais que se façam investimentos no âmbito de engenharia, quanto à segurança ativa, ou passiva, de veículos ou vias, sempre existirão as falhas inerentes aos condutores e pedestres que podem resultar em perdas materiais e pessoais. As decisões com referência ao veículo são todas tomadas pelo seu condutor, que avalia sua interação com o seu transporte e com os demais usuários da via, de uma forma totalmente subjetiva (pessoal).

Dessa forma, a ocorrência de um acidente de trânsito não deve ser pré-julgada sem obter uma análise detalhada do ocorrido, englobando todos os possíveis fatores. No entanto, o que ocorre na maioria das vezes são registros (B.O.s) muito superficiais, tais como “o carro bateu num poste”, ou “o motorista perdeu o controle sobre o veículo”, os quais são comportamentos resultantes de outra ação que anteriormente deixou de ser executada (GOLD, 1998). Porém não são analisadas as reais características que fundamentam os acidentes. A seguir são detalhados os componentes dos sistema que interagem na segurança de trânsito.

### **2.3.1 Condutores e pedestres**

O fator humano, de certo modo, parece estar por trás da aleatoriedade aparentemente imprevisível dos acidentes de trânsito. A sua influência, ou participação, se dá através da sua visão, ou sensação de risco, ou ainda da avaliação inadequada das condições ambientais, veiculares, e dos seus próprios limites.

No mundo atual existem grandes incentivos e facilidades para a aquisição de veículos automotores, tendo tornado esses meios de locomoção de fácil aquisição e baratos para os cidadãos de todas as classes sociais. Com essa proporção, os veículos automotores tornam-se o meio mais utilizado nos deslocamentos diários das pessoas. Na contra-mão do uso eficaz dos veículos, estes são utilizados para extravasar o estado emocional do condutor, influenciado pela alta velocidade, que fascina o ser humano, ao ponto de correr simplesmente pelo prazer de correr, mesmo que não tenha nenhum objetivo a ser atingido (NUNES, 2007).

Os principais motivos para a ocorrência de acidentes de trânsito tendo como fator principal o motorista podem ser enumerados por: (i) velocidade, através da pressa desnecessária, além de conduzir corrida de carro (“pegas”); (ii) perda da visão periférica e da percepção de veículos e de obstáculos na via; (iii) coordenação motora, pois a ação de dirigir requer habilidade para um conjunto de fatores que lida com a parte motora do corpo; (iv) circunstâncias que afetam a personalidade, tais como o consumo de tóxicos, drogas e também devido à tontura (exaustão, fadiga) e ao conforto (temperatura e fome, por exemplo) (AZEVEDO, 2006).

Somado a todos esses motivos, os condutores passam por processo de percepção, ação, e reação diante de uma situação inesperada quando um condutor se depara frente a uma ocasião em que ele deve parar o veículo. A Figura 9 exemplifica esta situação. Nota-se que diversos passos são necessários para a efetiva paralisação do veículo, e que, quanto maior for a deficiência, seja ela física, ou psicológica, que o condutor se encontra, maior será o tempo necessário para a finalização da parada do veículo, e conseqüentemente maior será a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Objeto (obstáculo) se torna visível	Atraso de percepção	↑		
Motorista vê o objeto ameaçador	Identificação do risco	↓		
Reconhece o objeto como no curso de colisão	Esforço do julgamento	Reação ↑↓	↑	
Decide reduzir a velocidade. Começa a mover o pé	Movimento do início da frenagem	↑	↓	↑
Pé alcança o freio. Inicia a pressão	Intervalo devido às limitações mecânicas	↓	↑	
Frenagem começa a desacelerar o veículo	Início do controle	↑	Veículo parando	
Freios param as rodas. Começa a derrapagem	Continua controle	↓	↓	↓
Veículo para ou colide				

**Figura 9:** Ação e reação que ocorre com os condutores de veículos automotores

**Fonte:** AZEVEDO, 2006

As diferenças sociais modificam o comportamento dos usuários da via. A disputa pelo espaço urbano gera conflitos de interesses que ultrapassam um entendimento meramente técnico do assunto trânsito.

Segundo as estatísticas, os adolescentes são classificados, entre os motoristas mais imprudentes, por dirigirem em alta velocidade, avançarem sinais de trânsito, praticarem manobras ilegais, dirigirem após o uso de álcool, ou droga, ou por andarem em companhia de outros motoristas também intoxicados.

Somado-se a isto, observa-se no Brasil, devido às características autoritárias da sociedade e à falta de conscientização sobre os direitos de todos, o desrespeito dos motoristas pelos pedestres, pois aqueles se sentem com maior direito à circulação em todas as situações, esquecendo que no trânsito as pessoas trocam diversas vezes seus papéis, sendo em determinado momento condutor de veículo, em outro passageiro, e em outro pedestre.

As principais falhas cometidas pelos pedestres para a ocorrência de acidentes de trânsito, tem-se: (i) a falta de percepção dos pedestres da real velocidade desenvolvida pelos veículos, calculando, de forma errônea, o tempo necessário para a travessia completa; (ii) a falta de educação, por transpor a via percorrendo maiores distâncias sobre o leito viário, ao invés de percorrer o trajeto transversal à via; (iii) através do consumo de álcool e drogas, transitando ao longo das ruas, de forma desorientada, assim como também ao atravessar a via sem verificar a existência de veículos.

Dentro desse panorama, um dos caminhos para a diminuição do número de mortes no trânsito seria uma maior carga de investimentos na área social, a fim de proporcionar melhores condições de educação à população.

### **2.3.2 Veículos**

Os veículos possuem características estáticas, dinâmicas, e cinemáticas, na qual a primeira caracteriza-se pelo tamanho do veículo, peso do eixo e das classificações dos tipos de veículos. Com relação às características dinâmicas, têm-se as forças atuantes (resistência nas curvas e de rolamento) e as forças referentes ao ar (AZEVEDO, 2006). Por fim, as características cinemáticas envolvem a taxa de aceleração (que influi nas manobras de ultrapassagem) e a frenagem, que possui relação com o peso do veículo.

Percebe-se que existem diversos fatores relativos aos veículos que afetam a segurança no trânsito, e que, a não consideração do conjunto dessas características podem ocasionar acidentes de trânsito.

Os fatores mais comumente relacionados, tendo o veículo como o maior responsável pelo evento, referem-se às inadequações no estado operacional dos mesmos, ou muitas vezes, o conjunto com todas as características dos veículos. Entre as falhas veiculares tem-se a falta de freio, pneus muito gastos, problemas na direção, limpadores de pára-brisas enguiçados, causado pela má manutenção, principalmente das características cinemáticas do veículo.

As características dinâmicas e estáticas relacionam-se na ocorrência de acidentes, em conjunto com as características físicas da via, e com o estado físico e psicológico do condutor (SETTI, 2007).

### **2.3.3 Ambiente construído, meio ambiente e sistema viário**

São elementos fundamentais para o apropriado deslocamento e bem estar dos usuários da via, caso os mesmos sejam projetados, executados e conservados adequadamente. Dessa forma, tendem a diminuir a possibilidade de influencias na ocorrência de acidentes de trânsito.

Ambiente construído é representado por características relativas ao projeto do espaço urbano e da manutenção do mesmo. Entre os tópicos mais impactantes, vinculados aos pedestres, para o aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes de trânsito estão: (i) construção inadequada da calçada (superelevação, tipo de piso, largura); (ii) o mau posicionamento do mobiliário urbano; (iii) as inadequadas condições de iluminação; (iv) o uso do solo em desacordo com as leis que regulamentam a implantação de empreendimentos; (v) extensão de travessia; e a geometria horizontal e vertical das vias (problemas de visibilidade).

Sabe-se que as Leis de Uso e Ocupação do Solo – LUOS (PMF, 1996) dos municípios brasileiros apresentam, entre diversos outros tópicos, dimensões, características, tipos e portes de empreendimentos que podem ser construídos no espaço urbano dependo da classificação funcional da via. Dessa forma, o uso do solo é entrelaçado com diversas outras características tais como a largura mínima dos passeios e dos canteiros central, pois em vias com a permissão de instalação de pólos geradores de viagens são geradas, naturalmente, grandes demandas por usuários motorizados e

não motorizados (pedestres, por exemplo), tendo uma maior necessidade de calçadas mais largas com pavimento adequado.

A largura da calçada do sistema viário deve atender, no mínimo, o recomendado pelas LUOS's, sendo reservada uma faixa para implantação de mobiliários urbanos, para não impedir a livre circulação para o deslocamento dos pedestres (seja para os portadores de necessidades especiais de locomoção ou não). Na Figura 10 percebe-se uma calçada com largura adequada, porém devido ao posicionamento inadequado do contêiner de lixo, do poste de iluminação, e do telefone público, ocorre o prejuízo do espaço reservado para os pedestres.



**Figura 10:** Calçada com diversos mobiliários urbanos em posicionamento irregular  
**Fonte:** A Cidade, 2007

Diversos outros exemplos de descuidos e má utilização das calçadas podem ser relacionados. Entre os mais constantes, estão as descontinuidades de calçadas, presença de raízes de árvores tomando o espaço destinado a circulação de pedestres, e de veículos estacionados sobre as calçadas, conforme apresenta a Figura 11 .



**Figura 11:** Calçadas com irregularidades  
**Fonte:** Internet e ALMEIDA *et al.*, 2005, respectivamente

Quanto ao meio ambiente, este reflete em fatores tais como: a água das chuvas, a poluição do ar, e a vegetação, que pode vir a impedir a visualização da sinalização vertical, incluindo os focos semaforicos.

Cuidados no momento de elaboração de projetos, sejam eles de construção do espaço urbano, manutenção de sinalização, ou melhoramentos na via, devem ser considerados para reduzir as possíveis interferências que os elementos do meio ambiente possam causar nos acidentes. Entre exemplos de estratégias a serem realizadas, tem-se o levantamento da quantidade, posicionamento, e projeção de crescimento das árvores, para que a implantação da sinalização seja em locais que, mesmo com o crescimento de árvores, não impeça a adequada visualização da sinalização.

Vegetação encobrindo o foco semaforico é um dos maiores problemas relacionados ao meio ambiente, frente à segurança dos pedestres. Tal situação impede os motoristas de verem, a uma distância segura o foco semaforico e iniciar o processo de frenagem sem provocar acidentes de trânsito. E ainda, impede os motoristas não habituados a trafegarem por determinado local, de perceberem a existência de semaforo, podendo avançar o cruzamento na fase vermelha para a aproximação. A Figura 12 apresenta uma situação, em Fortaleza – CE onde árvore encobre o semaforo.



**Figura 12:** Árvore encobrindo foco semaforico em cruzamento (Fortaleza – CE)

Ressalta-se que esse cruzamento (Figura 12) localiza-se em uma área de grande fluxo de veículos, porém com pouco trânsito de pedestres, e que teve um registro de 20 acidentes de trânsito, sendo 7 vítimas feridas, durante o período de 2004 à 2008 (SIAT/FOR, 2008).

Por último, tem-se o sistema viário, que na verdade, é a junção dos elementos acima descritos, sendo necessária a realização de sua manutenção, de forma a melhorar a pavimentação (das calçadas e das faixas de rolamento), manter a sinalização em bom estado de conservação, inclusive nos focos semafóricos para os condutores e pedestres.

#### **2.3.4 Regulamentação e fiscalização**

Apesar do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997) conter um conjunto de normas, no qual se define adequadamente, em diversas situações possíveis, quais deverão ser os comportamentos dos usuários do sistema viário, tendo em consideração que um acidente implica no envolvimento de vários elementos constituintes do meio ambiente, é possível que ocorram situações físicas e operacionais onde deixem falhas.

Observa-se pouca ação com relação ao treinamento dos motoristas, ocorrendo, muitas vezes, um treinamento inadequado, no que diz respeito aos seus conhecimentos em relação ao ambiente em que circula. A direção defensiva é uma técnica indispensável para o aperfeiçoamento do motorista por tratar de forma correta o uso do veículo na maneira de dirigir, de modo a reduzir a possibilidade de envolvimento nos acidentes de trânsito (DETRAN/PE, s.d.). Ou seja, dirigir de modo a evitar acidentes, apesar das ações incorretas dos demais usuários do sistema e das condições adversas que são encontradas nas vias, tais como: as condições climáticas, condições adversas da via e do veículo, além do comportamento inadequado do condutor.

Em sua maioria, os acidentes de trânsito podem ser evitáveis por um dos motoristas envolvidos, ou por ambos, ainda que para isso seja necessário ceder ao motorista errado. A noção que a maioria das pessoas tem de que os acidentes podem ser evitados, torna importante a distinção entre as precauções possíveis e razoáveis a serem tomadas por um motorista a fim de evitar o acidente. Tal atitude não se confirma quando o condutor costuma associar a presença de um agente de trânsito em um local com sinalização semafórica, por exemplo, de forma a evitar a ocorrência do acidente. Assim algumas medidas de engenharia de tráfego, tais como o semáforo e a implantação de faixa de pedestres em meio de quadra só são respeitadas, muitas vezes, quando se tem a presença de agentes de trânsito e/ou equipamentos de fiscalização automática.

De acordo com FERRAZ *et al.* (2008), a experiência mostra que quanto mais severas as penalidades previstas no CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), menor a

quantidade e a severidade dos acidentes de trânsito com vítimas (fatal ou com ferimentos graves). O mesmo autor também observa que isso decorre de uma maior utilização de equipamentos de segurança.

Dentre algumas medidas de prevenção de acidentes de trânsito realizadas, tem-se a Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008, mais conhecida como “Lei Seca”. Essa Lei altera o CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), instituindo alcoolemia 0 (zero), impõe penalidades mais severas para o condutor que dirigir sob a influência do álcool, esteja aquele em área urbana ou não, além de restringir o uso e a propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas nos estabelecimentos comerciais fixados na faixa de domínio de rodovia federal ou em terrenos contíguos à faixa de domínio, com acesso direto à rodovia.

A Lei nº 11.705/2008 foi, e continua sendo, porém em menores escalões, bastante criticada no tocante ao consumo de bebidas alcoólicas por alguns motoristas, donos de bares e restaurantes das áreas urbanas brasileiras, por estes desconhecerem a real influência que o consumo de bebidas alcoólicas influencia no reflexo dos motoristas, e por acreditarem que os estabelecimentos comerciais teriam prejuízo quanto à venda de produtos, sem mesmo se importar com a segurança dos usuários do sistema de trânsito. No entanto, com a fiscalização de trânsito mais presente, utilizando equipamentos para a realização de testes de alcoolemia, popularmente conhecido como teste do bafômetro, e propagandas de caráter mais intenso, está proporcionando a percepção, em uma maior quantidade de usuários, de que o conjunto: consumo de álcool e direção, não combinam.

## **2.4 CUSTOS COM ACIDENTES DE TRÂNSITO**

A acidentalidade no trânsito é, hoje, um grave problema no mundo, não só pela quantidade de vítimas fatais, como também devido ao custo gerado para a sociedade. Enquanto nos países desenvolvidos as taxas de mortos vêm declinando devido a maiores incentivos de implantações de medidas de prevenção de acidentes, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, as taxas de mortalidade em acidentes de trânsito ainda continuam crescendo, tornando um problema não apenas do ponto de vista humano, mas também moral, social e econômico, resultando em um sério problema de finanças públicas, refletindo de forma negativa para o cenário brasileiro (LAURINDO, 2009).

A função de custos é composta por quatro grupos: (i) pessoas; (ii) veículos; (iii) via e ambiente no qual ocorreu o acidente; e (iv) envolvimento com instituições públicas, quer seja no atendimento direto ou indireto das vítimas (IPEA, 2003).

No componente de custo de acidente relacionado às vítimas, são considerados os custos do atendimento pré-hospitalar, hospitalar e pós-hospitalar (compreendendo todos os custos de recursos humanos e materiais, desde a chegada do paciente ao hospital até o momento da sua alta, ou do óbito, incluindo, também, os atendimentos de reabilitação, como a fisioterapia); o custo de remoção e traslado da vítima fatal; o gasto previdenciário, e o custo de perda de produção, sendo este o custo aplicado às pessoas que ficam impossibilitadas de realizar suas atividades produtivas.

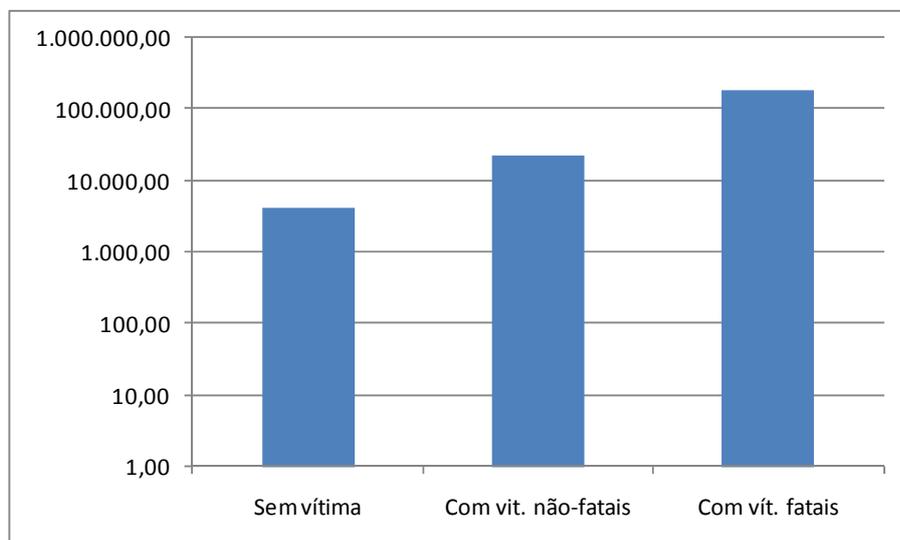
Os custos associados aos veículos danificados em acidentes de trânsito referem-se aos relacionados à remoção e diárias do pátio para armazenamento do mesmo; custo de perda de carga; e o custo dos danos materiais aos veículos, que corresponde ao custo de recuperação ou reposição de peças, ou reparação total do mesmo, e a perda de produtividade no serviço prestado.

Para efeito de custo relacionado às instituições públicas, são considerados os custos de atendimento às vítimas e de processos judiciais. O primeiro caso relaciona-se ao somatório de gastos de tempo dos policiais, da utilização de veículos para atendimento no local, e deslocamento dos envolvidos para delegacia, ou unidade hospitalar. Já o custo relacionado aos processos judiciais, são todos aqueles decorrentes de ações promovidas pelos que sofreram algum tipo de dano com relação às questões relacionadas aos acidentes de trânsito.

Por fim, tem-se os custos relacionados à via e ao ambiente do local em que ocorreu o acidente de trânsito. Para esse cálculo, são considerados os custos dos danos à propriedade pública (custo de reposição e/ou recuperação do mobiliário ou equipamento danificado), e o custo dos danos à propriedade privada (relacionado ao custo em recuperação de bens danificados devido ao acidente).

Os custos médios dos acidentes de trânsito são calculados de acordo com a gravidade dos envolvidos, no qual uma vítima ileso corresponde a um valor médio de R\$: 1.040,00; uma ferida de R\$: 36.305,00 e uma vítima fatal, com custo médio de R\$: 270.165,00 (FERRAZ *et al.*, 2008), ainda de acordo com esse mesmo autor, foram gastos, nas áreas urbanas de algumas cidades brasileiras um total de R\$: 6,95

bilhões/ano. Na Figura 13 são apresentados os custos anuais totais dos acidentes nas cidades, atualizados para junho de 2008.



**Figura 13:** Custos atualizados de acidentes de trânsito por tipo de vítima (R\$)

Para o caso da cidade de Fortaleza, de acordo com estudo realizado por LAURINDO (2009), referente ao período de janeiro a setembro de 2008, o custo relacionado à perda de produção, danos aos veículos e de atendimentos médio hospitalar e reabilitação, foi de, aproximadamente, R\$ 106.206.286,69; R\$ 71.465.912,54 e R\$ 35.981.101,80, respectivamente, resultando em um gasto público de R\$: 213.653.301,03.

Percebe-se assim, a necessidade de maiores atenções na implantação de medidas que proporcionem melhores condições de mobilidade e acessibilidade para a população, de forma a garantir um trânsito com maior segurança e fluidez.

## **2.5 ABORDAGEM SOBRE MOBILIDADE VERSUS SEGURANÇA DE TRÂNSITO**

Com o crescente incentivo e facilidade de pagamento para a aquisição do veículo particular, somado à falta de políticas de incentivo ao transporte público e melhoria do mesmo, maior quantidade de usuários adquirem o seu veículo particular, gerando grandes congestionamentos, poluição atmosférica, degradação no meio urbano, e assim prejudicando a mobilidade das pessoas.

Aliado a esse contexto, lê-se e ouve-se muito a respeito de medidas de Engenharia de Tráfego para proporcionar meios mais eficazes para promover fluidez no

trânsito, para que os veículos desenvolvam velocidades aceitáveis e, conseqüentemente, sejam reduzidos os tempos em congestionamentos. Somado a isso, vê-se de forma habitual a redução de calçadas, canteiros centrais e de espaços públicos de lazer, degradando a qualidade de vida dos habitantes urbanos.

Aqueles que não têm condições econômico-financeiras para adquirir o seu automóvel, ou por estarem fora da faixa de idade permitida para emissão da carteira de habilitação, são também obrigados a sofrerem as conseqüências de um trânsito desordenado, ao terem seus espaços de caminhada e de lazer reduzidos, como se estas medidas de engenharia fossem alternativas únicas e/ou necessárias.

Assim surgem os obstáculos para a mobilidade urbana, que pode ser entendida como um atributo das pessoas ao buscarem assegurar deslocamentos necessários, considerado as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades nele desenvolvidas (AFFONSO, 2004). Renda, idade, sexo e fatores permanentes e provisórios podem afetar a mobilidade que podem ser realizadas por pedestres, ciclistas, usuários de transportes coletivos e motoristas (AFFONSO, 2004).

Por conseqüência da degradação da mobilidade urbana, o elo mais vulnerável, o pedestre, torna-se o mais prejudicado. Isso pelo fato das ocorrências de atropelamentos, os quais são, geralmente, acidentes graves, e vem aumentando gradualmente, conforme o crescimento da frota de veículos. De acordo com DENATRAN (2000) ocorreram no Brasil cerca de 40 mil mortes de trânsito e 350 mil vítimas feridas, acarretando em um total de 150 mil pessoas portadores de deficiência ou de necessidades especiais devido à gravidade dos ferimentos sofridos. Ressalta-se que das vítimas com sobreviventes, de 60% a 80% são pedestres, e que, a maioria desses ficaram com sequelas devido ao acidente de trânsito (AFFONSO 2004 *apud* ANTP/IPEA, 2002).

Percebe-se assim que, o Brasil enfrenta sérios problemas relacionados ao binômio mobilidade *versus* segurança, sendo necessárias medidas de engenharia de tráfego, e a vontade do poder público de ser capaz de proporcionar meios de deslocamento confortáveis e ambientes agradáveis e bem estar menos agressivos para a população, tais como: transporte público seguro e com melhor qualidade; desestímulo para a compra de veículos particulares; implantação e manutenção de calçadas adequadas, principalmente em áreas com grande movimentação de pedestres; implantação de sistemas semafóricos que garantam a prioridade para os pedestres; ações na área de educação; mecanismos de fiscalização eletrônica que garantam a passagem

segura de pedestres sobre a faixa destinada a eles; e medidas que proporcione a redução das velocidades dos veículos (principalmente para os locais com elevado fluxo de pedestres).

## **2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi visto que, dentre os diversos tipos de acidentes de trânsito, aqueles que possuem maiores probabilidades de ocorrência com vítimas (ferimentos e óbitos), devem ser os mais visados para a prevenção, devido à problemática resultante quanto à saúde pública e aos custos sociais e econômicos envolvidos. Entre os acidentes mais frequentes à ocorrência de vítimas, com maior severidade, estão os que são resultado da condução de veículo com velocidade acima da permitida e, os que envolvem pedestres.

No entanto, poucas medidas eficazes são postas em prática na maioria das cidades brasileiras, inclusive, nas áreas com elevada concentração de usuários e de viagens à pé. Na realidade, em algumas dessas cidades acontecem o oposto, pois ao invés dos incentivos públicos serem repassados para o desenvolvimento de medidas de engenharia de tráfego com promoção de segurança para os pedestres, estes incentivos são aplicados para promover fluidez para os usuários de transporte motorizado, com a adequação de novas vias. Como resultado destas políticas, verifica-se, anualmente, crescimento nas taxas de acidentes de trânsito.

Porém existem diversas medidas de engenharia que visam a redução destas taxas de acidentes, e podem ser estudadas e adaptadas para cada situação, de modo a reduzir a quantidade e severidade dos acidentes de trânsito, que serão apresentadas no Capítulo 3.

## CAPÍTULO 3

### DISPOSITIVOS ADOTADOS PARA A SEGURANÇA DE TRÁFEGO

Este capítulo discorrerá sobre dispositivos utilizados em vias urbanas que tem como finalidade proporcionar redução na quantidade e severidade dos acidentes de trânsito envolvendo pedestres, por serem estes as maiores vítimas dos acidentes de trânsito, foco do presente trabalho.

Devido às vias de classificação funcional coletora e arterial comportarem o tráfego de veículos de médio percurso, uso do solo preferencialmente misto (residencial e comercial) e, conseqüentemente, maior movimentação de pedestres com comportamentos e características diferentes, os ambientes analisados nesta pesquisa pertencem, exclusivamente, a estes dois tipos de via, a coletora e a arterial.

#### 3.1 TIPOS DE DISPOSITIVOS

Existem medidas de baixo, médio, e alto valor monetário para a aquisição e instalação de dispositivos capazes de proporcionar maior segurança aos usuários das vias. No entanto, a ação mais adequada irá depender do conhecimento da área estudada. As visitas em campo possibilitam a verificação dos diversos aspectos conflitantes existentes no local: o fluxo de veículos; o uso do solo; a sinalização existente; a geometria da via; a velocidade praticada pelos veículos; a quantidade e o comportamento dos pedestres e ciclistas; dentre outros.

Geralmente, com uma intervenção bem selecionada e projetada, o retorno social é consideravelmente maior do que os gastos com a adequações/correções destas intervenções, além destes custos economizados poderem ser revestidos em campanhas para a redução de acidentes de trânsito, envolvendo os pedestres e ciclistas, por serem esses os usuários do trânsito que podem apresentar maiores perdas físicas (total ou parcial), e os motoristas, por serem, também, os causadores de acidentes de trânsito.

Pesquisa divulgada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) revela que, no Brasil, a morte de uma pessoa em um acidente de trânsito representa um prejuízo de R\$ 291 mil, sendo calculados com a inclusão dos gastos de atendimento hospitalar, computando deste os primeiros socorros ainda no local do acidente, até o período de internação, gastos com remoção e danificação do veículo, deterioração das

vias urbanas, e gastos com propriedade privada, no caso de um veículo que invadisse uma residência, por exemplo (INTELOG, 2008).

De forma a reduzir esses números de acidentes de trânsito, tem-se estudado bastante as diversas medidas a serem implantadas nas vias urbanas. Dentre as mais adotadas para a redução dos conflitos no trânsito entre pedestres e veículos, está a Moderação de Tráfego, que pode ser definida como um conjunto de técnicas com finalidade de proporcionar um ambiente calmo, seguro e agradável, com objetivo de reduzir o volume de tráfego e o comportamento agressivo dos condutores, as quais passam a trafegar com velocidades mais baixas, proporcionando menores riscos aos acidentes de trânsito (CUPOLILLO, 2006).

As origens da Moderação de Tráfego estão relacionadas com as medidas de gerenciamento de tráfego introduzidas na Alemanha e na Holanda na década de 1970 (SILVA e MERIGHI, s.d.) e suas diretrizes podem ser consideradas oriundas de projetos que englobavam áreas ambientais, pátios residenciais e área de pedestres, criando áreas agradáveis para a circulação de pedestres e ciclistas, ponto de encontro, recreação, área de lazer e restringe a circulação de veículos e impede o tráfego de passagem.

Dentre os benefícios que a técnica de moderação de tráfego proporciona, tem-se a redução da circulação de veículos dentro de áreas consideradas ambientais, as transferências de viagens do tráfego de passagem para as vias adjacentes, a redução dos níveis de poluição devido ao menor volume de tráfego, o controle da mobilidade para as viagens essenciais à área considerada, como veículos de emergência, transporte público e de outros serviços, e a melhoria na qualidade de vida na área, por proporcionar uma melhor convivência no espaço público entre moradores, motoristas, pedestres e os ciclistas.

Percebe-se assim que, a Moderação de Tráfego tem como objetivo principal reduzir o tráfego de passagem das vias, possibilitando um melhor ambiente para os moradores e os usuários do transporte não-motorizado. Dessa forma, existe uma limitação para aplicação do conjunto de técnicas da Moderação de Tráfego quando se deseja trabalhar com vias arteriais e coletoras, uma vez que estas vias têm a função de garantir maior fluidez ao tráfego, de modo a superpor a preocupação com a segurança.

Recomenda-se que as fronteiras da área com medidas moderadoras de tráfego devam estar localizadas em interseções, ou trechos de vias, que ofereçam aos motoristas

rotas alternativas, bem sinalizadas, de forma que os veículos do tráfego de passagem possam desviar seus trajetos com antecedência.

A seguir, serão apresentadas algumas medidas de moderação de tráfego que podem ser utilizadas em áreas urbanas, cuja classificação viária seja arterial e coletora, de forma a possibilitar a redução de problemas com acidentes de trânsito envolvendo pedestres.

### **3.2 SINALIZAÇÃO**

De acordo com o CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), a sinalização é definida como um “conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez no trânsito e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam”.

Através da Resolução de nº 160 do CONTRAN, de 22 de abril de 2004, que aprova o Anexo II do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), a sinalização viária é composta pela sinalização vertical e horizontal, na qual são classificadas, respectivamente, em função do tipo (regulamentação, advertência e indicação), e de marcas (longitudinais, transversais, canalização, inscrições no pavimento, e delimitação e controle de parada e/ou estacionamento).

A sinalização vertical é composta por placas que transmitem mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos (DENATRAN, 2007). As sinalizações do tipo *regulamentar* e de *advertência* têm como finalidade fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego. A sinalização regulamentar tem por finalidade informar os usuários sobre: condições, proibições, obrigações ou restrições no uso da via. Já a sinalização de advertência, objetiva alertar os usuários da via sobre condições potencialmente perigosas.

Na implantação da sinalização de trânsito deve-se ter como princípio básico as condições de garantir a real eficácia dos sinais, de modo a oferecer uma seqüência lógica e boa visibilidade aos usuários da via. No entanto, a poluição visual recorrente nas áreas urbanas, muitas vezes, provoca problema de visibilidade das placas. Isso sem considerar a quantidade de placas que são danificadas por acidentes e vandalismo, conforme apresenta a Figura 14.

De acordo com o Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT (2005) são necessários R\$ 20 milhões para repor 100 mil placas todos os anos, nos 50 mil quilômetros de rodovias federais pavimentadas, valor esse que seria suficiente para restaurar essa mesma quilometragem de pavimento. Com o custo resultante do roubo do material, há conseqüentemente maiores ocorrências de acidentes de trânsito, além de se ter, também, a ausência de informação para os motoristas, traduzindo isso em maiores percursos e tempo nas viagens.



**Figura 14:** Placa composta de área escolar (A32a) com diversas avarias

É importante também ressaltar o estudo realizado por CAIRNEY e FACKRELL (1993), que constatou que a sinalização vertical que regulamenta velocidade máxima (placa R-19) colocada nas vias arteriais, coletoras e locais, infelizmente, não vinham apresentando efeito positivo na redução da velocidade, ficando sua eficácia relacionada apenas quando da existência de qualquer tipo de fiscalização, por agentes ou por radar automático ou manual (MONTEIRO, 2004).

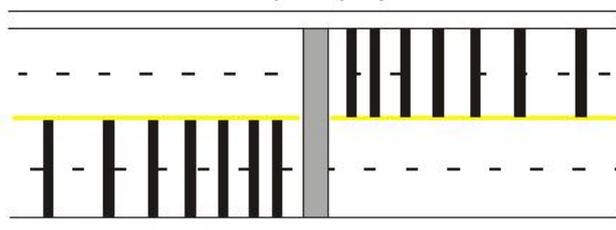
Quanto à sinalização horizontal, essa tem como função, complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência, ou indicação, de forma a organizar o fluxo de veículos e pedestres, orientando os seus deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia do terreno, ou frente a obstáculos.

No que tange ao controle de velocidade, as marcas transversais informam os condutores sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indicam travessia de pedestres e posições de parada. Essas podem ser dos tipos (CONTRAN, 2007):

a) Linhas de retenção e de “Dê a Preferência”: indicam ao condutor o local limite em que deve parar o veículo;

b) Linhas de estímulo à redução de velocidade: conjunto de linhas paralelas que, pelo efeito visual, induzem o condutor a reduzir a velocidade do veículo (Figura 15); e

c) Faixas de travessia de pedestres: regulamentam o local de travessia de pedestres.



**Figura 15:** Linhas de estímulo à redução de velocidade  
**Fonte:** DENATRAN, 2007

Existem diferentes materiais para a implantação da sinalização horizontal, dentre as mais utilizadas são os tipos: termoplástico, por serem os de maiores durabilidade, e os à base de água, por proporcionarem proteção ao meio ambiente, e ainda a base de solvente orgânico.

A durabilidade da sinalização horizontal deve ser de, no mínimo, 36 meses, quando realizada com termoplástico pelo processo de extrusão, retrorrefletivo (Deliberação nº 116/2005 do CTB, 2005). Somado a isto, para que a sinalização tenha durabilidade aceitável, é necessário um conjunto de medidas a ser observado, como a limpeza do local antes da implantação da sinalização, e o pavimento, que deve estar em boas condições para que não haja um maior desgaste.

### 3.3 MEDIDAS DE INFRA-ESTRUTURA

As alterações na infra-estrutura podem ser do tipo vertical ou horizontal e possuem o objetivo de reduzir a velocidade e proporcionar ambientes compartilhados entre o trânsito de veículos e de pedestres. Abaixo estão descritas as alterações de maior importância.

#### 3.3.1 Alterações Verticais

A utilização de alterações verticais do perfil da via tem o objetivo primordial de melhorar as condições de segurança na via para os pedestres, reduzindo a velocidade dos veículos. Estas alterações podem ser do tipo: ondulações transversais, almofadas antivelocidade, platôs e plataformas, e são diferenciadas quanto à sua forma física, e princípio de utilização.

### a) Ondulação transversal

As ondulações transversais são popularmente conhecidas como “lombadas físicas” e “quebra-molas” e devem ser utilizadas em locais onde se pretenda reduzir a velocidade do veículo, principalmente em locais específicos onde há grande movimentação de pedestres.

Pode ser definida como uma porção elevada da via com perfil circular colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego. Por questões de drenagem, devem ser construídas com largura igual à pista de rolamento, mantendo-se as condições de drenagem superficial (Resolução 39/98 do CTB) (Figura 16).



**Figura 16:** Exemplo de aplicação de ondulação transversal

Os padrões e critérios para a instalação de ondulações transversais nas vias públicas estão estabelecidos na Resolução de nº 39 do CONTRAN, de 22 de maio de 1998. Essa resolução afirma que a implantação desse dispositivo dependerá de autorização expressa do órgão de trânsito sob circunscrição da via, podendo ser implantados após estudo de alternativas de engenharia de tráfego, quando estas possibilidades se mostrarem ineficazes para a redução de velocidade e acidentes.

Existem dois tipos de lombadas físicas regulamentadas pela Resolução nº 39/98, a do Tipo I e a do Tipo II. O Tipo I somente poderá ser instalada quando houver necessidade de serem desenvolvidas velocidades até no máximo de 20 km/h, e em vias locais, onde não circulem linhas regulares de transporte coletivo. A do Tipo II, poderá ser instalada nas vias rurais (rodovias) em segmentos que atravessam aglomerados urbanos com edificações lindeiras, em vias coletoras, e em vias locais, quando houver necessidade de serem desenvolvidas velocidades até um máximo de 30 km/h. As diferenças físicas entre os dois tipos de ondulação transversal são: quanto ao

comprimento e altura, tendo a lombada física do Tipo I que possuir comprimento de 1,50m e largura 0,08m, e a do Tipo II medidas de, 3,70 e 0,10m, respectivamente.

A Resolução nº 39/98 ainda estabelece um conjunto de fatores que devem ser observados, simultaneamente, para a implantação de ondulações transversais, tais como: a existência de pavimentos rígidos, semi-rígidos, ou flexíveis, em bom estado de conservação; o índice de acidentes de trânsito; e o volume de tráfego, que deve ser inferior a 600 veículos por hora durante os períodos de pico.

Dentre as recomendações básicas a serem observadas antes da implantação de lombadas físicas, tem-se que verificar se existe recuo de estacionamento no local, visto que os condutores desviam da lombada, utilizando estes espaços para manobras de seus veículos. Além disso, é importante averiguar se os locais são desprovidos de passeios, pois nesses casos, a lombada não proporciona segurança, já que o pedestre se desloca sobre a pista de rolamento, ficando exposto aos acidentes (FRANÇA *et al.*, 2007).

No entanto, os critérios estabelecidos na resolução não são suficientes para apoiar os órgãos de trânsito na decisão de implantação de lombadas físicas, visto que não é estabelecida quantidade mínima de acidentes de trânsito, ou a natureza destes, para justificar tal implantação, além de existir uma grande diversificação quanto às características físicas e operacionais dos locais. Nas periferias, por existirem mais vias desprovidas de passeios e as edificações invadirem os espaços públicos, a decisão da implantação torna-se, muitas vezes, subjetiva e relacionada à experiência do técnico de trânsito.

De acordo com DENATRAN (2000), uma das vantagens das lombadas físicas é, a não necessidade da presença do agente de trânsito para fiscalização, uma vez que a redução da velocidade é obrigatória. São dispositivos de baixo custo e de implantação simples, porém exigem a necessidade de estarem bem sinalizados, pois caso contrário podem promover graves acidentes, podendo inclusive elevar os índices de acidentes. Dessa forma, exigem manutenção constante da sinalização horizontal e vertical, além de causarem incômodos em todos os ocupantes dos veículos, indistintamente, estando estes, ou não, com excesso de velocidade.

## **b) Almofadas**

Diferentemente das ondulações transversais, a alteração vertical do tipo almofada não está regulamentada no CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997). As

almofadas são apresentadas como medida de Moderação de Tráfego, correspondendo à porções elevadas da via, cujo perfil plano estende-se sobre parte da faixa de tráfego, com uma largura menor que a bitola de veículos pesados, para não afetar o fluxo de ônibus, caminhões, e de veículos de emergência, conforme pode ser observado na Figura 17.

A forma dessa medida permite variedades no *layout*, como: únicas, pares, duplas ou triplas, correspondendo à largura da via. O fato da não interferência na velocidade das motocicletas é o exemplo de desvantagem desse tipo de medida.

Dentre suas vantagens, destacam-se: evitam problemas de drenagem na via; possuem fácil instalação; não exigem a reconstrução da via; proporcionam facilidade para o tráfego pesado; e exigem baixo custo para sua instalação.



**Figura 17:** Exemplo de aplicação de almofada em via com transporte coletivo  
**Fonte:** BHTRANS, 2007

### c) Platô e Plataforma

Platô pode ser definido como uma seção da via elevada ao nível do passeio, com largura de meio-fio a meio-fio, devendo ter um comprimento de, no mínimo, 6m (BHTRANS, 2007). Pode ser implantado em trecho de vias, sendo neste caso sobre uma extensão maior que a de uma ondulação transversal, conforme pode ser observado na Figura 18. Apresenta como fatores negativos a reconstrução parcial da via e a necessidade de um elevado volume de pedestres.



**Figura 18:** Platô com aproximadamente 6,5m

No caso da plataforma, esta pode ser definida como uma seção da via elevada ao nível do passeio, podendo concordar com o pavimento através de rampas. São, preferencialmente, implantadas em vias que possuem um elevado fluxo de pedestres, a fim de permitir que esses e, em especial, os que possuem alguma deficiência física, atravessem sem nenhuma mudança no nível do piso, conforme observa-se na Figura 19.



**Figura 19:** Plataforma

Fonte: SILVA e MERIGUI, s.d.

Ressalta-se que nem os platôs nem as plataformas estão regulamentados no CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), sendo ambas apoiadas nas medidas de Moderação de Tráfego.

### 3.3.2 Alterações Horizontais

Nesse grupo estão os dispositivos que necessitam de obras viárias horizontais para a sua instalação e que têm como objetivos principais a redução do tempo e do espaço de travessia dos pedestres, a redução da velocidade dos veículos, além de

proporcionar melhor visibilidade entre pedestres e condutores. Estão nesse grupo: o alargamento de calçada, o refúgio, o canteiro central e a minirrotatória.

#### **a) Alargamento de calçada**

O alargamento de calçada implica na redução da largura da pista de rolamento da via, e, conseqüentemente, o aumento do passeio. É uma medida não regulamentada no CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), sendo, no entanto, ‘apresentada em uma das medidas de Moderação de Tráfego. Deve ser utilizado em locais que possuem concentração significativa de pedestres, tais como em áreas escolares, hospitais e centros comerciais, e podem estar localizados em meio de quadra, junto às faixas de travessia de pedestres, e nas esquinas, conforme Figura 20.

Devem ocupar a largura que normalmente é destinada ao estacionamento de veículos ao longo da via (2,00 a 2,50m), para que não comprometa a capacidade viária e não ocorram acidentes.



**Figura 20:** Alargamento de calçada na esquina.

Alguns cuidados devem ser observados na implantação dessa medida, destacando-se: o desenho do estreitamento da via não deve tornar um obstáculo frontal para os veículos que chegam ao cruzamento; o tipo de pavimento deve ser o mesmo da calçada; e a implantação e manutenção da sinalização, horizontal e vertical, devem ser adequadas, coerentes, visíveis, e bem cuidada.

Como desvantagens, têm-se que a construção do alargamento de calçada é de custo elevado; não deve ser alargado em vias com proibição de estacionamento ao longo do meio-fio, conforme justificado no parágrafo anterior; além da necessidade de realização de campanhas educativas e intensivas de fiscalização para que não haja

ocupação indevida da parte alargada do passeio por parte da população, como a colocação de mesas e cadeiras para os clientes de bares e restaurantes, exposição de mercadorias, utilização do espaço para estacionamento de veículos, ou tornar estes espaços uma extensão das residências (mais visto em periferias), tornando a finalidade de promover a segurança na travessia da via comprometida.

Importante ressaltar que ao utilizar essa medida de segurança viária é necessário promover acessibilidade aos usuários, através de construção de rampas, continuidade do passeio ao longo das quadras e mesmo entre elas.

### **b) Refúgio**

É a parte da via devidamente sinalizada e protegida, destinada ao uso de pedestres durante a travessia da mesma (CTB, MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997). Tem como principal finalidade permitir que os pedestres realizem a travessia em duas etapas, diminuindo assim, sua exposição sobre as pistas de rolamento, e conseqüentemente, reduzindo o risco de acidentes, como mostra a Figura 21. Segundo GOLD (1998) é aconselhável utilizar essa medida em vias de duplo sentido de circulação, com seção transversal superior a 12,0m e com elevada concentração de pedestres.

O critério que prioriza a instalação de um refúgio, e não de outras medidas como os semáforos, ou as lombadas físicas, é a existência de menores brechas entre os veículos, necessitando de menor espaço de travessia.

Esse dispositivo deve possuir dimensões suficientes para acomodar os pedestres com segurança e devem ter, no mínimo, largura de 1,20m (BHTRANS, 2007). De acordo com DENATRAN (2000), é interessante implantar um conjunto de refúgios ao longo da via, para que os condutores se defrontem com um mesmo padrão de geometria, além de ser imprescindível a utilização de sinalização de advertência no local, placas de passagem obrigatória, e de sinalização horizontal, complementada por tachas e/ou tachões.

Essa medida apresenta como desvantagens a necessidade de sinalização reforçada com placas e pinturas novas, e com boas condições de visibilidade, além do estreitamento da pista comprometer a fluidez da via.

Porém, a construção de um refúgio, ou um conjunto desses, oferece as vantagens de ser um dispositivo de custo relativamente barato, que possibilita a travessia do pedestre em duas etapas, preocupando-se com um fluxo de veículos por vez (nos casos de vias com sentido duplo de circulação).



**Figura 21:** Refúgio localizado em meio de quadra  
**Fonte:** WILTSHIRE (2008)

### c) Canteiro Central

Definido pelo CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997) como sendo um “obstáculo físico construído como separador de duas pistas de rolamento, eventualmente substituído por marcas viárias (canteiro fictício)”. O uso do canteiro central é recomendado em vias com largura mínima de 12,0m, com duplo sentidos de circulação, e preferencialmente em vias comerciais, por apresentarem travessias de pedestres em diversos pontos. Da mesma forma que o refúgio, essa medida proporciona aos pedestres uma travessia mais segura.

Outras vantagens desse dispositivo são: o impedimento dos movimentos indesejáveis de veículos, como retornos e conversões fora dos cruzamentos; o baixo custo, pois podem ser feitos com prismas de concreto; e proporcionar maior segurança para o tráfego de fluxos veiculares por não permitir a invasão da pista do fluxo oposto.

Como desvantagem dessa medida, tem-se o fato de que o canteiro central, por ordenar melhor o fluxo de veículos, deve ter poucas aberturas, de modo a reduzir os conflitos nas interseções, repercutindo, conseqüentemente, em maiores velocidades veiculares, e comprometendo as travessias dos pedestres, proporcionando a ocorrência de acidentes.

A Figura 22 apresenta uma situação de uma via arterial que, apesar da existência do canteiro central, com largura, aproximadamente, de 5 m, torna-se difícil as travessias dos pedestres, pois a pista de rolamento do lado direito é larga.



**Figura 22:** Canteiro central localizado em via com elevado fluxo de veículos  
**Fonte:** BHTRANS, 2008

#### **d) Minirrotatória**

É um dispositivo de segurança regulamentado pelo CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997) que deve ser utilizado para organizar a circulação dos veículos nos cruzamentos, cujo projeto varia de uma forma simples com apenas pintura, até mais elaborada, podendo incluir no seu centro, jardins, estátua, fontes e esculturas.

Tem como objetivo reduzir os conflitos entre os veículos e deve ser utilizada em cruzamentos com volume de tráfego inferior, na hora pico, a 1.000 veículos por hora, e o volume de veículos pesados não deve ser superior a 5% do total (CET, s.d.). Dessa forma, são mais usadas em áreas residenciais, ou mesmo dentro da área tratada. A Figura 23 ilustra o dispositivo apresentado em um cruzamento.



**Figura 23:** Exemplo de aplicação do dispositivo minirrotatória  
**Fonte:** BHTRANS, 2008

As bordas da minirrotatória podem ser rebaixadas para permitir a circulação de veículos pesados. Apresenta como fatores positivos, a possibilidade de permitir e ordenar todos os movimentos de conversão no cruzamento, além de reduzir a velocidade dos veículos. Porém, podem causar desconforto para os condutores dos veículos automotores, além de, muitas vezes, não transparecer aos pedestres condições seguras de travessia.

De acordo com ARCHIMEDES JUNIOR *et al.* (2008), alguns profissionais da área de trânsito acreditam que as minirrotatórias proporcionam menor segurança aos usuários com mobilidade reduzida do que nos cruzamentos controlados por placa, por aqueles não perceberem e aceitarem as brechas veiculares.

Dessa forma, para possibilitar uma maior segurança para os pedestres, recomenda-se que, antes da implantação desse dispositivo, sejam observados quais os locais mais adequados para a realização das travessias e, conseqüentemente, a determinação do local mais seguro e apropriado para as faixas de pedestres, além da necessidade de medidas de acessibilidade aos mesmos, principalmente para os portadores de mobilidade reduzida.

### **3.4 CONTROLES ELETRÔNICOS**

O uso de controles eletrônicos vem sendo cada vez mais utilizados devido ao elevado crescimento da frota automotora, e por serem capazes de controlar, de forma mais eficaz, os grandes fluxos de veículos que desejam realizar diferentes movimentos (ir em frente, conversões à direita e à esquerda). Esses controladores também promovem um maior disciplinamento do tráfego, a partir da utilização de dispositivos eletrônicos que geram multas, caso o condutor não respeite a sinalização existente (movimento ou uso de velocidade excessiva, por exemplo).

A seguir são apresentados os controladores eletrônicos do tipo: semáforo (veicular e de pedestres) e fiscalização eletrônica (sistemas fixos, estáticos, móveis e portáteis).

#### **3.4.1 Semáforos**

O semáforo é um dispositivo de controle e de segurança para veículos e pedestres e que, devido à sua característica de intervir no direito de passagem para os diferentes movimentos dos usuários da via, exerce uma profunda influência sobre o

fluxo de trânsito, proporcionando um maior disciplinamento entre os usuários. Existem dois tipos de semáforos - os veiculares e os de pedestres - e estes podem estar localizados em interseções, ou em meio de quadra.

Para a avaliação da necessidade de implantação de um semáforo, deve-se realizar um estudo de engenharia, no qual deve ser avaliada a estrutura física, as condições de trânsito, e as características dos pedestres do local em estudo. A seguir são apresentados os critérios utilizados por alguns órgãos gestores.

a) Critérios para implantação de semáforos veiculares

Nos Estados Unidos são considerados fatores relacionados ao fluxo veicular (de oito horas, quatro horas e na hora de pico); fluxo de pedestres; travessia de escolares; compactação de pelotões em eixos de semáforos coordenados; histórico de acidentes; e organização do trânsito em redes de semáforos (VILANOVA, s. d.). Ressalta-se que em locais onde um, ou mais critérios, sejam cumpridos não implica, necessariamente, na implantação do semáforo, pois somado-se a isso, é necessário que o estudo de engenharia comprove que a implantação irá melhorar as condições de operação/segurança do local em análise.

Na Escócia não existem metodologias factíveis para a determinação dos aspectos a serem considerados para a determinação da implantação de semáforos. O que existe é, basicamente, uma orientação, a partir do *Manual on Uniform Traffic Control Devices* (MUTCD) (VILANOVA, s. d.). No entanto, para os Escoceses, esse manual funciona apenas como complemento de informações para o técnico. No MUTCD é analisada a redução do número de conflitos e do tempo de espera; a ocorrência de 5 acidentes com vítimas durante o último ano; a demanda de usuários (veiculares e pedestres), entre outros.

Em São Paulo (CET, s.d.) são avaliados motivos referentes ao: (i) aspecto de segurança viária, através da quantidade de acidentes com vítimas ou indícios de graves acidentes; (ii) aspecto de fluidez dos veículos, no qual é considerado se há mais fluidez veicular na situação atual, ou na semaforizada; e (iii) relacionados ao tempo de espera dos pedestres para a realização da travessia, no qual é comparado o tempo de espera dos pedestres no ambiente existente, e no ambiente com a implantação do semáforo.

Ressalta-se que, apenas em 1991 os engenheiros da CET de São Paulo conseguiram finalizar o Manual de Sinalização Semafórica – Critérios de Implantação. Anteriormente era utilizada a metodologia proposta no MUTCD, o qual se mostrou totalmente inadequado para a realidade local, principalmente quando se tratava de problemas relacionados a acidentes, ou à dificuldade de travessia dos pedestres.

Percebe-se que, em todos os países em análise, é considerada a quantidade de ocorrência de acidentes de trânsito. No entanto, deve-se considerar que, para a implantação de semáforos, os acidentes ocorridos devem ser do tipo corrigível pelo semáforo, e não por outra medida de engenharia de tráfego. Outra observação importante é que, normalmente, os problemas de segurança viária são corrigidos através do uso de placas, sinalizações horizontais, mudanças de geometria, canalização e condução de pedestres para travessia mais seguras, entre outros.

Quanto à localização dos focos dos semáforos veiculares, estes podem ser antes, ou depois, da interseção, não havendo um consenso mundial sobre a melhor localização. Como vantagem da implantação antes do cruzamento, tem-se que os condutores da via transversal não conseguem ver o momento da mudança da fase de vermelho do semáforo da via preferencial, o que limita os avanços dos veículos antes do fim da fase de amarelo, como também induz os condutores a pararem antes da faixa de pedestres (GOLD, 1998).

No entanto, como desvantagem para os semáforos antes do cruzamento, acontece quando só existem focos semafóricos para veículos, pois os pedestres que cruzam a via depois do cruzamento não conseguem ver tais focos semafóricos, não tendo a referência do tempo para realizar a transposição da via.

#### b) Critérios de implantação de semáforo exclusivo para pedestres

Para o caso de implantação de semáforo exclusivo para pedestres, é importante frisar que pode haver casos de necessidade de implantar esse dispositivo eletrônico sem possuir os volumes de pedestres e/ou de veículos recomendados: (i) nos locais onde os fluxos de pessoas com necessidade de travessia é regular e, (ii) nos casos onde o fluxo de pedestres é menor, mas a dificuldade de travessia ocorre devido a ausência de brechas nos veículos. Nesse caso é justificável utilizar um semáforo com dispositivo

auxiliar, como a botoeira, que seja acionado somente quando necessário, pois o fluxo dos veículos não é interrompido sem necessidade (CET SP, 1993 *apud* MELO, 2005).

Importante verificar a real necessidade de implantação do semáforo para pedestres, pois além do custo elevado, a remoção destes não é recomendada devido aos usuários estarem habituados a atravessar a via a partir do comando de um dispositivo eletrônico.

Dessa forma, é importante observar que, nos semáforos para pedestres sem botoeira, o volume de pedestres deve ser bastante significativo, não apenas em horários específicos, pois caso isto não aconteça, este é um dos fatores que contribuem para a desobediência à sinalização por parte dos condutores, colocando em risco a vida dos pedestres.

Outro fator a ser observado também, é a visibilidade dos pedestres e dos focos semaforicos pelos condutores, visto que, caso os motoristas não sejam habituados com o local podem não visualizar o semáforo e causar acidentes de trânsito.

Segundo a Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania do Município de Fortaleza – AMC (2008) foram registradas pelos agentes de trânsito, no ano de 2007, 57.053 infrações de trânsito, sendo desse total 2.786 infrações do tipo avanço de sinal vermelho, ou de parada obrigatória, para ambos tipos de semáforos. Verifica-se, dessa forma, o elevado nível de desrespeito dos condutores em locais onde estão instalados esses dispositivos de segurança.

Observa-se ainda que, o Art. 70 do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), no Capítulo IV – Dos Pedestres e dos Condutores de Veículos não Motorizados, determina:

“Parágrafo único. Nos locais em que houver sinalização semaforica de controle de passagem será dada preferência aos pedestres que não tenham concluído a travessia, mesmo em caso de mudança do semáforo liberando a passagem dos veículos.”

Dessa forma, medidas complementares estão sendo utilizadas, como as lombadas eletrônicas, que tiveram início, no Brasil em 1992 na cidade de Curitiba, a nível experimental (BHTRANS, 2008), e hoje estão implantadas na maioria das cidades brasileiras.

### 3.4.2 Fiscalização Eletrônica

Os equipamentos de fiscalização eletrônica podem ser definidos como a utilização de meios eletrônicos capazes de controlar o cumprimento das normas estabelecidas pelo CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), sobre o controle da velocidade dos veículos, a parada inadequada sobre faixa de pedestre, o avanço de semáforo, e outros controles (GOLD, 2003). Esses equipamentos permitem identificar o veículo infrator através da visualização de sua placa, possibilitando as autoridades de trânsito emitir notificações e multas.

A intensificação do uso dessa tecnologia tem como principal objetivo a redução dos acidentes com vítimas de trânsito fatais, feridas, e os acidentes de trânsito com apenas danos materiais. Como objetivos indiretos têm-se a redução de congestionamento de tráfego devido a diminuição de interrupção do fluxo de veículos, redução de estresse das pessoas no trânsito, e a melhoria da fluidez em função da uniformidade das velocidades do tráfego.

Os equipamentos de controle eletrônico de velocidade são popularmente conhecidos como “radares” devido ao desconhecimento da população sobre ao assunto, ao tratamento dado às matérias vinculadas na mídia, bem como ao tratamento inadequado por parte dos órgãos de trânsito em não disponibilizarem e apresentarem os diferentes tipos e funções de cada um dos equipamentos.

As definições sobre o controle eletrônico de velocidade, segundo CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), no Art. 1º da Resolução 146/03 do CONTRAN, em vigor, diz que “a medida de velocidade deve ser feita por instrumentos ou equipamentos que registrem ou indiquem a velocidade medida, com ou sem dispositivo registrador de imagem, podendo ser dos seguintes tipos:

- Fixo: medidor de velocidade instalado em local definido e em caráter permanente;
- Estático: medidor de velocidade instalado em um veículo parado, ou em um suporte apropriado;
- Móvel: medidor de velocidade instalado em um veículo em movimento, que procede a medição ao longo da via;
- Portátil: medidor de velocidade direcionado manualmente para o veículo alvo.”

A seguir são apresentados os diferentes tipos de equipamentos de fiscalização eletrônica mostrando a classificação, as características de operação, e os locais mais indicados para implantação de cada tipo de medidor.

#### **a) Sistemas Fixos**

Conhecidos popularmente por diversas nomenclaturas, tais como: lombadas eletrônicas (ou barreiras eletrônicas), bandeiras, “pardais”, “fotosensores”. Esses equipamentos estão acoplados a um processador eletrônico computadorizado que operam de forma automática, capazes de registrar infrações de excesso de velocidade, conversões proibidas, avanço de semáforo, além de realizarem contagem veicular. Utilizam módulos ópticos constituídos por câmaras eletrônicas, ou câmaras fotográficas.

A detecção dos veículos é realizada através de sensores instalados de forma fixa no solo, tendo assim, capacidade de monitoramento contínuo dos veículos, não havendo escolha do veículo na verificação da velocidade desenvolvida. Dessa forma, podem operar sem a presença do agente de trânsito, mas necessita da implantação de um projeto de engenharia e de sinalização no local da instalação.

Existem diferenças quanto ao tipo de infração detectada pelos tipos de aparelhos fixos. Os pardais são os únicos que possuem a capacidade de registrarem, além da velocidade superior à permitida, as conversões proibidas nos cruzamentos semaforizados, e o avanço da faixa de pedestres, ou do sinal vermelho. O acionamento é realizado a partir do sinal de um sensor indutivo implantado sob a via pública.

Esses equipamentos também diferem quanto à forma de estrutura, onde os pardais são do tipo discreto (pouca visibilidade) e as lombadas eletrônicas e as bandeiras possuem estrutura ostensiva, ou seja, com grande visibilidade. A estrutura física das lombadas eletrônicas podem ser do tipo “totem” ou “pórtico”, já as bandeiras são limitadas à estrutura em semi-pórticos (Figura 24 e Figura 25).

As lombadas eletrônicas incluem um indicador luminoso, apresentando a velocidade pontual do veículo. A sua aplicação é adequada para quaisquer tipos de via – rodovia, expressa, arterial, coletora ou local – em locais que necessitem de fiscalização permanente para garantir circulação de veículos dentro do limite máximo de velocidade regulamentado. Especialmente indicada para áreas com restrição de visibilidade e de conflito entre pedestres e veículos.

No caso da utilização das bandeiras, essas são limitadas para trechos de vias expressas e arteriais, sendo indicadas para áreas de circulação intensa de veículos e com restrição de visibilidade. A diferença básica entre as bandeiras e as lombadas eletrônicas, é que, a bandeira não informa a velocidade com que condutor trafega, enquanto as lombadas eletrônicas informam.

Finalmente, têm-se os pardais, que se limitam, a trechos de vias expressas, arteriais e coletoras, ou seja, em locais que necessitem de fiscalização permanente em grandes extensões, evitando variância de velocidade na corrente de tráfego. Por detectarem uma maior quantidade de tipos de infrações de trânsito e por requererem características físicas de instalação menos robustas, esses aparelhos são os mais implantados nas vias urbanas. A Figura 26 apresenta esse tipo de equipamento em funcionamento na cidade de Fortaleza-Ce.

Podem ser configurados para registrarem os tipos de infrações conforme o(s) problemas(s) do local, detectando, por exemplo, apenas os veículos que avançam a faixa de pedestres, a fase de vermelho, ou a velocidade praticada pelo veículo infrator.



**Figura 24:** Lombada eletrônica do tipo tótem  
**Fonte:** PERKONS, 2008



**Figura 25:** Exemplo de bandeira  
**Fonte:** PERKONS, 2008



**Figura 26:** “Pardal” localizado em cruzamento semaforzado  
**Fonte:** OPOVO, 2008

#### **b) Sistemas Estáticos**

O equipamento é montado em um veículo estacionado, ou em um tripé, e depende do operador para a fixação e programação dos parâmetros em cada local. A captura das imagens não depende do operador, porém é recomendável a presença do agente de trânsito no local para realizar possíveis ajustes técnicos no equipamento, além de proteger o sistema contra vândalos. A detecção das imagens é realizada por reflexão de ondas, possui registro automático de dados e imagens, e sua estrutura é discreta, ou seja, não possui grande visibilidade, conforme pode ser observado na Figura 27.

A sua aplicação é adequada para rodovias - trechos de vias expressas e arteriais - em locais que necessitem de fiscalização eventual em respeito à velocidade regulamentada em determinados períodos ao longo do dia.



**Figura 27:** Equipamento do tipo estático  
**Fonte:** PERKONS, 2008

### c) Sistemas Móveis

Incluem nesse sistema os equipamentos de radar móvel que são montados em veículos em movimento, ou instalados em tripé. Possui capacidade de monitoramento geral, e o seu funcionamento é automático.

A detecção dos veículos infratores é realizada por reflexão de ondas, e sua estrutura é discreta. Esse tipo de equipamento pode, ou não, capturar imagens (menor eficiência comparada com o radar estático) e não necessita de projeto de engenharia e de sinalização para o seu funcionamento. É recomendável que seja sempre operado com a presença do agente de trânsito.

A sua aplicação é adequada para trechos de vias expressas e arteriais, e em locais com períodos que necessitem de fiscalização eventual em respeito à velocidade regulamentada. Na Figura 28 encontra-se um exemplo de radar móvel em operação.



**Figura 28:** Radar móvel em operação  
**Fonte:** CET\_RIO, 2008

### d) Sistemas Portáteis

Deve ser operado somente pelo agente de trânsito, uma vez que sua operação é manual e totalmente dependente do operador, inclusive a escolha do veículo a ser fiscalizado. Esse tipo de equipamento é usado de forma eventual, geralmente em *blitz*, ou em pontos previamente escolhidos para estudos de engenharia de tráfego, conforme pode ser observado na Figura 29.

É um equipamento discreto que detecta a velocidade praticada por reflexão de ondas, não possuem registro fotográfico e não necessita de projeto de engenharia, ou sinalização específica para o seu funcionamento.



**Figura 29:** Equipamento portátil em operação  
**Fonte:** CET- SP, 2008

### **3.5 LEGISLAÇÃO DO USO E DAS CARACTERÍSTICAS DA FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA**

O CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997) apresenta portarias, deliberações e resoluções a respeito de como devem proceder os órgãos de trânsito, sob circunscrição da via, sobre os critérios mínimos para a implantação dos dispositivos eletrônicos (seja ele para coibir o desrespeito quanto à velocidade, avanço de semáforo, ou conversões proibidas).

A seguir serão apresentados, em ordem cronológica, os principais regulamentos a respeito dos equipamentos de fiscalização eletrônica determinados por portarias, deliberações e resoluções.

#### **a) Resolução N° 146, de 27 de agosto de 2003 – CONTRAN**

Essa resolução dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semi-reboques, conforme o CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997).

De acordo com Art. 1º, § 2º desta Resolução, o instrumento, ou equipamento medidor de velocidade, dotado de dispositivo registrador de imagem deve permitir a identificação do veículo e, no mínimo, registrar a data da infração, a placa e a velocidade do veículo infrator (em km/h), além de conter a velocidade regulamentada para o local da via (em km/h), o local da infração identificado de forma descritiva, ou codificado, e a identificação do instrumento ou equipamento utilizado.

Regulamenta que é obrigatória a verificação do equipamento pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, ou

entidade por ele delegada, obrigatoriamente com periodicidade máxima de 12 (doze) meses e, eventualmente, conforme determina a legislação metrológica em vigência.

Quanto à elaboração de estudos técnicos, fica sendo necessária apenas quando a utilização da fiscalização de velocidade for inferior a velocidade máxima regulamentada da via.

#### **b) Portaria Nº 16, de 21 de setembro de 2004 - DENATRAN**

Estabelece os requisitos mínimos dos sistemas automáticos não metrológicos para a fiscalização das infrações de:

I - Avanço de sinal vermelho;

II - Parar o veículo sobre a faixa de pedestre na mudança de sinal luminoso;

III - Transitar com o veículo em faixa ou pista regulamentada como de circulação exclusiva para determinado tipo de veículo, e

IV - Quando em movimento, não conservar o veículo na faixa a ele destinada pela sinalização de regulamentação.

A Portaria ainda define sistema automático não metrológico de fiscalização como sendo:

“o conjunto constituído pelo instrumento ou equipamento de controle não metrológico, o módulo detector veicular e o dispositivo registrador de imagem, por processo químico ou digital, que não necessita da interferência do operador em qualquer das fases do seu funcionamento”.

Por fim, requer um documento, a ser elaborado para cada local fiscalizado, contendo justificativa do valor determinado para o tempo de retardo, quando registrar infração por avanço de sinal vermelho do semáforo; e do tempo de permanência que o veículo pode ficar sobre a faixa de pedestres, quando registrar infração por parar o veículo sobre a faixa de pedestre na mudança de sinal luminoso.

#### **c) Resolução Nº 171, de 17 de março de 2005 - CONTRAN**

Composta por apenas o Art. 1º, que resolve que os sistemas automáticos não metrológicos de fiscalização que tenham tido seu desempenho verificado pelo INMETRO, ou entidade por ele acreditada, ou por entidade autônoma com capacitação técnica, poderão ser utilizados até 15 de outubro de 2005, desde que tenham atendido

os requisitos especificados pelo órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via.

**d) Deliberação Nº 52, de 6 de setembro de 2006 - CONTRAN**

Delibera que somente poderá ocorrer a fiscalização eletrônica em vias com sinalização vertical de regulamentação de velocidade máxima permitida. Requer, também, que os estudos técnicos deverão contemplar, dentre outras variáveis, os índices de acidentes, as características da localidade, a densidade veicular e o potencial de risco aos usuários.

Estipula um prazo de 360 (trezentos e sessenta) dias para os órgãos de trânsito elaborar e disponibilizar os estudos técnicos previstos para os instrumentos, ou equipamentos, medidores de velocidade instalados antes da referida Deliberação.

**e) Resolução Nº 214, de 13 de novembro de 2006 - CONTRAN**

Essa resolução complementa a deliberação nº 52/06 do CONTRAN visto que resolve que os estudos técnicos devem estar disponíveis ao público na sede do órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via, e devem ser encaminhados ao Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN. Além disso, requer que toda vez que ocorrerem alterações nas variáveis do estudo técnico, o mesmo deverá ser refeito com base no item B do Anexo I desta Resolução (monitoramento).

Exige também que seja elaborado um documento, denominado de Monitoramento, a cada 6 (seis) meses de implantação da fiscalização eletrônica, contendo todas as variáveis contidas no estudo técnico.

De acordo com Art. 5º desta Resolução:

“É obrigatória a utilização, ao longo da via em que está instalado o aparelho, equipamento ou qualquer outro meio tecnológico medidor de velocidade, de sinalização vertical, informando a existência de fiscalização, bem como a associação dessa informação à placa de regulamentação de velocidade máxima permitida, observando o cumprimento das distâncias estabelecidas na tabela do Anexo III desta Resolução.”

**f) Portaria Nº 263, de 28 de novembro de 2007 - DENATRAN**

Estabelece os requisitos específicos mínimos do sistema automático não metrológico para a fiscalização de operação de retorno, e de executar operação de conversão à direita, ou à esquerda, em locais proibidos pela sinalização.

**3.5.1 Experiências brasileiras em fiscalização eletrônica**

Pesquisa realizada por CANNEL e GOLD (2000), constatou que, dentre os principais órgãos executivos municipais brasileiros que informaram sobre a utilização de fiscalização eletrônica, existia um total 1.540 equipamentos instalados, sendo 400 radares fixos, 550 lombadas eletrônicas, 500 equipamentos de controle de semáforo e 50 radares móveis, até julho de 2000. Foi verificado também que a soma das atuações municipais constituiu o maior e o mais bem sucedido programa de fiscalização eletrônica do mundo, quando se fala em número de equipamentos em utilização, do volume de trânsito e dos veículos supervisionados.

A seguir são descritos os exemplos de algumas cidades brasileiras que disponibilizaram informações para este estudo a respeito da utilização da fiscalização eletrônica para coibir o desrespeito às regras de trânsito, reduzir a velocidade e, conseqüentemente, diminuir os índices de acidentes de trânsito.

**a) Belo Horizonte**

A utilização dos equipamentos de fiscalização eletrônica teve início em 1999 e seu emprego é justificado pela necessidade de redução da quantidade de acidentes de trânsito. Para a definição do local a ser instalado o equipamento, é considerada a frequência e a gravidade dos acidentes, assim como é realizada visita em campo, com o intuito de verificar as condições da pista (presença de curva, aclive, declive e, inclusive, a frequência da travessia de pedestres) (BHTRANS, 2008).

Os medidores em funcionamento foram alocados em pontos estratégicos, onde os acidentes de trânsito eram verificados sistematicamente em função, principalmente, dos excessos de velocidade praticados por parte de alguns condutores.

Atualmente Belo Horizonte possui uma frota de, aproximadamente, 1.019.745 veículos, tendo 37 equipamentos de fiscalização eletrônica em funcionamento, todos do tipo ostensivos, os quais medem as velocidades praticadas nos principais corredores viários da cidade (BHTRANS, 2008). A BHTRANS está desenvolvendo um projeto de

ampliação da fiscalização eletrônica no Município para 100 (cem) novos locais, contanto com diferentes tipos de equipamentos, dentre eles: detectores de avanço de semáforo (conjugados e não conjugados com radares fixos); detectores de invasão de faixas exclusivas, a serem utilizados nos corredores onde já existe proibição de circulação de determinados tipos de veículos; e faixas de lombadas eletrônicas do tipo "semi-pórtico".

As estatísticas da fiscalização eletrônica de velocidade com os 37 equipamentos fixos na capital mineira registraram, no período de janeiro a outubro de 2007, a emissão de 178.333 notificações por excesso de velocidade e a passagem de 297.954.117 milhões de veículos nos locais fiscalizados. Considerando o baixo nível de reincidência neste tipo de multa, estima-se que a cada 10 mil veículos fiscalizados eletronicamente no município, apenas 16 (dezesesseis) foram notificados por excesso de velocidade. Destes, aproximadamente 93% são autuados por transitar em até 20% acima da velocidade máxima permitida para as vias fiscalizadas (infração média). Os outros 7% restantes cometeram infrações graves e gravíssimas (BHTRANS, 2008).

#### **b) Curitiba**

Na determinação da escolha dos locais a serem instalados os dispositivos eletrônicos em Curitiba, são considerados os dados sobre os acidentes de trânsito, reclamação dos usuários, verificação das condições do local (visibilidade, qualidade do pavimento e volume de tráfego) além do percentual dos veículos em excesso de velocidade.

Atualmente Curitiba possui uma frota de 1.116.018 veículos, tendo 110 equipamentos de radar estático e 33 equipamentos de lombada eletrônica em funcionamento (URBS, 2008). De acordo com dados da estatística de multas do Município, houve uma redução de 0,97% da quantidade de infrações de multas por excesso de velocidade, quando se compara os anos de 2005 e 2006 (URBS, 2008).

Os equipamentos de fiscalização eletrônica tiveram início, em Curitiba, a partir de 1999, onde houve uma redução de 3,5% na média mensal de atropelamentos, quando comparado com os oito meses anteriores à implantação dos equipamentos, e sete meses após a implantação, em 10 corredores da cidade (CANNEL e GOLD, 2000). No entanto, os acidentes com vítimas de atropelamento passaram de 1.088 ocorrências, para 1.090, nos anos de 2005 e 2006, respectivamente. Dessa forma, percebe-se pelas

experiências de Curitiba que é necessário, não apenas a implantação de dispositivos eletrônicos para coibir o desrespeito dos condutores e sim uma ação conjunta de educação e aumento na fiscalização.

### **c) Rio de Janeiro**

O principal objetivo dos equipamentos de fiscalização eletrônica para a Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-RIO) é disciplinar a circulação através do controle de velocidade, reduzindo significativamente o número de acidentes, garantindo a segurança dos motoristas e, principalmente, a dos pedestres. Porém, esses equipamentos são utilizados, também, para auxiliar a gestão do tráfego, visto que os mesmos permitem uma permanente coleta de dados estatísticos de fluxo e de infrações (CET-RIO, 2008).

Os critérios para instalação desses equipamentos são: experiência do técnico; análise da velocidade e do local; assim como o índice de acidentes. A prioridade são os locais com grande fluxo de pedestres, ciclistas e principalmente crianças (LOPES, 2006).

Atualmente a frota da Capital do Rio de Janeiro é de 2.189.940 veículos, tendo três tipos distintos de equipamentos de fiscalização eletrônica em funcionamento: radar estático (3 unidades); radar fixo; e lombada eletrônica (CET-RIO, 2008). Esses equipamentos, de acordo com programa estabelecido por Portaria da CET-Rio, podem ser deslocados permitindo a sua utilização em qualquer via.

Os equipamentos do tipo radar fixo, opera instalado em colunas e permanece no mesmo local por longo período de tempo, podendo, no entanto, participar de um esquema de rodízio, para outros pontos já pré-determinados. Atualmente a CET-RIO monitora 16 vias com esse tipo de equipamento, porém possui projeto que prevê a utilização de 30 equipamentos ativos em rodízio em 75 pontos pré-estabelecidos. Além desse projeto, a CET-RIO prevê, em torno de pelo menos 14 escolas do município, a utilização de 36 equipamentos onde serão acopladas câmeras, que permite ainda o monitoramento.

De acordo com dados estatísticos divulgados, os acidentes de trânsito com vítimas (colisões, atropelamentos e capotagens), ocorridos nas vias sob cuidados da CET, vêm reduzindo durante os anos de 2004, 2005 e 2006, conforme os respectivos registros 14.200; 14.000; e 12.000.

#### **d) Campinas / São Paulo**

Campinas foi uma das cidades pioneiras de São Paulo com a utilização da fiscalização eletrônica, iniciando a operação com radares no ano de 1994/95. Inicialmente os condutores infratores não eram multados, sendo realizada apenas uma campanha educativa, onde todos os condutores que realizam infrações eram parados pela Polícia Militar e orientados sobre o funcionamento do sistema.

A cidade de Campinas também foi pioneira na utilização de fiscalização eletrônica do tipo avanço de semáforo. As estatísticas mostraram que houve uma redução da média mensal de 35% dos acidentes nos cruzamentos com os equipamentos, e também uma redução de 40% dos acidentes com atropelamentos (CANNEL e GOLD, 2000).

Na cidade de São Paulo (SP), o sistema de radares fotográficos de velocidade começou a ser implantado mais tarde, em fevereiro de 1997. Atualmente existem dois tipos de equipamentos: radares fixados em plataformas e radares móveis sobre tripés, que funcionam em sistema de rodízio, abrangendo quase 300 pontos de fiscalização.

O critério para a escolha dos locais a serem instalados os equipamentos de fiscalização eletrônica em São Paulo (SP) é a partir dos corredores que possuem um maior número de acidentes com vítimas. O Órgão Gestor de Trânsito relaciona essa medida de redução de acidentes de trânsito com outras medidas de engenharia de tráfego. Os resultados mostraram ser bastante satisfatórios, tendo uma redução de 10% do número de feridos e 24% do número de mortos em 1998 (CET – SP, 2008).

#### **e) Distrito Federal**

Para a escolha do local a ser implantado equipamento de fiscalização eletrônica no Distrito Federal são considerados aspectos de visibilidade, inclinação da via, fluxo de veículos, velocidade média desenvolvida na via, e a estatística de acidentes de trânsito (ocorridos no ponto fixo e próximo ao local de possível instalação do equipamento de fiscalização).

De acordo com dados da Secretaria de Saúde do Distrito Federal, desde 1996 tem-se reduzido a quantidade de mortalidade por acidentes de trânsito, tendo ocorrido uma queda na quantidade de óbitos de 43 em cada grupo de 100 mil habitantes, em 1995, para 19 em cada grupo de 100 mil habitantes, em 2005. Não foi realizado estudo

específico a respeito da principal causa dessa redução, no entanto esta queda coincide com a implantação da fiscalização eletrônica de velocidade.

Segundo estudo realizado sobre velocidade, desenvolvido nas proximidades dos aparelhos de fiscalização eletrônica no Distrito Federal, em 2000, foi constatado que o efeito do dispositivo eletrônico sobre a velocidade não ocorria apenas de forma pontual, mas que se propagava, em média, em torno de 180 m do ponto exato do equipamento, mantendo a velocidade inferior ao limite proposto na barreira (JACQUES e STUMPF, 2000).

A fiscalização eletrônica era constituída, no final de 2007, por 200 radares fixos e outras 29 lombadas eletrônicas, que incluem os equipamentos de fiscalização de avanço de semáforo. Os radares estáticos, que estavam fora de operação há um ano, voltaram a funcionar no início de 2008 nos pontos mais críticos da cidade. A iniciativa de retomar a operação de fiscalização com a utilização dos radares estáticos foi devida à quantidade de acidentes de trânsito, que aumentou 12% em 2007 quando comparado a 2006, tendo o excesso de velocidade como principal causa dos acidentes ocorridos (DETRAN, DF, 2008).

#### **f) Salvador**

A utilização de fiscalização eletrônica em Salvador (BA) iniciou em 1999, com o objetivo de melhorar a mobilidade e a qualidade de vida do cidadão soteropolitano, buscando a eliminação do número de vítimas graves e fatais, e reduzindo os danos e perdas dos acidentes que não puderam ser evitados (SET, 2008).

Inicialmente foram instalados 12 equipamentos de radares, nas principais avenidas, e 45 equipamentos que detectam o avanço de sinal vermelho e parada do veículo sobre a faixa de pedestre, durante a mudança da fase amarela para a fase vermelha do semáforo. Esses foram instalados nas travessias de pedestres, onde se detectou maior ocorrência de atropelamentos. Nos dados comparativos do 2º semestre de 1998 e 1999, verificou-se uma redução de 6% dos acidentes com vítimas em Salvador.

De forma a melhorar, ainda mais, o conceito sobre a justificativa de utilização dos dispositivos eletrônicos que geram multas e incentivam os condutores a trafegarem de acordo com a velocidade regulamentada, foi realizado, em 1999, o programa “Os Novos Salva-Vidas de Salvador” com o objetivo de esclarecer a população sobre a

instalação e funcionamento dos sensores e radares (SET, 2008). A Figura 30 apresenta a propaganda referente ao programa apresentado.



**Figura 30:** Campanha educativa à utilização de fiscalização eletrônica em Salvador  
**Fonte:** SET (2008)

De acordo com as estatísticas de trânsito da SET-Salvador, após 1 ano de funcionamento dos equipamentos de fiscalização eletrônica, houve redução do número de mortos em acidentes de trânsito, com uma taxa de 12,9 mortos/10 mil veículos em 2000, para 9,7 mortos/10 mil veículos em 2006.

Durante a fase de coleta dos dados para a elaboração do presente trabalho, a frota de veículos de Salvador era de 643.874 veículos, havia 60 equipamentos que detectam avanço de semáforo, 37 radares fixos, e 4 radares estáticos, totalizando em 101 equipamentos de fiscalização eletrônica em operação (SET, 2008).

#### **g) Fortaleza**

A utilização dos equipamentos de fiscalização eletrônica em Fortaleza-Ce teve início em 1997 sob responsabilidade do Departamento Estadual de Trânsito do Ceará - DETRAN-CE, passando esta responsabilidade para Empresa de Trânsito e Transporte Urbano S/A – ETTUSA, em 1998. Devido à municipalização do trânsito em Fortaleza, a responsabilidade de promover segurança no sistema viário, passou da ETTUSA para a Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza - AMC. Nessa ocasião, todos os equipamentos de fiscalização eletrônica ficaram sobre os cuidados da Autarquia, tendo, porém, em setembro de 2004, todos os equipamentos removidos do local, por haver finalizado o prazo da empresa que ganhou a licitação para implantar esses equipamentos em Fortaleza, não tendo ocorrido, em tempo hábil, a renovação do contrato, visto, inclusive, por haver diversas ações judiciais a respeito da justificativa de implantação de equipamentos de fiscalização eletrônica em Fortaleza.

Após essa transição, a AMC reiniciou, em primeiro de julho de 2006, a utilização dos equipamentos de fiscalização eletrônica, tendo como premissa que toda e qualquer tecnologia em defesa da vida deve ser considerada forma viável para benefício da sociedade. Assim, a fiscalização eletrônica surgiu novamente com o objetivo maior de aplicar tecnologia para aumentar a segurança no trânsito, de modo a reduzir o risco de acidentes, principalmente os que resultam em vítimas fatais.

Na cidade de Fortaleza existem, até o presente momento da pesquisa, uma frota de 772.726 veículos, 232 equipamentos de fiscalização eletrônica do tipo fixo, sendo 62 destes localizados em meio de quadra e 170 localizados em cruzamentos semaforizados, e 2 equipamentos do tipo estático, localizados apenas em meio de quadra, na forma de rodízio, em 40 locais selecionados.

Os equipamentos do tipo fixo, inseridos em meio de quadra, são de dois grupos: o de controle de velocidade, e os de semáforos exclusivos para pedestres, fiscalizando estes, além do excesso de velocidade, as infrações de avanço de sinal vermelho e parada sobre as faixas de pedestres.

Os critérios para a escolha dos locais a serem instalados os equipamentos de fiscalização eletrônica possuem algumas diferenças, dependendo do local em que irão ser implantados os equipamentos, tendo, no entanto, alguns requisitos semelhantes, tais como a consulta da relação dos locais solicitados pelos munícipes enviados à AMC, e a coleta dos acidentes de trânsito, a partir do Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito de Fortaleza – SIAT/FOR (AMC, 2009). A seguir são apresentados os critérios de escolha dos locais, por localização e por tipo de equipamento:

Cruzamentos Semaforizados: Cálculo da Unidade Padrão de Severidade – UPS dos cruzamentos que existem semáforos implantados, a partir do SIAT/FOR (AMC, 2009); levantamento do volume de tráfego desses cruzamentos; cálculo da taxa de severidade, de acordo com as recomendações do Manual PARE; classificação da taxa, em ordem decrescente, para eleger os locais com os maiores índices.

Fiscalização em meio de quadra: Cálculo da UPS das vias, a partir dos dados do SIAT/FOR (AMC, 2009); localização dos pólos geradores de viagens com significativa travessia de pedestres (escolas, hospitais, etc.), identificação de intervenções realizadas

recentemente na via, como a renovação de sinalização, alteração da geometria, mudança de circulação, etc.

Semáforo para pedestres: Cálculo da UPS dos acidentes de trânsito, do tipo atropelamento, ocorridos na área do entorno de aproximadamente 200m, dos semáforos exclusivos para pedestres, a partir do SIAT/FOR (AMC, 2009); classificação, em ordem decrescente, para eleger os locais com os maiores índices; consideração do 85º *percentil* e até no mínimo 2 (dois) acidentes fatais.

### **3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir do conteúdo apresentado neste capítulo pode ser visto que existem diversos dispositivos capazes de promover um trânsito mais seguro para todos os usuários do sistema viário, sendo, no entanto, necessário conhecer os objetivos, as vantagens e as desvantagens de cada um destes dispositivos, assim como as características físicas e operacionais do local, para enfim poder selecionar o dispositivo mais indicado, ou um conjunto deles, para ser implantado

Sendo a fiscalização eletrônica uma tecnologia regulamentada pelo CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997) capaz de fiscalizar um maior número de locais e, dessa forma, proporcionar um maior disciplinamento para os usuários do sistema de trânsito que realizam infrações quanto à proibição de conversão, velocidade praticada acima da permitida, avanço de semáforo, e parada sobre a faixa de pedestres, essa tecnologia está sendo amplamente utilizada.

No entanto, a necessidade de se estudar os critérios de escolha dos locais e realizar estudos que comprovem a eficácia desses equipamentos, são fundamentais para que os equipamentos de fiscalização eletrônica possam estar nos locais mais adequados de forma à reduzir a quantidade e a severidade dos acidentes de trânsito. Para tanto, na presente pesquisa, optou-se em trabalhar com a Metodologia Multicritério de Apóia à Decisão – MCDA (ENSSLIN *et al.*, 2001) por esta possibilitar avaliação tanto de critérios quantitativos como dos qualitativos, como ocorrem nos cenários do sistema viário.

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGIA DE MULTICRITÉRIO - MCDA

Este capítulo tem como objetivo descrever a fundamentação teórica da Metodologia Multicritério de Apóio à Decisão – MCDA (ENSSLIN *et al.*, 2001), levando em consideração as fases do processo de apóio à decisão, bem como apresentar a construção de um modelo multicritério para análise das condições de segurança para os pedestres, considerando os aspectos físicos e operacionais, em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica.

Ressalta-se que, para o desenvolvimento do modelo multicritério referente ao estudo de caso deste trabalho, houve a colaboração dos engenheiros de trânsito da Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza – AMC.

#### 4.1 A METODOLOGIA DE MULTICRITÉRIO - MCDA

As abordagens tradicionais de decisão surgiram, após a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento da Pesquisa Operacional (PO), cujo foco era buscar soluções ótimas, comprovadas cientificamente em modelos matemáticos, nos quais se trabalhavam com critério único para representar perfeitamente as preferências dos decisores. Porém, após os anos 70, a comunidade científica internacional começou a pesquisar e propor uma série de métodos multicritérios, cujos objetivos básicos são auxiliar no processo de decisão, ordenar ou classificar as alternativas, e buscar considerar múltiplos aspectos, quantitativos e qualitativos, a serem incluídos no processo decisório (ENSSLIN *et al.*, 2001).

Diferentemente dos resultados da Pesquisa Operacional, os resultados da metodologia de multicritério apresentam soluções que atendem aos objetivos e valores dos envolvidos, porém não apresentam a solução ótima, e sim a mais adequada. Isso se deve ao fato de que o modelo é construído sobre os aspectos valorados pelos decisores.

Na metodologia MCDA são considerados os diversos aspectos ponderados pelos envolvidos no processo decisório, e são construídas escalas numéricas que tentam modelar matematicamente os julgamentos semânticos das pessoas envolvidas no processo decisório com relação a cada critério considerado importante por eles, e se

atribuem pesos a estes critérios para obtenção da avaliação global de ação analisada. Assim, os resultados obtidos são recomendações, fruto de conclusões bem fundamentadas e de convicções construídas durante todo o processo de apoio à decisão (ROY, 2003). Percebe-se assim que, a participação de todos os tomadores de decisão no processo de estruturação do modelo é de fundamental importância para o aprofundamento das discussões, de modo a gerar melhor compreensão do contexto decisório.

A utilização da metodologia de multicritério é bastante adequada quando se trabalha com situações complexas nas quais são necessários considerar diversos aspectos quantitativos e qualitativos na decisão, como acontece no contexto da presente pesquisa. A aplicação da metodologia é dividida em duas etapas: a estruturação e a avaliação do modelo.

#### **4.1.1 Fase de Estruturação**

A fase de estruturação consiste em reuniões entre o facilitador e o(s) decisor(es), nas quais esse(s) último(s) transmite(m) para o facilitador como ele(s) observa(m) o problema a ser solucionado, bem como quais são os elementos considerados essenciais dentro do contexto decisório.

Devido à complexidade e à quantidade de fatores que envolvem o processo decisório, pode-se tornar inadequada, para tanto é necessária uma ferramenta para organizar os aspectos a serem considerados.

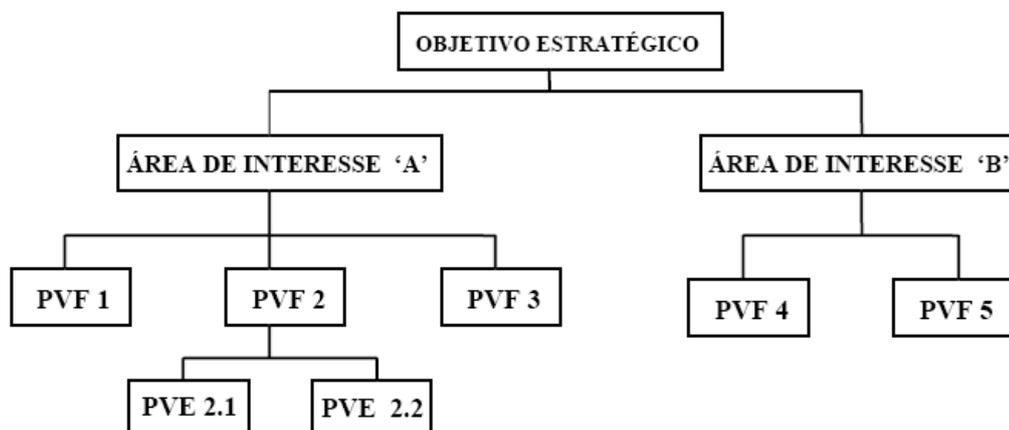
De modo a suprir essa dificuldade, um dos procedimentos utilizados para explicitar os valores relacionados com o problema em questão, seguindo as visões dos decisores, são os mapas cognitivos, que servem para auxiliar a representação do entendimento das diversas esferas do problema apresentado pelos decisores. Um mapa cognitivo pode ser também definido como uma hierarquia de conceitos, relacionados por ligações de influência entre meio e fins (MONTIBELLER *apud* ENSSLIN *et al.*, 2001), através de explicitações de valores relacionados com o problema em questão, assim como pode fornecer uma série de meios, visando atingir os fins almejados, através dos conceitos subordinados na hierarquia.

A construção do mapa cognitivo surge após várias reflexões e discussões entre os atores que compõe o processo decisório. Após sua construção, inicia-se a análise do mesmo, sendo estabelecido um processo de negociação entre os decisores, onde são

realizadas então, as alterações que se julgarem necessárias. A elaboração do mapa cognitivo serve para filtrar quais os fatores apresentados como essenciais pelo decisor irão fazer parte do modelo multicritério.

A estrutura do modelo multicritério é a de árvore (arborescência), na qual utiliza a lógica de decomposição, em que um critério mais complexo, é decomposto em subcritérios de mais fácil identificação e mensuração.

Ressalta-se que os critérios identificados como importante no processo decisório são os candidatos a Ponto de Vista Fundamentais (PVFs), os quais são agrupados em uma mesma área de interesse. A Figura 31 apresenta um modelo geral e simplificado de uma arborescência contemplando, duas áreas de interesse (A e B).



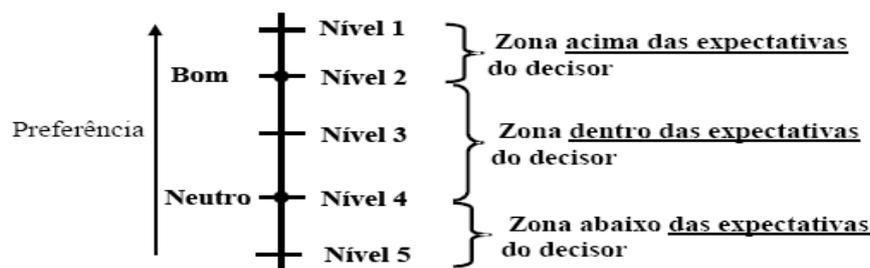
**Figura 31:** Modelo de arborescência de Pontos de Vista Fundamentais (PVF) e Elementares (PVE)  
**Fonte:** PEREIRA NETO, 2001

Para concluir a formulação do modelo multicritério é necessário realizar análises nos PVFs de forma a verificar se os mesmos atendem a uma série de propriedades: (i) mensurabilidade; (ii) isolabilidade; (iii) compreensibilidade; (iv) concensualidade; (v) não-redundância; (vi) operacionabilidade; (vii) completo; (viii) contrabilidade; e (ix) essencialidade (ENSSLIN *et al.*, 2001). Caso alguma das propriedades não seja atendida, o facilitador deve retornar ao mapa cognitivo e rever o não atendimento da propriedade, tendo que analisar o procedimento por completo para enfim corrigir o erro cometido.

Para descrever de forma plausível os impactos das ações potenciais nos PVFs considerados, e tornando-os mais compreensíveis, são construídos os descritores para cada Ponto de Vista (PV). Estes podem ser entendidos como um conjunto de níveis que

tem como função mensurar o grau em que determinada ação é atingida no PV analisado, além de possibilitar melhor compreensão do contexto decisório (PEREIRA NETO, 2001).

Os níveis de julgamento de cada descritor deve variar da situação menos atrativa à mais atrativa, ou seja, os limites inferior e superior da Figura 32, respectivamente. Com as construções dos descritores, finaliza-se a fase da estruturação do modelo.



**Figura 32:** Exemplo de um descritor  
**Fonte:** PEREIRA NETO, 2001

Ou seja, os descritores têm a função de possibilitar a construção de escalas de preferências locais; permitir a mensuração do desempenho de preferências globais; e auxiliar a construção de um modelo global de avaliação.

#### 4.1.2 Fases de Avaliação

Realizada após a conclusão da fase de estruturação do modelo multicritério, esta etapa corresponde na avaliação do modelo proposto. Inicialmente, determina-se as escalas numéricas de cada PVF do modelo. Para tanto utiliza-se do *software* MACBETH – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*, que traduz o julgamento absoluto quanto à diferença de atratividade entre os níveis, de cada descritor, permitindo sua mensurabilidade, traduzidas pelas funções de valor.

Entende-se como função de valor a representação matemática, gráfico ou escala numérica, mediante o julgamento de valor do decisor sobre um determinado critério, que proverá as informações relativas às diferenças de atratividade entre os níveis do descritor (BANA e COSTA, 1992).

A partir da determinação da função de valor associada a cada descritor do modelo, esta permite mensurar, de forma menos ambígua, o desempenho das ações, de acordo com um ponto de vista analisado.

Tendo construído os descritores, aconselha-se definir dois níveis de impacto de referência, o *Nível Bom* e o *Nível Neutro* (GRECO, 1997; BANA e COSTA e VANSNICK, 1997). Esses níveis permitem identificar quais ações são mais atrativas (aquelas que têm performance acima do *nível neutro*) e quais não são (com desempenho abaixo deste mesmo nível). Já o *Nível Bom* demarca as ações que têm uma performance acima das expectativas dos decisores (Figura 32).

Entre os diversos métodos existentes para determinar a escala de valor, existe o *software* MACBETH (BANA E COSTA E VANSNICK, 1995). Na aplicação deste *software*, são preenchidas matrizes, com resultados obtidos a partir de avaliações verbais, entre níveis de impactos. A diferença de atratividade é representada entre as sete categorias semânticas a seguir:

C0 (nenhuma diferença de atratividade) – indiferença

C1 (diferença de atratividade muito fraca)

C2 (diferença de atratividade fraca)

C3 (diferença de atratividade moderada)

C4 (diferença de atratividade forte)

C5 (diferença de atratividade muito forte)

C6 (diferença de atratividade extrema)

Definida a escala de valor de cada PVF (avaliação local), surge a necessidade de avaliar a performance das ações potenciais, com relação a todos os critérios considerados no modelo (a avaliação global).

Para transformar as avaliações locais em globais, é necessário determinar as contribuições de cada critério no modelo, denominado de taxas de substituições. Essas taxas podem ser entendidas como parâmetros que o decisor julga adequado para agregar, de forma compensatória, desempenhos locais (critérios) em um desempenho global, considerando as compensações atribuídas pelo decisor (ENSSLIN *et al.*, 2001).

Existem diversos métodos para determinar as taxas de substituições, entre eles, são destacados o *Swing Weights* (BODILY, 1985; VON WINTERFELDT e EDWARDS, 1986; GOODEWIN e WRIGHT, 1991; BEINAT, 1995), *Trade-off* (BODILY, 1985; VON WINTERFELDT e EDWARDS, 1986; WATSON e BUEDE, 1987; KEENEY, 1992; BEINAT, 1995) e Comparação Par-a-Par (BEINAT, 1995;

LARICHEV e MOSHKOVICH, 1997). No desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se o Método de Comparação Par-a-Par, mais especificadamente o Método *MACBETH*, desenvolvido por BANA E COSTA e VANSNICK (1995).

No cálculo das taxas de substituição, é necessário deixar os descritores de cada PV em ordem de atratividade (do ponto de vista mais atrativo para o menos atrativo), e posteriormente, questionar o decisor, da seguinte maneira: “Dada uma ação A que tenha um impacto no nível “bom” em um dado critério x e no nível “neutro” nos demais critérios, e uma ação B com um impacto no nível “bom” num critério y e no nível “neutro” nos demais critérios, a diferença de atratividade, quando se troca a ação A pela ação B é: ‘indiferente’, ‘muito fraca’, ‘fraca’, ‘moderada’, ‘forte’, ‘muito forte’ ou ‘extrema’ ?”

Depois de concluída essa fase, inicia-se a determinação das taxas de substituição para cada um dos grupos. Essas taxas são obtidas a partir do preenchimento de matrizes, onde são tabuladas as diferenças de atratividade, no *software* MACBETH.

A partir da determinação das taxas de substituições de cada Ponto de Vista (Fundamental e/ou Elementar) considerado no modelo multicritério, é construída a fórmula de agregação aditiva para avaliação global das ações, como indicada na Equação 1.

$$V(x) = w_1 \cdot v_1(x) + w_2 \cdot v_2(x) + \dots + w_n \cdot v_n(x) \quad (1)$$

Onde:

$V(x)$  – Valor Global da ação x.

$w_1, w_2, \dots, w_n$  – Taxas de substituição dos critérios 1,2,...,n.

$v_1(x), v_2(x), \dots, v_n(x)$  – Valor parcial local da ação (x) nos critérios 1,2,...,n.

n – número de critérios do modelo.

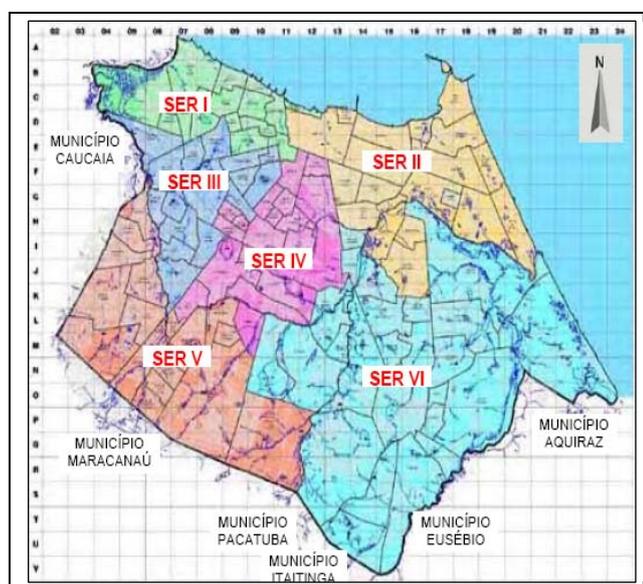
## 4.2 ESTUDO DE CASO

A área de estudo concentra-se no Município de Fortaleza-CE, que possui 314 km<sup>2</sup> de unidade territorial, população de 2.471.855 habitantes (valor estimado a partir da população do IBGE, de 1º de abril de 2007), e frota de 772.726 veículos (DETRAN, 2009). Possui sistema viário básico composto de vias com diferentes características físicas e operacionais, localizadas nas mais diversas regiões da cidade.

A Lei de Uso e Ocupação do Solo de Fortaleza – LUOS/FOR (PMF, 1996) regulamenta o sistema viário municipal, tendo essa legislação, entre outras determinações, a concepção estrutural quanto à permissibilidade do uso do solo associada à classificação viária e a determinação das larguras mínimas de canteiro central e de passeio lateral. Porém, o que se encontra presente na legislação municipal, não reflete o que é observado no cenário real, visto que determinados empreendimentos localizam-se em vias de classificação inferior ao permitido, assim como diversas calçadas e canteiros centrais possuem larguras inferiores ao regulamentado.

Fortaleza possui como órgão gerenciador do trânsito, constituído a partir de 1998, um ano após a criação do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), a Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania de Fortaleza (AMC) que vem cumprindo, por meio do Núcleo de Trânsito, as atribuições previstas no artigo 24 do CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), a favor da segurança no trânsito, tais como promover e executar atividades de polícia de trânsito e administrativa.

A cidade é composta por 191 bairros, dividida em 06 (seis) regiões administrativas denominadas Secretarias Executivas Regionais (SER's), conforme mostra a Figura 33.

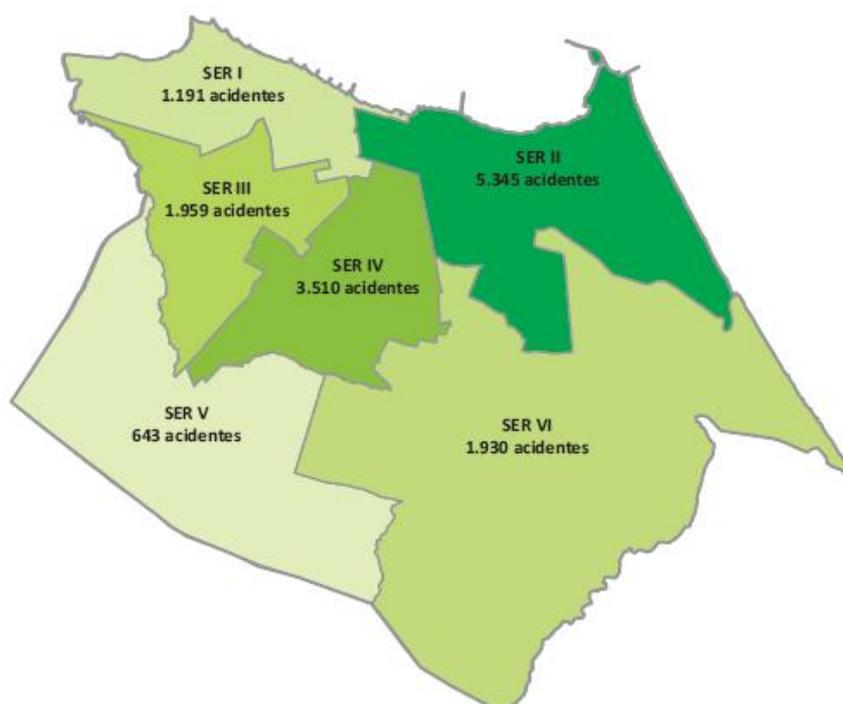


**Figura 33:** Fortaleza dividida em Secretarias Executivas Regionais (SER's)  
**Fonte:** AMC, 2009

As Regionais V e VI são as que possuem as maiores áreas territoriais e as Regionais I e III possuem as maiores densidades populacionais (domicílios por km<sup>2</sup>),

enquanto que a SER VI apresenta a menor densidade populacional (IBGE, 2000). No aspecto sócio-econômico, as rendas médias mais baixas concentram-se nas SER's I, III e IV, respectivamente.

Quanto aos acidentes de trânsito registrados em 2008, a SER II apresentou maior quantidade de acidentes de trânsito, 5.345 ocorrências, seguida da SER IV, com 3.510 acidentes, SER III com 1.959 acidentes, SER VI com 1.930 acidentes, SER I com 1.191 acidentes e SER V com 643 acidentes (AMC, 2009). A Figura 34 apresenta, por regional, a quantidade de acidentes registrada, em 2008, enquanto a Tabela 1 apresenta a relação da quantidade de acidentes por habitante de cada Regional.



**Figura 34:** Quantidade de acidentes de trânsito por regionais - 2008  
**Fonte:** AMC, 2009

**Tabela 1:** Relação entre quantidade de acidentes de trânsito por habitante por SER - 2008

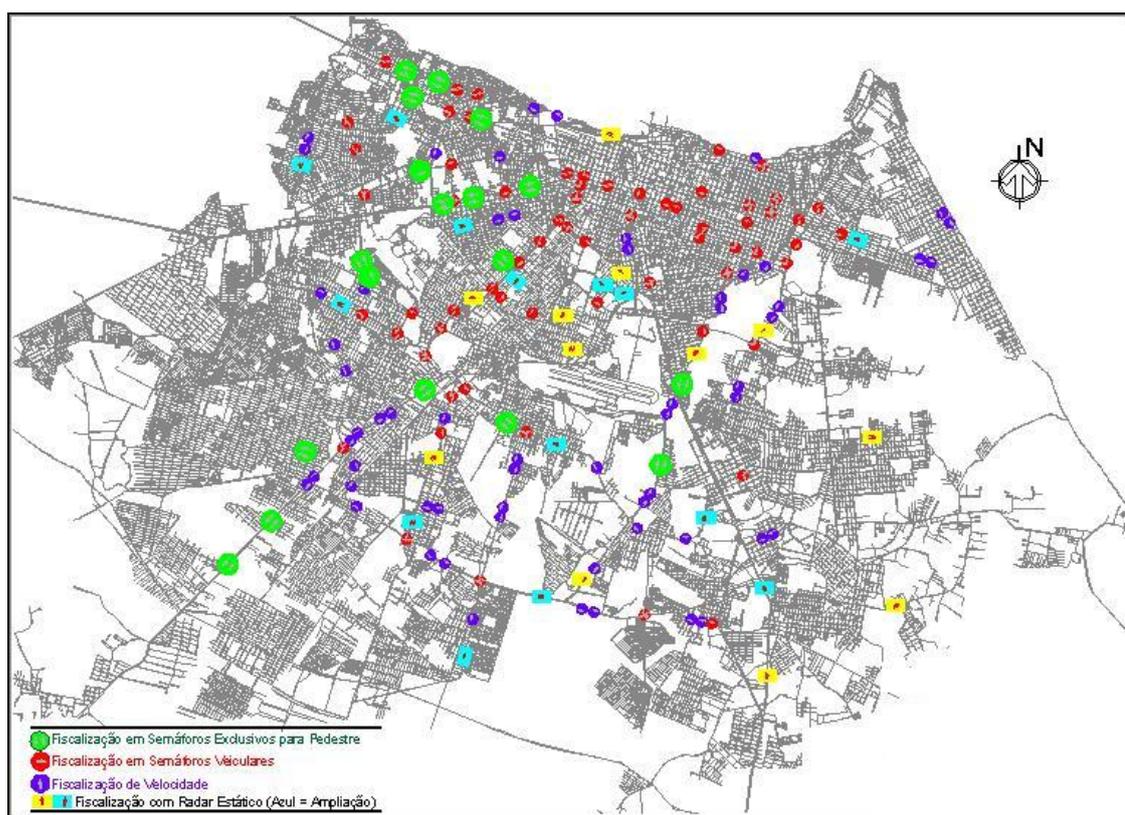
SER	ACIDENTES	POPULAÇÃO	ACIDENTE / HABITANTE
1	1.191	360.000	0,33%
2	5.345	325.058	1,64%
3	1.959	378.000	0,52%
4	3.510	280.000	1,25%
5	643	570.000	0,11%
6	1.930	600.000	0,32%

\*População aproximada de 2008.

**Fonte:** IBGE

Com relação a quantidade de vítimas fatais, os maiores percentuais são, respectivamente, os pedestres com 40,2%, os motociclistas com 23,5% e os ciclistas com 17,6% (AMC, 2009), nos quais as maiores concentrações são, em ordem crescente, nas SER's VI, III e IV, onde se encontra a população de baixo poder aquisitivo, e da elevada densidade populacional.

Dentre as técnicas de tráfego utilizadas pelo órgão de trânsito municipal de Fortaleza, a AMC, para a redução da quantidade e severidade dos acidentes de trânsito envolvendo, principalmente, os pedestres, vem sendo a fiscalização eletrônica para autuar os infratores de trânsito, quanto à velocidade excessiva, avanço de semáforo vermelho, parada sobre a faixa de pedestre, e conversões proibidas. Na Figura 35 pode ser visto a atual distribuição espacial dos diferentes tipos de equipamentos de fiscalização eletrônica existentes em Fortaleza.



**Figura 35:** Mapa com os locais de fiscalização eletrônica por tipo  
**Fonte:** AMC, 2008

Percebe-se no mapa da Figura 35 que os equipamentos de fiscalização eletrônica de semáforos, com enfoque também aos pedestres, posicionados em meio de quadra (coloração verde), estão localizados, na sua maioria, no lado noroeste da cidade (SERs I

e III), onde existe maior concentração de população de baixo poder aquisitivo, na maioria das vezes, com nível baixo de escolaridade, e alto índice de acidentes de trânsito com vítimas fatais, em meio de quadra.

### 4.3 ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

O estudo contempla os locais com equipamentos de fiscalização eletrônica que atuam os veículos quanto às infrações de trânsito: avanço de semáforo vermelho, e parada sobre a faixa de pedestres, com período de operação maior ou igual a 01 (um) ano de funcionamento. Esse período de análise é justificado devido aos usuários já estarem acostumados com a presença do semáforo e com o funcionamento dos equipamentos de fiscalização eletrônica, eliminando-se os eventuais erros.

Em Fortaleza existem 232 equipamentos de fiscalização eletrônica do tipo fixo, sendo 170 localizados em cruzamentos semaforizados e 62 em meio de quadra, e 2 equipamentos do tipo estático, posicionados apenas em meio de quadra, na forma de rodízio, em 40 locais selecionados.

Na seleção dos locais com equipamentos com mais de 01 (um) ano de funcionamento, para serem avaliados nesta pesquisa, foram identificados 25 equipamentos em cruzamentos e 26 em meio de quadra. A partir desta relação, iniciou-se a coleta de informações pertencentes ao estudo técnico de cada equipamento, tais como: a classificação da via onde o equipamento está inserido; o volume médio diário (VMD) de veículos; a existência, ou não, de canteiro central; e os índices de acidentes. Esses dados serviram como base para o conhecimento inicial de cada local a ser analisado.

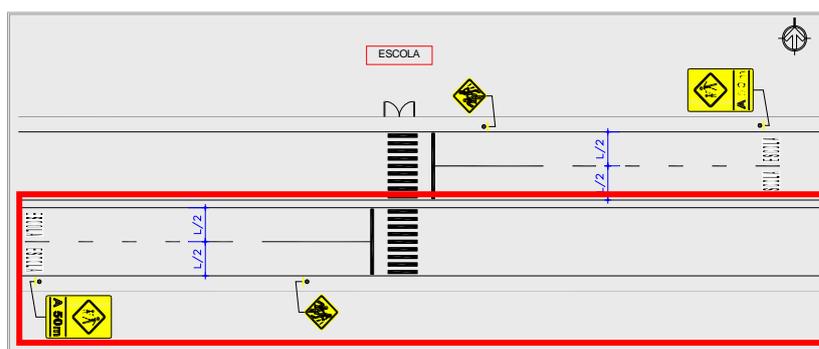
Concluído esse levantamento realizou-se a separação, em planilha *Excel*, dos equipamentos inseridos nas vias de mesma classificação funcional, mesma localização (meio de quadra ou cruzamento semaforizado), e presença ou ausência de canteiro central, concomitantemente. Essa separação deve-se ao fato de que as características físicas e operacionais dos pedestres, e dos condutores, poderem ser diferenciadas nas vias que tem tais características.

No estudo da análise das condições de segurança para os pedestres em semáforos providos de fiscalização eletrônica, buscou-se analisar aqueles equipamentos instalados nas vias com baixa, intermediária, e alto valor de UPS dos acidentes, antes das suas implantações, por ter sido este aspecto decisivo para a implantação do

equipamento de fiscalização eletrônica. Ressalta-se que durante a seleção dos locais estudados, existiram casos com mesmo valor de UPS dos acidentes, cujo critério de desempate foi o volume de veículos. Com isso foram selecionados os 15 locais para a análise das condições de segurança para os pedestres, considerando o ambiente físico e os aspectos operacionais de cada local.

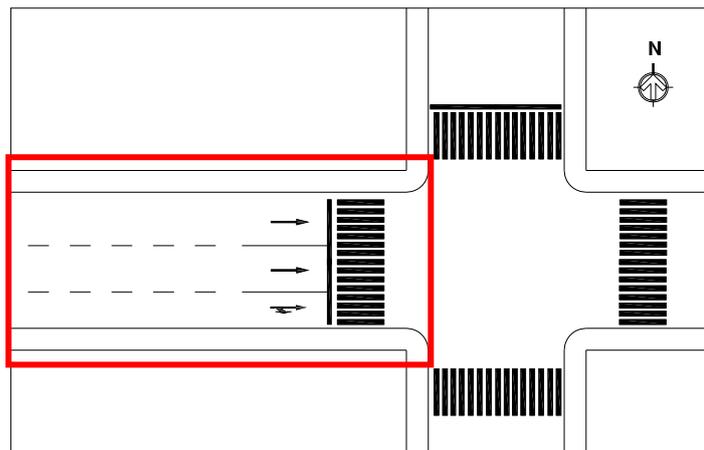
#### 4.3.1 Premissas adotadas para as análises

Na análise dos equipamentos, foram consideradas as características físicas e operacionais da aproximação onde atua o equipamento de fiscalização eletrônica. A área demarcada de vermelho na Figura 36 exemplifica a área de análise de um equipamento localizado em meio de quadra, abrangendo 50m, à montante e à jusante, do centro da faixa de pedestres.



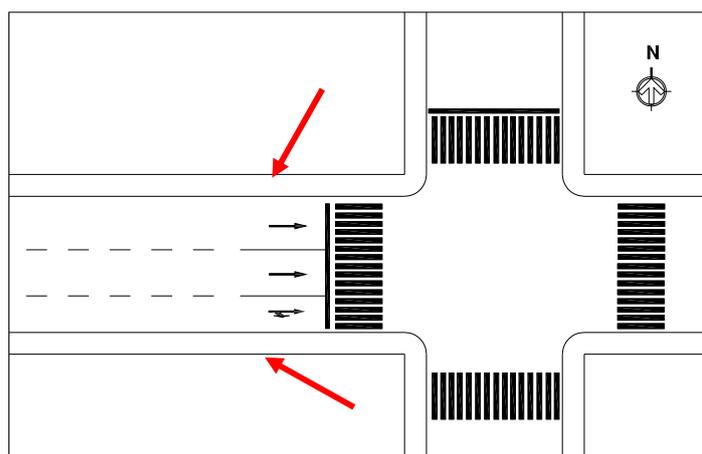
**Figura 36:** Área de objeto de estudo do presente trabalho, em meio de quadra  
**Fonte:** AMC, 2008

Para o caso dos equipamentos localizados em cruzamentos semaforizados, a área de análise situa-se desde o alinhamento da via transversal, até 50m à montante do cruzamento. A Figura 37 apresenta a área de análise em cruzamento semaforizado.

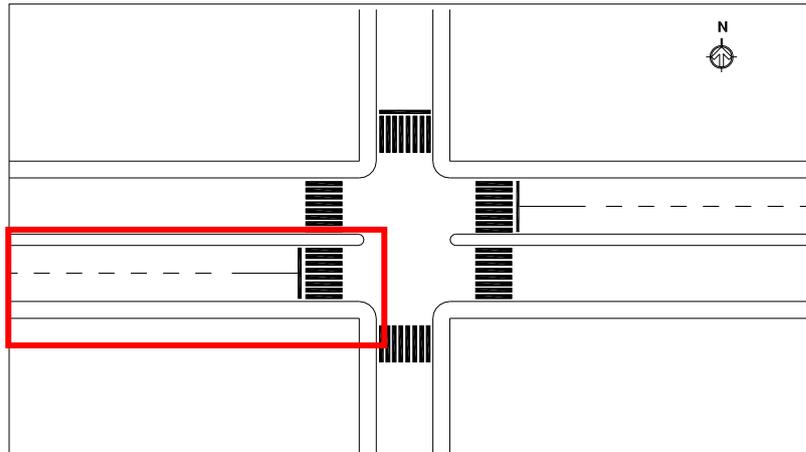


**Figura 37:** Área de análise, em cruzamento semaforizado

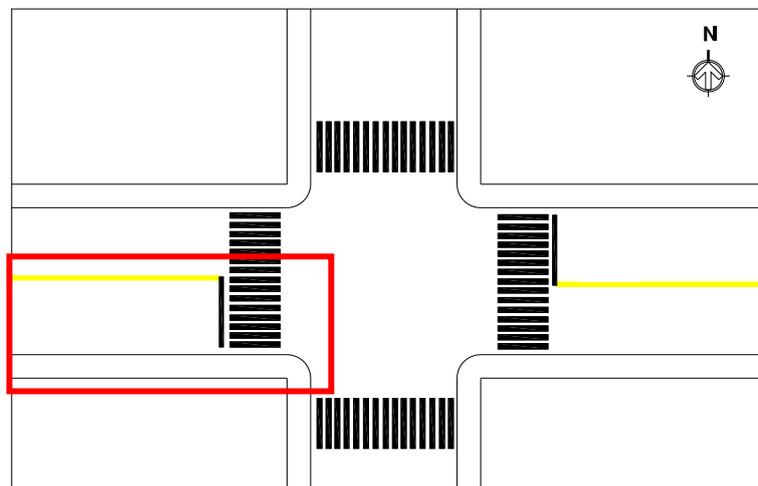
A partir do exposto, existem três situações físicas consideradas nesta avaliação, dependendo do tipo de característica da via, a saber: (i) vias de sentido único de circulação: neste caso o perfil da via corresponde a calçada do lado direito, a pista de rolamento, a calçada do lado esquerdo, e nenhum canteiro central, conforme pode ser visto na Figura 38 ; (ii) nas vias de sentido duplo de circulação, com canteiro central físico (ou fictício): o perfil da via deve conter a calçada do lado direito, e o canteiro central da aproximação em análise, como pode ser visto na Figura 39 (delimitação de vermelho); e (iii) nas vias com sentido duplo de circulação, sem canteiro central físico (ou fictício): perfil da via deve conter apenas 01 calçada, e deverá existir pintura de linha dupla contínua amarela no centro da pista, conforme apresenta a Figura 40.



**Figura 38:** Via de sentido único, com a presença de duas calçadas



**Figura 39:** Via de sentido duplo com canteiro central existente  
**Fonte:** AMC, 2008



**Figura 40:** Via de sentido duplo sem canteiro central

Em resumo, os locais selecionados para a realização da pesquisa foram os seguintes:

- Via arterial com canteiro central e equipamentos em meio de quadra;
- Via arterial com canteiro central e equipamentos em cruzamento;
- Via arterial sem canteiro central e equipamentos em meio de quadra;
- Via arterial sem canteiro central e equipamentos em cruzamento;
- Via coletora com canteiro central e equipamentos em meio de quadra e
- Via coletora sem canteiro central e equipamentos em meio de quadra.

Para o caso das vias com classificação viária coletora, não existem, em Fortaleza, equipamentos de fiscalização eletrônica localizados em cruzamentos semaforizados que contemplam os requisitos necessários para o estudo. Para o caso dos

equipamentos localizados em meio de quadra, inseridos em vias com a presença de canteiro central, existe apenas 01 caso em Fortaleza, com 02 aproximações, que contempla os requisitos necessários para o estudo. Assim, optou-se por não considerar na análise os equipamentos instalados em vias de classificação funcional coletora, com a presença de canteiro central e localizado em meio de quadra, visto que não seria possível confrontar os resultados com outros equipamentos em vias do mesmo grupo. Dessa forma, para o caso das vias de classificação viária coletora, foram analisados apenas os equipamentos localizados em meio de quadra, sem a presença de canteiro central.

As Tabelas 02 à 07 apresentam todos os locais selecionados para estudo que possuem os equipamentos de fiscalização eletrônica, de acordo com os critérios de decisão acima especificados.

a) Classificação das vias arteriais com canteiro central e equipamentos localizados em meio de quadra

Existem 14 aproximações onde estão implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica, com todas as exigências requeridas nesse estudo. Conforme pode ser observado na Tabela 2, em 04 vias estão implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica, todos eles localizados nos dois sentidos do tráfego.

**Tabela 2:** Via arterial com canteiro central e equipamentos em meio de quadra

Selecionado	Ordem	Localização	Sentido	Início de operação	Justificativa
SIM	1	Av. Alberto Craveiro, 1480 - Oposto	Sul/Norte	12/07/2007	Menor UPS
	2	Av. Alberto Craveiro, 1480	Norte/Sul	12/07/2007	
	3	Av. Dedé Brasil, 1700 (em frente ao campus do itapery)	Oeste/Leste	28/11/2006	
	4	Av. Dedé Brasil, 1700 - Oposto (em frente ao campus do itapery)	Leste/Oeste	28/11/2006	
	5	Av. Bezerra de Menezes, 2461	Oeste/Leste	24/11/2006	
	6	Av. Bezerra de Menezes, 2461 - Oposto (North Shopping)	Leste/Oeste	24/11/2006	
SIM	7	Av. Pres. Castelo Branco, 4750	Leste/Oeste	01/12/2006	Média UPS
	8	Av. Pres. Castelo Branco, 4707	Oeste/Leste	12/12/2006	
	9	Av. Bezerra de Menezes, 1820 - Oposto	Oeste/Leste	08/12/2006	
	10	Av. Bezerra de Menezes, 1820	Leste/Oeste	08/12/2006	
SIM	11	Av. Bezerra de Menezes, 435 (EEFM Pres. Roosevelt)	Oeste/Leste	17/10/2006	Maior UPS
	12	Av. Bezerra de Menezes, 400 B	Leste/Oeste	17/10/2006	
	13	Av. Pres. Castelo Branco, 4244 (Ref. Dep. Colônia)	Leste/Oeste	12/01/2007	
	14	Av. Pres. Castelo Branco, 4244 - oposto (Ref. Dep. Colônia)	Oeste/Leste	12/01/2007	

Neste grupo foram selecionadas 03 vias para avaliação dos equipamentos, sendo justificada a escolha desses locais para análise pelo valor da UPS: uma via de valor maior, uma de valor médio e outra de valor menor. Dessa forma, para o referido grupo,

tem-se os locais: (i) Avenida Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N); (ii) Avenida Presidente Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O); e (iii) Avenida Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L). A seguir é descrita uma visão geral dessas vias e, posteriormente, são apresentadas informações vivenciadas durante o levantamento dos dados físicos e operacionais.

**(i) Avenida Alberto Craveiro, em frente ao nº 1.480 oposto (aproximação sul-norte)**

Pertencente à SER VI, essa via tem classificação funcional arterial, com presença de canteiro central separando os fluxos de tráfego opostos. Possui intenso tráfego de ciclistas e de veículos, com existência de diversas linhas de transporte público. É considerada uma das vias de grande importância de ligação da cidade, por ligar o lado norte ao sul de Fortaleza, sendo, também, uma das principais avenidas de acesso ao Estádio de futebol Governador Plácido Castelo, mais conhecido como Castelão.

O local da pesquisa fica em frente ao Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), que presta serviços e realiza programas sócio-assistenciais de proteção social básica às famílias e indivíduos (Figura 41). Durante o levantamento dos dados operacionais não foi verificada significativa quantidade de pedestres no trecho em análise, andando na calçada ou transpondo a via. Foi identificada a existência de pedestre com mobilidade reduzida (andando de muletas), atravessando a via fora da faixa de pedestres, e com semafórico com fase verde para os veículos.



**Figura 41:** Avenida Alberto Craveiro, em frente ao nº 1.480 oposto (S/N)

**(ii) Avenida Presidente Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (aproximação leste-este)**

A Av. Presidente Castelo Branco é também conhecida como Avenida Leste-Oeste, por ligar a região leste a oeste da cidade de Fortaleza. Pertencente às SERs I e II, esta via possui canteiro central por toda a sua extensão, com elevado fluxo de veículos e de ciclistas, e possui aberturas de canteiro em meio de quadra de modo a proporcionar movimentos de retorno. Devido a esses fatores e a precária geometria do local, essa via é propícia a maiores quantidades de acidentes de trânsito.

Pode-se considerar que a Av. Pres. Castelo Branco possui três segmentos diferenciados. O primeiro segmento próximo à área central de Fortaleza, com uso do solo heterogêneo, com concentração de equipamentos de lazer e moradias (boates e hotéis de luxo). No segundo segmento, há uma maior concentração de casas do tipo unifamiliares e pequenos comércios, além da existência de um colégio público. Esse segmento possui equipamentos de fiscalização eletrônica em meio de quadra e em cruzamentos semaforizados, devido inclusive, aos frequentes conflitos entre pedestres e veículos automotores. O último segmento, após o cruzamento com a Av. Dr. Theberge, vai até o limite do município de Fortaleza, conectando com a rodovia de acesso à cidade Icaraí. Esse trecho possui um menor fluxo de veículos quando comparado com os outros trechos, tendo os usuários destinos, principalmente, ao bairro Barra do Ceará e para as praias do lado oeste da cidade de Fortaleza (Icaraí, Cumbuco, Tabuba).

A pesquisa foi realizada na Av. Pres. Castelo Branco, em frente ao nº 4.750 (sentido L/O) (Figura 42), localiza-se no último trecho descrito. Foram verificados alguns problemas no local, tais como a iluminação artificial do poste próximo à faixa de pedestres que se encontrava com problemas de funcionamento, pois desligava constantemente, prejudicando a visualização entre pedestres e veículos.

Foram identificados que, dos pedestres que atravessavam a via fora da faixa de pedestres, aproximadamente 85% das travessias eram realizadas anterior à faixa, ou seja, os pedestres não observavam o foco semafórico dos veículos. No entanto, no local existe botoeira, e foco semafórico de pedestres.



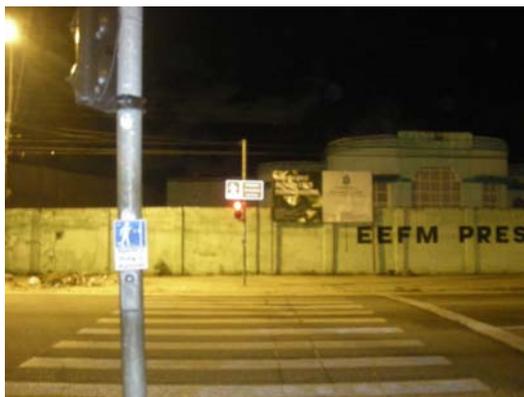
**Figura 42:** Av. Pres. Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (L/O)

**(iii) Avenida Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (aproximação oeste-leste)**

Via de classificação funcional arterial, a Avenida Bezerra de Menezes pertence à SER I, possui três faixas de tráfego por sentido e presença de canteiro central com aberturas em meio de quadra em determinados locais. É rota de diversas linhas de ônibus urbano e metropolitanas, com elevado fluxo de veículos particulares, e com concentração de comércios de médio à grande porte, bem como de escolas (públicas e particulares).

Devido à existência do Instituto dos Cegos, e por ser uma via com grande fluxo de tráfego de transporte motorizado e não-motorizado (pedestres e ciclistas), essa é a única via em Fortaleza que possui equipamento de fiscalização eletrônica, em meio de quadra, no qual emite sinal sonoro para atendimento às pessoas com deficiência visual.

A pesquisa foi localizada em frente à Escola de Ensino Fundamental e Médio (EEFM) Presidente Roosevelt (Figura 43). Nesse trecho existem, além da escola pública, pequenos comércios. Durante a pesquisa verificou-se que as lâmpadas, de dois postes de iluminação, mais próximas à faixa de pedestre em análise, encontravam-se com problemas, pois ficavam apagando, proporcionando menor visualização entre os pedestres e veículos. No sentido oposto ao do estudo (oeste-leste), a calçada apresentava-se totalmente destruída, não sendo possível distinguir fisicamente o término do início da pista de rolamento.



**Figura 43:** Avenida Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (O/L)

- b) Classificação das vias arteriais com canteiro central e equipamentos localizados em cruzamentos semaforizados

Neste grupo existem 19 aproximações onde estão implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica, com todas as exigências requeridas nesse estudo, conforme pode ser observado na Tabela 3. Verifica-se, inclusive, que em quase todas as vias, existem equipamentos de fiscalização eletrônica instalados, em todas as aproximações semaforizadas.

**Tabela 3:** Via arterial com canteiro central e equipamento em cruzamento

Selecionado	Ordem	Localização	Sentido	Início de operação	Justificativa
	1	Av. 13 de Maio X Av. Carapinima	Oeste/Leste	12/04/2007	
	2	Av. 13 de Maio X Av. Carapinima	Leste/Oeste	12/04/2007	
	3	Av. Desembargador Moreira x Av. Abolição	Sul/Norte	08/03/2007	
	4	Av. Desembargador Moreira x Av. Pontes Vieira	Sul/Norte	16/03/2007	
	5	Av. Pontes Vieira x Av. Desembargador Moreira	Oeste/Leste	15/03/2007	
	6	Av. Desembargador Moreira x Av. Pontes Vieira	Norte/Sul	15/03/2007	
	7	Av. Pontes Vieira x Av. Desembargador Moreira	Leste/Oeste	16/03/2007	
SIM	8	Av. 13 de Maio X Av. da Universidade	Leste/Oeste	14/02/2007	Média UPS
	9	Av. 13 de Maio X Av. da Universidade	Oeste/Leste	14/02/2007	
	10	Av. Desembargador Moreira x Av. Santos Dumont	Sul/Norte	04/09/2007	
	11	Av. Santos Dumont x Av. Desembargador Moreira	Oeste/Leste	04/09/2007	
	12	Av. Desembargador Moreira x Av. Santos Dumont	Norte/Sul	04/09/2007	
	13	Av. Santos Dumont x Av. Desembargador Moreira	Leste/Oeste	04/09/2007	
	14	Av. Desembargador Moreira x Av. Antônio Sales	Norte/Sul	29/05/2007	
	15	Av. Pres. Castelo Branco x Av. Dr. Theberge	Oeste/Leste	10/01/2007	
SIM	16	Av. Pres. Castelo Branco x Av. Dr. Theberge	Leste/Oeste	10/01/2007	Maior UPS
	17	Av. Abolição x Av. Desembargador Moreira	Oeste/Leste	28/02/2007	
	18	Av. Abolição x Av. Desembargador Moreira	Leste/Oeste	14/02/2007	
SIM	19	Av. Godofredo Maciel x Rua Germano Frank	Sul/Norte	30/05/2007	Menor UPS

Os 03 cruzamentos selecionados para avaliação dos equipamentos são: (i) Avenidas 13 de Maio com Universidade (sentido L/O); (ii) Avenidas Presidente Castelo Branco com Dr. Theberge (sentido L/O); e (iii) Avenida Godofredo Maciel com Rua Germano Frank (sentido S/N). Ressalta-se que a escolha dessas aproximações foi de acordo com a UPS dos acidentes ocorridos, conforme justificado na Tabela 3. A seguir

é descrita uma visão geral das vias e, posteriormente, são apresentadas informações vivenciadas durante o levantamento dos dados físicos e operacionais.

**(i) Avenidas 13 de Maio com Universidade (aproximação leste - oeste)**

Inseridos na SER III, essas vias tem um elevado fluxo de usuários de diversos modais (à pé, bicicleta, e motorizado – ônibus, moto e carro de passeio). Na ocupação do solo lindeiro encontram-se instituições públicas de ensino superior (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Humanidades, Reitoria e Casas de Cultura, todas pertencentes à Universidade Federal do Ceará - UFC), a Igreja Católica Nossa Senhora dos Remédios, e o Centro de Treinamento e Desenvolvimento (CETREDE), onde são administrados diversos cursos de graduação, pós-graduação, e de extensão, das mais variadas áreas de ensino superior.

Verifica-se um elevado e contínuo fluxo diário de alunos e profissionais na área, principalmente nos horários de pico do tráfego, possibilitando maiores ocorrências de acidentes de trânsito, envolvendo pedestres. Este cruzamento selecionado para a pesquisa possui equipamentos de fiscalização eletrônica do tipo fixo em todas as aproximações, tendo sido estudadas neste trabalho duas delas (sentido leste-oeste da Av. 13 de Maio e sul-norte da Av. da Universidade).

Quanto à aproximação leste-oeste estudado, a mesma está inserida entre a Reitoria e as Casas de Cultura da UFC, possui duplo sentido de circulação, com duas faixas de tráfego por sentido, presença de canteiro central e elevado fluxo de transporte coletivo (Figura 44).

Durante o levantamento dos dados operacionais, percebeu-se neste cruzamento um fluxo elevado e constante de pedestres na calçada do trecho em análise, em ambos os sentidos. Devido a largura da calçada ser de apenas 2,80m, os pedestres andavam, inclusive, junto ao meio-fio, próximo da pista de rolamento. Ressalta-se que durante a pesquisa, nesta aproximação ocorria a distribuição de panfletos de propaganda para os usuários de veículos, tendo inclusive, prejudicado, algumas vezes, a passagem de pedestres que aconteceram fora da faixa.



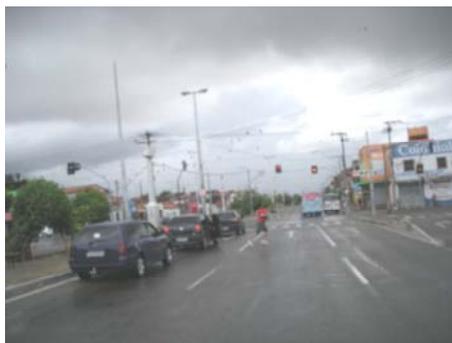
**Figura 44:** Av. 13 de Maio, próximo ao cruzamento com a Av. da Universidade (sentido L/O)

**(ii) Avenidas Presidente Castelo Branco com Dr. Theberge (aproximação leste - oeste)**

As características gerais da Avenida Presidente Castelo Branco já foram descritas no item a, sub-item ii, quando se explanou o trecho em frente ao nº 4750 (Leste-Oeste).

Quanto ao cruzamento pesquisado, Av. Presidente Castelo Branco com Av. Doutor Theberge, verificou-se a existência de vendedores de churrasco e de pessoas praticando atividade física (corrida, caminhada, e musculação, com a utilização de barras físicas instaladas no canteiro central pela Prefeitura). Ressalta-se que essas atividades são rotineiras do local e que, apesar do canteiro central possuir 6,0m de largura, com árvores ao centro e encontrar-se em bom estado de conservação, algumas pessoas praticavam corrida sobre a pista de rolamento, junto a borda do canteiro central (Figura 45).

Durante o período de realização da pesquisa não foram verificados pedestres com portadores de necessidades especiais circulando pela área, no entanto, havia um fluxo considerável de crianças com faixa etária de entre 2 e 12 anos de idade.



**Figura 45:** Av. Presidente Castelo Branco x Av. Dr. Theberge

**(iii) Avenida Godofredo Maciel com Rua Germano Frank (aproximação sul - norte)**

Cruzamento localizado na SER IV, com duplo sentido de circulação, separados por canteiro central. Possui um elevado fluxo de veículos públicos e particulares, bem como motorizados e não motorizados. O uso do solo lindeiro dessa avenida é misto, com comércios variando de pequeno à grande porte, e com residências, prioritariamente, do tipo unifamiliares. Por estar localizado próximo ao Terminal de ônibus da Parangaba, um hospital, e um colégio, o volume de pedestres na área também é bastante elevado durante quase todo o período do dia (Figura 46).

No local da pesquisa observou-se a presença de comércios de venda de peças para veículos, bem como para operação de conserto dos mesmos. Durante o levantamento dos dados operacionais não foram verificadas situações que pudessem representar indícios de acidentes de trânsito, envolvendo também pedestres.



**Figura 46:** Avenidas Godofredo Maciel com Germano Frank

- c) Classificação das vias arteriais sem canteiro central e equipamentos localizados em meio de quadra

Partindo para os locais sem canteiro central e em meio de quadra, nas vias de classificação viária arterial, existem apenas duas delas com 05 equipamentos de fiscalização em funcionamento, conforme pode ser observado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Via arterial sem canteiro central e equipamento em meio de quadra

Selecionado	Ordem	Localização	Sentido	Início de operação	Justificativa
	1	Av. Francisco Sá, 5445	Oeste/Leste	06/07/2007	
SIM	2	Av. Francisco Sá, 5426	Leste/Oeste	06/07/2007	Menor UPS
	3	Av. Francisco Sá, 3783 A	Oeste/Leste	10/10/2006	
SIM	4	Av. Francisco Sá, 3780 A	Leste/Oeste	10/10/2006	Maior UPS
SIM	5	Av. Sargento Hermínio Sampaio, 3643	Oeste/Leste	10/01/2007	Média UPS

A análise realizou-se em 03 aproximações, a saber: (i) Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (sentido L/O); (ii) Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 3780<sup>a</sup> (sentido L/O); e (iii) Avenida Sargento Hermínio Sampaio, em frente ao nº 3643 (sentido O/L). Esses locais foram analisados de acordo com a UPS dos acidentes ocorridos, conforme justificado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** A análise geral, bem como as observações obtidas no dia do levantamento dos dados estão descritas a seguir.

**(i) Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (aproximação leste-oeste)**

Via localizada na SER I, possui classificação funcional arterial, com uma faixa de rolamento por sentido, sem a presença de canteiro central, apenas pintura de faixa contínua na cor amarela separando os fluxos opostos. A Avenida Francisco Sá possui elevada importância no sistema viário de Fortaleza, por ligar as áreas leste e central da cidade à vários bairros da região oeste da cidade. Pela via circulam diversas linhas de ônibus urbano, que apóiam na mobilidade dos usuários, com destino a bairros adjacentes.

O uso do solo lindeiro da avenida possui dois trechos distintos, sendo o primeiro com uso prioritariamente comercial, com início no cruzamento da Rua Filomeno Gomes e finalizando no cruzamento com a Av. Dr. Theberge. O segundo trecho se estende até o limite do município, e possui uso do solo misto (residências unifamiliares e pequenos

comércios). Em ambos os segmentos há grande movimento de pedestres e usuários em transporte motorizado, sendo, no entanto, mais elevado o fluxo de pedestres no primeiro trecho.

O local pesquisado na Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426, localiza-se no primeiro segmento descrito, possui, na área de influência, comércios de venda de móveis residenciais, banco, além da presença de posto de combustível (Figura 47). No momento da pesquisa foi identificada a presença de ciclistas, prioritariamente, na pista de sentido leste-oeste do tráfego (sentido em análise), devido ao período do pico (final de tarde/noturno). Foi verificado 01 pedestre com deficiência reduzida (com uma perna amputada) andando ao longo do passeio.



**Figura 47:** Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426

**(ii) Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 3780A (aproximação leste - oeste)**

Na Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 3780A, localiza-se o Hospital Fernandes Távora (hospital público), de grande atendimento à população. No trecho pesquisado, o uso do solo lindeiro é misto (comércio no pavimento inferior e residências no superior), com elevado fluxo de ciclistas ao longo da pista de rolamento, sentido leste-oeste (sentido em análise) (Figura 48). Ressalta-se que no período diurno, o maior volume de ciclistas é no sentido oeste-leste, devido ao período do pico matinal.



**Figura 48:** Avenida Francisco Sá, 3780A

**(iii) Avenida Sargento Hermínio Sampaio, em frente ao nº 3643 (aproximação oeste - leste)**

Via com uma faixa de tráfego por sentido, sem a presença de canteiro central, apenas faixas contínuas amarelas separando o fluxo de veículos de sentidos opostos e com uma demanda constante de pedestres com necessidade de transpor a via. Pertence à SER I, pela via circulam linhas de transporte público por ônibus, além de ter uso do solo misto (comércios de médio porte e residências, principalmente, unifamiliares). Bastante utilizada por ciclistas em ambos os sentidos de circulação de tráfego, sendo mais intenso no período matinal, no sentido oeste-leste (bairro/centro), e no período noturno, no sentido leste-oeste (centro/bairro).

No local de análise, há a presença de residências unifamiliares e pequenos comércios (bodegas, armarinhos, pequena loja de móveis para residência, e restaurante) (Figura 49). Existe, a poucos metros da faixa de pedestre analisada, um beco que dá acesso a pequenos lotes de residências unifamiliares, existindo um fluxo de veículos e de pedestres constante, porém não elevado, acessando-o.



**Figura 49:** Calçadas do trecho em análise da Av. Sargento Hermínio Sampaio

- d) Classificação das vias arteriais sem canteiro central e equipamentos localizados em cruzamento semaforizado

Finalizando os locais que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica em vias de classificação funcional arterial, apresenta-se na Tabela 5 as cinco vias com equipamentos localizados em cruzamentos semaforizados sem a presença de canteiro central.

**Tabela 5:** Via arterial sem canteiro central e equipamento em cruzamento

Selecionado	Ordem	Localização	Sentido	Início de operação	Justificativa
SIM	1	Av. Hist. Raimundo Girão x Av. Rui Barbosa	Leste/Oeste	31/01/2007	Menor UPS
	2	Rua Germano Frank x Av. Godofredo Maciel	Norte/Sul	30/05/2007	
SIM	3	Av. Francisco Sá X Av. Pasteur	Leste/Oeste	10/10/2006	Média UPS
	4	Av. Francisco Sá X Av. Pasteur	Oeste/Leste	10/10/2006	
SIM	5	Av. da Universidade X Av. 13 de Maio	Sul/Norte	14/02/2007	Maior UPS
	6	Av. Antônio Sales x Av. Desembargador Moreira	Oeste/Leste	13/07/2007	

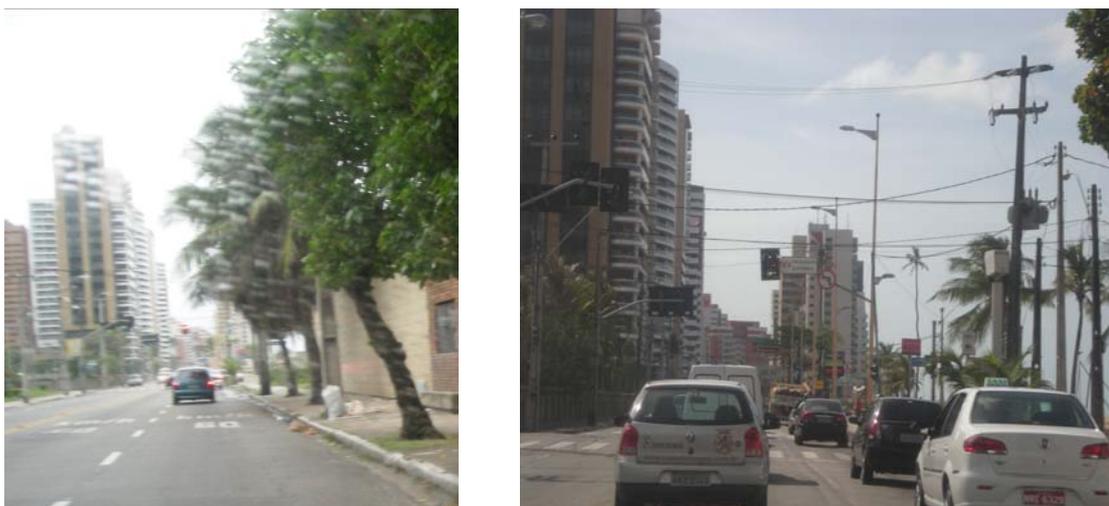
A análise foi realizada em três aproximações: (i) Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O); (ii) Avenidas Francisco Sá com Pasteur (sentido L/O); e (iii) Avenidas da Universidade com 13 de Maio (sentido S/N). Ressalta-se que a escolha dessas aproximações foi de acordo com a UPS dos acidentes ocorridos, conforme justificado na Tabela 5. A seguir estão descritas, para cada local, a análise geral bem como as observações obtidas no dia do levantamento dos dados.

(i) **Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (aproximação leste - oeste)**

Cruzamento localizado na SER II, com uso do solo nas aproximações ocupado por edifício residencial, restaurante de luxo, aterro da Praia de Iracema e o Ideal Clube. No entorno deste local existe uma grande área de praia, onde ocorre grande concentração de pessoas, por possibilitar, inclusive, a prática de esportes, e a realização de festas noturnas. A Av. Historiador Raimundo Girão é classificada como via arterial e não há canteiro central dividindo o fluxo de sentidos opostos (Figura 50).

O local é visitado diariamente por turistas e pela população da cidade com interesses em diversas atividades: lazer, compras de artigos regionais, prática de esportes (no clube e no aterro) e refeições (lanche e jantar). O cruzamento é próximo também à Avenida Beira-Mar, de acesso à diversos hotéis de luxo da cidade, bem como é passagem para pessoas, principalmente jovens, que freqüentam o Centro Cultural Dragão do Mar, além de usuários que possuem destino o Centro da cidade, e à zona oeste da cidade.

Há rotas de transporte público urbano pela via bem como de transporte de fretamento, principalmente com turistas. No dia da análise do cruzamento em estudo não foram encontradas situações adversas.



**Figura 50:** Av. Historiador Raimundo Girão (sentido L/O)

**(ii) Avenidas Francisco Sá com Pasteur (aproximação leste - oeste)**

Pertencente à SER III, esse cruzamento é localizado no trecho entre a Rua Filomeno Gomes e Av. Dr. Theberge, com uso do solo, prioritariamente, comercial. Com relação a Avenida Pasteur, esta possui uso do solo misto (residências unifamiliares e pequenos comércios) além de rotas de transporte urbano coletivo.

Na aproximação norte do cruzamento existe uma praça esportiva, que é um ponto de lazer para a população do bairro, principalmente para os mais idosos. Na aproximação em estudo, existe um comércio de venda de material de construção. Durante a pesquisa não foram verificadas ocorrências adversas (Figura 51).



**Figura 51:** Cruzamento da Av. Francisco Sá com Pasteur

**(iii) Avenida da Universidade x Avenida 13 de Maio (aproximação sul - norte)**

Este cruzamento foi analisado no item b, com relação a aproximação leste-oeste. Esta aproximação aqui analisada se localiza entre instituições públicas de ensino superior (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, e Reitoria, pertencentes à Universidade Federal do Ceará -UFC), a Igreja Católica Nossa Senhora dos Remédios e ao CETREDE.

Nesta aproximação sul-norte, o sentido de tráfego é único, com quatro faixas de rolamento, entre a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e a Reitoria, sendo próximo ao CETREDE e à Igreja (Figura 52). Nessa aproximação há um maior fluxo de transporte público urbano, e um ponto de parada de ônibus com elevada ocorrência de embarque e desembarque de passageiros próximo à faixa de pedestres (fora do ponto de parada) no momento em que o semáforo está fechado para os veículos.



**Figura 52:** Sinalização da Av. da Universidade, sentido sul-norte

- e) Classificação das vias coletoras sem canteiro central e equipamentos localizados em meio de quadra

Por fim, tem-se os equipamentos localizados em via de classificação funcional coletora, em meio de quadra e sem canteiro central. Nesse grupo existem três vias com equipamentos, em um total de cinco aproximações conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6:** Via coletora sem canteiro central e equipamento em meio de quadra

Selecionado	Ordem	Localização	Sentido	Início de operação	Justificativa
	1	Av. Oscar Araripe, 752	Leste/Oeste	12/10/2006	
SIM	2	Av. Oscar Araripe, 741	Oeste/Leste	12/10/2006	Média UPS
SIM	3	Av. Gal. Osório de Paiva, 1293	Sul/Norte	25/01/2007	Maior UPS
	4	Av. Gal. Osório de Paiva, 1280	Norte/Sul	25/01/2007	
SIM	5	Rua Prof. Costa Mendes, 1608	Leste/Oeste	22/11/2006	Menor UPS

Dentre dessas vias, foram analisadas as seguintes: (i) Avenida Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido Oeste-Leste); (ii) Avenida General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido Sul/Norte); e (iii) Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (sentido Leste-Oeste). A escolha dessas aproximações foi de acordo com a UPS dos acidentes ocorridos, conforme justificado na Tabela 6.

**(i) Avenida Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (aproximação oeste - leste)**

Localizada na SER V, a Avenida Oscar Araripe é uma avenida de sentido duplo de circulação sem canteiro central, possui rota de ônibus urbano e uso do solo misto (residências unifamiliares, pequenos comércios e escolas públicas).

Na área de influência da pesquisa há a presença de restaurante, residências unifamiliares, comércios e bares de pequeno porte (Figura 53). Não há parada regulamentada de ônibus no trecho, porém as linhas realizavam as operações de embarque e desembarque de passageiros neste trecho, em ambos os sentido de circulação (sendo no sentido oeste-leste antes do equipamento de fiscalização eletrônica e no sentido oposto depois do equipamento).

Foi verificado no local, na pista do sentido oeste-leste, que os pedestres deixavam de andar na calçada e circulavam sobre a pista de rolamento devido à existência de um bar de pequeno porte que ocupava parte do passeio com equipamentos de lazer (inclusive com mesa de sinuca), ficando os mesmos vulneráveis a ocorrência de acidentes de trânsito.



**Figura 53:** Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741

**(ii) Avenida General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (aproximação sul - norte)**

Via com classificação funcional coletora, com presença de linhas de ônibus urbano, com uma faixa de rolamento por sentido e sem a presença de canteiro central, com os fluxos de tráfego separados por pintura de linhas contínuas duplas amarela. Possui uso do solo misto com comércios de pequeno porte e de casas unifamiliares (Figura 54). A Av. Gal. Osório de Paiva pertence às SERs III e IV, sendo o local em análise localizado na SER III.

Durante o levantamento dos dados operacionais não foi visto nenhum portador de necessidades especiais, porém foi observado que muitos ciclistas que desejavam

atravessar a via acionavam o semáforo para pedestres, atravessando a via na faixa para pedestres.



**Figura 54:** Av. Gal. Osório de Paiva, em frente ao nº 1293

**(iii) Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (aproximação leste - oeste)**

Pertencente à SER III, a Rua Professor Costa Mendes possui classificação funcional coletora, com duas faixas de rolamento por sentido de tráfego, e sem canteiro central para separar os fluxos de veículos (Figura 55). Possui uso do solo misto, com comércios de pequeno à médio porte, e com residências predominantemente unifamiliares.

O local em análise posiciona-se ao lado da Maternidade Escola Assis Chateaubriand, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), para onde se dirigem, principalmente, mães e crianças menores de idade, para atendimentos médicos. Durante o levantamento dos dados operacionais foram constatados pedestres com necessidade de transpor a via, bem como foi verificado elevado fluxo de ciclistas, principalmente, no sentido oeste-leste (oposto ao estudado).



**Figura 55:** Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608

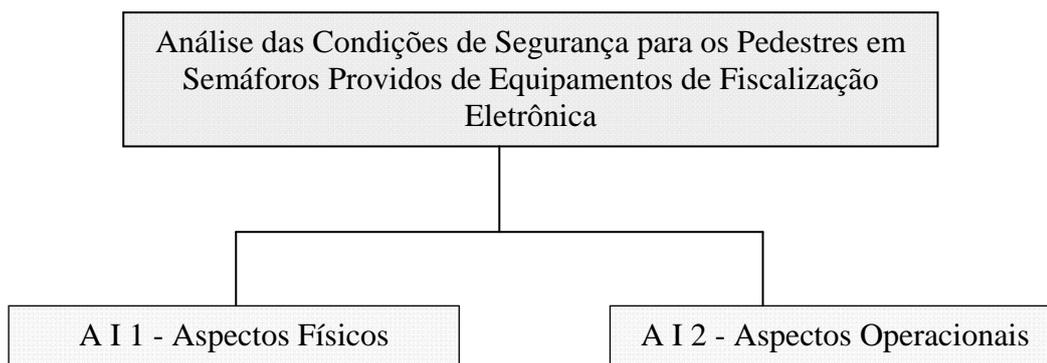
#### 4.4 ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA EM ANÁLISE

Concluída a fase de identificação dos locais a serem analisados, a etapa seguinte foi buscar conhecer quais os pontos de vista considerados como fundamentais pelos técnicos da área de Engenharia de Tráfego para a implantação dos equipamentos de fiscalização eletrônica localizados em cruzamentos e em meio de quadra, ambos semaforizados. Foram pesquisados as resoluções do CONTRAN, os trabalhos publicados na literatura, e os *sites* dos órgãos de trânsito, brasileiros e estrangeiros. Ressalta-se que existem poucas publicações científicas sobre metodologias para a implantação de equipamentos de fiscalização eletrônica que atuam os veículos que avançam os semáforos vermelho e/ou param sobre a faixa de pedestres.

Segundo as pesquisas literárias, os critérios mais utilizados para determinar a escolha do local a ser implantado o equipamento de fiscalização eletrônica são: presença de pólo gerador de viagens; presença de curva, declive ou aclive nos trechos das vias; acidentes de trânsito; e excesso de velocidade. Acrescido a estes, foram consideradas outras variáveis constantes na Deliberação Nº 52, de 6 de setembro de 2006 do CONTRAN, para a implantação de equipamentos de fiscalização eletrônica no Brasil, tais como: as características da localidade; a densidade veicular; e o potencial de risco aos usuários da via.

Os critérios utilizados na AMC em Fortaleza, conforme já apresentado brevemente no Capítulo 03, aborda, além dos critérios exigidos pelo CONTRAN, a identificação de intervenções realizadas recentemente na via, como por exemplo, a renovação de sinalização, a alteração na geometria, a mudança de circulação, o fluxo acentuado de travessia de pedestres, o mínimo de 02 (dois) acidentes fatais, no período de 01(um) ano, no local de implantação do equipamento de fiscalização eletrônica, além do cálculo do Índice de Severidade de Atropelamento – ISA, o qual consiste em atribuir peso 06 (seis) a cada acidente fatal por atropelamento e de peso 04 (quatro) aos atropelamentos com vítima ferida (AMC, 2007).

Após a identificação dos critérios necessários à análise das condições de segurança para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica, estes foram agrupados em duas áreas de interesse, reunindo em cada área aqueles que demonstravam aspectos semelhantes (Figura 56).



**Figura 56:** Áreas de Interesse do modelo proposto

a) área “*aspectos físicos*”: encontram-se nesta área os aspectos físicos que interferem na circulação dos pedestres e condutores de veículos, quanto ao modo de circular pela via, de acordo com as características de cada local. Esta área foi constituída pelos pontos de vista: PVF 1 – “Passeio”, PVF 2 – “Canteiro Central”, PVF 3 – “Pista de rolamento” e PVF 4 – “Uso do solo”. Os PVF’s 1 e 2 tratam dos aspectos necessários para o adequado, seguro e confortável local de espera e de apóio para os pedestres, quanto à travessia destes, junto à faixa de pedestres, além de apresentar as possíveis interferências que podem existir em relação à visibilidade entre condutores e pedestres. O PVF 3 – ‘Pista de rolamento’ - aborda sobre os fatores que podem interferir na condução dos motoristas, assim como o de transposição da via pelos pedestres. O PVF 4 – ‘Uso do Solo’ - quantifica a real necessidade de implantação do equipamento de fiscalização eletrônica, visto que determinado tipo de uso do solo favorece e estimula o modo à pé.

b) área “*aspectos operacionais*”: trata dos aspectos relacionados ao tráfego observado no trecho analisado, seja ele vinculado aos veículos ou aos pedestres. Esta área ficou composta por: PVF 5 – “Comportamento dos pedestres quanto à sinalização existente”, PVF 6 – “Comportamento dos condutores quanto à sinalização existente”, PVF 7 – “UPS dos acidentes”, PVF 8 – “Velocidade veicular” e PVF 9 – “Volume de pedestres”. O PVF 5 afere o grau de compreensão dos pedestres frente às sinalizações a eles destinados, para uma maior segurança na travessia, como a faixa de pedestres e a botoeira, quando esta última existir. A partir do PVF 6 – “Comportamento dos condutores quanto à sinalização existente” avalia-se a educação e o respeito que os condutores têm em relação aos sinais de trânsito. O PVF 7 - ‘UPS dos acidentes’ – trata

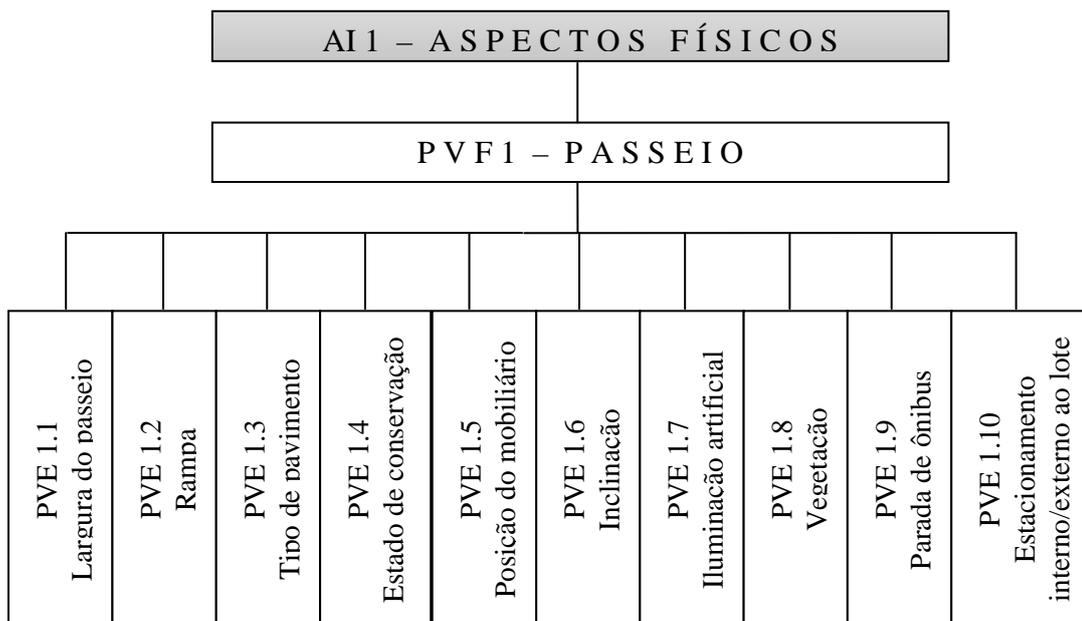
de determinar o fator de risco de acidentes do local, bem como da gravidade dos acidentes. O PVF 8 – ‘Velocidade veicular’ – retrata a quantidade de condutores que trafegam pela via com velocidade superior ao determinado pelo CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), proporcionando desconforto aos pedestres e podendo ocasionar graves acidentes de trânsito. Por fim, tem-se o PVF 9 – ‘Volume de pedestres’ – que verifica se no trecho em análise, existe uma quantidade significativa de travessia de pedestres de modo a possuir necessidade de implantação de dispositivos de segurança de trânsito, para proporcionar melhor conforto e segurança aos pedestres.

No entanto, notou-se que alguns dos Pontos de Vista Fundamentais (PVF’s) agrupados nestas duas áreas de interesse ficaram muito abrangentes e incapazes de explicar com profundidade como tais aspectos poderiam ser avaliados. Com isso, para melhor entendimento destes PVFs, identificou-se os Pontos de Vista Elementares (PVE’s), que permitem uma maior compreensão do que o Ponto de Vista Fundamental pretende considerar (EINSLIN *et al.*, 2001).

Inicialmente realizou-se o detalhamento dos PVE’s para os PVF’s da área “*aspectos físicos*”, bem como também foi identificado para cada PVE (ou PVF) o seu descritor, o qual representa como tal ponto de vista será mensurado com relação ao aspecto analisado.

- a) Pontos de Vista Elementares subordinados ao Ponto de Vista Fundamental “*Passeio*”

O Ponto de Vista Fundamental 1 (PVF1) - “*Passeio*” - foi subdividido em 10 (dez) Pontos de Vista Elementares, conforme podem ser observados na Figura 57.



**Figura 57:** Aspectos físicos

a.1) O Ponto de Vista Elementar 1.1 - “Largura do Passeio” tem como finalidade verificar se o passeio existente proporciona condições favoráveis para a espera do pedestre para o momento correto e seguro para a travessia da via, bem como se o passeio proporciona caminhada adequada ao pedestre. Dessa forma, o descritor deste PVE foi obtido como base na Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza (LUOS-FOR) (PMF, 1996), que informa, no seu Anexo 3 – Características para as Vias de Circulação de Veículos, a largura mínima do canteiro central e do passeio lateral (de cada lado da via). Essas larguras são diferenciadas de acordo com a classificação viária, conforme indicadas na Tabela 7.

**Tabela 7:** Características para as vias de Fortaleza.

CARACTERÍSTICAS	VIAS PARA CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS							
	EXPRESSA		ARTERIAL		COLETORA		LOCAL	
	Seção normal (1)	Seção reduzida (1)	Seção normal (1)	Seção reduzida (1)	Seção normal (1)	Seção reduzida (1)	Seção normal (2)	Seção reduzida (1) (2)
Passeio lateral mínimo (de cada lado da via)	5,00	3,00	4,00	3,50	3,25	3,00	2,50	2,00
Canteiro central mínimo	9,00	4,00	5,00	4,00	1,50	-	-	-

(1) Para utilização apenas em vias sujeitas a alargamento.

(2) Quando a via não ligar dois logradouros públicos existentes ou projetados deverá terminar em praça de reversão que permita inscrever um círculo de diâmetro igual ou superior a 18,00m respeitando o comprimento máximo de 250,00m

**Fonte:** Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza (PMF, 1996).

Para efeito deste trabalho, a largura do passeio considerada é aquela localizada no trecho da via pesquisada que possui a faixa de pedestres, incluindo, no caso dos

equipamentos localizados em cruzamentos, a distância entre o alinhamento da via transversal e a faixa de pedestres, por ser este o local onde os pedestres aguardam para o momento de realizar a travessia.

O descritor para este PVE está relacionado na largura do passeio, podendo este estar menor, igual, ou maior que o recomendado pela LUOS/FOR (PMF, 1996).

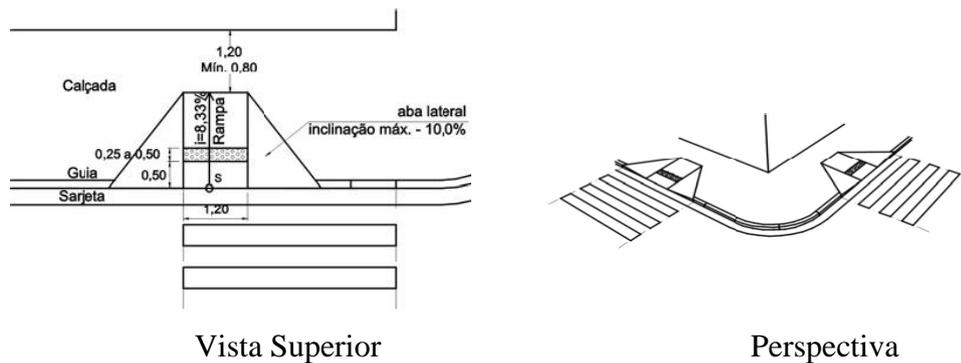
a.2) O PVE 1.2 - “Rampa” traduz a facilidade de transposição do pedestre da pista de rolamento para o passeio. São consideradas rampas as inclinações da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminhar, que possuem declividade igual ou superior a 5% (NBR 9050).

O rebaixamento das calçadas para pedestres é um recurso que permite com que as pessoas, principalmente aquelas que possuem alguma deficiência ou mobilidade reduzida de caminhar, atravessem a via com conforto e segurança, além de atender aos preceitos do Desenho Universal (BRASIL, 2009).

De acordo com a NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (ABNT, 2004), sub-ítem 6.10.11, que determina o rebaixamento de calçadas para travessia de pedestres, “as calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias de pedestres sinalizadas com, ou sem faixa, com ou sem semáforo, e sempre que houver foco de pedestres.”

Ainda de acordo com a NBR 9050 (ABNT, 2004), o rebaixado para pedestres deve possuir inclinação constante e não superior a 8,33% (1:12), e ter largura igual à largura das faixas de travessia de pedestres, quando o fluxo destes, calculado ou estimado, for superior a 25 pedestres/min/m.

Existem quatro tipos de rampas com rebaixamento de calçadas regulamentado na NBR 9050 (ABNT, 2004). A rampa do Tipo I deve ser implantada junto à faixa de pedestres em cruzamentos, como mostra a Figura 58.



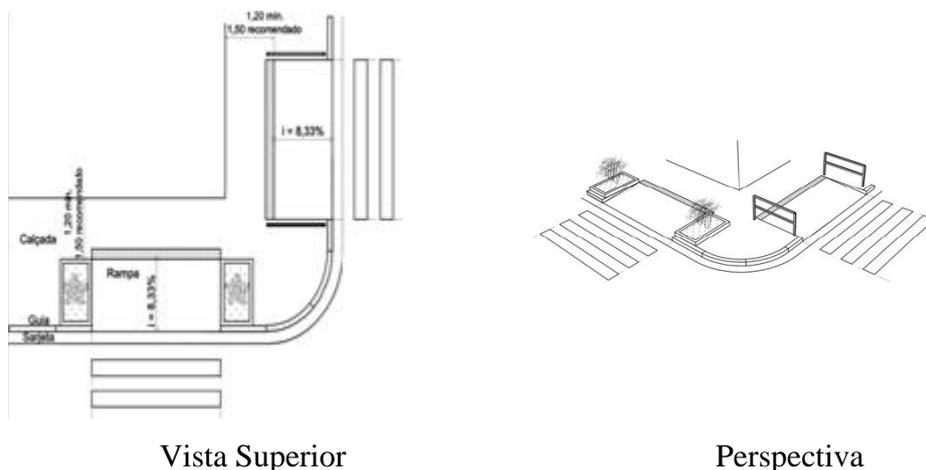
Vista Superior

Perspectiva

**Figura 58:** Exemplo de rampa do Tipo I.

Fonte: NBR 9050.

A rampa do Tipo II deve ser utilizada quando a superfície imediatamente ao lado dos rebaixamentos contiver obstáculos (Figura 59).



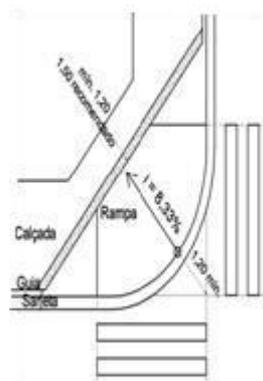
Vista Superior

Perspectiva

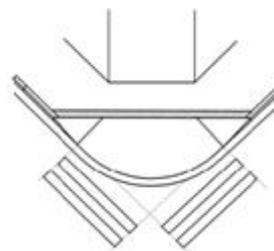
**Figura 59:** Exemplo de rampa do Tipo II.

Fonte: NBR 9050

Com relação à rampa do Tipo III, esta é implantada no alinhamento dos passeios das vias transversais, quando o rebaixamento admite a faixa de pedestres alinhada com a calçada da via transversal (Figura 60).



Vista Superior

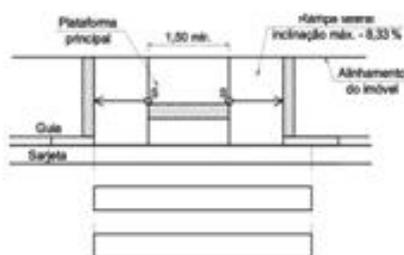


Perspectiva

**Figura 60:** Exemplo de rampa do Tipo III

Fonte: NBR 9050.

Por fim, a rampa Tipo IV, deve ser utilizada quando não houver faixa livre no passeio de, no mínimo, 0,80m (Figura 61).



Vista Superior



Perspectiva

**Figura 61:** Exemplo de rampa do Tipo IV.

Fonte: NBR 9050.

Para o descritor deste ponto de vista (rampa) foram consideradas as rampas quando elas estiverem de acordo com os padrões acima estabelecidos, e longitudinais ao sentido de caminamento, na continuação da faixa de pedestre. Para as vias que possuem canteiro central, existem três casos a serem analisados, a saber: Caso I - com abertura no canteiro central de no mínimo 1,50m de largura, e faixa de pedestres no mesmo caminamento da abertura (Figura 62); Caso II - com canteiro central iniciando após o final da faixa de pedestres (Figura 63), e Caso III - com canteiro central sem abertura para o pedestre (Figura 64). Nos dois primeiros casos as rampas são consideradas adequadas e, no último, considera-se canteiro central sem rampa.



**Figura 62:** Caso de via com canteiro central do Tipo I



**Figura 63:** Caso de via com canteiro central do Tipo II



**Figura 64:** Caso de via com canteiro central do Tipo III

a.3) O PVE 1.3 – “Tipo de Pavimento” representa quais os tipos de pavimentos que devem existir nas calçadas de modo a proporcionar, ao pedestre, superfície regular, firme, estável e antiderrapante sob qualquer condição, de modo a não provocar trepidação em dispositivos com rodas (cadeiras de rodas, carrinhos de bebê, etc.). O pavimento será avaliado no trecho da via que possui a faixa de pedestres, incluindo, no caso dos equipamentos localizados em cruzamentos, a distância do alinhamento da via transversal até o final da faixa de pedestres, por ser este o espaço reservado para o aguardo dos pedestres que desejam realizar a travessia.

De acordo com o Guia de Acessibilidade, em conjunto com a NBR 9050 (ABNT, 2004), recomenda-se que as calçadas devem possuir os seguintes tipos de pavimento: em blocos intertravados, em placa pré-moldada de concreto, em ladrilho hidráulico, em concreto moldado in loco e/ou do tipo cimento desempenado (não queimado), observando-se, todavia, o adequado assentamento. Nestas mesmas

referências bibliográficas, observa-se que não é aconselhável o uso de materiais lisos, como cerâmica vitrificada, e nem tão ásperos, como a pedra tosca, por exemplo, visto que podem causar problemas na passagem de cadeira de rodas ou de dificultar o uso da bengala. Também é desaconselhável o emprego de material com superfície escorregadia, como cerâmica lisa, mármore e granito polido, cimento queimado, pastilhas, pedra ardósia, esta última quando polida, dentre outros de características semelhantes (BRASIL, 2009).

Observa-se também, que a NBR 9050 (ABNT, 2004) não recomenda a utilização de padronagem na superfície do piso que possa causar sensação de insegurança (por exemplo, estampas que pelo contraste de cores possam causar a impressão de tridimensionalidade).

a.4) O PVE 1.4 – “Estado de Conservação” aborda sobre as condições físicas que o passeio deve se encontrar, mesmo possuindo pavimento adequado. Esse Ponto de Vista Elementar é importante, uma vez que podem existir locais com pisos adequados, porém em condições inadequadas de conservação. Dessa forma, o local estaria adequado, com relação ao critério “tipo de pavimento”, porém inadequado no critério “estado de conservação”, o que propicia aos pedestres, insegurança e impossibilidade de circularem no passeio, ou no canteiro central, passando aqueles a utilizar a pista de rolamento, para aguardar o momento de realizar a travessia.

De acordo com o Código de Obras e Posturas do Município de Fortaleza (PMF, 1982), Art. 606, consideram-se os passeios inexistentes:

“não só os passeios construídos ou reconstruídos em desacordo com as especificações técnicas e regulamentares, como também os respectivos consertos feitos nas mesmas condições, sendo tolerados consertos de passeios quando a área em mau estado de conservação não exceder 1/5 (um quinto) da área total e desde que não fique prejudicado o aspecto estético e harmônico do conjunto”.

Ressalta-se que, caso não seja restaurado o pavimento do passeio, implica em passeio considerado ruína, devendo, obrigatoriamente, ser reconstruído (PMF, 1982). Para a análise deste Ponto de Vista Elementar, o pavimento será considerado no trecho da via que possui a faixa de pedestres, incluindo, no caso dos equipamentos localizados

em cruzamentos, entre a distância do alinhamento da via transversal e o final da faixa de pedestres, por ser este o local correto para o aguardo dos pedestres que desejam realizar a travessia, onde o equipamento de fiscalização eletrônica atua.

a.5) No PVE 1.5 – “Mobiliário” são analisados os mobiliários localizados a partir do alinhamento da via transversal à uma distância de 50m à montante. Para o caso dos locais em que os equipamentos estejam localizados em meio de quadra, considera-se como área de análise, uma distância de 50m, à montante e à jusante, do centro da faixa de pedestres.

Com relação a este PVE, são avaliados a visibilidade que os condutores têm dos pedestres e vice-versa, de modo que os diferentes usuários do sistema de trânsito possam perceber a presença uns dos outros. É entendido como mobiliário urbano os equipamentos urbanos, públicos, destinados ao uso da população, localizados em logradouros públicos e que visem proporcionar um maior nível de conforto, de segurança e urbanidade à população, tais como: abrigos e paradas de ônibus, lixeiras, bancos, cabines telefônicas e policiais, caixas de coletas de correspondência, equipamentos de lazer, hidrantes, etc (PMF, 1996).

Na análise não foi será verificada a diferenciação quanto ao porte destes, ou seja, não existirá diferença na análise se o equipamento é uma banca de revista ou um poste de iluminação pública, e sim se o equipamento está localizado no local de acordo com o Código de Obras e Posturas, Capítulo XL – Dos Passeios, Art. 613, de modo a não favorecer a visibilidade entre os usuários da via:

“§ 1º - Não serão permitidos jardineiras, posteamentos, caixas de luz e força, telefone ou similares, que ocupem mais de um terço da largura dos passeios, respeitado e máximo de 0,70m (setenta centímetros), contados a partir do meio-fio, devendo o espaçamento entre esses equipamentos obedecer a determinações do órgão competente da Prefeitura, sem prejuízo das normas técnicas oficiais vigentes.”

a.6) O PVE 1.6 – “Inclinação” retrata que, a partir da existência de inclinação irregular (da calçada e/ou do canteiro central), seja ela transversal ou longitudinal, o pedestre fica em condições inseguras de caminhar e de aguardar o momento de travessia, junto ao meio físico. Dessa forma, na análise deste Ponto de Vista Elementar,

o trecho da via que será avaliado será o correspondente a faixa de pedestres, incluindo, no caso dos equipamentos localizados em cruzamentos, a distância entre o alinhamento da via transversal e o final da faixa de pedestres, por ser este o local correto para o aguardo dos pedestres que desejam realizar a travessia.

De acordo com a NBR 9050 (ABNT, 2004), a inclinação transversal de calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres não deve ser superior a 3% do alinhamento da edificação para o meio-fio. Quanto à inclinação longitudinal, esta deve sempre acompanhar a inclinação das vias lindeiras, além de possuir inclinação de, no máximo de 5%, pois valores superiores a esse são considerados rampas. Ainda segundo a NBR 9050 (ABNT, 2004), a inclinação das calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres que tenham inclinação superior a 8,33% (1:12) não são consideradas rotas acessíveis.

a.7) O PVE 1.7 – “Iluminação artificial” visa determinar se o local está iluminado adequadamente, de modo a deixar visíveis os pedestres que aguardam o momento da travessia, evidenciando a presença dos mesmos para os motoristas a uma distância suficiente para frear e evitar o atropelamento, além de tornar visíveis as faixas de pedestres para que os motoristas não parem sobre as mesmas, proporcionando maior respeito dos condutores.

A análise deste Ponto de Vista Elementar é a partir do alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante. Para o caso dos locais em que os equipamentos estejam localizados em meio de quadra, considera-se como área de análise, uma distância de 50m, à montante e à jusante, do centro da faixa de pedestres.

a.8) O PVE 1.8 – “Vegetação” permite analisar o aspecto visibilidade da sinalização semafórica pelos condutores. Importante aspecto devido à existência de árvores com galhos de espécies frondosas que impedem a visibilidade da sinalização vertical. A obstrução de placas e focos semafóricos em pontos movimentados, da via pode acarretar em acidentes, uma vez que, com a visão da placa encoberta, os motoristas podem ser obrigados a fazer uma manobra arriscada para frearem seus veículos.

O Código de Obras e Posturas do Município de Fortaleza, no Capítulo XXXVIII – Da Arborização, Seção II – Da Arborização nos Logradouros Públicos, regulamenta

que “não será permitido o plantio de árvores, ou qualquer outra vegetação, que por sua natureza possa dificultar o trânsito ou a conservação das vias públicas.”

De forma complementar, a vegetação não pode avançar na faixa de circulação livre e os ramos devem respeitar a altura mínima de 2,10m. Em relação aos arbustos, estes não devem interferir na faixa de circulação (Mobilidade Acessível na Cidade de São Paulo, 2008).

A análise deste Ponto de Vista Elementar é a partir do alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante. Para o caso dos locais em que os equipamentos estejam localizados em meio de quadra, considera-se como área de análise, uma distância de 50m, à montante e à jusante, do centro da faixa de pedestres.

O PVE 1.9 – “Parada de ônibus” permite considerar a interferência, muitas vezes negativa, que a mesma provoca em determinado local. Devido o ponto de ônibus atrair, geralmente, grande volume de passageiros, os pedestres que transitam neste local podem não ter espaço suficiente para realizar sua caminhada, e passam a utilizar a pista de rolamento como alternativa.

Para efeito deste trabalho, a parada de ônibus a ser considerada é aquela localizada no trecho compreendido entre o alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante deste ponto inicial. Para o caso dos locais em que os equipamentos estejam localizados em meio de quadra, são consideradas as paradas de ônibus que estejam localizadas a uma distância de 50m à montante e à jusante da faixa de pedestres.

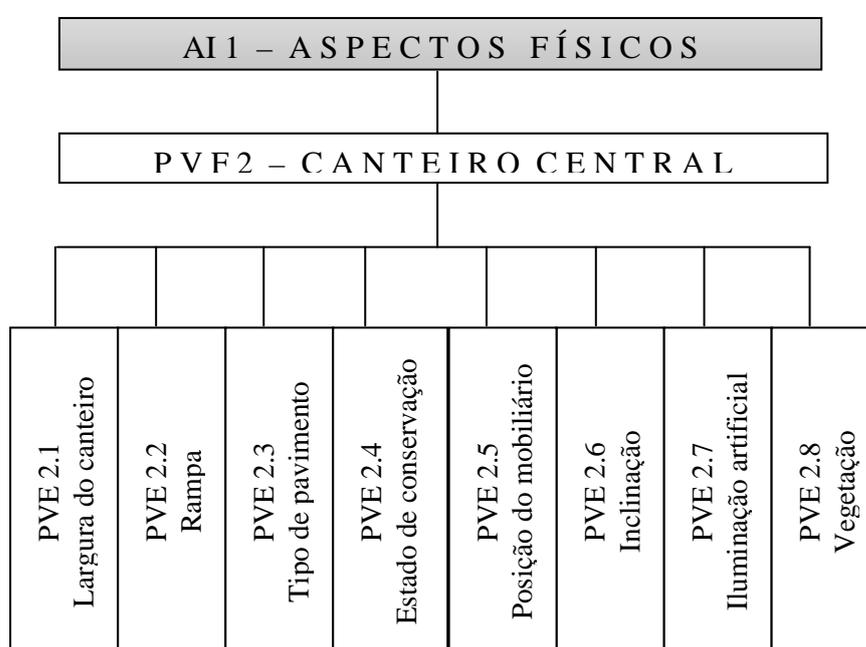
Também é considerado, na pesquisa, os locais onde ocorrem as paradas de ônibus para o embarque e desembarque de passageiros, mesmo não tendo a placa de parada de ônibus, ou o abrigo para os usuários.

a.10) O PVE 1.10 – “Estacionamento interno/externo ao lote”, é o último ponto de vista elementar referente ao aspecto físico “*passeio*”. Este PVE reflete os conflitos dos acessos e a circulação dos pedestres. Para efeito deste trabalho, o estacionamento interno e/ou externo ao lote é aquele localizado no trecho compreendido entre o alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante deste ponto inicial. Para o caso dos locais em que os equipamentos estejam localizados em meio de quadra,

são consideradas as paradas de ônibus que estejam localizadas a uma distância de 50m à montante e à jusante da faixa de pedestres.

b) Pontos de Vista Elementares subordinados ao Ponto de vista Fundamental “*Canteiro Central*”

O Ponto de Vista Fundamental 2 (PVF2) – “*Canteiro Central*” - foi subdividido em 08 (oito) Pontos de Vista Elementares, conforme pode ser observado na Figura 65.



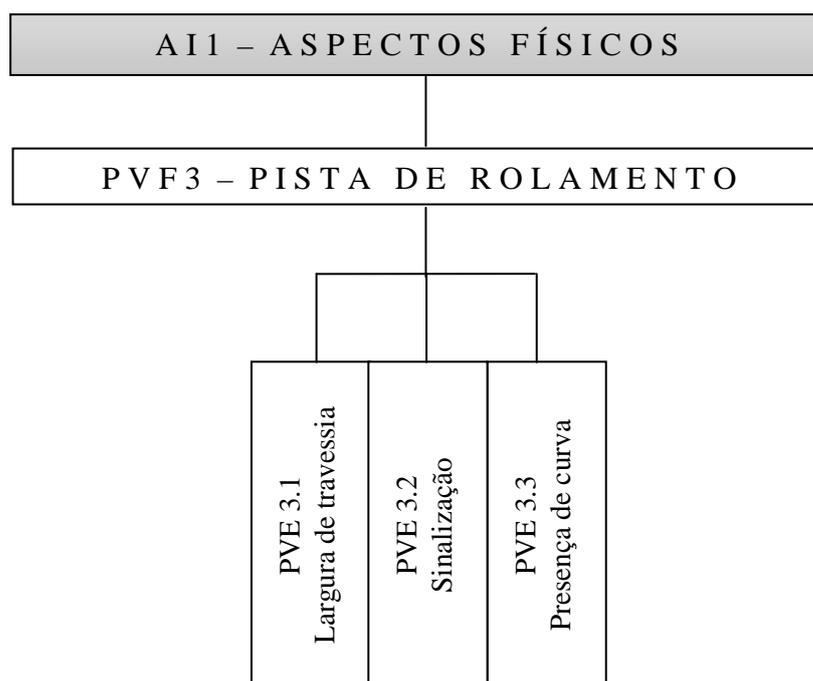
**Figura 65:** Detalhamento do Ponto de Vista Fundamental 2: Canteiro Central

Visto que este ponto de vista fundamental apresenta os mesmos PVE’s do PVF1 “*Passeio*”, exceto os PVE’s “*Parada de ônibus*” e “*Estacionamento interno/externo ao lote*”, tendo, inclusive, os mesmos descritores, esses não serão reescritos neste item.

Finalizado o detalhamento dos dois primeiros Pontos de Vista Fundamentais, “*Passeio*” e “*Canteiro Central*”, realizou-se procedimento semelhante para o terceiro PVF - “*Pista de Rolamento*”, como mostrado a seguir.

c) Pontos de Vista Elementares subordinados ao Ponto de Vista Fundamental  
 “Pista de Rolamento”

O Ponto de Vista Fundamental 3 (PVF3) - “Pista de Rolamento” - foi subdividido em três Pontos de Vista Elementares, conforme pode ser observado na Figura 66. Esta subdivisão ocorreu de modo a melhorar o entendimento dos aspectos que retratam este ponto de vista fundamental em análise.



**Figura 66:** Detalhamento do Ponto de Vista Fundamental 3: Pista de Rolamento

c.1) O PVE 3.1 – “Largura de Travessia” retrata o comprimento da seção transversal que o pedestre fica exposto na pista de rolamento. Dessa forma, quanto maior a quantidade de faixa de tráfego na pista de rolamento, maior é o trajeto a ser percorrido pelo pedestre, e maior a exposição ao risco de acidentes de trânsito.

c.2) O PVE 3.2 – “Sinalização” traduz a existência, a confiabilidade e a visibilidade da informação da sinalização, horizontal e vertical, visto que esta deve transmitir suas mensagens de forma, simultaneamente, clara, rápida, constante, uniforme e legível, durante o dia e a noite, em distância compatível com a segurança do trânsito, conforme normas e especificações do CONTRAN (CTB, MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997).

De acordo com o CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), o Capítulo VII – Da Sinalização de Trânsito, Art. 90, § 1º, diz que, “o órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via é responsável pela implantação da sinalização, respondendo pela sua falta, insuficiência, ou incorreta colocação.”

Dessa forma, a presença de um grande fluxo de veículos e de pedestres, de equipamentos eletrônicos como o semáforo e a fiscalização eletrônica, o local deve possuir maior atenção na implantação e conservação desta sinalização, visto o risco contínuo de acidentes de trânsito em que os usuários são expostos.

Para efeito desse trabalho é considerada “sinalização horizontal” todas as marcas e pinturas horizontais inseridas no trecho compreendido entre o alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante deste ponto inicial. Para os equipamentos inseridos em meio de quadra, o trecho em análise é a partir da faixa de pedestres até uma distância de 50m à montante do ponto inicial. Para os locais que não possuem canteiro físico foi incluso nessa relação também, a linha dupla contínua amarela, implantada no centro da via.

Quanto à sinalização vertical, é considerada também aquelas relacionadas ao adequado posicionamento da placa indicativa de Fiscalização Eletrônica, exigidas pela Deliberação Nº 52, de 06 de setembro de 2006, do CONTRAN, que estabelece “a obrigatoriedade de implantar sinalização vertical, a um intervalo entre 100 e 300m do equipamento de fiscalização eletrônica, para vias urbanas com velocidade regulamentada inferior a 80km/h”.

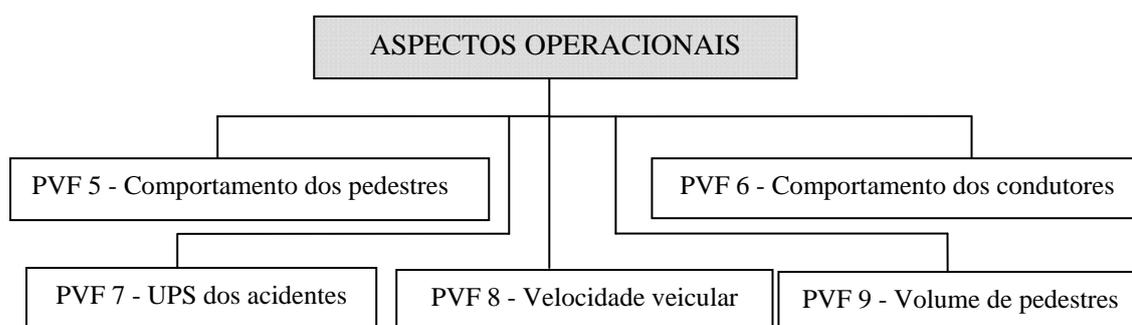
c.3) O PVE 3.3 – “Curva” está relacionado ao potencial de risco de acidentes de trânsito ocasionado pela existência de curvas, horizontais e/ou verticais, impossibilitando a adequada percepção dos pedestres pelos condutores, e vice-versa.

A análise deste ponto de vista elementar, para os equipamentos localizados em meio de quadra, refere-se ao trecho de via que possui a faixa de pedestres até uma distância de 50m à montante e à jusante do centro da faixa de pedestres. Para os equipamentos localizados em cruzamentos, o trecho em análise é a partir do alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante deste ponto inicial, por ser este o local correto para o posicionamento dos pedestres que desejam realizar a travessia.

c.4) O PVF 4 – “Uso do solo” avalia a influência que o uso do solo local influencia no ato de caminhada dos pedestres. Para a análise deste ponto de vista fundamental é considerado, para os equipamentos localizados em cruzamentos, as edificações a partir do alinhamento da via transversal até 50m à montante do cruzamento. Já para os equipamentos localizados em meio de quadra, o trecho de análise é aquele compreendido de 50m à montante e à jusante do equipamento, pois de acordo com o CTB (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997), Capítulo IV - Dos Pedestres e Condutores de Veículos não Motorizados:

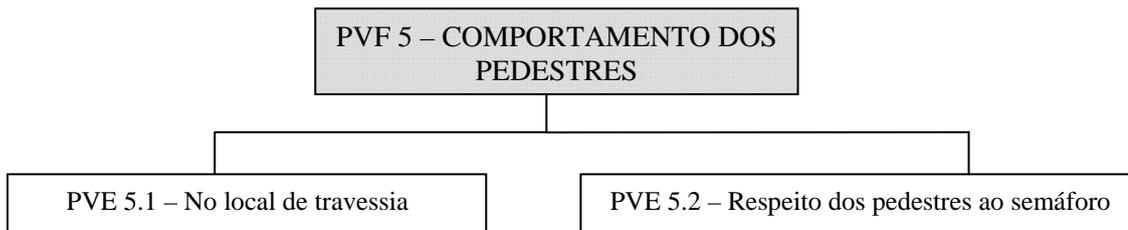
“Art. 69. Para cruzar a pista de rolamento o pedestre tomará precauções de segurança, levando em conta, principalmente, a visibilidade, a distância e a velocidade dos veículos, utilizando sempre as faixas ou passagens a ele destinadas sempre que estas existirem numa distância de até cinquenta metros dele, observadas as seguintes disposições.”.

Finalizado as descrições dos *aspectos físicos*, deu-se início ao processo de identificação dos PVE’s subordinados aos PVF’s da área de interesse “*aspectos operacionais*”. A Figura 67 apresenta todos os pontos de vista fundamentais dos aspectos operacionais definidos como importantes pelos decisores.



**Figura 67:** Pontos de Vista Fundamentais dos Aspectos Operacionais

A seguir serão detalhados os PVE’s necessários para melhor compreensão do que os PVF’s dos *aspectos operacionais* pretendem levar em consideração neste contexto decisório (Figura 68).



**Figura 68:** Análise do Ponto de Vista Elementar 5: Comportamento dos pedestres

a) Pontos de Vista Elementares subordinados ao Ponto de Vista Fundamental  
 “*Comportamento dos Pedestres*”

a.1) A partir do PVE 5.1 – “Comportamento dos pedestres no local de travessia” avalia-se a obediência dos pedestres tem frente à sinalização horizontal de faixas de pedestres, visto que estes sempre devem utilizar as faixas, ou passagens, a ele destinadas (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 1997).

Para efeito do presente estudo é considerado que o pedestre obedeça a sinalização existente quando o mesmo atravessar a via, durante todo seu percurso de travessia, compreendendo o trecho que inclui a largura e o espaço até a linha de retenção, visto que, de acordo com o Manual de Sinalização Horizontal, “a linha de retenção (LRE) indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo” (CONTRAN, 2007). Ou seja, os veículos não devem avançar o ponto que contém a sinalização de linha de retenção quando o semáforo está fechado para eles.

a.2) O PVE 5.2 – “Respeito dos pedestres ao semáforo” está relacionado ao respeito do pedestre na travessia da via, quando o foco semaforico indicar luz vermelha para os veículos, ou ascender o indicativo verde do foco do semáforo exclusivo para pedestres.

Para os demais Pontos de Vista Fundamentais desta área de interesse, (PVF6 – “Comportamento dos condutores”, PVF7 – “UPS dos acidentes”, PVF8 - “Velocidade veicular” e PVF9 – “Volume de pedestres”) não foi necessário sua decomposição em PVEs, uma vez que possuem descritores diretos para a sua mensuração, como detalhamento a seguir.

O PVF 6 – “Comportamento dos condutores” é analisado a partir da quantidade de multas de avanço de sinal vermelho e parada sobre a faixa de pedestres registradas

pelos equipamentos de fiscalização eletrônica, em análise, durante 12 meses de seu funcionamento. A data inicial da coleta dos dados foi 1 ano após o início de operação do equipamento, visto que depois desse período os condutores e pedestres já estavam acostumados com a utilização do equipamento de fiscalização eletrônica no local pesquisado.

O PVF 7 – “UPS dos acidentes” está relacionado com o volume de veículos da aproximação no horário de pico do tráfego, a quantidade e a natureza dos acidentes de trânsito cadastrados no Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito de Fortaleza (SIAT/FOR), referente a 01 (um) ano após a instalação do equipamento no local. A escolha desse descritor é que os acidentes que envolvem pedestres são os mais graves, recebendo, portanto, maior pontuação na unidade padrão de severidade (UPS = 14).

A análise deste ponto de vista fundamental para os locais em meio de quadra, refere-se ao trecho de via, correspondente a uma distância de 50m, à montante e à jusante, do centro da faixa de pedestres. Para os equipamentos localizados em cruzamentos, o trecho de análise é a partir do alinhamento da via transversal até uma distância de 50m à montante deste ponto inicial.

O PVF 8 - “Velocidade veicular” relaciona-se com a velocidade máxima permitida nas vias em análise neste trabalho (60km/h). Os descritores são referentes ao somatório de infrações registradas dos veículos quanto ao excesso de velocidade, que originaram infrações do tipo média, grave e gravíssima. A data inicial da coleta dos dados é de 1 ano após o início de operação do equipamento, visto que antes desse período os condutores e pedestres ainda não tinham consolidado o local com a utilização do equipamento de fiscalização eletrônica.

Em relação ao PVF 9 – “Volume de pedestres”, segundo o corpo técnico do CTAFOR, dentre as variáveis para a determinação de implantação de semáforo para pedestres, o volume de 3 e 5 pedestres por minuto é considerado suficiente para deferir a implantação daquele tipo de dispositivo eletrônico para proporcionar melhores condições para a travessia dos pedestres. Dessa forma, o descritor desse ponto de vista representa como situação mais aceitável o nível de 3 a 5 ped/min e como nível superior àquele o volume maior igual a 6ped/min., visto que quanto mais pedestres existirem no local, mais eficaz pode ser o equipamento de fiscalização eletrônica em análise. Esse PVF tem como área de abrangência, os locais com equipamentos em cruzamento no trecho compreendido entre o início o alinhamento da via transversal até uma distância

de 50m à montante deste ponto inicial. Já o caso dos equipamentos localizados em meio de quadra, o trecho a ser analisado é de 50m, à montante e à jusante, do equipamento de fiscalização eletrônica.

Concluído o detalhamento de todos os PVF's e PVE's, foi estruturado o modelo proposto para a avaliação das condições de segurança para os pedestres, apresentado na Figura 70. A fase seguinte foi a análise das condições de segurança para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica, segundo os descritores dos PVF's e PVE's. Ressalta-se que a estruturação dos descritores deve ser descrita de forma que o melhor nível de desempenho deve ser aquele considerado pelos decisores como o mais viável com relação ao aspecto analisado, e o pior nível será aquele considerado por eles como o de pior desempenho (ENSSLIN *et al.*, 2001).

Nesta avaliação foi considerada que as condições menos favoráveis são as indicadas nos níveis mais elevados dos descritores (Figura 69). Ou seja, quanto piores forem os aspectos físicos e operacionais considerados em cada local, piores serão as condições de segurança aos pedestres, mesmo estando o local provido de equipamento de fiscalização eletrônica com prioridade para o pedestre. Dessa forma, os descritores de todos os Pontos de Vista Fundamentais e Elementares estão ordenados da pior situação para a melhor apresentada no local. No Anexo A são apresentados os descritores e a pontuação (função de valor) obtida pelo *software* MACBETH (BANA E COSTA E VANSNICK, 1995) para cada descritor considerado no modelo proposto. Ressalta-se que a pontuação de todos os descritores foi resultante dos julgamentos semânticos atribuídas pelos decisores para cada aspecto analisado.

Descritor do PVE 1.1 - <i>Largura do passeio</i>	
Níveis de impacto	Descrição
N3	Largura <b>menor</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR
N2	Largura <b>igual</b> ao recomendado pela LUOS/FOR
N1	Largura <b>maior</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR

**Figura 69:** Exemplo de ordenação de nível de descritores do modelo proposto

#### 4.5 CÁLCULO DA FUNÇÃO DE VALOR

Após a determinação dos descritores, partiu-se para os cálculos das escalas numéricas de cada descritor (função de valor). Para tanto foram preenchidas as matrizes

de julgamentos semânticos, a partir da escala semântica utilizada para a determinação destas funções de valor, composta de sete categorias: indiferente, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema, sendo estas diferenças de atratividade representadas pelos símbolos numéricos 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

A construção das matrizes foi realizada a partir de análise par a par de ações, sendo posteriormente, transferidas para o *software MACBETH* (BANA E COSTA E VANSNICK, 1995) de forma a obter a função de valor para cada um dos descritores do modelo. Ressalta-se que para a determinação da escala utilizada neste trabalho, foram considerados os níveis fixados no valor “0” ao nível “*Neutro*” e no valor “100” ao nível “*Bom*” em cada descritor, identificados ainda na fase de estruturação do modelo.

Para exemplificar este processo, tem-se o descritor utilizado no PVE 1.1 - “*Largura do Passeio*”, que foi construído com os níveis de impacto indicados na Tabela 8.

**Tabela 8:** Detalhamento dos níveis de impacto do descritor do PVE 1.1 – “*Largura do Passeio*”

Descritor do PVE 1.1 - <i>Largura do passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3	Bom	Largura <b>menor</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR	100,0
N2	Neutro	Largura <b>igual</b> ao recomendado pela LUOS/FOR	0,0
N1		Largura <b>maior</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR	-41,7

Para os descritores com apenas dois níveis de impacto não foi necessária a utilização do *software MACBETH* (BANA E COSTA E VANSNICK, 1995), uma vez que o nível menos atrativo corresponde ao nível “*Neutro*” e o mais atrativo ao nível “*Bom*”. As matrizes semânticas das respostas dos decisores, bem como as escalas numéricas das funções de valor dos descritores calculadas pelo *software MACBETH* estão contidas no Anexo II.

#### 4.6 CÁLCULO DAS TAXAS DE SUBSTITUIÇÃO (PESOS)

As taxas de substituição tem como função agregar as avaliações locais, levando a construção do modelo de avaliação global. Para a determinação destas taxas, partiu-se dos PVE’s posicionados na parte mais inferior da arborescência de pontos de vista, até se chegar aos PVF’s.

Para o cálculo das taxas de substituição, é necessário a construção de uma matriz, a qual foi preenchida com a mesma escala semântica utilizada para a determinação das funções de valor, composta de sete categorias: indiferente, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema, sendo estas diferenças de atratividade representadas pelos símbolos numéricos 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente. Para a determinação destas diferenças de atratividade, foi adicionada uma ação de referência “A0”, que possui todos os impactos no nível neutro. Esta ação é utilizada pelo método MACBETH para identificar a taxa de substituição do sub-critério menos preferível, caso contrário esta taxa de substituição seria nula.

Com as respostas dos decisores, foram preenchidas as matrizes fornecidas pelo *software MACBETH* (BANA E COSTA E VANSNICK, 1995), obtendo-se desta forma as taxas de substituição para todos os pontos de vista, até encontrar todas as taxas dos PV's consideradas no modelo proposto.

Na Tabela 9 são apresentadas as taxas de substituição para as duas áreas de interesse consideradas no modelo proposto, enquanto na Tabela 10 e na Tabela 11 são apresentadas as taxas de substituição dos PVF's das duas áreas de interesse.

**Tabela 9:** Taxas de Substituição para as áreas de interesse do modelo proposto

ÁREA DE INTERESSE	TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
Aspectos físicos	30,00%
Aspectos operacionais	70,00%

**Tabela 10:** Taxas de Substituição para os Pontos de Vista Fundamental – aspectos físicos

PONTO DE VISTA FUNDAMENTAL - Aspectos físicos	TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
PVF 1 - passeio	20,00%
PVF 2 - canteiro central	10,00%
PVF 3 - pista de rolamento	30,00%
PVF 4 - uso do solo	40,00%

**Tabela 11:** Taxas de Substituição para os Pontos de Vista Fundamental – aspectos operacionais

PONTO DE VISTA FUNDAMENTAL - Aspectos operacionais	TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
PVF 5 - comportamento dos pedestres	10,00%
PVF 6 - comportamento dos condutores	30,00%
PVF 7 - USP dos acidentes	20,00%
PVF 8 - velocidade veicular	15,00%
PVF 9 - volume de pedestres	25,00%

Conforme apresentado, para os Pontos de Vista Fundamentais 1 (passeio), 2 (canteiro central) e 3 (pista de rolamento), foram necessárias a realização do detalhamento. As Tabelas 12 a 14 apresentam as taxas de substituição para cada ponto de vista do modelo proposto.

**Tabela 12:** Taxas de substituição do Ponto de Vista Fundamental - Passeio

PONTOS DE VISTA ELEMENTAR REFERENTES AO PASSEIO (PVF1)	TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
PVE 1.1 - Largura	30,00%
PVE 1.2 - Presença de rampa	5,00%
PVE 1.3 - Tipo de pavimento	5,00%
PVE 1.4 - Estado de conservação do pavimento	10,00%
PVE 1.5 - Posição do mobiliário	10,00%
PVE 1.6 - Inclinação	5,00%
PVE 1.6.1 - Inclinação longitudinal	50,00%
PVE 1.6.2 - Inclinação transversal	50,00%
PVE 1.7 - Iluminação artificial	15,00%
PVE 1.8 - Presença de vegetação	10,00%
PVE 1.9 - Presença de parada de ônibus	5,00%
PVE 1.10 - Presença de estacionamento interno/externo ao lote	5,00%

**Tabela 13:** Taxas de substituição do Ponto de Vista Fundamental – Canteiro central

PONTOS DE VISTA ELEMENTAR REFERENTES AO CANTEIRO CENTRAL (PVF2)	TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
PVE 2.1 - Largura	30,00%
PVE 2.2 - Presença de rampa	10,00%
PVE 2.3 - Tipo de pavimento	5,00%
PVE 2.4 - Estado de conservação do pavimento	15,00%
PVE 2.5 - Posição do mobiliário	15,00%
PVE 2.6 - Inclinação	5,00%
PVE 2.6.1 - Inclinação longitudinal	50,00%
PVE 2.6.2 - Inclinação transversal	50,00%
PVE 2.7 - Iluminação artificial	10,00%
PVE 2.8 - Presença de vegetação	10,00%

**Tabela 14:** Taxas de substituição do Ponto de Vista Fundamental – Pista de rolamento

PONTO DE VISTA ELEMENTAR REFERENTE À PISTA DE ROLAMENTO (PVF3)	TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
PVE 3.1 - Largura de travessia	40,00%
PVE 3.2 - Presença de sinalização	20,00%
PVE 3.2.1 - Horizontal	60,00%
PVE 3.2.1.1 - Antes do local do equipamento	60,00%
PVE 3.2.1.2 - No local do equipamento	40,00%
PVE 3.2.2 - Vertical	40,00%
PVE 3.2.2.1 - Antes do local do equipamento	60,00%
PVE 3.2.2.2 - No local do equipamento	40,00%
PVE 3.3 - Presença de curva	40,00%
PVE 3.3.1 - Horizontal	50,00%
PVE 3.3.2 - Vertical	50,00%

Com a determinação das taxas de substituição, tornou-se possível congregiar as avaliações locais das ações (locais com os equipamentos eletrônicos), que já haviam sido determinadas com a construção das funções de valor, em uma avaliação global. Utilizou-se para o modelo proposto o procedimento de agregação aditiva, como afirma BANA E COSTA (1995b), é o mais utilizado em modelos multicritério, por transformar as diversas unidades de atratividade local em unidades de atratividade global.

A seguir será apresentada a expressão matemática que representa a fórmula agregada aditiva do modelo proposto para análise das condições de segurança para os pedestres em semáforos providos de equipamentos de fiscalização eletrônica, para o caso de Fortaleza, objetivo deste trabalho.

$$\begin{aligned}
V(x) = & A_1 \cdot \{ (W_{AI1} \cdot V_1) \cdot [(Q_{PVE1.1} \cdot p_{1.1}) + (Q_{PVE1.2} \cdot p_{1.2}) + (Q_{PVE1.3} \cdot p_{1.3}) + \\
& (Q_{PVE1.4} \cdot p_{1.4}) + (Q_{PVE1.5} \cdot p_{1.5}) + (Q_{PVE1.6} \cdot p_{1.6}) + (Q_{PVE1.7} \cdot p_{1.7}) + (Q_{PVE1.8} \cdot p_{1.8}) \\
& + (Q_{PVE1.9} \cdot p_{1.9}) + (Q_{PVE1.10} \cdot p_{1.10})] + (W_{AI2} \cdot V_2) \cdot [(Q_{PVE2.1} \cdot p_{2.1}) + (Q_{PVE2.2} \cdot \\
& p_{2.2}) + (Q_{PVE2.3} \cdot p_{2.3}) + (Q_{PVE2.4} \cdot p_{1.4}) + (Q_{PVE2.5} \cdot p_{2.5}) + (Q_{PVE2.6} \cdot p_{2.6}) + (Q_{PVE2.7} \\
& \cdot p_{2.7}) + (Q_{PVE2.8} \cdot p_{2.8})] + (W_{AI3} \cdot V_3) \cdot [(Q_{PVE3.1} \cdot p_{3.1}) + (Q_{PVE3.2} \cdot p_{3.2}) + (Q_{PVE3.3} \\
& \cdot p_{3.3})] + W_{PVF4} \cdot V_4 \} + A_2 \cdot (W_{PVF5} \cdot V_5 + W_{PVF6} \cdot V_6 + W_{PVF7} \cdot V_7 + W_{PVF8} \cdot V_8 \\
& + W_{PVF9} \cdot V_9)
\end{aligned}$$

Onde:

$V(x)$  – valor global da ação “x”

$A_i$  - taxa de substituição (peso) correspondente à área de interesse;

$W_{PVFi}(x)$  – valor parcial da ação “x” em relação a um dado PVF<sub>i</sub>

$V_i$  – taxa de substituição (peso) correspondente ao PVF<sub>i</sub>

$Q_{PVEi}(x)$  - valor parcial da ação “x” em relação a um dado PVE<sub>i</sub>

$p_i$  - taxa de substituição (peso) correspondente ao PVE<sub>i</sub>

# ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA VIÁRIA PARA OS PEDESTRES EM SEMÁFOROS PROVIDOS DE EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA (de avanço de semáforo e parada sobre a faixa de pedestres)

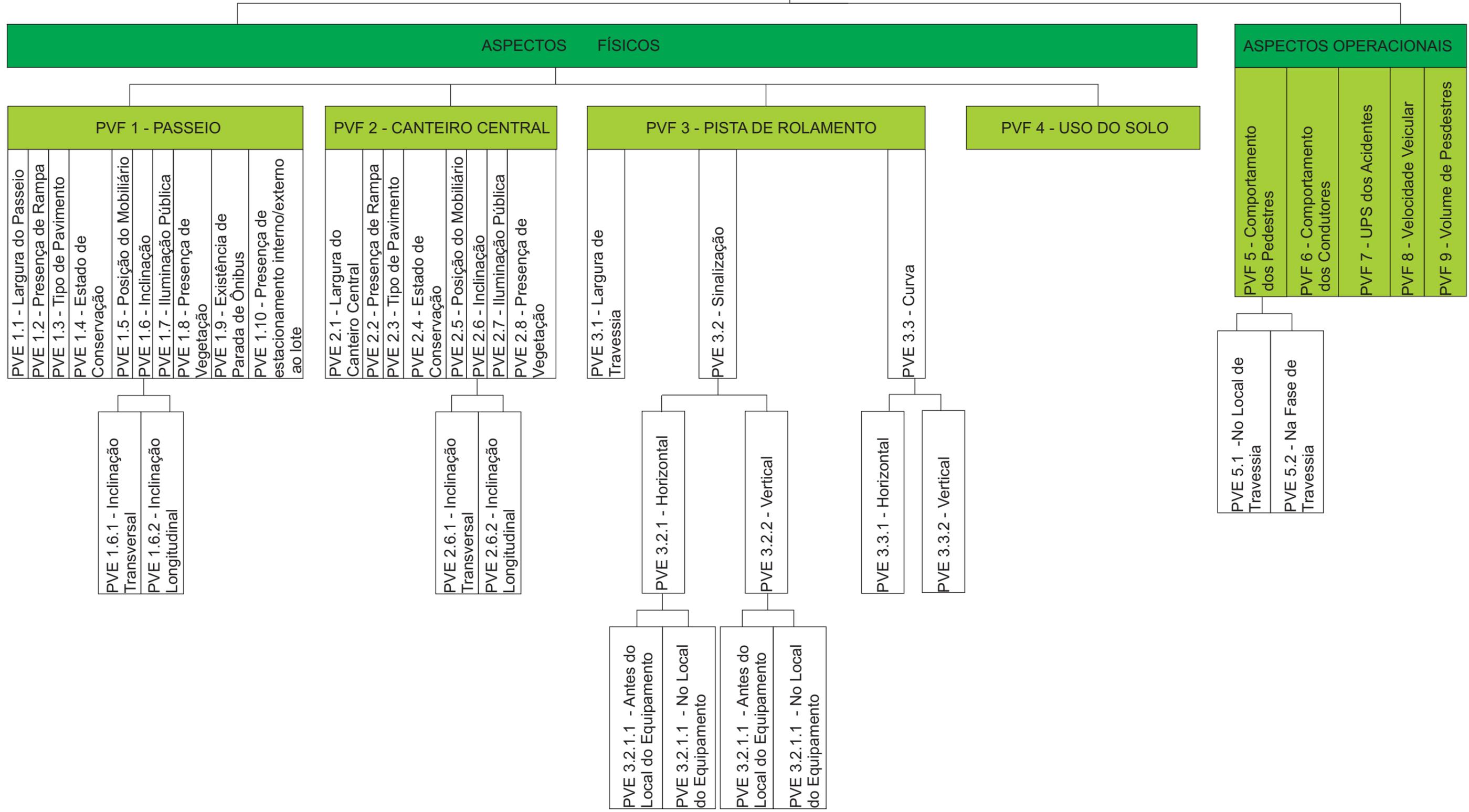


Figura 70 - Modelo Proposto

#### **4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir desse capítulo foi possível compreender a metodologia de modelo multicritério, seus objetivos, as principais características inerentes à ela, bem como verificar a forma de como proceder para a elaboração de uma análise baseada em diversos aspectos (quantitativos e qualitativos).

Realizou-se a elaboração do modelo multicritério, com a definição dos critérios que retratam o objetivo proposto neste trabalho, a consolidação dos descritores e das taxas de substituições necessárias para a análise das condições de segurança para os pedestres em locais que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica.

## CAPÍTULO 5

### ESTUDO DE CASO

Neste capítulo são apresentadas as análises da aplicação do modelo multicritério proposto em vários locais onde foram implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica do tipo fixo, com prioridade para os pedestres, considerando os aspectos físicos e operacionais para melhor avaliar as condições de segurança para os pedestres em semáforos providos de fiscalização eletrônica.

#### 5.1 LEVANTAMENTO DOS CRITÉRIOS ANALISADOS

As informações referentes à área de interesse “*aspectos físicos*” considerado no modelo proposto foram obtidas a partir de visitas no local.

Para a obtenção dos dados da área de interesse “*aspectos operacionais*”, buscou-se, a partir do sistema de banco de dados do CTAFOR (2009), o período de maior pico do tráfego, considerando todos os dias da semana. Para tal questionamento, obteve que o horário de maior pico de tráfego em Fortaleza é das 17:30h às 18:30h. Desse modo, o PVF 5 (*comportamento dos pedestres*) e o PVF 9 (*volume de pedestres*) em todos os locais analisados, nesta pesquisa, foram obtidos na referida hora pico, nos dias da semana de terça à quinta-feira, por serem esses os dias em que não há maiores variações no fluxo de veículos.

Os demais Pontos de Vista Fundamentais da área de interesse *aspectos operacionais* (PVF 6 - *comportamento dos condutores*, PVF 7 - *UPS dos acidentes* e PVF 8 - *velocidade veicular*) foram obtidos a partir de levantamentos no banco de dados interno da AMC. Conforme mencionado no item 5.3, os descritores para o PVF 6 (*comportamento dos condutores*) referem-se à quantidade de imagens consistentes, por equipamento, quanto às infrações de avanço de semáforo e parada de veículos sobre a faixa de pedestres. Com relação ao PVF 8 (*velocidade veicular*), os descritores referem-se à quantidade de multas geradas por excesso de velocidade. Ressalta-se que as multas coletadas para ambos os Pontos de Vista Fundamentais foram durante o período de 01 (um) ano, sendo este período, o segundo ano de operação do equipamento, conforme já justificado anteriormente. A Tabela 15 apresenta a quantidade de multas registradas por tipo de infração, para ambos os PVF's.

Diante da quantidade de infrações apresentada na Tabela 15, percebeu-se que, caso na análise fosse considerar a média dos locais de todos os VMDs, multiplicado por 365 (referente ao período de 1 ano de dados de infrações), a taxa seria muito baixa e de difícil consideração para a análise referente ao contexto do presente trabalho, visto que o VMD médio de todos os equipamentos analisados é de 312.873 veículos, que multiplicado por 365 dariam 4.698.645 veículos/ano.

Exemplificando, tem-se o caso do equipamento localizado na Av. Oscar Araripe, 741 (O/L), tem-se 4.698.645 veículos/ano, dividido pela quantidade de infrações de avanço (106), que daria uma taxa de 44.326,84 veículos/multa/ano de avanço, valor superior do que a quantidade de infrações registradas (mesmo somando a quantidade de infrações de avanço e de parada sobre a faixa de pedestres). O mesmo raciocínio foi realizado com os dados de infrações de velocidade.

**Tabela 15:** Quantidade de infrações por equipamento analisado.

Local	Sentido	Período	Avanço de semáforo	Parada de veículos obre a faixa de pedestres	TOTAL (avanço + parada)	Quantidade de multas por excesso de velocidade
Av. Oscar Araripe, 741	OL	12/10/2007 - 12/10/2008	106	11	117	37
Av. Gal. Osório de Paiva, 1293	S/N	25/01/2008 - 25/01/2009	46	0	46	166
R. Prof. Costa Mendes, 1608	L/O	22/11/2007 - 22/11/2008	67	8	75	97
Av. Alberto Craveiro, 1480 oposto	S/N	12/07/2008 - 12/07/2009	142	18	160	169
Av. Pres. Castelo Branco, 4750	L/O	1/12/2007 - 1/12/2008	144	9	153	1.077
Av. Bezerra de Menezes, 435	O/L	17/10/2007 - 17/10/2008	187	24	211	902
Av. 13 de Maio x Av. Universidade	L/O	14/02/2008 - 14/02/2009	140	50	190	302
Av. Pres. Castelo Branco x Av. Dr. Theberge	L/O	10/1/2008 - 10/01/2009	47	167	214	0
Av. Godofredo Maciel x R. Germano Frank	S/N	30/5/2008 - 30/05/2009	773	17	790	2
Av. Francisco Sá, 5426	L/O	6/7/2008 - 6/7/2009	157	4	161	13
Av. Francisco Sá, 3780A	L/O	10/10/2007 - 10/10/2008	154	10	164	128
Av. Sargento Hermínio Sampaio, 3643	O/L	10/01/2008 - 10/01/2009	251	44	295	96
Av. Hist. Raimundo Girão x Av. Rui Barbosa	L/O	31/01/2008 - 31/01/2009	499	119	618	448
Av. Francisco Sá x Av. Pasteur	L/O	10/10/2007 - 10/10/2008	101	91	192	9
Av. da Universidade x Av. 13 de Maio	S/N	14/02/2008 - 14/02/2009	1.709	459	2.168	37

Fonte: AMC, 2009

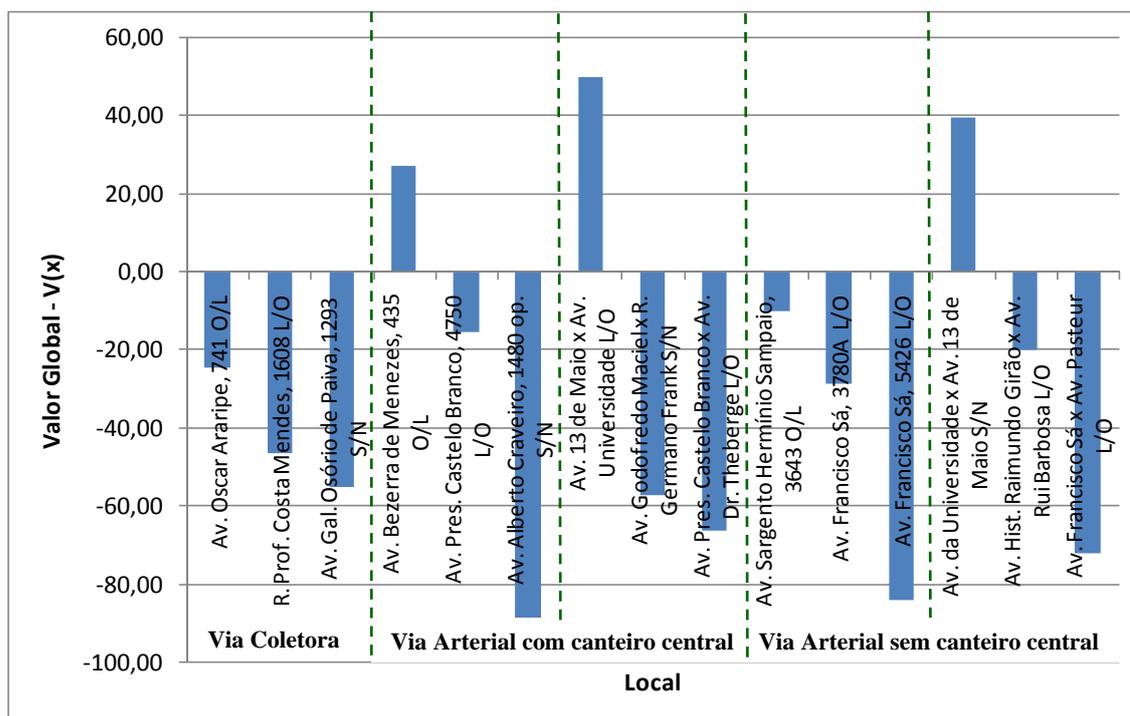
## 5.2 ANÁLISE DAS EFICÁCIAS DOS EQUIPAMENTOS DE FISCALIZAÇÃO ELETRÔNICA

A Tabela 16 apresenta os cinco tipos de via previamente determinados para análise desta pesquisa, onde foram analisados três locais em cada tipo. Também é apresentado o valor global da avaliação do desempenho ( $V(x)$ ) de cada local (em ordem decrescente por grupo), o qual foi obtido a partir da aplicação da expressão matemática do modelo proposto, determinado no item 4.6. De modo a melhor expor os resultados obtidos na análise, foi adotado uma numeração referente a cada local estudado.

**Tabela 16:** Valor Global dos locais estudados

Especificações da via	Local	V(X)
Via Coletora sem canteiro central	1 - Av. Oscar Araripe, 741 O/L	-24,60
	2 - R. Prof. Costa Mendes, 1608 L/O	-46,46
	3 - Av. Gal. Osório de Paiva, 1293 S/N	-54,89
Via Arterial com canteiro central - meio de quadra	4 - Av. Bezerra de Menezes, 435 O/L	26,86
	5 - Av. Pres. Castelo Branco, 4750 L/O	-15,38
	6 - Av. Alberto Craveiro, 1480 oposto S/N	-89,10
Via Arterial com a presença de canteiro central - cruzamento	7 - Av. 13 de Maio x Av. Universidade L/O	49,86
	8 - Av. Godofredo Maciel x R. Germano Frank S/N	-57,21
	9 - Av. Pres. Castelo Branco x Av. Dr. Theberge L/O	-66,17
Via Arterial sem canteiro central - meio de quadra	10 - Av. Sargento Hermínio Sampaio, 3643 O/L	-9,98
	11 - Av. Francisco Sá, 3780A L/O	-28,54
	12 - Av. Francisco Sá, 5426 L/O	-83,97
Via Arterial sem canteiro central - cruzamento	13 - Av. da Universidade x Av. 13 de Maio S/N	39,40
	14 - Av. Hist. Raimundo Girão x Av. Rui Barbosa L/O	-19,98
	15 - Av. Francisco Sá x Av. Pasteur L/O	-71,85

O valor da avaliação global de cada local traduz as condições físicas e operacionais onde o equipamento de fiscalização eletrônica está inserido. Ou seja, os locais com maiores valores da avaliação global são os que apresentam piores condições de segurança viária, a exemplo da Avenida 13 de Maio x Avenida da Universidade (Tabela 16). Tais locais necessitam de implantação de ações que os tornem mais seguros e confortáveis para os pedestres, bem como ações para verificar a eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica, visto que não apenas os equipamentos irão proporcionar melhores condições de segurança para os pedestres, mas sim o conjunto destes com as condições físicas e operacionais dos locais. Para uma melhor análise dos valores de  $V(x)$ , estes estão inseridos na Figura 71.



**Figura 71:** Desempenho das eficácias dos locais estudados que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica.

Através da análise da Figura 71, observa-se que, de forma geral, a maioria dos locais estudados apresenta boa condição de segurança para os pedestres (pontuação negativa) com a utilização dos equipamentos de fiscalização eletrônica, e que os locais com piores desempenhos (maior avaliação global) foram nos equipamentos instalados em vias de classificação viária arterial. Também, nessa mesma classificação viária (via arterial) estão instalados os equipamentos que obtiveram menores valores na pontuação, tendo o equipamento localizado na Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N) menor pontuação de todos os locais estudados ( $V_{(n^{\circ} 6)} = -89,10$ ). Em seguida, a segunda menor pontuação foi para o equipamento localizado no Av. Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (sentido L/O), com  $V_{(n^{\circ} 12)} = -83,97$ .

A partir da Figura 71, nota-se, também, que apenas no grupo de vias com classificação funcional coletora, todos os locais apresentam boas condições de segurança aos pedestres na utilização dos equipamentos de fiscalização eletrônica, visto que somente neste grupo, todos os locais analisados apresentaram valores globais abaixo de zero. Em contrapartida, os dois grupos de vias que mais necessitam de medidas de engenharia para tornar mais seguros os locais com equipamentos de fiscalização eletrônica são os inseridos em vias de classificação funcional arterial,

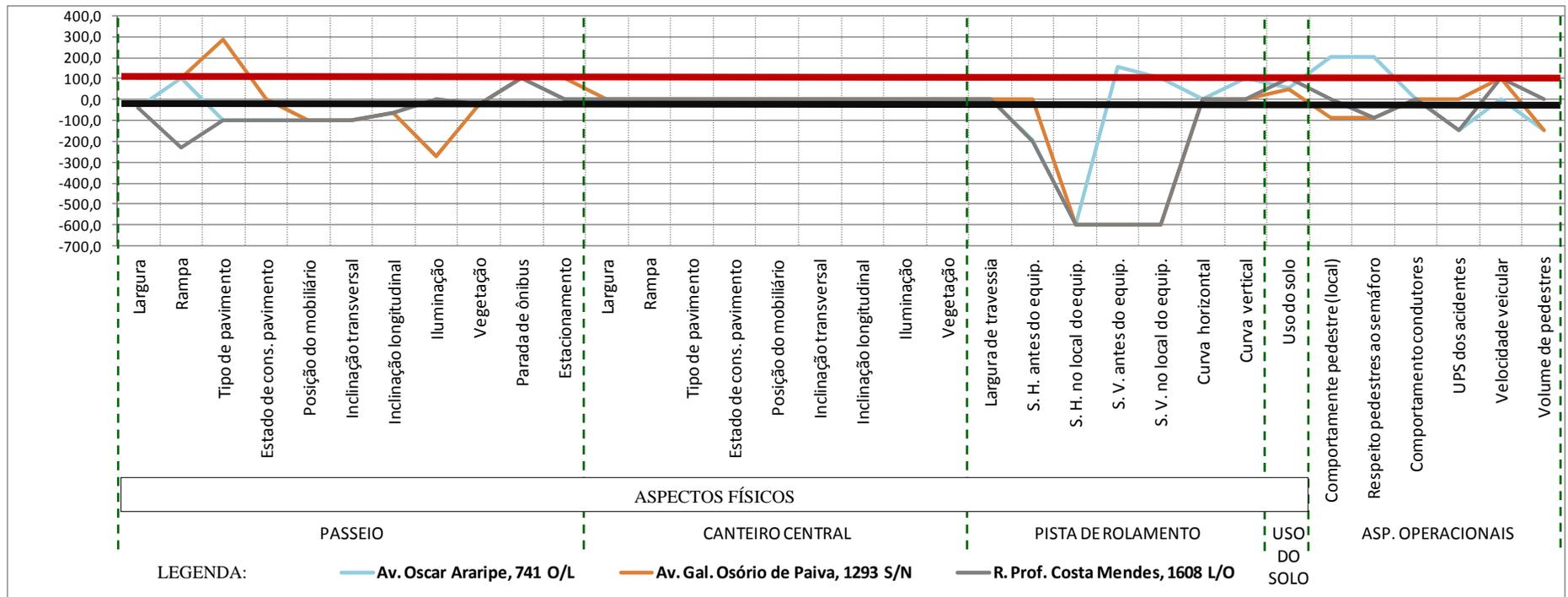
localizados em cruzamentos semaforizados, tendo os equipamentos inseridos em vias com canteiro central maiores necessidades de implantação de medidas, quando comparado com os locais que não possuem canteiro central.

De forma a aprofundar a análise dos resultados, é importante avaliar localmente cada local pesquisado com relação a todos os PVF's e PVE's. Tais informações podem ser analisadas de forma a se conhecer os seus pontos fortes e fracos. Para melhor visualização da performance de cada local, foram construídos perfis de impactos mostrados nas Figuras 73 à 87.

### **5.2.1 Análise das vias de classificação viária Coletora**

Estão inseridos nesse grupo os equipamentos de numeração pré-definida: 1, 2 e 3, ou seja: (i) Avenida Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L); (ii) Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (sentido L/O); e (iii) Avenida General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido S/N), respectivamente.

Das Figura 72 à 74 são apresentadas as pontuações de cada critério analisado para cada local, partindo de uma análise microscópica dos resultados.



Especificações da via	Local	V (x)
Via Coletora sem canteiro central	1 - Av. Oscar Araripe, 741 O/L	-24,60
	2 - R. Prof. Costa Mendes, 1608 L/O	-46,46
	3 - Av. Gal. Osório de Paiva, 1293 S/N	-54,89

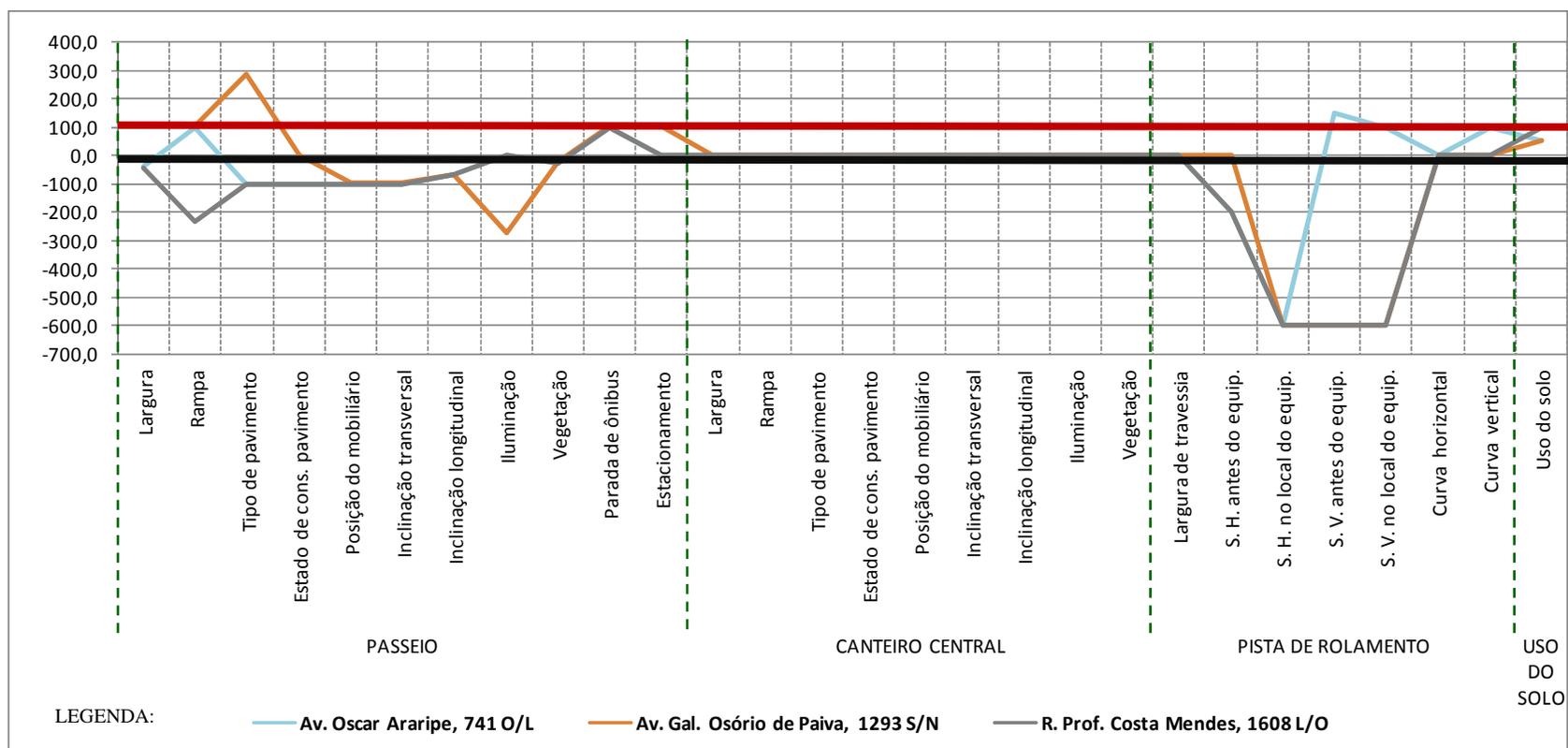
Figura 72: Perfis de Impacto da Via Coletora sem canteiro central

A partir da Figura 72, observa-se que existem, nos três locais que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica, no grupo de via coletora, sem presença de canteiro central que separa os fluxos de tráfego de sentidos opostos, e localizados em meio de quadra, uma maior quantidade de variações nas avaliações locais, com relação aos pontos de vista elementares, referente à área de interesse “*aspectos operacionais*”, em comparação com a área de interesse “*aspectos físicos*”. Neste último, na Av. General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido S/N) e na Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L), os critérios que obtiveram piores desempenhos foram apenas nos PVE’s 1.3 (*tipo de pavimento do passeio*) e no PVE 3.2.1 (*sinalização vertical antes do local instalado o equipamento*), respectivamente.

Com relação aos aspectos operacionais, existe uma maior quantidade de critérios variando entre o *Nível Bom* (situação tolerável de desempenho) e o *Nível Neutro* (situação que atende ao desempenho), tendo apenas a Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido Oeste-Leste) o pior desempenho (ver Figura 72), segundo o PVF 5.1 - *comportamento dos pedestres*; e o PVF 5.2 - *respeito dos pedestres ao semáforo*.

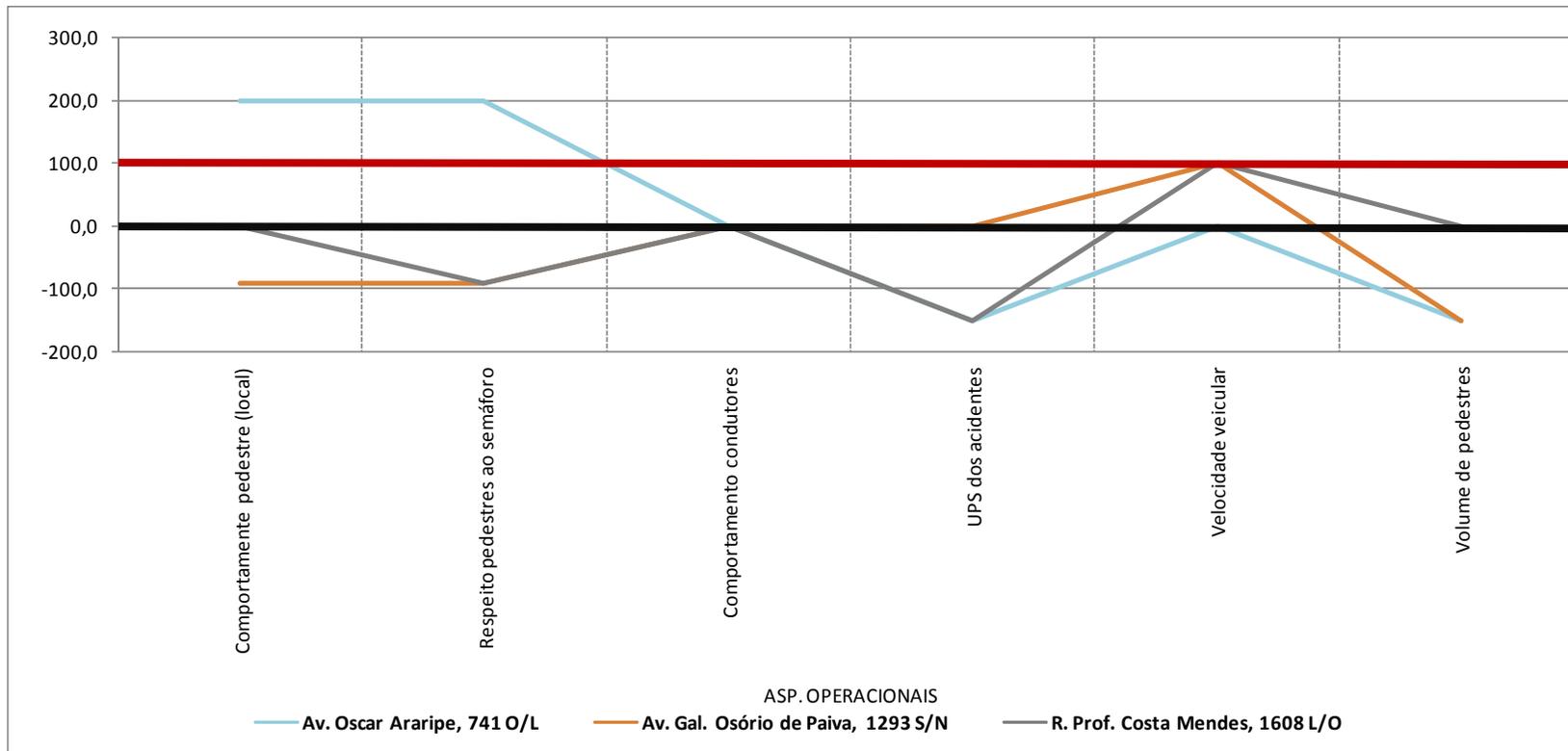
Para o referido grupo em análise, tem-se que a Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L) possui pior desempenho ( $V_{(n^{\circ} 1)} = -24,60$ ), na avaliação global, em segundo lugar a Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (sentido L/O) ( $V_{(n^{\circ} 2)} = -46,46$ ), e por último a Av. General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido S/N), com melhor desempenho entre os três locais em análise ( $V_{(n^{\circ} 3)} = -54,89$ ). Ou seja, o local de nº 1 é o que apresenta piores condições dentre desse grupo em análise (aspectos físicos e operacionais). Dessa forma, a Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L) é o que mais necessita de medidas que torne mais eficaz à operação dos equipamentos de fiscalização eletrônica, em seguida os locais de Av. General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido S/N) e Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (sentido L/O), respectivamente. No entanto, ressalta-se que, a partir das condições físicas, operacionais e da utilização do equipamento de fiscalização eletrônica, esses três locais apresentam boas condições de segurança aos pedestres.

Para uma análise mais aprofundada dos três locais desse grupo, a Figura 73 e Figura 74 apresentam as análises detalhadas, e os impactos parciais dos aspectos físicos e operacionais, respectivamente.



Local	Passeio	Pista de rolamento	Uso do solo	Avaliação parcial (aspectos físicos)
1	-3,08	5,72	6,00	8,65
2	-4,58	-40,18	12,00	-32,75
3	0,16	-38,88	6,00	-32,72

**Figura 73:** Perfis de Impacto dos *aspectos físicos* das Vias Coletoras sem canteiro central e em meio de quadra



Local	Aspectos Operacionais
1	-33,25
2	-13,71
3	-22,17

**Figura 74:** Perfis de Impacto dos *aspectos operacionais* das Vias Coletoras sem canteiro central e em meio de quadra

Com relação ao PVF 1 (*passaio*), a maioria dos critérios apresentaram bons desempenhos, representando que nesses locais os critérios considerados no modelo estão em condições que proporcionam boas condições para fluxo de pedestres.

A Av. General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido S/N), para o PVF 1 (*passaio*) é o que obteve pior desempenho, seguido da Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L) e por último a Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (sentido L/O), tendo esses dois últimos diferenças apenas no PVE 1.2 (*presença de rampa*) (ver Figura 73).

Com relação aos PVE's 03 (*pista de rolamento*) e 04 (*uso do solo*), todos os critérios possuem bons desempenhos, tendo apenas na Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L), no PVE 3.2.1 (*sinalização vertical antes do local instalado o equipamento*), valor próximo ao *Nível Bom*, obtendo com isso pontuação superior aos demais desse grupo. Assim, a partir de uma avaliação parcial, na qual foram considerados apenas os “*aspectos físicos*”, a Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L) é a via que mais necessita de medidas para melhorar a segurança dos pedestres, com relação aos demais locais desse grupo.

Quanto aos aspectos operacionais, Figura 74, nota-se que na Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L), a maioria dos pedestres realizam a travessia da via em momento inadequado, arriscando as suas vidas. No entanto a UPS dos acidentes, neste mesmo local é baixa, e também um percentual considerável de condutores transitando no local com velocidade acima do permitido (60 km/h). Dessa forma, no “*aspecto operacional*”, a Av. Oscar Araripe, em frente ao nº 741 (sentido O/L), apresentou melhor desempenho, seguida da Av. General Osório de Paiva, em frente ao nº 1293 (sentido S/N), e por fim a Rua Professor Costa Mendes, em frente ao nº 1608 (sentido L/O), sendo, nesta ordem, os locais que precisam de medidas de engenharia para tornar o local com melhores condições de segurança para os pedestres, e de modo a que os equipamentos de fiscalização eletrônica instalados em cada local possam ser mais eficazes.

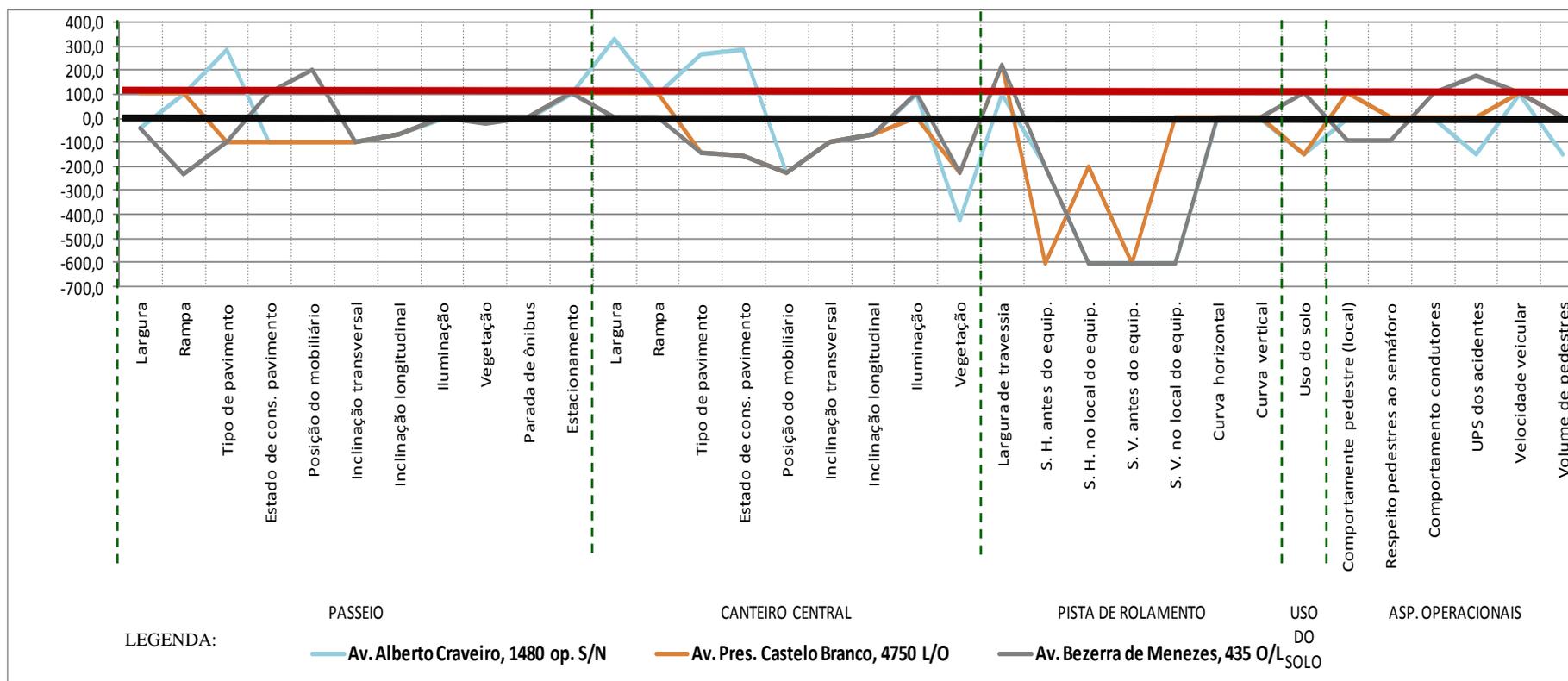
### **5.2.2 Análise das Vias de classificação viária Arterial**

Nesse grupo estão inseridas quatro especificações de via de localização de equipamentos de fiscalização eletrônica em via de classificação viária arterial, localizados em meio de quadra e em cruzamento semaforizado, com e sem a presença

de canteiro central. Na análise desses locais são considerados os mesmos critérios dos equipamentos localizados em vias de classificação viária coletora. A seguir são detalhadas as análises de acordo com as especificações.

**a) Equipamentos localizados em vias arteriais, em meio de quadra, com a presença de canteiro central**

Pertencem a essa situação os locais de nº 4, 5 e 6 – (i) Av. Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L); (ii) Av. Presidente Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O); e (iii) Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N), respectivamente. Da Figura 75 à Figura 77 são apresentadas as pontuações de cada critério analisado para cada local, partindo de uma análise macroscópica para uma análise microscópica dos resultados.



Especificações da via	Local	V(X)
Via Arterial com canteiro central - meio de quadra	4 - Av. Bezerra de Menezes, 435 O/L	26,86
	5 - Av. Pres. Castelo Branco, 4750 L/O	-15,38
	6 - Av. Alberto Craveiro, 1480 oposto S/N	-89,10

**Figura 75:** Perfis de Impacto da Via Arterial com canteiro central – meio de quadra

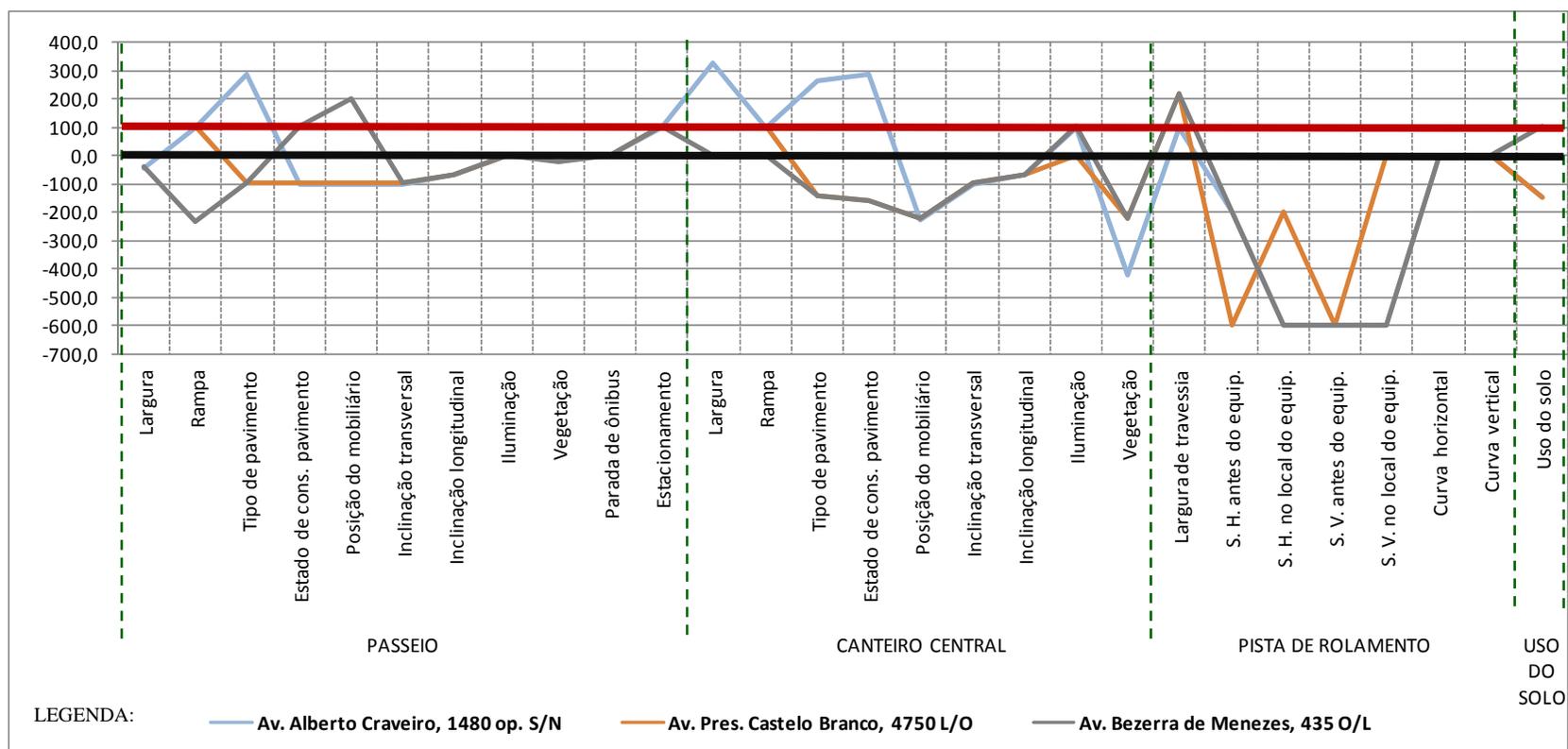
Observando a Figura 75, vê-se, a partir de uma visão geral, que houve maiores diferenças de desempenho nos “*aspectos físicos*” quando se compara com os “*aspectos operacionais*”, dos três locais que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica no grupo de via arterial, com presença de canteiro central separando os fluxos de tráfego de sentidos opostos e localizados em meio de quadra. Em vários critérios, as vias apresentam as mesmas características, tais como: vegetação, presença de parada de ônibus e presença de estacionamento interno/externo ao lote, todos esses pertencentes ao Ponto de Vista Elementar 1 - *passaio*.

Constata-se que a Av. Alberto Craveiro apresenta piores desempenhos nos critérios: tipo de pavimento do passeio; largura do canteiro central, presença de rampa, tipo e estado de conservação do canteiro central, representando estes os critérios mais ineficientes para o local. No entanto, todos esses aspectos estão inseridos no ponto de vista fundamental 01 (PVF1) – aspectos físicos - que correspondem a um peso de 30% do total do modelo proposto, conforme apresentado na Figura 75.

Informa-se também que, para o PVE 3 - *Pista de rolamento*, os três locais apresentaram pontos de segurança favorável. Isso ressalta que a AMC, órgão de trânsito responsável pela sinalização viária do Município de Fortaleza, vem cumprindo a determinação de implantar e conservar a sinalização nos locais em que são implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica.

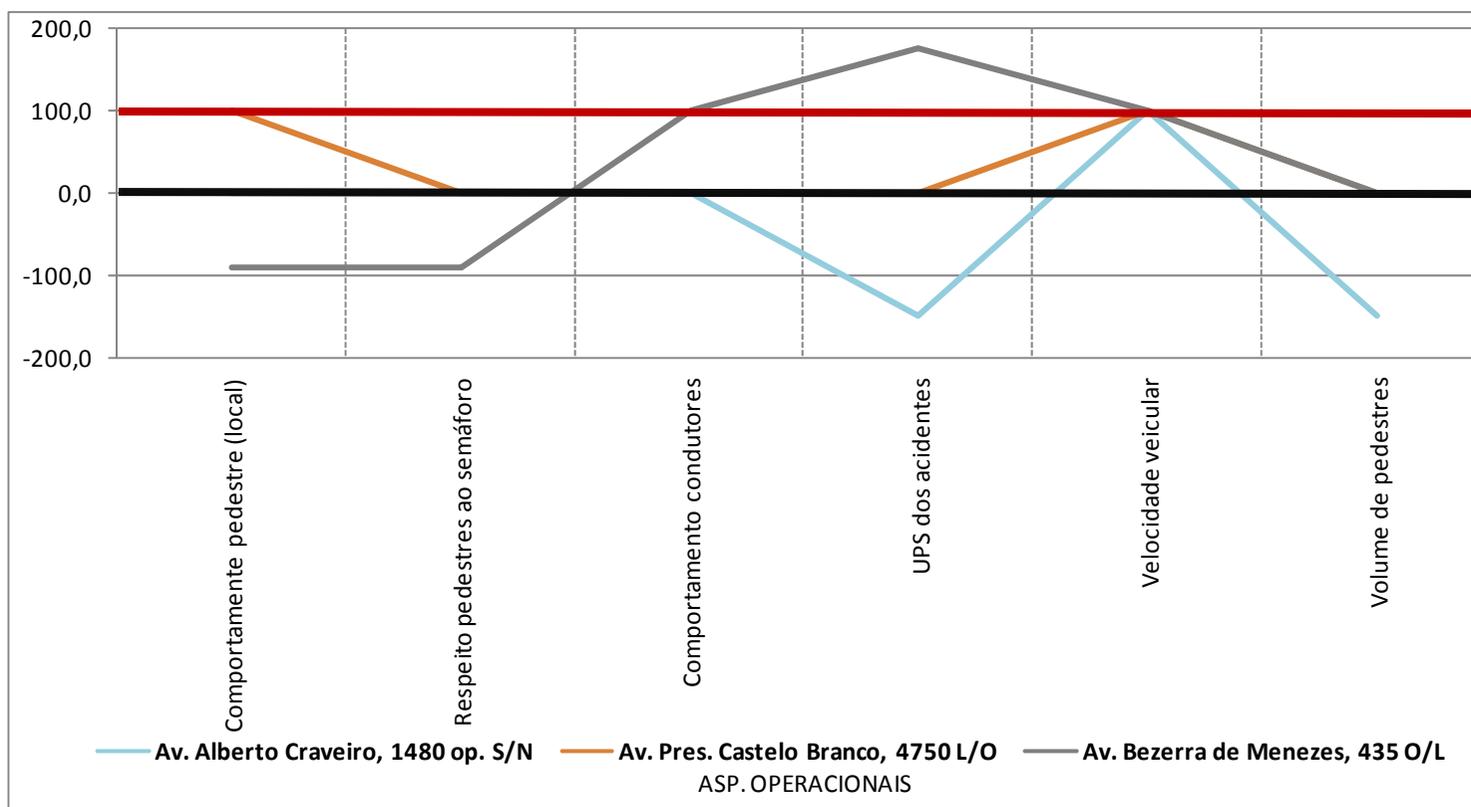
Observa-se inclusive que, na Av. Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L), apesar de haver diversas divergências nas avaliações dos critérios, estes estão na maioria com bom desempenho. No entanto, as variações que correspondem acima do referido nível são referentes aos aspectos operacionais, os quais possuem maiores “pesos” na avaliação do modelo proposto. Isso acarreta em pior desempenho para a Av. Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L) e melhor desempenho para a Av. Alberto Craveiro, sendo este último o local com menos necessidade de medidas de segurança viária para que o equipamento de fiscalização eletrônica seja mais eficaz.

De forma a melhor compreender e obter melhores análises a respeito dos locais estudados, as Figura 76 e 77 apresentam os impactos dos aspectos físicos e operacionais, separadamente.



Local	Passeio	Canteiro Central	Pista de rolamento	Uso do solo	Avaliação parcial (aspectos físicos)
4	-0,05	-2,29	-32,37	12,00	-22,72
5	0,65	-1,54	-10,49	-18,00	-29,38
6	-0,75	2,97	-36,58	-18,00	-52,35

**Figura 76:** Perfis de Impacto dos *aspectos físicos* das Vias Arteriais com canteiro central e em meio de quadra



Local	Aspectos Operacionais
4	49,58
5	14,00
6	-36,75

**Figura 77:** Perfis de Impacto dos *aspectos operacionais* das Vias Arteriais com canteiro central e em meio de quadra

Analisando os “*aspectos físicos*” da Figura 76, tem-se que as avaliações parciais dos três locais possuem bons desempenhos (valor parcial de avaliação abaixo de zero). Os locais com maior necessidade de implantação de medidas nos “*aspectos físicos*” que tornem os equipamentos de fiscalização eletrônica mais eficazes são, em primeiro lugar a Av. Bezerra de Menezes, seguida da Av. Pres. Castelo Branco, e por fim a Av. Alberto Craveiro.

No que se refere ao aspecto físico “*passaio*”, observa-se que a Av. Presidente Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O) obteve maior pontuação no critério “*largura*”, por possuir sua extensão menor que o recomendado pela LUOS de Fortaleza. Sendo este o critério julgado como o mais importante pelos decisores, este local é o que mais prioriza os pedestres, e conseqüentemente oferece maiores condições na segurança dos pedestres.

Nos outros dois locais desse grupo, no critério “*largura do passaio*”, tiveram desempenhos semelhantes, possuindo maiores divergências nos critérios: presença de rampa, tipo de pavimentos e posicionamento do mobiliário. Devido a este último aspecto físico possuir pontuação de 0,1% e os demais citados de 0,05% cada um, a Av. Bezerra de Menezes apresenta pior desempenho com relação ao critério “*posicionamento do mobiliário*”. Ou seja, o mobiliário instalado no local não encontra-se posicionado de acordo com as exigências da legislação, e com isso prejudicando a passagem dos pedestres no local.

Quanto ao aspecto físico referente ao “*canteiro central*”, vê-se pela Figura 76, que na Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N), o canteiro central encontra-se com maior necessidade de melhorias para tornar o local com melhores condições de segurança viária, visto que o mesmo possui largura inferior ao exigido na LUOS de Fortaleza, não possui rampa de acesso, o tipo de pavimento é inadequado, e com estado de conservação deficitária (areia). Com isso o canteiro central desse local encontra-se em situações mais desfavoráveis do que nos demais locais desse grupo. Com relação aos locais Av. Pres. Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O) e Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N), as diferenças ocorrem também nos aspectos “*largura*” e “*presença de rampa*”, porém estas são menos significativas do ponto de vista dos decisores. Nos demais critérios, todos os locais se assemelham, tendo, assim, na ordem decrescente de desempenho, o local Av. Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L), Av. Pres. Castelo Branco, em

frente ao nº 4750 (sentido L/O) e Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N), no aspecto físico – “*canteiro central*”, necessidade de maiores intervenções para tornar o local mais seguro aos pedestres, bem como tornar o equipamento de fiscalização eletrônica mais eficaz.

Em referência ao aspecto físico “*pista de rolamento*”, apesar das diferenças de pontuação em cada critério, todos os locais apresentaram pontuações que configuram que os locais encontram-se em bom estado de conservação. Porém mesmo com essas diferenças, a Av. Alberto Craveiro é o local com melhores condições, seguida da Av. Pres. Castelo Branco e por último a Av. Bezerra de Menezes.

Ressalta-se que no PVF3 – “*pista de rolamento*”, os critérios com bons desempenhos são aqueles de responsabilidade do órgão de trânsito do Município de Fortaleza, que inclui: selecionar os locais a serem implantados os equipamentos de fiscalização eletrônica, implantá-los e sinalizar a via. Com isso, pode-se dizer que existem maiores esforços para a melhoria do trânsito de pedestres pela AMC, o mesmo não ocorrendo com os demais órgãos da prefeitura. Dessa forma, nos critérios referentes à pista de rolamento, a ordem do pior desempenho para o melhor é: Av. Pres. Castelo Branco, Av. Bezerra de Menezes e Av. Alberto Craveiro, respectivamente.

Por último, no aspecto físico “*uso do solo*”, os locais Av. Pres. Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O) e Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N), tem o mesmo uso, residências unifamiliares predominante, e por isso obtendo bom desempenho.

Verificando através da Figura 77, que são referente a pontuação dos “*aspectos operacionais*”, a Av. Bezerra de Menezes é o local que mais necessita de medidas de segurança aos pedestres para tornar o equipamento de fiscalização eletrônica mais eficaz, seguido da Av. Pres. Castelo Branco, e por último a Av. Alberto Craveiro.

Pela Figura 77 vê-se que, quanto aos aspectos relacionados ao comportamento dos pedestres, na Av. Bezerra de Menezes há maior percentual de pedestres que realizam a travessia de maneira mais adequada, ou seja, na fase correta do semáforo a ele destinado. O mesmo não ocorre para os demais locais desse grupo, tendo inclusive, a Av. Presidente Castelo Branco maior percentual de pedestres que atravessam em local errado, ou seja, fora da faixa de pedestres.

Quanto ao ponto de vista fundamental comportamento dos motoristas, a Av. Bezerra de Menezes já passa a ser o pior local, visto que há maiores quantidades de

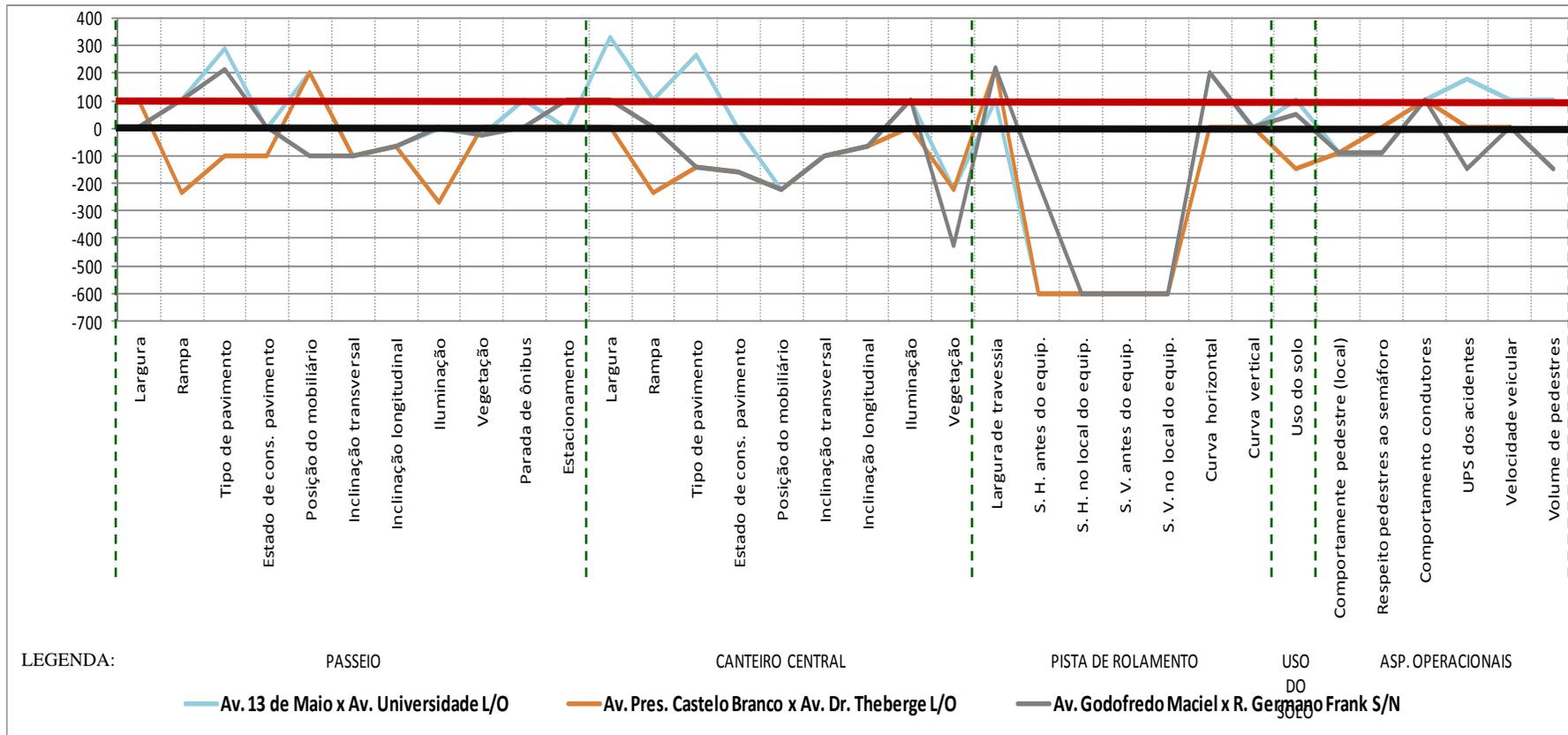
infrações de trânsito quanto à avanço de semáforo vermelho e parada dos veículos sobre a faixa de pedestres. Nos outros dois locais o desempenho é semelhante.

No critério “*UPS dos acidentes*”, novamente a Av. Bezerra de Menezes possui pior desempenho, tendo maiores quantidade de acidentes de trânsito. Neste critério a Av. Alberto Craveiro apresenta bom desempenho, tendo a Av. Pres. Castelo Branco desempenho intermediário aos demais locais.

Dessa forma, quanto ao “*aspecto operacional*”, o equipamento que está inserido no local Av. Presidente Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O) é o que mais necessita de medidas que torne mais eficaz a sua operação, por estar inserido em local que apresentam piores condições de segurança viária. Em seguida tem-se os locais Av. Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L) e Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N), respectivamente.

**b) Equipamentos localizados em vias arteriais, em cruzamento semaforizado, com a presença de canteiro central**

Pertencem a esse grupo os locais de nºs 7, 8 e 9 – (i) Avenida 13 de Maio x Avenida da Universidade (sentido L/O); (ii) Avenida Godofredo Maciel x Rua Germano Frank (sentido S/N) e (iii) Avenida Presidente Castelo Branco x Avenida Doutor Theberge (sentido L/O), respectivamente. A Figura 78 apresenta a pontuação de todos os critérios e a avaliação global, referente aos três cruzamentos estudados pertencentes a esse grupo.



Especificações da via	Local	V(X)
Via Arterial com canteiro central - cruzamento	7 - Av. 13 de Maio x Av. Universidade L/O	49,86
	8 - Av. Godofredo Maciel x R. Germano Frank S/N	-57,21
	9 - Av. Pres. Castelo Branco x Av. Dr. Theberge L/O	-66,17

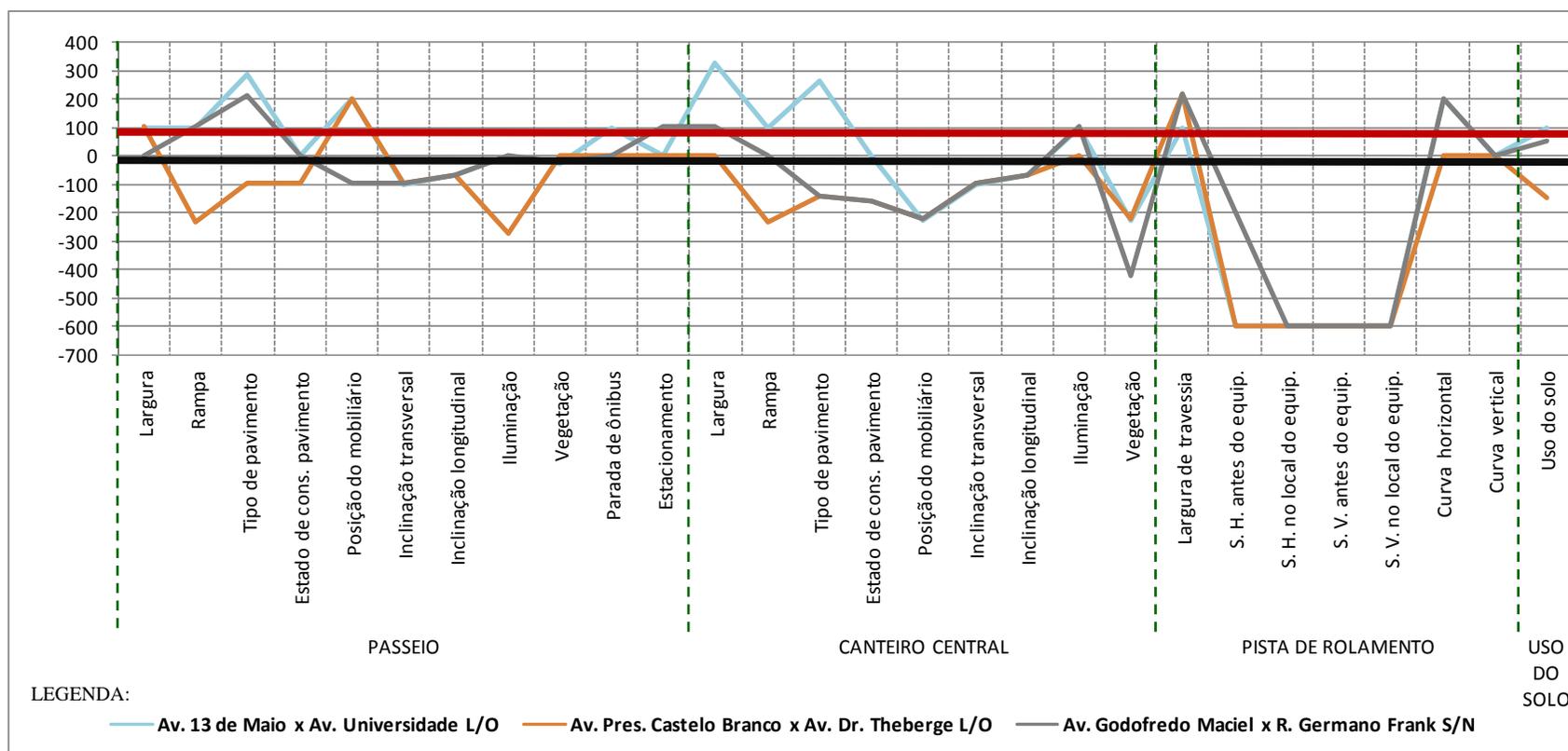
Figura 78: Perfis de Impacto da Via Arterial com canteiro central – cruzamento

A Figura 78 apresenta que nesse grupo de via arterial, de equipamentos de fiscalização eletrônica localizados em cruzamentos semaforizados, com presença de canteiro central separando os fluxos de tráfego de sentidos opostos, as características são bem distintas tanto nos “*aspectos físicos*”, quanto nos “*aspectos operacionais*”, indicando que os equipamentos de fiscalização eletrônica obtêm melhores condições de segurança quanto aos aspectos supracitados, bem como quanto à utilização do equipamento de fiscalização eletrônica em determinados locais, e em outros não.

Em referência ao PVE 1 (*aspectos físicos*), o cruzamento das Avenidas 13 de Maio cm Universidade (sentido L/O) é o que apresenta piores desempenhos dentre os locais deste grupo, devido aos PVEs 1.3 (*tipo de pavimento do passeio*), 1.5 (*posição do mobiliário*), 2.1 (*largura do canteiro central*) e 2.3 (*tipo de pavimento do passeio*) apresentarem-se com condições inadequadas. Assim, nesses critérios há necessidade de se realizar medidas para uma melhor eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica. A Figura 78 confirma tal fato, por apresentar que o cruzamento da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O) obteve pior desempenho desse grupo, em seguida do cruzamento da Av. Godofredo Maciel com Rua Germano Frank (sentido S/N), e por último o cruzamento da Av. Presidente Castelo Branco com Dr. Theberge (sentido L/O).

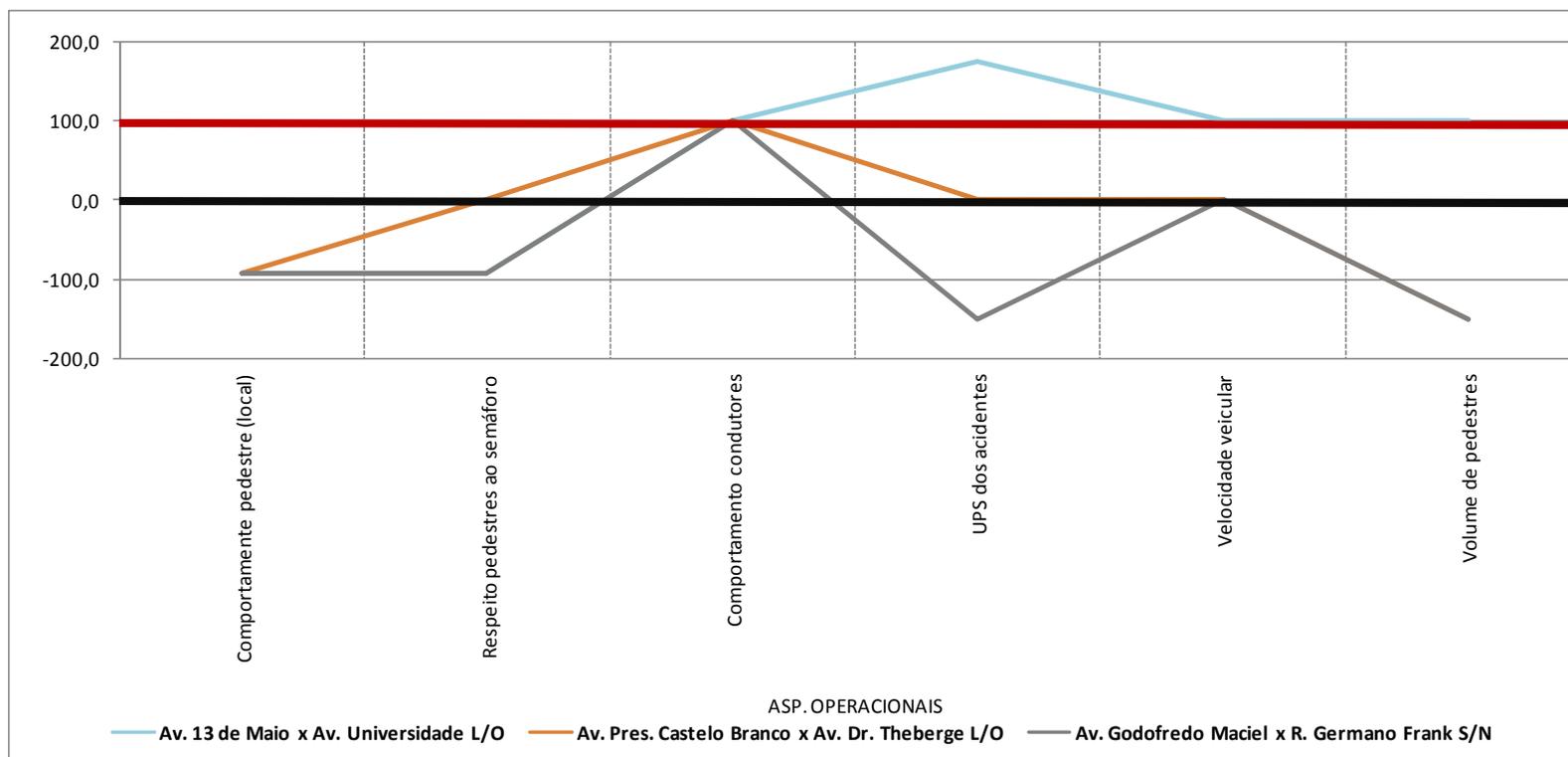
Com relação aos “*aspectos operacionais*” cruzamento da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O), por possui PVE’s com pior desempenho (*UPS dos acidentes e volume de pedestres*), continua a ser o que mais necessita de medidas para tornar o local com melhores condições de segurança viária, bem como para tornar o equipamento de fiscalização eletrônica com melhores eficácias,.

De forma a proporcionar uma análise mais aprofundada dos três locais desse grupo, as Figura 79 e 80 apresentam os impactos parciais dos aspectos físicos e operacionais, respectivamente.



Local	Passeio	Canteiro Central	Pista de rolamento	Uso do solo	Avaliação parcial (aspectos)
7	4,05	2,29	-35,57	12,00	-17,23
8	0,22	-1,99	-28,77	6,00	-24,54
9	-1,30	-3,44	-34,97	-18,00	-57,71

**Figura 79:** Perfis de Impacto dos *aspectos físicos* das Vias Arteriais com canteiro central e cruzamento



Local	Aspectos Operacionais
7	67,08
8	-32,67
9	-8,46

**Figura 80:** Perfis de Impacto dos *aspectos operacionais* das Vias Arteriais com canteiro central e em cruzamento

Realizando a avaliação parcial quanto aos “*aspectos físicos*”, verifica-se que todos os três locais desse grupo, apresentaram bons desempenhos, sendo, que o cruzamento da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O) possui mais segurança aos pedestres, seguido do cruzamento da Av. Godofredo Maciel com a Rua Germano Frank (sentido S/N), e por fim o cruzamento das Avenidas Presidente Castelo Branco com Dr. Theberge (sentido L/O). Nesse grupo, quanto ao PVE 1 (*aspectos físicos*), não há maiores necessidades de serem realizadas medidas para melhorar a eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica.

Porém, ao analisar separadamente cada PVE dos “*aspectos físicos*”, observa-se que quanto ao PVE 1 (*passageio*), poderia haver melhorias, mais especificadamente com relação ao PVE 1.5 (*posição do mobiliário no passeio*) visto que em todos os locais desse grupo apresentaram-se em condições desfavoráveis, assim como também no PVE 1.3 (*tipo de pavimento do passeio*) dos cruzamentos Avenida 13 de Maio com Avenida da Universidade (sentido L/O) e Avenida Godofredo Maciel com a Rua Germano Frank (sentido S/N), por apresentarem deficiências.

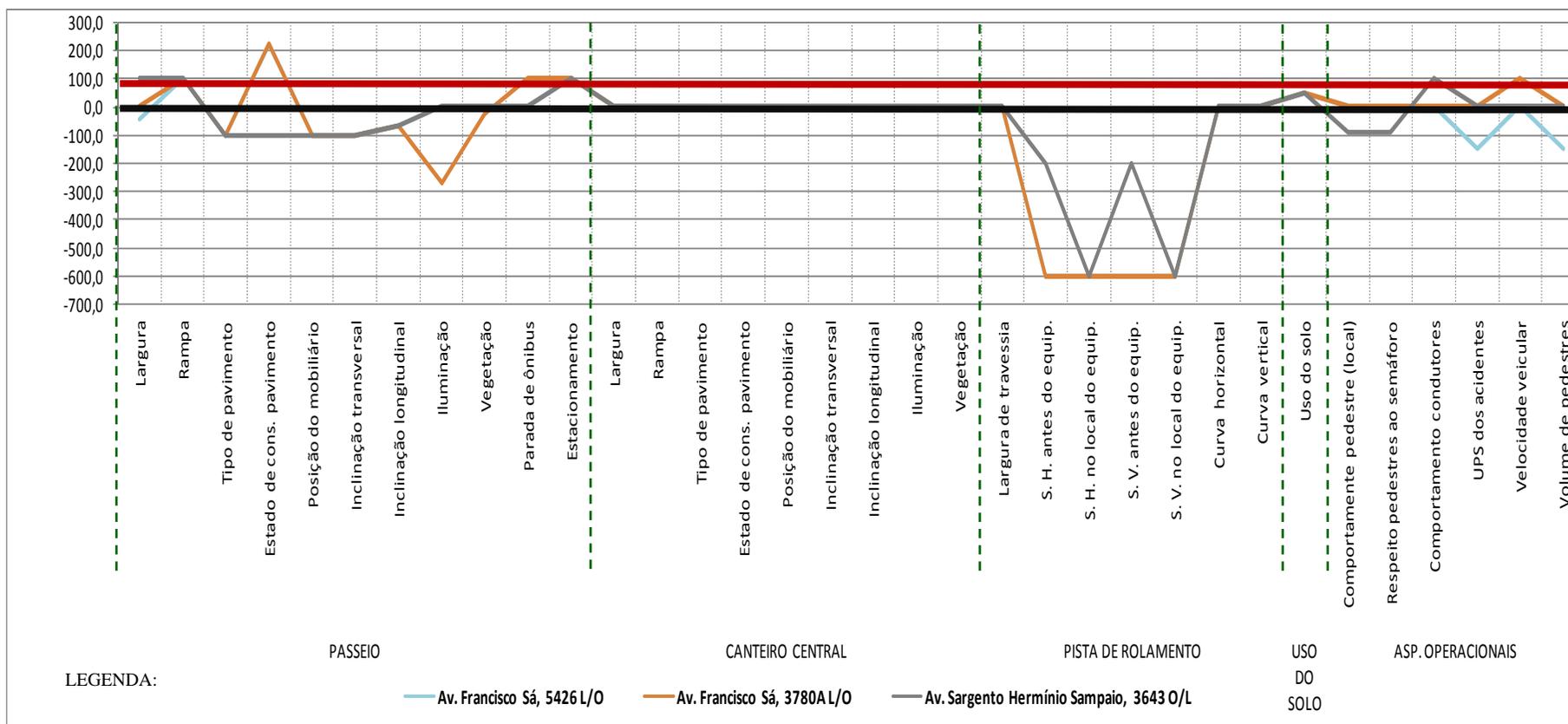
Com relação ao PVE 2 (*canteiro central*), o único cruzamento que apresentou piores condições foi da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O), com relação aos PVEs 2.1, 2.2 e 2.3 (*largura; presença de rampa e tipo de pavimento*, respectivamente). No PVE 3 (*pista de rolamento*), todos os critérios apresentam bom desempenho (ver Figura 80), o que traduz no compromisso da AMC em realizar de forma adequada e contínua, a função de sinalizar corretamente os locais que possuem fiscalização eletrônica. Ressalta-se que, esses critérios foram os que obtiveram bom desempenho, ou seja, são os que estão em melhores situações viárias.

A mesma ordem de pontuação é constatada quando se analisa o PVE 2 (*aspectos operacionais*) desses locais. Ou seja, a ordem de piores desempenhos parciais desse critério é o cruzamento da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O), seguido do cruzamento da Av. Godofredo Maciel com a Rua Germano Frank (sentido S/N), e por último o cruzamento das Avenidas Presidente Castelo Branco com Dr. Theberge (sentido L/O). Verifica-se pela Figura 80 que os comportamentos dos pedestres apresentam bom desempenho, representando que a maioria das pessoas realizam a travessia no local e no momento correto.

O local que não teve bom desempenho foi no cruzamento da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O), nos PVF's 6, 7, 8 e 9 (*comportamento dos condutores, UPS dos acidentes, velocidade veicular e volume de pedestres*, respectivamente). E sabendo que os “*aspectos operacionais*” foram os considerados pelos decisores como principais critérios, confirma-se que o cruzamento da Avenida 13 de Maio com a Avenida da Universidade (sentido L/O) é o cruzamento com maior necessidade para implantação de medidas na segurança viária para, inclusive, tornar os equipamentos de fiscalização eletrônica mais eficazes, seguido do cruzamento da Av. Godofredo Maciel com a Rua Germano Frank (sentido S/N), e por fim o cruzamento das Avenidas Presidente Castelo Branco com Dr. Theberge (sentido L/O).

**c) Equipamentos localizados em vias arteriais, em meio de quadra, sem a presença de canteiro central**

Pertencem a esse grupo os locais de nº 10, 11 e 12 – (i) Avenida Sargento Hermínio Sampaio, em frente ao nº 3643 (sentido O/L); (ii) Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 3780A (sentido L/O); e (iii) Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (sentido L/O), respectivamente. A Figura 81 apresenta a pontuação de todos os critérios analisados e a avaliação global do desempenho de cada um dos três locais estudados pertencentes a esse grupo.



Especificações da via	Local	V(X)
Via Arterial sem canteiro central - meio de quadra	10 - Av. Sargento Hermínio Sampaio, 3643 O/L	-9,98
	11 - Av. Francisco Sá, 3780A L/O	-28,54
	12 - Av. Francisco Sá, 5426 L/O	-83,97

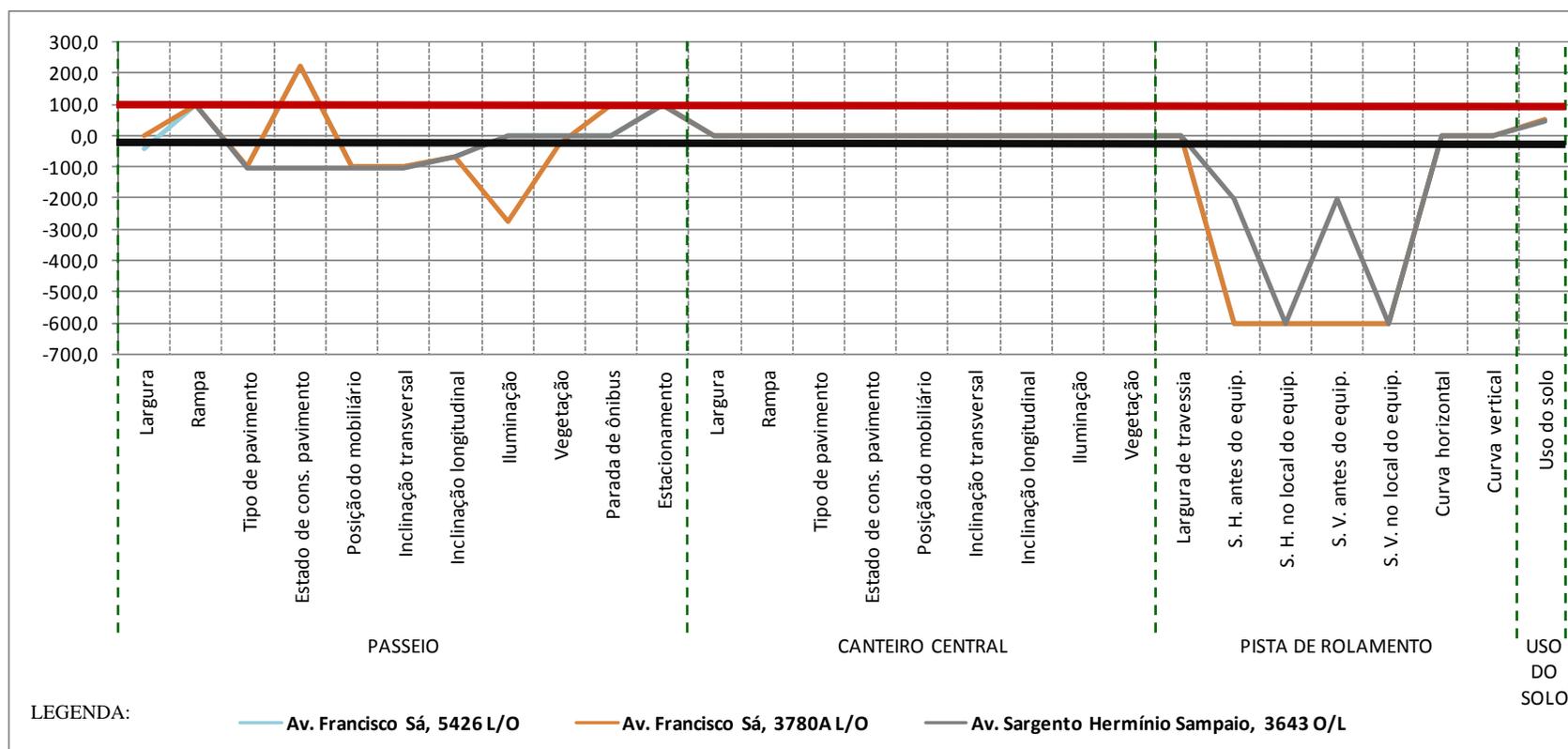
Figura 81: Perfis de Impacto da Via Arterial sem canteiro central – meio de quadra

Verifica-se pela Figura 81 que não existem grandes diferenças entre os “*aspectos físicos*” e os “*aspectos operacionais*” dos três locais que possuem equipamentos de fiscalização eletrônica no grupo de via arterial, sem presença de canteiro central para separar os fluxos de tráfego de sentidos opostos, e localizados em meio de quadra.

De um modo geral, observa-se que a Av. Sargento Hermínio Sampaio, em frente ao nº 3643 (sentido O/L) é o local que mais necessita de medidas que torne mais seguro os percursos dos pedestres, bem como tornar mais eficaz o funcionamento do equipamento de fiscalização eletrônica, seguida da Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 3780A (sentido L/O), e por último a Avenida Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (sentido L/O) (ver Figura 81). Nota-se, através da Figura 81 que todos os locais possuem boas condições de segurança viária, e conseqüentemente, o equipamento de fiscalização eletrônica instalado é eficaz.

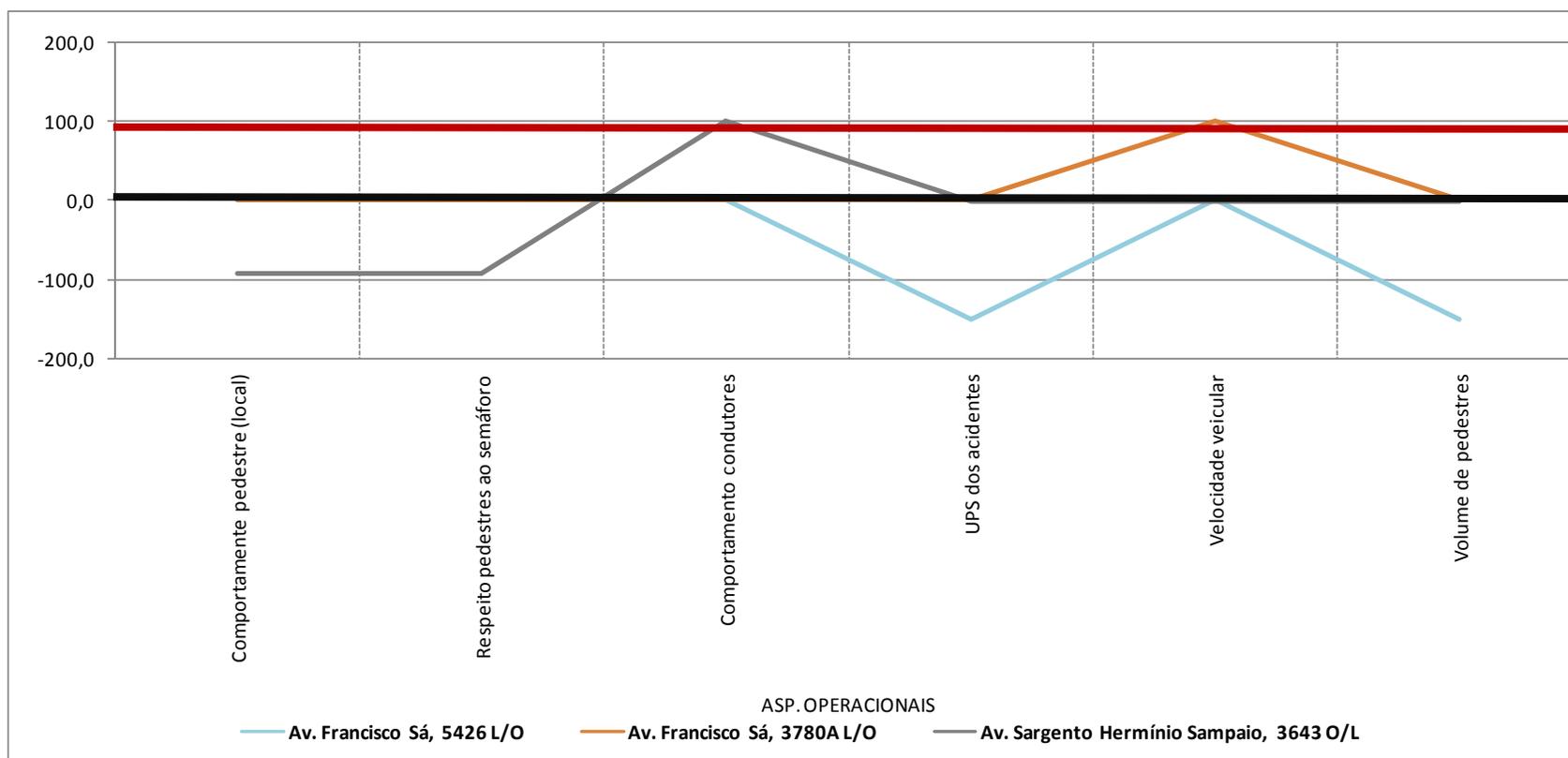
Neste grupo, o PVE que apresentou pior desempenho corresponde ao PVE 1.4 (*estado de conservação do passeio*) da Av. Francisco Sá, em frente ao nº 3780A (sentido L/O).

De forma a proporcionar uma análise mais aprofundada dos três locais desse grupo, as Figura 82 e 84 apresentam os impactos parciais dos aspectos físicos e operacionais, respectivamente.



Local	Passeio	Pista de rolamento	Uso do solo	Avaliação parcial (aspectos físicos)
10	0,97	-31,54	6,00	-24,56
11	-2,27	-42,77	6,00	-39,04
12	0,05	-42,77	6,00	-36,72

**Figura 82:** Perfis de Impacto dos *aspectos físicos* das Vias Arteriais sem canteiro central e em meio de quadra



Local	Aspectos Operacionais
10	14,58
11	10,50
12	-47,25

**Figura 83:** Perfis de Impacto dos *aspectos operacionais* das Vias Arteriais com canteiro central e em meio de quadra

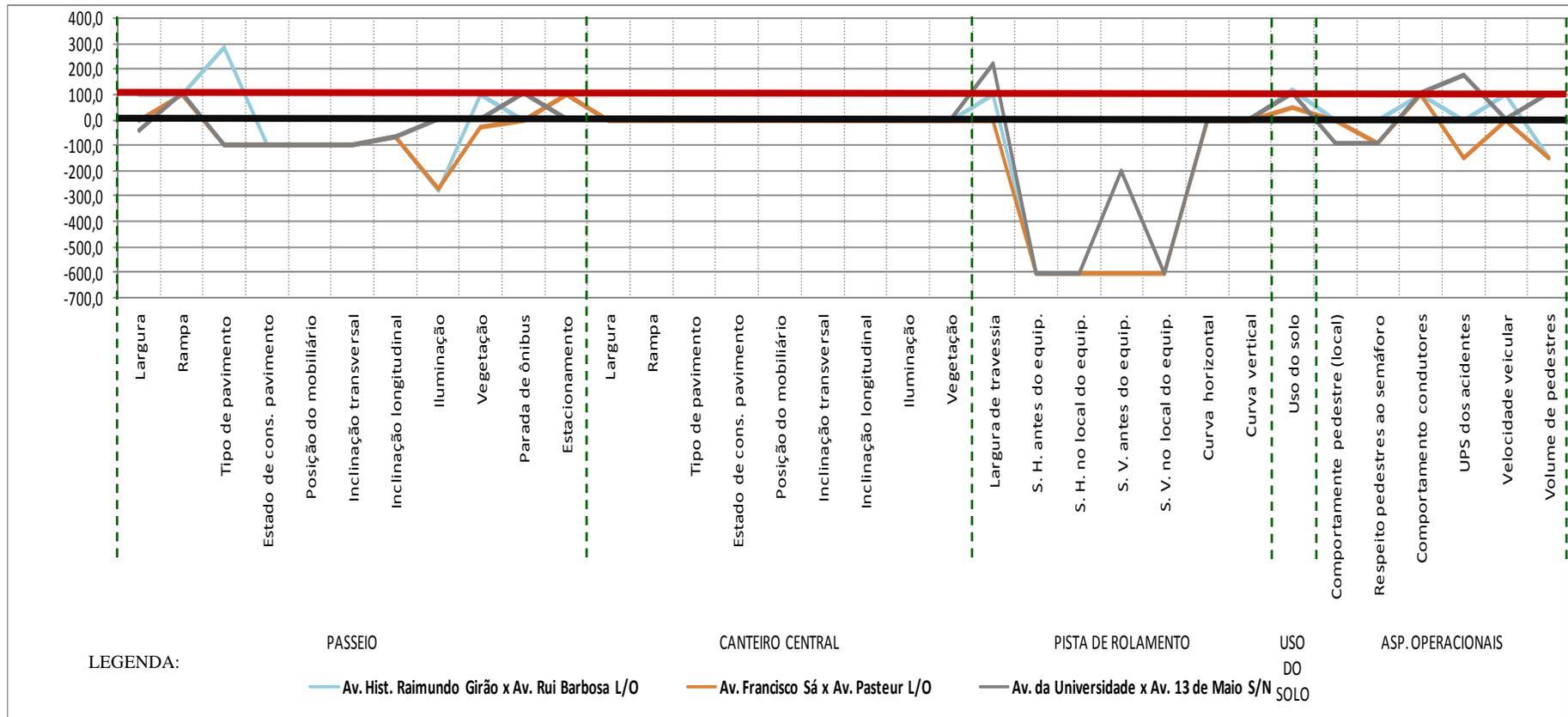
Analisando mais especificadamente, tem-se que com relação à avaliação parcial referente aos *aspectos físicos* todos os locais apresentaram bons desempenhos, representando que não há maiores necessidades de serem implantadas medidas de melhorias de segurança viária nestes locais.

Porém, caso alguma medida física fosse ser realizada, a melhoria no estado de conservação do pavimento do passeio na Av. Francisco Sá, em frente ao nº 3780 (sentido L/O) é a medida mais indicada, por ser esse o único critério analisado que obteve pior desempenho. No entanto, a Av. Sargento Hermínio Sampaio, em frente ao nº 3643 (sentido O/L), dentre os três em análise, é o que mais necessita de pequenas alterações em alguns critérios, tais como no PVE 1.2 a partir de melhorias na rampa existente no passeio; PVE 1.7 com melhorias na iluminação artificial, PVE 1.8 com a realização de poda na vegetação existente; e por fim, no PVE 1.9, que, após estudo de melhor localização do ponto de ônibus, pode-se concluir que a transferência da parada de ônibus, hoje existente próximo ao local do equipamento, possa possibilitar melhor condição de segurança aos pedestres.

Com relação aos “*aspectos operacionais*”, verifica-se, através da Figura 83, que a maioria dos pedestres de todos os locais desse grupo realiza a travessia no local e no momento correto, quando o semáforo está vermelho para os veículos. Esse comportamento dos pedestres é resultante, também, do elevado e ininterrupto fluxo de veículos que trafegam pelo local, impedindo as travessias perigosas dos pedestres. Pela Figura 83 é perceptível que esses locais obtiveram avaliação parcial dos “*aspectos operacionais*”, semelhantes aos “*aspectos físicos*”.

#### **d) Equipamentos localizados em vias arteriais, em cruzamento semaforizado, sem a presença de canteiro central**

Pertencem a esse grupo os locais de nº 13, 14 e 15 – (i) Avenida da Universidade x Av. 13 de Maio (sentido S/N); (ii) Avenida Historiador Raimundo Girão x Avenida Rui Barbosa (sentido L/O); e (iii) Avenida Francisco Sá x Avenida Pasteur (sentido L/O), respectivamente. A Figura 84 apresenta a pontuação de todos os critérios separadamente e a avaliação global de cada critério, ambos referente aos três locais estudados pertencentes a esse grupo.



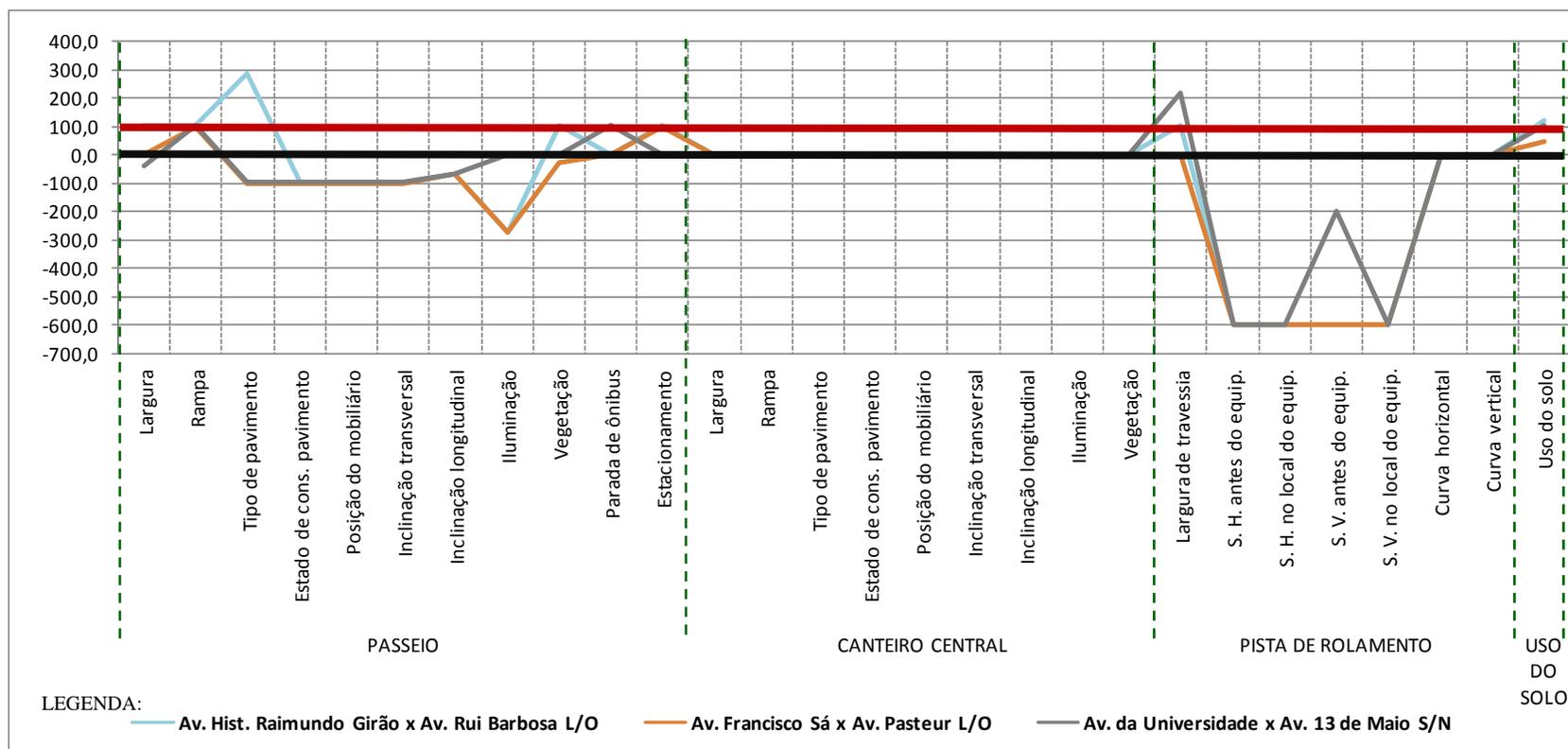
Especificações da via	Local	V(X)
Via Arterial sem canteiro central - cruzamento	13 - Av. da Universidade x Av. 13 de Maio S/N	39,40
	14 - Av. Hist. Raimundo Girão x Av. Rui Barbosa L/O	-19,98
	15 - Av. Francisco Sá x Av. Pasteur L/O	-71,85

Figura 84: Perfis de Impacto da Via Arterial sem canteiro central – cruzamento

De uma forma geral os equipamentos de fiscalização eletrônica inseridos em vias de classificação viária arterial, sem a presença de canteiro central para separar os fluxos de veículos, e localizados em cruzamentos semaforizados, apresentam aspectos semelhantes em todos os critérios, possuindo, porém pior desempenho somente nos cruzamento da Avenida da Universidade com a Avenida 13 de Maio (sentido S/N) e no cruzamento das Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O), em alguns pontos de vista (fundamentais e elementares), a saber: no PVE 1.3 (*tipo de pavimento do passeio*) para o cruzamento das Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O), no PVF 7 (*UPS dos acidentes*) para o cruzamento da Avenida da Universidade com a Avenida 13 de Maio (sentido S/N).

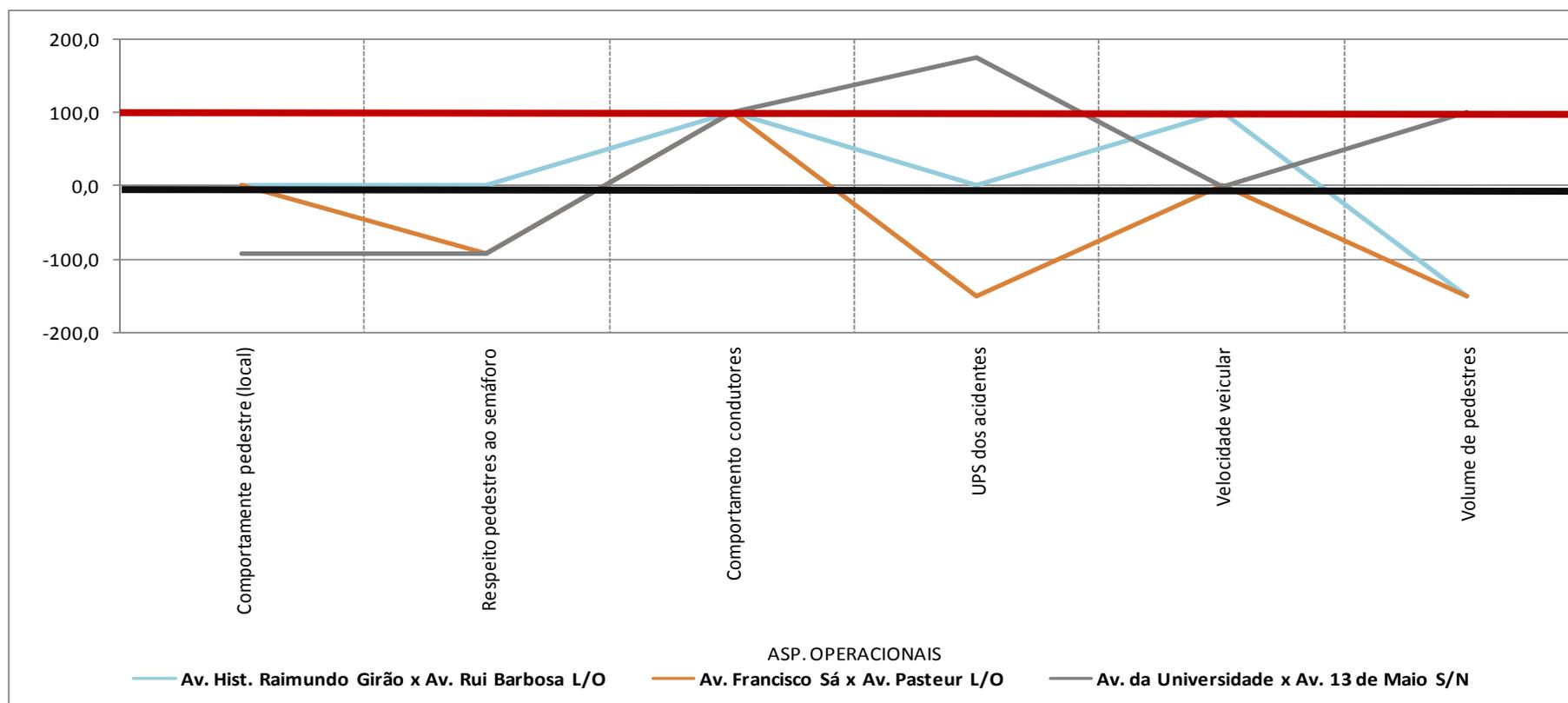
Verifica-se através da Figura 84 que o cruzamento das Avenidas da Universidade com 13 de Maio (sentido S/N) é o local que obteve pior desempenho, seguido do cruzamento da Avenida Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O) e por fim, o cruzamento das Avenidas Francisco Sá com Pasteur (sentido L/O), representando nessa ordem, os locais que mais necessitam de melhorias no sistema viário para proporcionar melhores condições de segurança aos pedestres e melhorar a eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica.

Para uma análise mais aprofundada dos três locais desse grupo, a Figura 85 e a Figura 86 apresentam os impactos parciais dos aspectos físicos e operacionais, respectivamente.



Local	Passeio	Pista de rolamento	Uso do solo	Avaliação parcial (aspectos físicos)
13	-2,85	-26,33	12,00	-17,18
14	-0,07	-39,17	14,00	-25,23
15	-5,62	-42,77	6,00	-42,39

**Figura 85:** Perfis de Impacto dos *aspectos físicos* das Vias Arteriais sem canteiro central e cruzamento



Local	Aspectos Operacionais
13	56,58
14	5,25
15	-29,46

**Figura 86:** Perfis de Impacto dos *aspectos operacionais* das Vias Arteriais sem canteiro central e em cruzamento

Na análise considerando apenas a avaliação parcial dos “*aspectos físicos*”, verifica-se, na Figura 85, que todos os locais apresentaram boas condições para o trânsito de pedestres.

Quanto à análise mais específica dos “*aspectos físicos*” desse grupo, com relação ao PVE 1 (*passaio*), o único local que obteve pior desempenho foi o cruzamento das Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O) no PVE 1.3 (*tipo de pavimento*).

Com relação ao PVE 3 (*pista de rolamento*), os resultados apresentam também bons desempenhos, onde a ordem, de maior pontuação para menor pontuação, foi nos cruzamentos: Avenida da Universidade com a Avenida 13 de Maio (sentido S/N), seguido das Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O), e por fim o cruzamento das Avenidas Francisco Sá com Pasteur (sentido L/O), respectivamente.

Nota-se através da Figura 86, que nesse grupo em análise, a sinalização dos locais encontram-se nos pontos de vista, “*sinalização horizontal e vertical*” em bom estado de conservação. Verifica-se assim que não há necessidade de maiores intervenções nos “*aspectos físicos*” desses locais, porém, para melhorar a eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica nestes locais, a implantação de um tipo de pavimento adequado no passeio do cruzamento das Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa seria adequada.

Por fim, quanto aos “*aspectos operacionais*”, verifica-se pela Figura 86 que todos os locais desse grupo apresentam pontuações entre o *Nível Bom* e o *Nível Neutro*, assim como abaixo do *Nível Neutro*. Desse modo, verifica-se que está havendo maiores respeitos e conscientização dos pedestres e dos motoristas no local.

### **5.2.3 Via de classificação viária arterial, com e sem a presença de canteiro central**

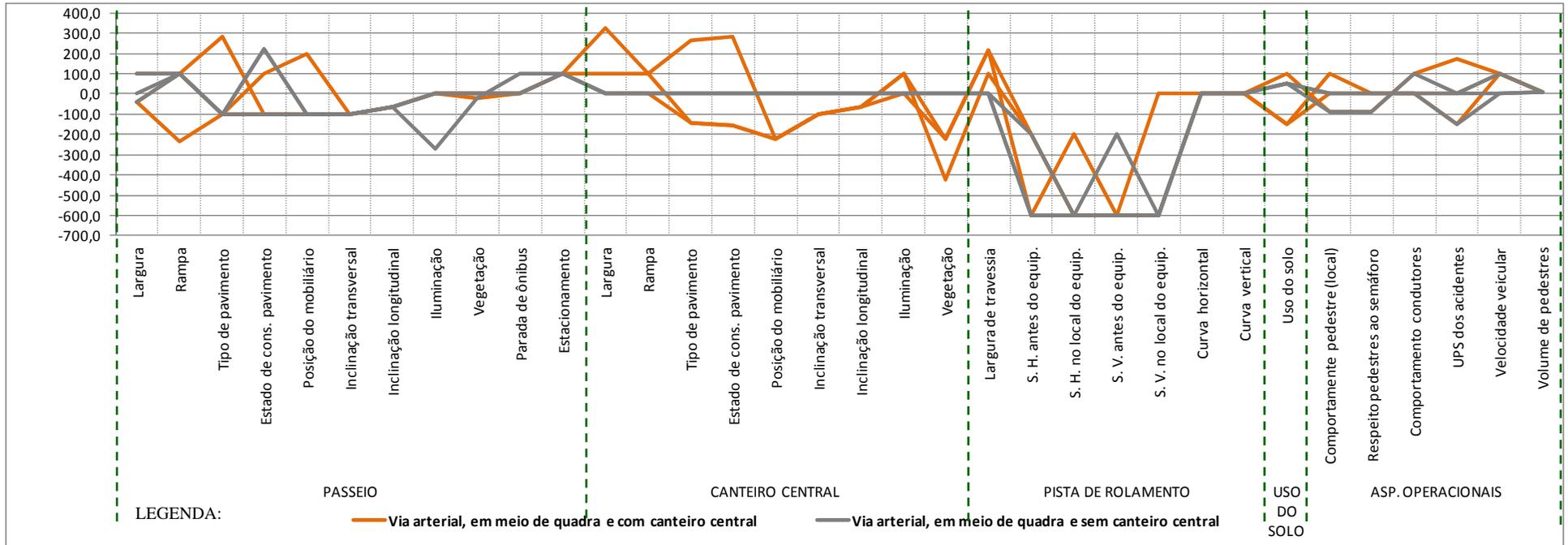
#### **a) Equipamentos localizados em meio de quadra**

Pertencem a esse grupo seis locais, sendo três localizados em vias com a presença de canteiro central, e três em vias sem canteiro central. A saber, são os equipamentos de numeração 4, 5 e 6 (Av. Bezerra de Menezes, em frente ao nº 435 (sentido O/L); Av. Pres. Castelo Branco, em frente ao nº 4750 (sentido L/O) e Av. Alberto Craveiro, em frente ao nº 1480 (sentido S/N)); e os de numeração 10, 11 e 12 (Av. Sargento Hermínio Sampaio, em frente ao nº 3643 (sentido O/L); Av. Francisco

Sá, em frente ao nº 3780A (sentido L/O) e Av. Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (sentido L/O), respectivamente. O Gráfico 18 apresenta a pontuação de todos os critérios separadamente referente aos seis locais estudados pertencentes a esse grupo.

A partir da Figura 87 percebe-se que a maioria dos critérios que se apresentam acima do Nível Bom são os referentes aos locais com presença de canteiro central (linhas com coloração laranja), representando que esse é o grupo em que os locais possuem piores condições de segurança aos pedestres, bem como condiciona que os equipamentos de fiscalização eletrônica sejam menos eficazes, quando comparados com os localizados sem a presença de canteiro central, de classificação viária arterial, e inseridos em meio de quadra. Para melhorar a segurança dos pedestres e a eficácia daqueles equipamentos, são necessárias melhorias nos PVEs que se apresentam acima do Nível Bom, sendo esses: o PVE 1.3 (tipo de pavimento do passeio), o PVE 1.5 (posição do mobiliário no passeio), o PVE 2.1 (largura do canteiro central), o PVE 2.3 (tipo de pavimento do canteiro central) e o PVE 2.4 (estado de conservação do pavimento).

Nota-se também, que somente em 01 PVE e em 01 PVF, dos três locais inseridos equipamentos sem a presença de canteiro central, estão proporcionando problemas na segurança viária do local. Quanto ao PVE, esse é representado pelo de numeração 1.4 (*estado de conservação do pavimento do passeio*), enquanto o PVF é o *volume de pedestres* (PVF 9).



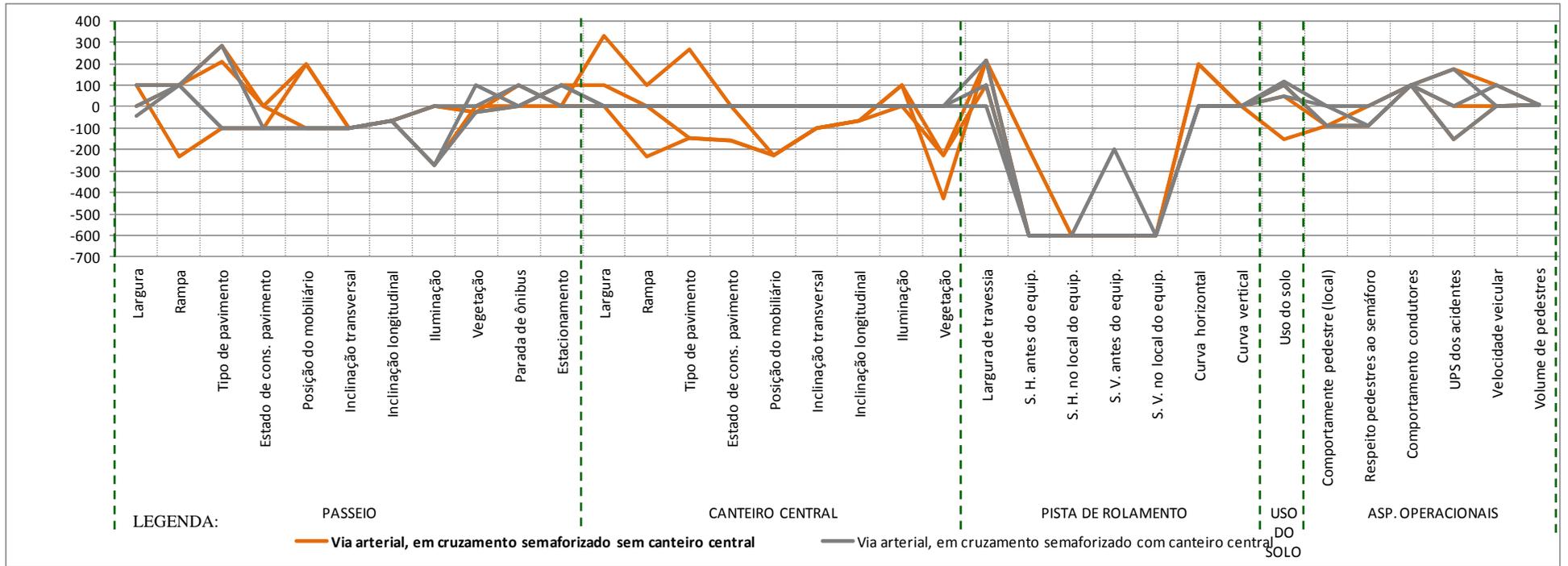
**Figura 87:** Referente aos locais em via arterial, com e sem canteiro central (meio de quadra)

### **b) Localizados em cruzamento**

Pertencem a esse grupo seis locais, sendo três localizados em vias com a presença de canteiro central, e três em vias sem canteiro central. A saber, são os equipamentos de numeração 7, 8 e 9 (Avenidas 13 de Maio com Universidade (sentido L/O); Avenidas Pres. Castelo Branco com Dr. Theberge (sentido L/O) e Av. Godofredo Maciel com Rua Germano Frank (sentido S/N)); e os de numeração 13, 14 e 15 (Avenidas Universidade com 13 de Maio (sentido S/N); Avenidas Historiador Raimundo Girão com Rui Barbosa (sentido L/O) e Avenidas Francisco Sá com Pasteur (sentido L/O)), respectivamente. O Gráfico 19 apresenta a pontuação de todos os critérios separadamente referente aos seis locais estudados pertencentes a esse grupo.

Analisando a Figura 88 percebe-se que, igualmente ao grupo anterior, a maioria dos critérios que se apresentam acima do Nível Bom são referentes aos locais com presença de canteiro central (linhas com coloração laranja). No entanto, a quantidade de pontos de vistas com essa característica é menor do que os anteriormente analisados, representando que existem menos pontos de vistas em que devem ser realizadas intervenções para melhorar segurança dos pedestres, bem como proporcionar melhores condições para uma adequada eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica (esses são representados pelos os que pontuaram acima do Nível Bom).

Dessa forma, o grupo em que os equipamentos de fiscalização eletrônica são menos eficazes são instalados em locais sem a presença de canteiro central separando os fluxos de veículos de sentidos opostos, quando comparados com os localizados sem a presença de canteiro central, de classificação viária arterial, e inseridos em cruzamentos.



**Figura 88:** Referente aos locais em via arterial, com e sem canteiro central (cruzamento)

### 5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da descrição e do estudo inicial de cada local analisado é de suma importância visto que se reconhece a particularidade de cada local, as características físicas e operacionais dos mesmos, para enfim poder realizar um estudo, e a *posteriori* proceder a análises nos mesmos.

Verificou-se que, para todos os locais em que se realizou pesquisa, o Ponto de Vista Elementar 3 – Pista de Rolamento - foi o critério em que apresentou melhores condições de segurança para os pedestres, tendo, de contrapartida, para os critérios físicos, os PVE's largura do passeio, tipo de pavimento do passeio, posicionamento do mobiliário no passeio, largura do canteiro central e posicionamento do mobiliário no canteiro central os piores resultados, ou seja, estes últimos necessitam de implantação de melhorias para proporcionar melhores condições ao deslocamento dos pedestres, e consequentemente, reduzir as chances de acidentes com estes.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A importância para a elaboração deste trabalho encontra-se nas condições físicas e operacionais de segurança, com prioridades aos pedestres, bem como na utilização de equipamentos de fiscalização eletrônica para reduzir a quantidade e a severidade dos acidentes de trânsito, devido ao crescente índice de acidentes de trânsito envolvendo-os, e nos questionamentos da sociedade quanto a real eficácia destes equipamentos eletrônicos. Dessa forma, surge a necessidade de se estudar os aspectos de contribuem de forma mais direta na segurança dos pedestres, bem como influenciam na eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica que registram infrações de trânsito de avanço de sinal vermelho do semáforo e parada de veículos sobre a faixa de pedestres, por terem como foco principal a segurança dos pedestres.

Na literatura técnica e nos documentos expedidos pelos órgãos de trânsito brasileiros, a maioria dos critérios considerados na implantação de equipamentos de fiscalização eletrônica, é para o controle da velocidade veicular, e em menor frequência, para aqueles que registram imagens de veículos que infringem as regras de trânsito quanto ao avanço de semáforo e parada de veículos sobre a faixa de pedestres. Dentre os critérios analisados na definição do local mais adequado para a implantação dos equipamentos de fiscalização eletrônica, tem-se: (i) a quantidade e a severidade dos acidentes de trânsito ocorridos; (ii) o uso do solo; (iii) a geometria do local; (iv) a presença de pedestres realizando movimento de travessia e, (v) a sinalização existente no local.

Diante desse levantamento, e após entrevistas realizadas com a equipe técnica da Divisão de Engenharia da Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza (DIENG/AMC), foram selecionados os diversos critérios considerados importantes para a obtenção da segurança viária aos pedestres, bem como para a eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica, dando origem ao modelo proposto no estudo, os quais foram agrupados em aspectos físicos e aspectos operacionais, tendo este último maior importância na análise dos técnicos (representando 70% do peso do modelo).

Quanto aos critérios “físicos” considerados relevantes para a determinação da segurança dos pedestres e na eficácia dos equipamentos de fiscalização eletrônica, a pesquisa identificou o passeio, o canteiro central (quanto à largura, posicionamento de mobiliário, tipo de pavimento e inclinação), o uso do solo, e a pista de rolamento (no que diz respeito à largura da pista, sinalização, horizontal e vertical, e presença de curva). Com relação aos aspectos “operacionais”, considerou-se importante o comportamento dos pedestres no local, atravessando a via na fase verde para eles; o comportamento do condutor; a velocidade veicular; o volume de pedestres, e a UPS dos acidentes.

Para atingir o objetivo deste trabalho, utilizou-se a metodologia MCDA, devido a mesma considerar na avaliação tanto os aspectos quantitativos como os qualitativos. Foram realizados estudos em dois tipos de classificação funcional viária, coletora e arterial, com diferentes características físicas (em vias com e sem a presença de canteiro central), com dois possíveis locais para a instalação do equipamento (meio de quadra ou cruzamento semaforizado), além de considerar a distribuição espacial. A partir disso, foram obtidos cinco grupos de vias, sendo apenas um deles com classificação viária coletora. Nesse caso, os equipamentos estão instalados em meio de quadra, sem a presença de canteiro central. Os demais locais encontram-se em vias de classificação funcional arterial, com e sem a presença de canteiro central, além de estarem inseridos em cruzamentos semaforizados ou em meio de quadra.

Outro aspecto considerado na seleção dos locais analisados foi o valor de unidade padrão de severidade de acidentes de trânsito antes da implantação dos equipamentos, de modo a ser estudada uma maior quantidade e possibilidades de situações.

No estudo verificou-se que, dentre os 15 locais analisados, os que mais necessitam de medidas de segurança viária, de modo, também, a proporcionar melhores eficácias aos equipamentos de fiscalização eletrônica, com foco nos pedestres, foram as vias arteriais, principalmente aquelas com a presença de canteiro central, como justificado pelos maiores valores globais obtidos na aplicação do modelo proposto. No entanto, os locais que apresentaram condições de segurança com bons desempenhos, incluem, além das vias de classificação funcional coletora, as vias arteriais, sendo, inclusive, dois desses locais, com e sem a presença de canteiro central (Av. Alberto

Craveiro, em frente ao nº 1480 oposto (sentido S/N) e Av. Francisco Sá, em frente ao nº 5426 (sentido L/O).

Entre os pontos de vista dos “aspectos físicos” considerados, os critérios que mais necessitaram de medidas para melhorar a segurança dos pedestres e melhorar a eficácia dos equipamentos são: o PVE 1.1 (*largura do passeio*); o PVE 1.3 (*tipo de pavimento do passeio*); o PVE 1.5 (*posicionamento do mobiliário no passeio*); o PVF 2.1 (*largura do canteiro central*) e o PVE 2.5 (*posicionamento do mobiliário no canteiro central*). Quanto aos pontos de vista dos “aspectos operacionais”, o PVE 3.1.1 (*comportamento dos pedestres*); PVE 3.1.2 (*respeito dos pedestres ao semáforo*); PVE 3.5 (*UPS dos acidentes*) e PVE 3.9 (*volume de pedestres*), são os que mais necessitam de medidas de segurança viária.

Ressalta-se que, em todos os locais estudados, o PVE 3 (*pista de rolamento*) foi o que apresentou melhores desempenhos, representando dessa forma, que os pontos de vista elementares específicos deste critério, possuem boas condições para a segurança dos pedestres, proporcionando, assim, melhores resultados para o objetivo geral deste trabalho. Verifica-se também, que os PVE's subordinados ao PVE 3 são subdivididos em “sinalização, horizontal e vertical”, “presença de curva” e “largura de travessia”. E que, os PVE's posicionados com melhores desempenhos foram em relação as condições da sinalização viária, atividade esta realizada pelo órgão de trânsito com circunscrição das vias de Fortaleza (AMC). Com isso, verifica-se que a AMC vem cumprindo a tarefa de sinalizar os locais onde estão instalados os equipamento de fiscalização eletrônica.

Com relação a análise dos locais com classificação viária arterial, com equipamentos implantados nos cruzamentos semaforizados e no meio de quadra, aqueles que possuem canteiro central foram um dos que apresentaram piores condições para a segurança viária. O que é, de certa forma, contraditório com o propósito da implantação do canteiro central, visto que o mesmo tem a função de proteger os pedestres, ao proporcionar travessias em duas etapas. Ressalta-se que os pontos de vista que apresentaram mais deficiências são, na maioria, os *aspectos físicos* (PVF 1) relacionados ao canteiro central (PVE 2).

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que não existe significativo incentivo por parte da prefeitura de Fortaleza em proporcionar condições favoráveis para o deslocamento de pedestres, visto que, em todos os locais, os critérios relacionados aos aspectos físicos estão deficitários. Dessa forma, é mais aconselhável que no local onde

será implantado o equipamento, seja também implantadas medidas de segurança viária, ou seja, implantar equipamentos de fiscalização eletrônica, regulamentar padronizações, implantar, manter e fiscalizar calçadas e canteiros centrais. Além disso, recomenda-se que sejam realizadas campanhas educativas mais eficazes, focalizando nos pedestres.

Recomenda-se também, que nos estudos a serem realizados pelo corpo técnico de órgãos de trânsito, para determinar os locais a serem implantados esses equipamentos, sejam verificados os critérios considerados nesse estudo, visto que para a obtenção de uma boa eficácia dos equipamentos, há a necessidade de que, nos estudos, sejam considerados todo o ambiente onde estes equipamentos irão ser implantados.

Para as próximas pesquisas nesta área de segurança viária, são propostas pesquisas que desenvolvam sistemas que agilizem as coletas de informações em campo, como também a execução de planilhas eletrônicas para melhorar a obtenção e análise dos resultados sobre as eficácias dos equipamentos de fiscalização eletrônica.

## BIBLIOGRAFIA

ABNT (2004) Norma Brasileira - NBR 9050: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sede da ABNT, 2ª Edição, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ALMEIDA, J. C. S. *et al.* (2005). Calçadas Intransitáveis de Barão Geraldo. Revista Ciências do Ambiente On-Line Agosto, 2005, vol. 1, nº 1. Campinas – SP.

ARCHIMEDES JUNIOR, A. R.; ROBLES, D. G.; BARBATO, C. M. L. e FONTANA, A. M.. Aspectos de Segurança de Pedestres em Rotatórias Urbanas. 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia e 2º Congresso de Engenharia de Moçambique. Maputo, 2008.

AFFONSO, N. S.. Curso Mobilidade Urbana Sustentável. Tema Mobilidade Cidadã para Todos – Uma Outra Mobilidade Urbana é Possível. 2004.

AMC (2007) Relatórios internos não publicados. AMC – Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza, Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza-Ce.

AMC (2008). Disponível em: < [www.amc.fortaleza.ce.gov.br](http://www.amc.fortaleza.ce.gov.br)>. Acesso em: fevereiro de 2009.

AMC (2009). Disponível em: < [www.amc.fortaleza.ce.gov.br](http://www.amc.fortaleza.ce.gov.br)>. Acesso em: maio de 2009.

AZEVEDO, M. A. N.. Notas de aula – Universidade Federal do Ceará (UFC). Disciplina de Engenharia de Tráfego, 2006 p. 4.

BANA e COSTA,1992 *apud* ENSSLIN *et al.*. Apóio à Decisão - Metodologia de Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas. Editora Insular. Florianópolis. 2001.

BARBOSA, H. M.; MONTEIRO, P. R. S.. Redutores Eletrônicos de Velocidades – Impactos no Desempenho do Tráfego. XIV Congresso da ANPET, Gramado, 2000.

CET\_RIO (2008) Disponível em <[www.rio.rj.com.br](http://www.rio.rj.com.br)>. Acesso em maio de 2009.

CET- SP (2008) Disponível em <[www.setsp.com.br](http://www.setsp.com.br)>. Acesso em maio de 2009.

COELHO, J. C.; FREITAS, J. A.; MOREIRA, M. E. P. (2008) Implantações Semafóricas são Medidas Eficazes para a Redução de Acidentes de Trânsito? O Caso de Fortaleza-CE.

CUPOLILLO, M. T. A.. Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para Controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

DENATRAN. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização de áreas Escolares. Departamento Nacional de Trânsito, Ministério da Justiça, Brasília, DF, 2000.

DETRAN-DF (2008). Departamento de Trânsito do Distrito Federal. Disponível em: [WWW.detran.df.gov.br](http://WWW.detran.df.gov.br)>. Acesso em maio de 2009.

DETRAN-PE (s.d). Departamento Estadual de Trânsito de Pernambuco. Disponível em: [WWW.detran.pe.gov.br/download/direção\\_defensiva](http://WWW.detran.pe.gov.br/download/direção_defensiva)>. Acesso em junho de 2009.

ENSSLIN *et al.*. Apóio à Decisão - Metodologia de Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas. Editora Insular. Florianópolis. 2001.

FERRAZ, C.; RAIJA JUNIOR, A. e BEZERRA, B.. Segurança no Trânsito. São Francisco Grupo Gráfico. 2008 - FERRAZ *et al.* (2008)

FRANÇA, D. B. *et al.*. Avaliação da Eficácia da Implantação de Ondulações Transversais a partir de Pesquisa de Velocidade e Pesquisas de Opinião. 16º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, ANTP, Maceió, AL, Artigo Científico, 2007.

GOLD, F. A. (1998) Segurança de Trânsito – Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington D. C.

HOFFMANN, M. H.. Comportamento do Condutor e fenômenos psicológicos. Psicologia: Pesquisa e Trânsito, v. 1, nº 1, p. 17-24. 2005.

INTELOG, 2008 – Inteligência em Gestão e Logística e Newslog. Disponível em: <[www.intelog.net](http://www.intelog.net)>. Acesso em agosto de 2008.

LOPES, M. M. B.. Fiscalização eletrônica da Velocidade de Veículos no Trânsito: Caso de Niterói. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Transportes COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

MELO, F. B.. Proposição de Medidas Favorecedoras à Acessibilidade e Mobilidade de Pedestres em Áreas Urbanas. Estudo de Caso: O Centro de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, PETRAN, Fortaleza, CE, 2005. - (CET SP, 1993 *apud* MELO, 2005).

METROFOR (1996). Disponível em: [www.detran.ce.gov.br](http://www.detran.ce.gov.br). Acesso em setembro de 2008.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA - Código de Trânsito Brasileiro – CTB, Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Brasília, D.F, 1997.

MONTEIRO, P. R. S.. Gestão de Tráfego com o Uso de Dispositivos Eletrônicos de Controle de Velocidade. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2004.

MONTIBELLER *apud* ENSSLIN *et al.*. Apóio à Decisão - Metodologia de Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas. Editora Insular. Florianópolis. 2001.

NUNES, O. A. (2007). Acidentes de Trânsito e Fator Humano. Disponível em: <[www.webartigos.com](http://www.webartigos.com)> Categoria: Tecnologia. Publicado em agosto de 2007. Acesso em outubro de 2008.

O POVO (2007). Disponível em: < [www.opovo.com.br](http://www.opovo.com.br)>. Acesso em: agosto de 2007. Número de multas aumenta 79% com a fiscalização eletrônica.

PERKONS. Mobilidade e Segurança no Trânsito. Disponível em [www.perkons.com.br](http://www.perkons.com.br). Acesso em maio de 2008.

PEREIRA NETO, W. A. (2001) Modelo Multicritério de Avaliação de Desempenho Operacional do Transporte Coletivo por Ônibus no Município de Fortaleza. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. Fortaleza-Ce.

PMF (1996). Prefeitura Municipal de Fortaleza. Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), Lei nº 7987. Instituto de Planejamento do Município, Fortaleza-Ce.

PMF (1982). Prefeitura Municipal de Fortaleza. Código de Obras e Posturas do Município de Fortaleza, Lei nº 5530, de 17 de dezembro de 1981. Superintendência do Planejamento do Município, e Secretaria de Urbanismo e Obras Públicas. Fortaleza-Ce.

Rede SARAH. Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação. Disponível em <[www.sarah.br](http://www.sarah.br)>. Acesso em junho de 2008.

SET (2008). Disponível em < [www.set.salvador.ba.gov.br](http://www.set.salvador.ba.gov.br)>. Acesso em maio de 2009.

SETTI, J. R. A. (2007) Tecnologia de Transportes. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, SP.

SIAT/AMC (2007) Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito - Estatísticas de Acidentes de Trânsito de Fortaleza e Relatórios internos não publicados. AMC – Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza, Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza-Ce.

SIAT/AMC (2008) Sistema de Informações de Acidentes de Trânsito - Estatísticas de Acidentes de Trânsito de Fortaleza e Relatórios internos não publicados. AMC – Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza, Prefeitura Municipal de Fortaleza, Fortaleza-Ce.

VIEIRA, H.. Avaliação de Medidas de Contenção de Acidentes: Uma Abordagem Multidisciplinar. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1999.

VILANOVA, L. (s.d.). Critérios para Implantação de Semáforos. Capítulo 1 – Aspectos envolvidos. Disponível em <[www.sinaldetransito.com.br](http://www.sinaldetransito.com.br)>. Acesso em junho de 2009.

WILTSHIRE (2008). Disponível em <[www.wiltshire.gov.uk](http://www.wiltshire.gov.uk)>. Acesso em dezembro de 2008.

**ANEXO**

## ANEXO A

## DETALHAMENTO DOS NÍVEIS DE IMPACTO E DAS FUNÇÕES DE VALOR DOS DESCRITORES

Este anexo detalha todos os descritores utilizados no modelo de avaliação proposto.

**Tabela 17:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.1 – Largura do passeio

Descritor do PVE 1.1 - <i>Largura do passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3	Bom	Largura <b>menor</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR	100,0
N2	Neutro	Largura <b>igual</b> ao recomendado pela LUOS/FOR	0,0
N1		Largura <b>maior</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR	-41,7

**Tabela 18:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.2 – Presença de rampa no passeio

Descritor do PVE 1.2 - <i>Presença de rampa no passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3	Bom	Não existe nenhuma rampa transversal à faixa de pedestres no passeio.	100,0
N2	Neutro	Existe rampa no passeio transversal à faixa de pedestres, porém não está de acordo com as especificações da NBR	0,0
N1		Existe rampa no passeio transversal à faixa de pedestres e está de acordo com as especificações da NBR 9050.	-233,3

**Tabela 19:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.3 – Tipo de pavimento do passeio

Descritor do PVE 1.3 - <i>Tipo de pavimento do passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Pavimento inadequado no trecho em análise	285,0
N4		25% do pavimento está adequado no trecho em análise	208,3
N3	Bom	50% do pavimento está adequado no trecho em análise	100,0
N2	Neutro	75% do pavimento está adequado no trecho em análise	0,0
N1		100% do pavimento está adequado no trecho em análise	-100,0

**Tabela 20:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.4 – Estado de conservação do pavimento do passeio

Descritor do PVE 1.4 - <i>Estado de conservação do passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Pavimento não conservado no trecho em análise	300,0
N4		25% do pavimento está conservado no trecho em análise	222,2
N3	Bom	50% do pavimento está conservado no trecho em análise	100,0
N2	Neutro	75% do pavimento está conservado no trecho em análise	0,0
N1		100% do pavimento está conservado no trecho em análise	-100,0

**Tabela 21:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.5 – Posição do mobiliário no passeio

Descritor do PVE 1.5 - <i>Posição do mobiliário no passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		100% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	266,7
N4		75% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	200,0
N3	Bom	50% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	100,0
N2	Neutro	25% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	0,0
N1		100% do mobiliário do trecho em análise está posicionado adequadamente	-100,0

**Tabela 22:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.6.1 – Inclinação transversal do passeio

Descritor do PVE 1.6.1 - <i>Inclinação transversal do passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		100% do passeio do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	266,7
N4		75% do passeio do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	200,0
N3	Bom	50% do passeio do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	100,0
N2	Neutro	25% do passeio do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	0,0
N1		0% do passeio do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	-100,0

**Tabela 23:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.6.2 – Inclinação longitudinal do passeio

Descritor do PVE 1.6.2 - <i>Inclinação longitudinal do passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Passeio do trecho em análise não acompanha o alinhamento das vias lindeiras	300,0
N4		25% do passeio do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	200,0
N3	Bom	50% do passeio do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	100,0
N2	Neutro	75% do passeio do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	0,0
N1		100% do passeio do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	-66,7

**Tabela 24:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.7 – Iluminação pública no passeio

Descritor do PVE 1.7 - <i>Iluminação pública no passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3	Bom	Não existe iluminação pública no trecho em análise	100,0
N2	Neutro	Existe iluminação pública inadequada no trecho em análise	0,0
N1		Existe iluminação pública adequada no trecho em análise	-272,2

**Tabela 25:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.8 – Presença de vegetação no passeio

Descritor do PVE 1.8 - <i>Presença de vegetação no passeio</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N4		Existe vegetação no trecho em análise e atrapalha a visibilidade entre condutores e pedestres	158,4
N3	Bom	Existe vegetação no trecho em análise e atrapalha parcialmente a visibilidade entre condutores e pedestres	100,0
N2	Neutro	Existe vegetação no trecho em análise e não atrapalha a visibilidade entre condutores e pedestres	0,0
N1		Não existe vegetação no trecho em análise	-25,0

**Tabela 26:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.9 – Existência de ponto de parada de ônibus

Descritor do PVE 1.9 - <i>Existência de ponto de parada de ônibus</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N2	Bom	Existe ponto de parada de ônibus no trecho em análise	100,0
N1	Neutro	Não existe ponto de parada de ônibus no trecho em análise	0,0

**Tabela 27:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 1.10 – Presença de estacionamento interno/externo ao lote

Descritor do PVE 1.10 - <i>Presença de estacionamento interno/externo ao lote</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N2	Bom	Existe estacionamento interno/externo ao lote no trecho em análise	100,0
N1	Neutro	Não existe estacionamento interno/externo ao lote no trecho em análise	0,0

**Tabela 28:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.1 – Largura do canteiro central

Descritor do PVE 2.1 - <i>Largura do canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3		Largura <b>menor</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR	327,8
N2	Bom	Largura <b>igual</b> ao recomendado pela LUOS/FOR	100,0
N1	Neutro	Largura <b>maior</b> do que o recomendado pela LUOS/FOR	0,0

**Tabela 29:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.2 – Presença de rampa no canteiro central

Descritor do PVE 2.2 - <i>Presença de rampa no canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3	Bom	Não existe nenhuma rampa transversal à faixa de pedestres no canteiro central.	100,0
N2		Existe rampa no canteiro central transversal à faixa de pedestres, porém não está de acordo com as especificações da NBR 9050.	63,5
N1	Neutro	Existe rampa no canteiro central transversal à faixa de pedestres e está de acordo com as especificações da NBR 9050.	0,0

**Tabela 30:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.3 – Tipo de pavimento do canteiro central

Descritor do PVE 2.3 - <i>Tipo de pavimento do canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Pavimento inadequado no trecho em análise	266,7
N4		25% do pavimento está adequado no trecho em análise	188,9
N3	Bom	50% do pavimento está adequado no trecho em análise	100,0
N2	Neutro	75% do pavimento está adequado no trecho em análise	0,0
N1		100% do pavimento está adequado no trecho em análise	-144,4

**Tabela 31:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.4 – Estado de conservação do pavimento do canteiro central

Descritor do PVE 2.4 - <i>Estado de conservação do pavimento do canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Pavimento não conservado no trecho em análise	285,0
N4		25% do pavimento está conservado no trecho em análise	191,7
N3	Bom	50% do pavimento está conservado no trecho em análise	100,0
N2	Neutro	75% do pavimento está conservado no trecho em análise	0,0
N1		100% do pavimento está conservado no trecho em análise	-158,3

**Tabela 32:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.5 – Posição do mobiliário no canteiro central

Descritor do PVE 2.5 - <i>Posição do mobiliário no canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		100% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	275,0
N4		75% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	200,0
N3	Bom	50% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	100,0
N2	Neutro	25% do mobiliário do trecho em análise está posicionado inadequadamente	0,0
N1		100% do mobiliário do trecho em análise está posicionado adequadamente	-225,0

**Tabela 33:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.6.1 – Inclinação transversal do canteiro central

Descritor do PVE 2.6.1 - <i>Inclinação transversal do canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		100% do canteiro central do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	220,9
N4		75% do canteiro central do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	162,5
N3	Bom	50% do canteiro central do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	100,0
N2	Neutro	25% do canteiro central do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	0,0
N1		0% do canteiro central do trecho em análise possui inclinação acima de 3%	-100,0

**Tabela 34:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.6.2 – Inclinação longitudinal do canteiro central

Descritor do PVE 2.6.2 - <i>Inclinação longitudinal do canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Canteiro central do trecho em análise não acompanha o alinhamento das vias lindeiras	233,3
N4		25% do canteiro central do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	200,0
N3	Bom	50% do canteiro central do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	100,0
N2	Neutro	75% do canteiro central do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	0,0
N1		100% do canteiro central do trecho em análise acompanha o alinhamento das vias lindeiras	-66,7

**Tabela 35:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.7 – Iluminação pública no canteiro central

Descritor do PVE 2.7- <i>Iluminação pública no canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3		Não existe iluminação pública no trecho em análise	163,0
N2	Bom	Existe iluminação pública inadequada no trecho em análise	100,0
N1	Neutro	Existe iluminação pública adequada no trecho em análise	0,0

**Tabela 36:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 2.8 – Presença de vegetação no canteiro central

Descritor do PVE 2.8 - <i>Presença de vegetação no canteiro central</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N4	Bom	Existe vegetação no trecho em análise e atrapalha a visibilidade entre condutores e pedestres	100,0
N3	Neutro	Existe vegetação no trecho em análise e atrapalha parcialmente a visibilidade entre condutores e pedestres	0,0
N2		Existe vegetação no trecho em análise e não atrapalha a visibilidade entre condutores e pedestres	-225,0
N1		Não existe vegetação no trecho em análise	-425,0

**Tabela 37:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.1 – Largura de travessia

Descritor do PVE 3.1- <i>Largura de travessia</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3		Possuem 3 ou mais faixas de rolamento no trecho em análise	216,7
N2	Bom	Possui 2 faixas de rolamento no trecho em análise	100,0
N1	Neutro	Possui 1 faixa de rolamento no trecho em análise	0,0

**Tabela 38:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.1.1 – Sinalização horizontal antes do local do equipamento

Descritor do PVE 3.2.1.1 - <i>Sinalização horizontal antes do local do equipamento</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Não existe sinalização horizontal à 200m à montante do equipamento	233,3
N4		Existe sinalização horizontal incompleta à 200m à montante, e não está visível	200,0
N3	Bom	Existe sinalização horizontal incompleta e visível à 200m à montante do equipamento	100,0
N2	Neutro	Existe sinalização horizontal completa à 200m à montante, porém não está visível	0,0
N1		Existe sinalização horizontal completa à 200m à montante e está visível	-66,7

**Tabela 39:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.1.2 – Sinalização horizontal no local do equipamento

Descritor do PVE 3.2.1.2 - <i>Sinalização horizontal no local do equipamento</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Não existe sinalização horizontal no local do equipamento	150,0
N4	Bom	Existe sinalização horizontal incompleta no local do equipamento e não está visível	100,0
N3	Neutro	Existe sinalização horizontal incompleta e visível no local do equipamento	0,0
N2		Existe sinalização horizontal completa no local do equipamento, porém não está visível	-200,0
N1		Existe sinalização horizontal completa no local do equipamento e está visível	-600,0

**Tabela 40:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.2.1 – Sinalização vertical antes do local do equipamento

Descritor do PVE 3.2.2.1 - <i>Sinalização vertical antes do local do equipamento</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Não existe sinalização vertical horizontal à montante do equipamento	150,0
N4	Bom	Existe sinalização vertical incompleta à montante, e não está visível	100,0
N3	Neutro	Existe sinalização vertical incompleta e visível à montante do equipamento	0,0
N2		Existe sinalização vertical completa à montante, porém não está visível	-200,0
N1		Existe sinalização vertical completa à montante e está visível	-600,0

**Tabela 41:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.2.2.2 – Sinalização vertical no local do equipamento

Descritor do PVE 3.2.2.2 - <i>Sinalização vertical no local do equipamento</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		Não existe sinalização vertical horizontal no local do equipamento	150,0
N4	Bom	Existe sinalização vertical incompleta no local do equipamento, e não está visível	100,0
N3	Neutro	Existe sinalização vertical incompleta e visível no local do equipamento	0,0
N2		Existe sinalização vertical completa no local do equipamento, porém não está visível	-200,0
N1		Existe sinalização vertical completa no local do equipamento e está visível	-600,0

**Tabela 42:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.3.1 – Presença de curva horizontal

Descritor do PVE 3.3.1- <i>Presença de curva horizontal</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3		Existe curva acentuada à montante do trecho em análise	200,0
N2	Bom	Existe curva suave à montante do trecho em análise	100,0
N1	Neutro	Não existe curva à montante do trecho em análise	0,0

**Tabela 43:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 3.3.2 – Presença de curva vertical

Descritor do PVE 3.3.2- <i>Presença de curva vertical</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3		Existe curva acentuada à montante do trecho em análise	194,0
N2	Bom	Existe curva suave à montante do trecho em análise	100,0
N1	Neutro	Não existe curva à montante do trecho em análise	0,0

**Tabela 44:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 4 – Uso do solo

Descritor do PVF 4 - <i>Uso do solo</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N7		Presença de hospital no trecho em análise	150
N6		Presença de shopping center/centro empresarial no trecho em análise	116,7
N5	Bom	Presença de escola/universidade no trecho em análise	100,0
N4		Presença de comércio varejista no trecho em análise	50,0
N3	Neutro	Presença de supermercado no trecho em análise	0,0
N2		Presença de residência multifamiliar no trecho em análise	-83,3
N1		Presença de residência unifamiliar no trecho em análise	-150,0

**Tabela 45:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 5.1.1 – Comportamento dos pedestres no local de travessia

Descritor do PVE 5.1.1 - <i>Comportamento dos pedestres no local de travessia</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		100% dos pedestres não obedem a sinalização existente	283,3
N4		75% - 99% dos pedestres não obedem a sinalização existente	200,0
N3	Bom	51 - 75% dos pedestres não obedem a sinalização existente	100,0
N2	Neutro	25% - 51% dos pedestres não obedem a sinalização existente	0,0
N1		0% - 25% dos pedestres não obedem a sinalização existente	-91,7

**Tabela 46:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVE 5.1.2 – Comportamento dos pedestres na fase de travessia

Descritor do PVE 5.1.2 - <i>Comportamento dos pedestres na fase de travessia</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		100% dos pedestres não obedem a sinalização existente	283,3
N4		75% - 99% dos pedestres não obedem a sinalização existente	200,0
N3	Bom	51 - 75% dos pedestres não obedem a sinalização existente	100,0
N2	Neutro	25% - 51% dos pedestres não obedem a sinalização existente	0,0
N1		0% - 25% dos pedestres não obedem a sinalização existente	-91,7

**Tabela 47:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 6 – Comportamento dos condutores

Descritor do PVF 6 - <i>Comportamento dos condutores</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N2	Bom	Somatório acima da mediana	100,0
N1	Neutro	Somatório abaixo da mediana	0,0

**Tabela 48:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 7 – UPS dos acidentes ocorridos no trecho de influência

Descritor do PVF 7 - <i>UPS dos acidentes ocorridos no trecho de influência</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N5		UPS $\geq$ 80	250,0
N4		UPS = 60	175,0
N3	Bom	UPS = 40	100,0
N2	Neutro	UPS = 20	0,0
N1		UPS = 0	-150,0

**Tabela 49:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 8 – Velocidade veicular

Descritor do PVF 8 - <i>Velocidade veicular</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N2	Bom	Somatório acima da mediana	100,0
N1	Neutro	Somatório abaixo da mediana	0,0

**Tabela 50:** Níveis de Impacto e Função de Valor do PVF 9 – Volume de pedestres no trecho de influência

Descritor do PVE 9 - <i>Volume de pedestres no trecho de influência</i>			
Níveis de impacto	Níveis de referência	Descrição	Função de Valor
N3	Bom	Maior igual a 6 ped./min. no trecho em análise	100,0
N2	Neutro	Entre 3 - 5 ped./min. no trecho em análise	0,0
N1		Entre 0 - 2 ped./min. no trecho em análise	-150,0