

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE
TRANSPORTES**

**PAVIMENTO INTERTRAVADO
COMO FERRAMENTA DE MODERAÇÃO DO TRÁFEGO
NOS CENTROS COMERCIAIS DE TRAVESSIAS
URBANAS - ESTUDO DE CASO GUAÍUBA, CE**

IVAN JOSÉ ARY JUNIOR

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.

**Orientador: Prof. Dr. Jorge Barbosa Soares, Ph.D.
Co-Orientadora: Prof^ª. Dra. Nadja Glheuca da Silva Dutra, D.Sc.**

FORTALEZA, CE - BRASIL
2007

**PAVIMENTO INTERTRAVADO
COMO FERRAMENTA DE MODERAÇÃO DO TRÁFEGO
NOS CENTROS COMERCIAIS DE TRAVESSIAS
URBANAS - ESTUDO DE CASO GUAÍUBA, CE**

FICHA CATALOGRÁFICA

ARY JÚNIOR, IVAN JOSÉ

Pavimento Intertravado como Ferramenta de Moderação do Tráfego nos Centros Comerciais de Travessias Urbanas - Estudo de Caso Guaiúba, CE. (2007)

XI, 208 fl., Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

1. Transportes – Dissertação
2. Travessias Urbanas
3. Moderação do Tráfego – *Traffic Calming*
4. Pavimento Intertravado
5. Acidente de Trânsito
6. Segurança Viária
7. Técnica *Delphi*
8. Simulador de Tráfego
9. Estudo de Caso Município de Guaiúba, Ceará, Brasil

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARY JR, I. J. (2007). Pavimento Intertravado como Ferramenta de Moderação do Tráfego nos Centros Comerciais de Travessias Urbanas - Estudo de Caso Guaiúba, CE. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 208 fl.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ivan José Ary Junior

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Pavimento Intertravado como Ferramenta de Moderação do Tráfego nos Centros Comerciais de Travessias Urbanas - Estudo de Caso Guaiúba, CE.

Mestre / 2007

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. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ivan José Ary Junior

**PAVIMENTO INTERTRAVADO COMO FERRAMENTA DE MODERAÇÃO
DO TRÁFEGO NOS CENTROS COMERCIAIS DE TRAVESSIAS URBANAS -
ESTUDO DE CASO GUAÍÚBA, CE**

IVAN JOSÉ ARY JUNIOR

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA 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. Jorge Barbosa Soares, Ph.D.
(Orientador)**

**Prof^a Nadja Glheuca da Silva Dutra, D.Sc.
(Co-Orientadora)**

**Prof. Júlio Francisco Barros Neto, D.Sc.
(Examinador Interno)**

**Prof. Ricardo Esteves, D.Sc.
(Examinador Externo)**

FORTALEZA, CE - BRASIL
NOVEMBRO DE 2007

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos pedestres e aos motoristas.

Aos pedestres por serem vítimas indefesas dos motoristas.

Aos motoristas por serem vítimas dos veículos, que os transformam em prepotentes e esquecidos de que logo serão pedestres.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de forma especial ao meu orientador Prof. Jorge Soares e a minha Co-Orientadora Prof^a. Nadja Dutra, pela dedicação e competência em transmitir o conhecimento e o estímulo, fundamentais para o êxito deste trabalho.

Agradeço também de forma não menos especial, aos Professores Júlio Barros Neto e Ricardo Esteves, pelos ensinamentos transmitidos e pela participação na banca examinadora.

Aos professores, funcionários e alunos do Departamento de Engenharia de Transportes – DET e do Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN da Universidade Federal do Ceará – UFC agradeço pela valiosa contribuição e apoio a este trabalho.

Aos profissionais que se dispuseram a participar deste trabalho, como membro do grupo de especialistas, como voluntários no simulador de tráfego ou como colaboradores na coleta de dados, o meu muito obrigado. Ressalto a impossibilidade de agradecer de forma particular a cada um, como gostaria de fazê-lo, desta forma homenageio estes profissionais relacionando as instituições e empresas onde estes desempenham seus trabalhos: DNIT - CE - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes; DERT - CE - Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes; SEINFRA - CE - Secretaria da Infra-Estrutura do Ceará; Secretaria das Cidades do Ceará; Departamento de Engenharia da CAIXA – CE; AMC - Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania de Fortaleza – CE; Prefeitura Municipal de Guaiúba; Empresa Guanabara e ARMTEC Tecnologia em Robótica.

À minha esposa, aos meus filhos, aos meus pais e à minha família em geral, agradeço pelo carinhoso e fundamental apoio e compreensão nos momentos de ausência.

A DEUS na Sua Divina e Infinita Bondade agradeço por tudo que me tem abençoado e pela possibilidade de realizar este trabalho.

Resumo da Dissertação apresentado ao PETRAN/UFC como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**PAVIMENTO INTERTRAVADO COMO FERRAMENTA DE MODERAÇÃO
DO TRÁFEGO NOS CENTROS COMERCIAIS DE TRAVESSIAS URBANAS -
ESTUDO DE CASO GUAÍÚBA, CE**

Ivan José Ary Júnior

Novembro / 2007

Orientador: Prof. Dr. Jorge Barbosa Soares, Ph.D.

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Nadja Glheuca da Silva Dutra, D.Sc.

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES

Este trabalho se dedica ao estudo da aplicabilidade do pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas. Estuda-se um tratamento de controle da velocidade para as travessias urbanas que resulte na manutenção da velocidade reduzida ao longo de todo o trecho crítico propício a acidentes de trânsito da travessia urbana, ou seja, nas áreas de centros comerciais. Efetua-se, por meio de uma revisão bibliográfica, o levantamento das características do pavimento intertravado, suas possibilidades de aplicação, e avaliam-se as demandas das travessias urbanas referentes ao controle de velocidade. As técnicas de moderação de tráfego, conhecidas com *traffic calming*, são avaliadas no contexto da aplicação do pavimento intertravado como ferramenta de moderação de velocidade e a aplicação destes conceitos junto a travessias urbanas. Realizam-se os estudos junto a um grupo de especialistas, utilizando-se a Técnica Delphi. Desenvolve-se ainda um simulador computacional de tráfego com o qual se avalia o pavimento intertravado como moderador de velocidade. Estuda-se o caso da possível aplicação do intertravado como ferramenta de moderação do tráfego no centro comercial localizado na travessia urbana do Município de Guaiúba, no Ceará, na rodovia CE 060.

Abstract of Dissertation presented to PETRAN/UFC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

**INTERLOCKING PAVEMENT AS A TOOL FOR TRAFFIC CALMING
AT COMMERCIAL CENTERS ON URBAN SECTIONS OF RURAL ROADS -
CASE STUDY OF GUAÍUBA, CE**

Ivan José Ary Júnior

November / 2007

Advisors: Jorge Barbosa Soares

Nadja Glheuca da Silva Dutra

Department: Transportation Engineering

This research is focused on the applicability of interlocked pavement as a tool for traffic calming at commercial centers on urban sections of rural roads. It was researched a way to control vehicle speed on urban sections of rural roads that is also capable of maintaining a controlled speed throughout the critical path where accidents typically occur. The literature review indicated the characteristics and potential application of interlocked pavements, and the needs of urban sections of rural roads concerning speed control. It is evaluated the effect of interlocked pavements on traffic calming and specifically as it applies to urban sections of rural roads. The research was conducted with a group of specialists using the Delphi Technique. Moreover, it was developed a traffic simulator computer program that evaluates the behavior of drivers when passing through sections with either asphalt or interlocked blocks as the surface course. The research indicates a potential application of interlocked pavement as a traffic calming tool at the commercial center located on the urban section of the rural road at Guaiúba town, state of Ceará, on CE 060 highway.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	5
1.2 JUSTIFICATIVA	6
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 Objetivo geral	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	8

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 PAVIMENTO INTERTRAVADO	10
2.1.1 Introdução	11
2.1.2 Breve Histórico	11
2.1.3 Caracterização e Classificação	19
2.1.4 Dimensionamento e Avaliação	27
2.1.5 Custo	33
2.2 TRAVESSIA URBANA	35
2.2.1 Considerações Conceituais	35
2.2.2 Classificação e Características	37
2.2.3 Normas de Regulamentação das Travessias Urbanas	39
2.2.4 Controle de Velocidade em Travessias Urbanas	43
2.2.5 Acidentes de Trânsito na Travessia Urbana	46
2.2.6 Repercussões na Acessibilidade e Mobilidade Urbana	47
2.2.7 Repercussões na Qualidade Visual da Paisagem Urbana	48
2.3 MODERAÇÃO DO TRÁFEGO – <i>TRAFFIC CALMING</i>	51
2.3.1 Introdução	51
2.3.2 Considerações Conceituais	54
2.3.3 Medidas de <i>Traffic Calming</i>	55
2.3.4 Exemplos de Moderação de Tráfego no Brasil	64
2.3.5 Aplicação do Conceito Moderação de Tráfego nas Travessias	66

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA	67
3.1 INTRODUÇÃO	67
3.2 GRUPO DE ESPECIALISTAS	68
3.3 TÉCNICA DELPHI	70
3.3.1 Conceitos	70
3.3.2 Amostra	73
3.3.3 Questionários	74

3.3.4	Coleta de Dados	81
3.3.5	Primeira Rodada de Consultas da Técnica Delphi	82
3.3.6	Segunda Rodada de Consultas da Técnica Delphi	83
3.4	SIMULADOR DE TRÁFEGO	84
3.4.1	Introdução	84
3.4.2	Conceitos de Simuladores - Realidade Virtual	85
3.4.3	Características de Simuladores	87
3.4.4	Simulador de Tráfego - Desenvolvimento	91
3.4.5	Programação do Simulador de Tráfego	93
3.4.6	Tratamento Digital das Imagens	94
3.4.7	Aplicação do Simulador - Coleta dos Dados	101

CAPÍTULO 4

4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	106
4.1	PERFIL DO GRUPO DE ESPECIALISTAS	106
4.2	RESULTADOS DA TÉCNICA DELPHI	109
4.2.1	Classificação e Tabulação dos Dados da Primeira Rodada de Consulta	109
4.2.2	Classificação e Tabulação dos Dados da Segunda Rodada de Consulta	115
4.2.3	Variação das Respostas da Primeira para a Segunda Rodada	122
4.2.4	Análise do Nível de Relevância	127
4.2.5	Avaliação das Respostas Cruzadas	128
4.2.6	Avaliação da Aplicação do Filtro de Cruzamentos	131
4.3	RESULTADOS DO SIMULADOR DE TRÁFEGO	140

CAPÍTULO 5

5.	ESTUDO DE CASO – TRAVESSIA DE GUAÍÚBA	147
5.1	O MUNICÍPIO DE GUAÍÚBA	150
5.1.1	O Ambiente Urbano	151
5.1.2	O Centro Comercial de Guaiúba	152
5.1.3	A Relação Econômica de Guaiúba com a Travessia Urbano	153
5.2	TRAVESSIA DE GUAÍÚBA - PROBLEMAS E SOLUÇÕES	155
5.3	A TRAVESSIA E A FERRAMENTA DE MODERAÇÃO	162
5.4	ACIDENTES DE TRÂNSITO CE 060 dos Km 24 ao 75	164
5.4.1	Guaiúba - Trecho da CE 060 do km 24 ao 43	165
5.4.2	Acarape - Trecho da CE 060 do km 44 ao 50	166
5.4.3	Redenção - Trecho da CE 060 do km 51 ao 64	169
5.4.4	Aracoiaba - Trecho da CE 060 do km 65 ao 75	171
5.4.5	Análise Comparativa dos Acidentes de Trânsitos Entre os Trechos Rurais e as Travessias Urbanas da Rodovia CE 060 no Trecho em Estudo	167

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	170
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
APÊNDICE I	185
APÊNDICE II	194
APÊNDICE III	203

LISTAS DE TABELAS

Tabela 2.1	Indicação do tipo de tráfego para cada espessura dos blocos	26
Tabela 2.2	Preço unitário por m ² do pavimento intertravado em bloco em pré-moldado em concreto	33
Tabela 2.3	Preço unitário por m ² do pavimento intertravado em bloco de pedras talhadas no formato de paralelepípedo	33
Tabela 4.1	Distribuição de escolaridade do grupo de especialistas	106
Tabela 4.2	Distribuição das profissões no grupo de especialistas	107
Tabela 4.3	Distribuição do local de trabalho do grupo de especialistas	108
Tabela 4.4	Análise das respostas do grupo de especialistas na primeira rodada	109
Tabela 4.5	Análise das respostas do grupo de especialistas na segunda rodada	116
Tabela 4.6	Análise da variação das respostas da primeira (P) para a segunda (S) rodada de consultas através de medidas estatísticas	123
Tabela 4.7	Percentual que respondeu muito relevante ou relevante, na primeira e segunda rodadas de consultas	126
Tabela 4.8	Cruzamento das Respostas (R0, R1, R2 e R3) das Perguntas (P3 e P6)	130
Tabela 4.9	Cruzamento das Respostas (R0, R1, R2 e R3) das Perguntas (P9 e P10)	131
Tabela 4.10	Análise da variação das respostas do grupo de especialistas com filtro de cruzamentos (F) e sem filtro (S)	132
Tabela 4.11	Percentuais de membros do grupo submetidos ao filtro de cruzamentos (grupo dos 71), que escolheram as respectivas respostas das perguntas (segunda rodada)	134
Tabela 4.12	Resultados finais do nível de relevância das afirmações após o filtro	139
Tabela 4.13	Médias de velocidade nos 21 trechos da simulação por km/h, as colunas representam esses trechos da viagem simulada	140
Tabela 4.14	Velocidades médias por grupo de trechos e as reduções relativas de velocidade médias entre os pavimentos asfálticos e intertravado	143
Tabela 4.15	Resultados das respostas obtidas na aplicação do questionário logo após a simulação	146
Tabela 5.1	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Guaiúba, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007	162
Tabela 5.2	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Guaiúba, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2006	163
Tabela 5.3	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Acarape, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007	164
Tabela 5.4	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Acarape, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2006	164

Tabela 5.5	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Redenção, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007	165
Tabela 5.6	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Redenção, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2006	165
Tabela 5.7	Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Aracoiaba, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007	166
Tabela 5.8	Índices de acidentes de trânsito, na travessia urbana, comparados aos do restante do percurso da CE 060, em Aracoiaba, de janeiro a dezembro de 2006	166
Tabela 5.9	Análise comparativa dos acidentes de trânsitos entre os trechos rurais e as quatro travessias urbanas da Rodovia CE 060 no trecho em estudo (01/04 a 08/07)	167
Tabela 5.10	Análise comparativa dos acidentes de trânsitos entre os trechos rurais e as quatro travessias da Rodovia CE 060 no trecho em estudo (01 a 12/06)	168
Tabela 5.11	Análise comparativa dos acidentes de trânsitos entre as medidas dos trechos em travessias urbanas com os trechos rurais	168
Tabela 5.12	Análise da travessia de guaiúba em relação ao trecho da CE 060, para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007	169
Tabela 5.13	Análise da travessia de Guaiúba em relação ao trecho da CE 060, para o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006	169

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Camadas de materiais na construção da estrada romana e a via Ápia	13
Figura 2.2	Blocos de argila na cidade de Rio Branco, Acre	14
Figura 2.3	Rua da Lapa, da cidade de Paraty, RJ, com o pavimento pé-de-moleque	15
Figura 2.4	Cidade de Iowa, Estados Unidos	16
Figura 2.5	Rua XV de Novembro, Blumenau, SC, Via e Passeios	17
Figura 2.6	Rua XV de Novembro, em Blumenau, SC	18
Figura 2.7	Pátio de armazenagem do Complexo Portuário do Pecém, Ceará	18
Figura 2.8	Perfil das camadas do pavimento intertravado, onde se observa o colchão de areia de assentamento sobre a base	19
Figura 2.9	Blocos de pedras talhadas em paralelepípedo, Florida, Estados Unidos	23
Figura 2.10	Arranjo no intertravamento dos blocos do tipo espinha de peixe	24
Figura 2.11	Arranjo no intertravamento dos blocos do tipo fileira ao corredor, em Santa Cruz, RJ	24
Figura 2.12	Formatos dos arranjos no intertravamento dos blocos do tipo trama, rua dos Caetés, em Belo Horizonte, MG	24
Figura 2.13	Pavimento BRIPAR, associa-se brita seca graduada ao paralelepípedo, rejuntado com emulsão asfáltica	27
Figura 2.14	Baia no bairro de Botafogo – Rio de Janeiro	31
Figura 2.15	Execução em paralelepípedo na Flórida, Estados Unidos	34
Figura 2.16	Execução do pavimento intertravado com blocos pré-moldados em concreto, Cais do porto, Paranaguá, PR	34
Figura 2.17	Travessia urbana da BR-116 em Vitória da Conquista, Bahia	36
Figura 2.18	Vias urbanas e passeios em pavimento intertravado, as cores permitem personalizar o município	49
Figura 2.19	Disputa por espaço urbano entre pessoas e veículos	51
Figura 2.20	Avenida Monsenhor Tabosa – Fortaleza, CE	56
Figura 2.21	Lombada construída em material asfáltico na cor avermelhada	57
Figura 2.22	Interseção elevada em blocos de concreto avermelhado, destacando a rampa de acesso e os balizadores na calçada	58
Figura 2.23	A foto ilustra a utilização de almofadas em rotas de coletivos	58
Figura 2.24	Exemplo de Platô, Wren Street, Camden Town, Londres, Inglaterra	59
Figura 2.25	Mostra uma <i>speed table</i> para redução da velocidade em uma rua residencial	60
Figura 2.26	Estacionamento na diagonal	61
Figura 2.27	Mudança de via única para via de mão dupla	61
Figura 2.28	Estreitamento da via, alargamento das calçadas e linha de tráfego	62
Figura 2.29	<i>Traffic Calming</i> aplicado na rua Quintino Bocaiúva, Rio Branco	62
Figura 2.30	Chicana em área urbana, Wulfstan St., Shepherds Bush, Londres, Inglaterra	63
Figura 2.31	Ilha circular	63
Figura 2.32	Canteiro central	64

Figura 2.33	Praça do Ferreira em Fortaleza, CE	65
Figura 3.1	Simulador da Universidade de Calgary no Canadá	88
Figura 3.2	Simulador de veículo, Universidade George Washington	89
Figura 3.3	Simulador do Instituto Sueco e mesa de controle	90
Figura 3.4	Simulador do Instituto Sueco em operação	90
Figura 3.5	Foto da rodovia CE 060 em trecho rural utilizada na simulação	95
Figura 3.6	Rodovia CE 060, chegada à Guaiúba, Velocidade 40 km/h	95
Figura 3.7	Chegada à travessia de Guaiúba, entrada sul, pavimento asfáltico	96
Figura 3.8	Chegada à travessia de Guaiúba, com o pavimento intertravado	96
Figura 3.9	Travessia de Guaiúba, em pavimento asfáltico	97
Figura 3.10	Travessia de Guaiúba, em pavimento intertravado	97
Figura 3.11	Centro Comercial de Guaiúba, em pavimento asfáltico	98
Figura 3.12	Travessia urbana de Guaiúba, em intertravado, centro comercial com grande número de pedestres	98
Figura 3.13	Pavimento asfáltico, presença de pedestres	99
Figura 3.14	Pavimento intertravado, fluxo intenso de pedestres	99
Figura 3.15	Nível topográfico diferente entre a rodovia e a malha urbana	100
Figura 3.16	Pavimento intertravado, onde se promove a compatibilidade topográfica	100
Figura 3.17	Aplicação do simulador de tráfego, no evento MUNDO UNIFOR	101
Figura 3.18	Estande número 1 onde se aplica o simulador de tráfego no evento	102
Figura 3.19	Pessoas reunidas no estande do simulador	102
Figura 3.20	Estande número 2 do simulador de tráfego	103
Figura 3.21	Aplicação do simulador. O velocímetro está à esquerda da tela	103
Figura 3.22	Aplicação do simulador	104
Figura 4.1	Distribuição de escolaridade do grupo de especialistas	106
Figura 4.2	Distribuição das profissões no grupo de especialistas	107
Figura 4.3	Distribuição do local de trabalho do grupo de especialistas	108
Figura 4.4	Percentual da escolha das respostas por pergunta na primeira rodada pelo grupo de especialista na Técnica Delphi	114
Figura 4.5	O resultado em percentual dos membros do grupo de especialistas que concordaram com a afirmação contida nas 20 perguntas do questionário	115
Figura 4.6	Escolha das respostas por pergunta na segunda rodada	120
Figura 4.7	Membros do grupo de especialistas que concordam com a afirmativa contida nas 20 perguntas do questionário da Técnica <i>Delphi</i>	121
Figura 4.8	Desvio na Primeira e Segunda Rodada de Consulta	125
Figura 4.9	Nível de relevância das afirmações das perguntas do questionário aplicadas na primeira e segunda rodadas de consulta ao grupo de especialistas. Os valores no gráfico referem-se aos da segunda rodada	128
Figura 4.10	Percentuais de especialistas após a aplicação filtro de cruzamentos (grupo dos 71), que escolheram as respostas como relevante ou muito relevante	139

Figura 4.11	Distribuição da velocidade média nos 21 trechos da simulação, o eixo Y corresponde a velocidade em km/h	141
Figura 4.12	Comparação dos efeitos de moderação de velocidade entre o pavimento intertravado e o asfáltico	144
Figura 4.13	Redução relativa das velocidades médias entre as velocidades nos trechos rurais e as travessias urbanas com revestimentos asfálticos e intertravado	145
Figura 5.1	Mapa do Ceará, a seta indica a localização do Município de Guaiúba e da Rodovia do Algodão (CE 060), observa-se também os Municípios de Redenção, Acarape e Aracoiaba	147
Figura 5.2	Foto de satélite da cidade de Guaiúba. Fonte Google Earth Site	148
Figura 5.3	Placa do DERT, definindo a travessia urbana de Guaiúba, CE 060	149
Figura 5.4	Centro comercial da travessia de Guaiúba	149
Figura 5.5	Sinalização na travessia urbana de Guaiúba	150
Figura 5.6	Igreja Católica Matriz de Guaiúba	151
Figura 5.7	Centro Comercial na travessia de Guaiúba, situada no km 26 da CE 060	154
Figura 5.8	Travessia urbana de Guaiúba, ônibus de turismo	157
Figura 5.9	Início da travessia urbana de Guaiúba	156
Figura 5.10	O nível das calçadas está abaixo do greide da rodovia	157
Figura 5.11	O nível das calçadas está abaixo do greide da rodovia. Nessas calçadas, o desnível com o greide da rodovia atinge, em alguns pontos, 30 cm	157
Figura 5.12	Acostamentos apresentando batentes dificultam a acessibilidade dos pedestres e a mobilidade urbana	158
Figura 5.13	Início da travessia urbana de Guaiúba, com barreira eletrônica	159
Figura 5.14	Faixa de pedestre na travessia, em pavimento intertravado	159
Figura 5.15	Compatibilidade topográfica com a malha urbana	159
Figura 5.16	Presença constante de pedestres e ciclistas na travessia	160
Figura 5.16	Final da travessia urbana, com barreira eletrônica, na saída sul	160

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Os acidentes de trânsito em rodovias brasileiras são motivo de grande preocupação. Quando as rodovias cruzam núcleos urbanos nas conhecidas travessias urbanas, configura-se um conflito entre dois cenários distintos: a rodovia, onde predomina a alta velocidade, e a malha urbana, que exige a redução desse fator. Esse conflito já é iniciado na fase de projeto, quando o engenheiro rodoviário visualiza o núcleo urbano de forma simplista, não se dando conta de que a via deixará de ser rodovia para compor algo de maior complexidade, a via urbana.

Nas travessias urbanas, encontram-se freqüentemente centros comerciais que possuem grande fluxo de pedestres e ciclistas, o que contribui para o aumento dos índices de acidentes de trânsito. Essas travessias representam os trechos mais críticos no que diz respeito aos impactos na geração de acidentes, na mobilidade e na acessibilidade de pessoas e bens. Dessa maneira, elas requerem tratamento e atenção especiais.

Ao mesmo tempo em que são apontadas como as grandes causadoras de acidentes, as travessias urbanas também são descritas como indispensáveis à sobrevivência econômica local. A dependência econômica da rodovia é grande e, em muitos casos, mesmo desviando-se a rodovia através de um contorno ao município, com o passar do tempo, as atividades econômicas, as quais dependem da rodovia (restaurantes, lojas de produtos regionais, farmácias, postos de combustível, lojas de conveniência, de artesanatos, de artes, dentre outras), vão se deslocar, formando novos centros comerciais na rodovia desviada e tornando sem efeito a medida de desvio.

O controle da velocidade funciona como um dos principais instrumentos para a prevenção de acidentes de trânsito. A velocidade máxima permitida nestes centros comerciais em travessias urbanas é estabelecida entre 40 a 60 km/h. Diversas ferramentas de controle de velocidade foram desenvolvidas, por exemplo: lombadas físicas, sensores eletrônicos, sonorizadores e faixas de pavimento vibratório. É questionada, no entanto, a eficácia das citadas ferramentas.

Estas ferramentas de controle de velocidade, com ação restrita apenas ao local onde estão implantadas, mostram-se ineficientes no controle da velocidade ao longo da travessia urbana. Um motorista depara-se com uma destas ferramentas de controle ao chegar a uma travessia e vê-se obrigado a reduzir a velocidade para 40 ou 60 km/h. Logo após ultrapassá-la, contudo, ele volta a acelerar, antes mesmo do término da travessia urbana. Esse fenômeno ocorre porque o motorista não toma consciência de que se encontra em um ambiente urbano.

Destaca-se, então, a necessidade do desenvolvimento de ferramentas que promovam de forma eficaz o controle da velocidade ao longo da travessia urbana. Observa-se que, nos trechos onde estão implantados centros comerciais, os índices de acidentes de trânsito são críticos, embora estes trechos, nem sempre, representem um segmento longo na travessia. O controle da velocidade poderia reduzir o número de acidentes, principalmente, os atropelamentos.

Estuda-se neste trabalho uma nova ferramenta de moderação da velocidade, que atue de forma continuada ao longo dos trechos comerciais de uma travessia urbana. Esta ferramenta seria a aplicação do pavimento intertravado em substituição ao pavimento asfáltico. Espera-se que, ao substituir o pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado, ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, seja na via ou nos acostamentos, sejam promovidas a redução da velocidade dos veículos e a sua manutenção ao longo de todo o trecho. Com a diminuição da velocidade, o número de acidentes também será reduzido.

Pressupõe-se que a textura vibrante do pavimento intertravado e, principalmente, a mudança efetiva do cenário da rodovia para o urbano sejam, possivelmente, os promotores deste efeito, que deverá ser mantido enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. A substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado poderá promover a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial, por transmitir ao condutor mudanças nas seguintes sensações: 1- através do tato, por ser alterada a vibração; 2- da audição, pela mudança de sonoridade; e 3- da visão, pela diferença do cenário de rodovia para o ambiente urbano.

Estas permutas, provavelmente, vão acentuar o grau de atenção por parte do condutor. Sabe-se que o organismo humano reage a impulsos externos através dos seus

sentidos. Desta forma, quando ele é submetido a mudanças em determinadas rotinas, o organismo reage, procurando entender o que está acontecendo, de sorte que aumenta o seu estado de atenção, liberando na corrente sanguínea, substâncias como a adrenalina, que o prepara para a nova situação que se apresentar (RODRIGUES, 2006).

O condutor está submetido à imagem monótona da via em asfalto durante uma viagem. Quando este asfalto é trocado pelo intertravado, esta mudança ativa o estado de atenção, preparando o condutor para reagir à mudança. A ativação do estado de atenção do condutor melhora o seu desempenho na observação do ambiente de travessia, induzindo-o a ter mais cuidado com os pedestres e ciclistas. As mudanças de textura e de sonoridade entre os pavimentos asfáltico e intertravado associam-se à permuta de imagem.

A troca do cenário de rodovia para um panorama urbano em uma travessia também pode promover no condutor a ampliação no seu estado de consciência de que ele saiu da rodovia, com provável modificação de comportamento na velocidade. A transformação dos cenários de rodovia em urbano efetiva-se com a substituição do asfalto pelo intertravado e a compatibilização topográfica da travessia com a malha urbana.

Por serem os centros comerciais em travessias críticos em níveis de acidentes, na maioria das vezes, já estão contemplados com sensores eletrônicos de controle da velocidade. Tratar estes trechos de tal forma que se obtenha o efetivo controle da velocidade passa a ser uma medida importante para atingir o objetivo da redução do número de acidentes de trânsito.

Saliente-se que o tratamento do trecho comercial em travessia, com a substituição do asfalto pelo intertravado, não implicará a remoção dos sensores eletrônicos, haja vista a eficiência pontual destes na redução da velocidade, ou seja, restrita aos locais onde estão implantados. O tratamento com o intertravado ocorreria logo após os sensores eletrônicos para suprir a deficiência destes no controle da velocidade de forma continuada ao longo de todo o trecho comercial, onde o intertravado estaria aplicado. Nesse sentido, o pavimento intertravado em pré-moldado de concreto ou em paralelepípedo de granito seria a alternativa de ferramenta de moderação de forma continuada da velocidade.

O pavimento intertravado vem sendo utilizado em larga escala como revestimento de rodovias na Europa e Estados Unidos. No Brasil, destaca-se a aplicação em portos, na malha urbana e em pátios industriais, onde o tráfego é intenso e pesado. Além de sua resistência comprovada, o pavimento intertravado também pode ser aplicado nos acostamentos e passeios, nos quais a diversidade das cores e dos formatos pode perfazer a sinalização horizontal e ainda valorizar a paisagem urbana local.

Ressalta-se que o pavimento intertravado é vastamente aplicado também como moderador do tráfego nas intervenções urbanas de *Traffic Calming* e como instrumento de valorização paisagística. Desta forma, apresenta-se como possível solução para as travessias urbanas, constituindo solução técnica e economicamente viável aos pequenos municípios e, ainda, permitindo a utilização da mão-de-obra local.

Neste trabalho, que é uma pesquisa exploratória, é estudado o pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nas travessias de rodovias em pequenos centros comerciais urbanos. Faz-se uso de consultas a um grupo de especialistas mediante a da Técnica *Delphi*, que busca constituir o consenso do grupo, na qual se avalia a eficiência do intertravado como ferramenta de moderação de forma continuada da velocidade.

A Técnica *Delphi*, reconhecido expediente de previsão qualitativa, consiste na consulta a um grupo de especialistas para a obtenção de respostas que reflitam a opinião do grupo. O anonimato é assegurado às respostas e os especialistas têm a oportunidade de conhecer as médias das opiniões dos seus pares, podendo posteriormente rever seu posicionamento. Isto favorece a convergência e a obtenção de consenso sobre as questões tratadas. Utilizam-se duas rodadas de aplicação dos questionários.

Neste ensaio foi desenvolvido também um simulador computacional de tráfego. Objetiva-se avaliar o efeito das mudanças de cenário e de sonoridade promovidas pelo intertravado sobre o comportamento do condutor quanto à escolha da velocidade ao trafegar em uma travessia urbana. Um grupo de pessoas com experiência em condução de veículo foi avaliado. O simulador de tráfego proporciona às pessoas que estão sendo avaliadas a sensação de trafegar por uma rodovia. Nesse caso, foi utilizada uma seqüência de fotos da rodovia CE 060 e da travessia urbana da cidade de Guaiúba, Ceará.

Durante a viagem simulada, a pessoa avaliada depara-se com várias travessias urbanas, todas elas com um centro comercial que, no caso, se trata da Sede do Município de Guaiúba. Na viagem, esta travessia é apresentada várias vezes, algumas com o pavimento asfáltico original e em outras com o pavimento intertravado, o qual foi adicionado digitalmente à imagem original. Todas as travessias apresentadas na simulação reproduzem a travessia de Guaiúba, que foram fotografadas no sentido norte-sul e sul-norte.

As pessoas avaliadas pelo simulador podem controlar a velocidade por intermédio de um acelerador, além de poderem frear. No transcorrer da viagem, o avaliado passa dez vezes pela travessia urbana, de Guaiúba, sendo que em cinco delas a simulação é apresentada com o pavimento original em asfalto e as outras cinco com o tratamento digital em intertravado. O número de cinco vezes foi arbitrado e pensado, de modo a se ter valor médio e não medição única. O simulador apresenta a sonorização do veículo e do pavimento correspondente ao asfalto ou ao intertravado. O computador registra todas as velocidades escolhidas pelo avaliado. Ao final, o programa analisa o efeito que a mudança de pavimento na travessia proporciona na velocidade escolhida pelo avaliado. Apresenta-se, dessa maneira, um resultado comparativo entre a redução da velocidade com o pavimento asfáltico e com o intertravado. Concluída a simulação, o avaliado responde a um questionário, com perguntas nas quais se avalia a ferramenta proposta. O simulado tem ao final da simulação, a informação sensorial da aplicação da ferramenta, através da visualização e da audição, o que facilita a elaboração de suas respostas.

Avalia-se uma possível aplicação do pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego no centro comercial da travessia urbana de Guaiúba, CE.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

O problema de pesquisa investigado é a moderação da velocidade de forma continuada ao longo dos trechos comerciais em travessias urbanas. Avalia-se a eficiência do pavimento intertravado como uma solução para a devida manutenção da velocidade reduzida ao longo destes trechos. Estuda-se o caso de possível aplicação do

intertravado como ferramenta de moderação do tráfego no centro comercial localizado na travessia urbana do Município de Guaiúba no Ceará, na rodovia CE 060.

1.2 JUSTIFICATIVA

Necessita-se do controle efetivo da velocidade ao longo dos trechos de centros comerciais em travessias urbanas para a prevenção de acidentes de trânsito. Ao longo do tempo, várias soluções foram aplicadas no controle da velocidade, mas não foram efetivas ao longo de todo o trecho comercial, por terem ação meramente pontual, como as já citadas: lombadas físicas, sonorizadores, sensores eletrônicos, dentre outros.

Estuda-se o pavimento intertravado como tratamento de controle da velocidade para as travessias urbanas e que resulte na manutenção da velocidade reduzida ao longo de todo o trecho crítico com maior incidência de acidentes de trânsito na travessia urbana, ou seja, nas áreas de centros comerciais.

Buscam-se soluções adequadas à realidade destes pequenos municípios que se apresentam dependentes do cliente que trafega na rodovia, ou seja, na travessia. Registra-se a preocupação com a escassez de recursos para investimentos no setor rodoviário no Brasil, o que impõe soluções de baixo custo. Desenvolve-se uma ferramenta, objetivando-se o controle, de forma continuada, da velocidade nos trechos comerciais em travessias urbanas. É nova ferramenta no que diz respeito ao conceito em que se propõe aplicar o pavimento intertravado, embora este tipo de pavimento tenha sua criação nos primórdios da história da Engenharia Rodoviária. O novo conceito refere-se à utilização do revestimento como elemento de mudança comportamental do condutor. As mudanças sensoriais sobre o condutor são exploradas na aplicação do pavimento intertravado em substituição ao pavimento da rodovia (que quase sempre é o asfáltico, sejam rodovias estaduais ou federais), nos trechos comerciais, em travessias. Como já exposto, as mudanças sensoriais (na visão, tato e audição) promovem a ampliação dos estados psicológicos do condutor de atenção e de consciência do condutor.

Justifica-se também pela facilidade de manutenção nas redes de água, drenagem, esgotamento sanitário, telefone e outras, nestes centros comerciais, quando o pavimento é o intertravado, devendo-se destacar o baixo custo de manutenção dessas redes com o

reaproveitamento dos blocos do pavimento. Espera-se, também, que este tratamento melhore a qualidade visual da paisagem urbana destes centros comerciais, explorando-se as mais variadas possibilidades de *design* e cores do pavimento intertravado, que podem ser aplicados na via, nos acostamentos, como também nos passeios.

As travessias urbanas são descritas como as grandes causadoras de acidentes nestes pequenos centros comerciais, embora sejam indispensáveis para a sobrevivência econômica deles. A construção de rodovias que contornem esses núcleos urbanos com o objetivo de retirar destes o tráfego não se mostra eficiente, uma vez que tal ação resulta no deslocamento do comércio para a nova rodovia em busca de mercado para sobreviver.

Além do exposto, o estudo se justifica pela vasta aplicação do pavimento intertravado, como: revestimento de rodovias, moderador do tráfego nas intervenções urbanas de *Traffic Calming* e instrumento de valorização paisagística. Constitui uma solução técnica e economicamente viável, além de ser acessível aos pequenos municípios e permitir a utilização de mão-de-obra local.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste experimento é estudar a eficiência do pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego de forma continuada ao longo dos trechos de centros comerciais em travessias urbanas.

1.3.2 Objetivos Específicos

Quanto aos objetivos específicos deste ensaio, que é uma pesquisa exploratória, examina-se o comportamento do pavimento intertravado quando este vier a substituir o pavimento asfáltico, nas travessias de rodovias em pequenos centros comerciais urbanos. Os estudos desenvolvem-se mediante aplicação da Técnica *Delphi* com utilização de grupo de especialistas e de um simulador computacional. Procura-se identificar o comportamento do pavimento intertravado com os seguintes objetivos específicos:

1) avaliar o potencial do pavimento intertravado como ferramenta de moderação de velocidade, de forma continuada, ao longo dos trechos de centros comerciais em travessias urbanas;

2) examinar também o potencial desta aplicação do pavimento intertravado como instrumento de valorização da qualidade visual da paisagem urbana; e

3) estudar o caso de possível aplicação do pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego no centro comercial localizado na travessia urbana do Município de Guaiúba, Ceará, na rodovia CE 060.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Dividiu-se o presente trabalho em seis capítulos, distribuídos da maneira a seguir delineada, já incluso o presente segmento (Cap. 1 – INTRODUÇÃO).

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Realiza-se neste capítulo uma revisão bibliográfica, destacando-se três temas: pavimento intertravado, travessia urbana e moderação de tráfego. PAVIMENTO INTERTRAVADO - Revisa-se o pavimento quanto ao histórico, à tipologia, dimensionamento e ao custo; TRAVESSIA URBANA - Descrevem-se a classificação, características, normas de regulamentação, controle da velocidade, acidentes de trânsito, medidas de tratamento e moderação de velocidade; MODERAÇÃO DE TRÁFEGO - Abordam-se considerações conceituais sobre o assunto e a aplicação do conceito de *Traffic Calming* nas travessias urbanas de pequenos municípios.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Descreve-se a metodologia de aplicação da Técnica *Delphi* junto ao grupo de especialistas a que se recorreu na pesquisa. Relata-se o processo de desenvolvimento e a aplicação do simulador computacional de tráfego aqui desenvolvido.

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisam-se os dados obtidos junto ao grupo de especialistas e com o simulador computacional de tráfego. Realiza-se tratamento estatístico dos dados, emitindo-se então os resultados finais.

CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO: TRAVESSIA URBANA DE GUAÍÚBA, CEARÁ

Desenvolvem-se estudos na CE 060, no trecho do km 24 ao km 75, destacando-se a travessia urbana de Guaiúba. Nos estudos avalia-se a aplicação do pavimento intertravado, na travessia urbana de Guaiúba, como ferramenta de moderação do tráfego, respaldado nos resultados obtidos no Capítulo 4. Relatam-se as características da travessia urbana de Guaiúba e do seu centro comercial, destacam-se os problemas vivenciados na travessia.

Estudam-se também os índices de acidentes de trânsito na rodovia CE 060 no trecho mencionado, avaliando-se a relação dos acidentes na rodovia com as quatro travessias urbanas existentes no trecho em estudo: Guaiúba, Acarape, Redenção e Aracoiaba.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo, apresentam-se as conclusões finais com recomendações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PAVIMENTO INTERTRAVADO

Introdução

O pavimento intertravado tem sido utilizado nas mais diversas aplicações da Engenharia de Transportes e está presente na evolução da história da humanidade. Este pavimento é aplicado com os mais diversos tipos de blocos, os quais se diferenciam tanto pelo formato como pelo material aplicado. Quanto ao tipo de material, os blocos mais comuns são os pré-moldados em concreto ou cerâmico, os em pedra talhada, geralmente em rochas graníticas, entre outros. O seu uso representa uma solução que atende às grandes diferenças regionais do Brasil, no que diz respeito à disponibilidade de materiais e à realidade econômica.

O revestimento com blocos em pré-moldados de concreto amplia o espaço de sua aplicação em vários países, inclusive no Brasil. Aqui se encontra este pavimento vastamente aplicado como revestimento de rodovias, aeroportos, portos, terminais de carga, indústrias e estacionamentos, como moderador do tráfego nas intervenções urbanas de *Traffic Calming*, como instrumento de valorização paisagística, entre outras aplicações.

A tecnologia de fabricação dos blocos pré-moldados em concreto desenvolveu-se bastante, atingindo alta qualidade na precisão dos tamanhos, fato que possibilita o perfeito intertravamento destes. As resistências podem atingir valores acima dos 40 MPa para aplicações em rodovias, portos e aeroportos.

Vale ressaltar outras vantagens do pavimento intertravado, como: a possibilidade de ser montado e desmontado, a alternativa de utilização de mão-de-obra local, não necessita mobilização de grandes equipamentos, apresenta grande variação de desenhos na distribuição dos blocos e, no caso dos blocos pré-moldados em concreto, uma grande variação de cores. Pode-se, também, citar outras vantagens como: a baixa

retenção de calor em função das tonalidades claras, a valorização paisagística, dentre outras. Desta forma, a especificação do pavimento intertravado é crescente nos mais variados projetos.

Nesta pesquisa, que é exploratória, estudar-se-á o pavimento intertravado como ferramenta de moderação da velocidade nos centros comerciais em travessias urbanas de rodovias. Examinar-se-á, também, o resultado da aplicação deste pavimento nestas travessias, especialmente, quando se realiza a mudança do revestimento da rodovia de pavimento asfáltico para pavimento intertravado. Por fim, observar-se-á, particularmente, a possível aplicação do pavimento intertravado na travessia urbana da rodovia CE 060, no Município de Guaiúba, CE.

Breve Histórico

O enredo histórico do pavimento intertravado confunde-se com a história da pavimentação. Na descrição de MULLER (2005), o desenvolvimento desta técnica de pavimentação resultou de uma evolução de procedimentos, dos quais se encontram relatos de 25 séculos atrás, com a colocação de pedras justapostas em seu estado natural.

Consoante informa SAUNIER (1936), *apud* BERNUCCI *et al.* (2007), a história da pavimentação remonta aos egípcios, ressaltando uma das mais antigas estradas pavimentadas de que se tem registro, que remonta aos anos 2600 – 2400 a.C., a qual foi construída em lajões justapostos destinados ao transporte de carga em trenós. Ademais, destaca várias estradas na Antigüidade, como: a estrada de Semíramis (600 a.C.) construída entre as cidades da Babilônia (hoje no território do Iraque) e Ecbátana (hoje Hamadá, no território iraniano); a estrada Real com 2000 km de extensão, ligando Jônia (hoje na Grécia) a Susa (hoje no Irã); e a estrada de Susa a Persépolis, com 600 km, elevando-se do nível do mar até uma altitude de 1800 m no atual Irã.

BITTENCOURT (1958), *apud* BERNUCCI *et al.* (2007), registra, ainda, estradas importantes da Antigüidade construídas pelos assírios, bem como os caminhos da Índia e da China. Já HAGEN (1955) descreve a mais extensa estrada da Antigüidade, com 5000 km, ligando a atual Escócia a Jerusalém, construída há mais de 2000 anos.

O conceito de intertravamento dos blocos presente no pavimento intertravado desenvolveu-se ao longo da história da pavimentação, com os gregos, etruscos e

romanos, cujas principais características foram consolidando-se ao longo do tempo. Na perspectiva de MULLER (2005), uma das mais antigas estradas com as características de intertravamento de que ainda se encontram vestígios está na Grécia, revestida com pedra e construída, provavelmente, em 1.500 a.C. Os etruscos (800 a 350 a.C.) construíram caminhos visando a vencer distâncias e tinham a preocupação de garantir conforto e resistência, por intermédio de uma superfície mais plana possível. Nos revestimentos deste caminho, eram utilizadas pedras de mão, juntamente com um material mais fino, para o preenchimento das juntas entre as pedras, promovendo, dessa maneira, o intertravamento destes.

ANTAS (2002) informa que os romanos desenvolveram caminhos com os objetivos de obter melhor rolamento para os veículos e garantir o deslocamento em qualquer circunstância. Assim, eles construíram extensa malha de estradas preparadas para atender, principalmente, os objetivos bélicos, mas que foram, posteriormente, aproveitados para outros fins. Os caminhos romanos foram preparados de várias maneiras, de acordo com sua importância e expectativa de utilização, disponibilidades locais de materiais para construção, clima e topografia. CHEVALLIER (1976), *apud* BERNUCCI *et al.* (2007), destaca a idéia de que não havia um padrão para as estradas romanas, embora características comuns fossem mantidas.

Os materiais utilizados como revestimento dos caminhos romanos de longa distância eram geralmente constituídos de solos arenosos misturados a pedras naturais do tipo seixos rolados (MARGARY, 1973). Pedras talhadas manualmente nas formas retangulares e poligonais eram utilizadas nos revestimentos das ruas de maior fluxo das cidades. Estas estradas apresentavam técnica de intertravamento, caracterizando o pavimento intertravado.

As técnicas de pavimentação utilizadas pelos romanos ficaram demonstradas em escavações arqueológicas realizadas na famosa via Ápia. Esta via representa exemplos dessa tecnologia que resistiu até os tempos de hoje. Ela foi importante via que ligava a cidade de Roma até o sul da Itália. Grande parte da via Ápia foi pavimentada pelos construtores da época com pequenas peças de pedras aparelhadas em forma octogonal, ou seja, um pavimento intertravado (KNAPTON, 1996).

CRUZ (2003) destaca a importância dos estudos realizados pelos romanos dos tipos de areias a serem empregadas em estradas. Ressalta relatos existentes da classificação das areias, como: as de rio, as extraídas dos canais e do solo natural. Conta, ainda, que havia uma proposta de mistura entre elas, juntamente com cal ou calcário, formando assim um tipo de argamassa na qual, posteriormente, era adicionado seixo rolado ou mesmo pedras de mão espalhadas sobre o caminho. Esta experiência já demonstrava a preocupação com a capacidade estrutural das camadas (CHEVALLIER, 1976), *apud* BERNUCCI *et al.* (2007). Nas escavações realizadas, segundo ADAM (1994), foram encontradas estruturas compostas por três ou quatro camadas de materiais de espessuras e granulometria diferentes. A **Figura 2.1(a)** mostra um modelo de construção romana, que utiliza quatro camadas de material, e a **Figura 2.1(b)** mostra a via Ápia romana.

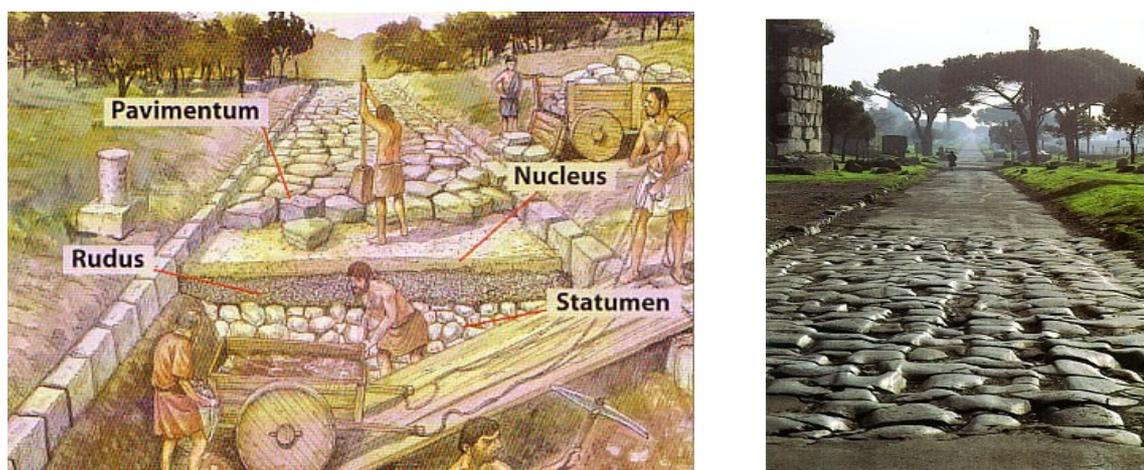


Figura 2.1 (a) e (b): Camadas de materiais na construção da estrada romana e a via Ápia. Fonte: www.albaiges.com

As estradas da Europa se deterioraram depois do declínio do Império Romano e, somente no século XVII, as atividades de construção de estradas foram retomadas. A França foi o país que reiniciou o processo, com a construção de estradas revestidas com pedra britada, já demonstrando uma preocupação com a aderência e a drenagem das estradas. Na compreensão de MASCARENHAS NETO (1790), a França, entre as nações europeias, foi a primeira a reconhecer o efeito do transporte no comércio, dando importância à velocidade nas estradas com a conseqüente redução do tempo de viagem. Já as técnicas para construção e conservação de estradas apareceram efetivamente com os escoceses Thomas Telford e John Loudon Mac Adam, no século XVIII. O

sobrenome Mac Adam deu origem ao nome do conhecido revestimento “macadame”. A evolução dos blocos usados no pavimento intertravado é representada basicamente por quatro tipos de materiais: blocos de tijolos de argila; de pedras talhadas e aparelhadas manualmente; de madeira; e pré-moldados de concreto.

No final do século XIX, apareceram os primeiros fornos que queimavam os tijolos a elevadas temperaturas. Esta técnica resultava no aumento de resistência mecânica dos tijolos, passando, então, a ser muito utilizada na Europa e América (FUNTAC, 1997). A **Figura 2.2** apresenta um trecho de pavimento com a utilização de blocos de tijolos de argila na cidade de Rio Branco, Acre. Segundo MULLER (2005), historicamente, a cidade brasileira de Rio Branco, capital do Acre, vem utilizando o processo dos blocos de tijolos de argila nos revestimentos de pavimentos de suas ruas desde 1940, visualizado, também, na **Figura 2.2**. A inexistência de pedra naquela região, aliada à grande disponibilidade de material para a produção de tijolo cerâmico, contribuiu de forma decisiva para este fato.

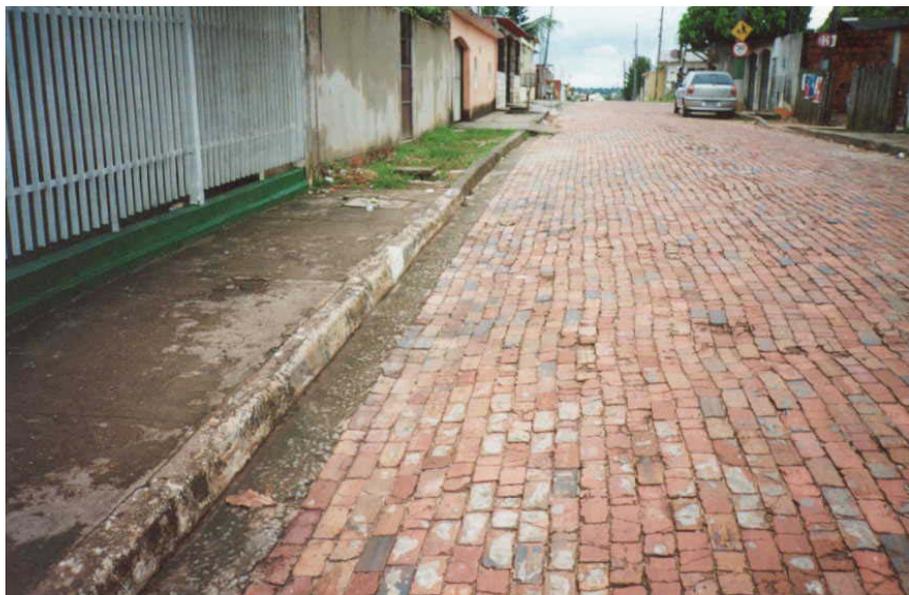


Figura 2.2: Blocos de argila na cidade de Rio Branco, Acre. Fonte: (NASCIMENTO, 2005)

Consoante CRUZ (2003), no século XVIII, surgiram as técnicas de assentamento do pavimento intertravado em fileiras ou tipo espinha de peixe. Já havia nessa época a preocupação em manter as juntas estreitas entre as peças, exigindo, dessa forma, esforços para homogeneizar as dimensões das peças. No século XX, foi

instituída a prática de selar as juntas com argamassa de cimento ou com uma mistura de asfalto e areia. Esta prática visava a, principalmente, atenuar o barulho sob a ação do tráfego.

No Brasil, o pavimento ficou conhecido como o pavimento de paralelepípedos ou pé-de-moleque. A **Figura 2.3** mostra a rua da Lapa, da cidade de Paraty, Rio de Janeiro, com este tipo de pavimento. No início do século XIX, os revestimentos de peças de madeira foram utilizados, objetivando diminuir o nível de ruído, principalmente, onde o tráfego era composto de carruagens equipadas com rodas de ferro. Embora os pisos de madeira reduzissem o barulho durante o tráfego, tornavam-se escorregadios quando molhados. Com o aparecimento do automóvel dotado de pneus de borracha, este tipo de revestimento com bloco de madeira foi abandonado definitivamente.



Figura 2.3: Rua da Lapa, da cidade de Paraty, RJ, com o pavimento pé-de-moleque. Fonte: www.artelazer.tur.br/paraisoparaty

CRUZ (2003) relata, ainda, que a primeira peça pré-moldada de concreto foi fabricada no final do século XIX e que algumas patentes foram registradas antes da Primeira Guerra Mundial. Holanda e Alemanha promoveram as primeiras utilizações da pavimentação dos blocos pré-moldados no período de reconstrução dos países após a

Segunda Guerra Mundial. Inicialmente, as peças imitavam os tijolos e pedras aparelhadas utilizadas na época, objetivando obter sua substituição gradual. Nesta fase, as vantagens de utilização eram somente os custos mais baixos e a homogeneidade dimensional. Hoje, o pavimento intertravado é aplicado com as mais variadas funções, como na **Figura 2.4**, onde é usado como revestimento de via e definindo a sinalização da passarela de pedestres.



Figura 2.4: Cidade de Iowa, Estados Unidos. Fonte: *Interlocking Concrete Pavement Magazine* - Maio 2002. www.icpi.org/myproject

Na década de 1960, o pavimento intertravado em blocos pré-moldados de concreto e os blocos de paralelepípedo de granito eram usados nos países da Europa, América Central e do Sul e na África do Sul. Após 1970, cresceu o seu uso nos Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e Japão (MULLER, 2005). No final da década de 1970, proliferaram os sistemas de fabricação de blocos em todo o mundo em pelo menos duzentos tipos de formas e diversos tipos de equipamentos de fabricação eram comercializados (CRUZ, 2003).

No início da década de 1980, a produção anual já ultrapassava 45 milhões de m², sendo 66% deste total aplicados em vias de tráfego urbano. A indústria mundial de fabricação de blocos pré-moldados de concreto, no final da década de 1990, chegou à

impressionante marca de produção de 100 m² por segundo durante os dias úteis de trabalho (SMITH, 1992). Nos Estados Unidos, desde o final da Segunda Guerra Mundial, iniciou-se a aplicação do intertravado no sistema interestadual de rodovias (SMITH, 2003).

Na América Central, desde a década de 1970, vários países já aplicavam o pavimento intertravado em rodovias. A Colômbia iniciou esta aplicação na década de 1980. Ademais, no ano de 1990, na África do Sul, iniciou-se um programa de pavimentação de rodovias com blocos de concreto financiados pelo BDSA - Banco de Desenvolvimento do Sul da África (CRUZ, 2003).

No Brasil, a aplicação deste pavimento cresceu em escalas exponenciais, principalmente na pavimentação de vias urbanas, portos, pátios industriais e estacionamentos. As **Figuras 2.5** e **2.6** mostram essa aplicação na rua XV de Novembro, em Blumenau, Santa Catarina. Foram aplicados blocos pré-moldados em concreto com peças de 8cm na via, em uma área de 20.000 m². A rua mencionada foi concluída em abril de 2001.



Figura 2.5: Rua XV de Novembro, Blumenau, SC, Via e Passeios. Fonte: ABCP- Associação Brasileira de Cimento Portland, www.abcp.org.br



Figura 2.6: Rua XV de Novembro, em Blumenau, SC. Fonte: ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland, www.abcp.org.br

No Ceará, a aplicação do pavimento intertravado se destaca. Pode-se mencionar como exemplo, a pavimentação de todo o pátio de armazenagem do Complexo Portuário do Pecém, a qual foi realizada com o pavimento intertravado, como mostra a **Figura 2.7**.



Figura 2.7: Pátio de armazenagem do Complexo Portuário do Pecém, Ceará

Caracterização e Classificação

A estrutura do pavimento intertravado caracteriza-se pelo revestimento em blocos (peças) assentados sobre a camada de areia (conhecida, também, por areia de assentamento ou colchão de areia), a base, a sub-base e o subleito. O revestimento e a areia de assentamento são contidos lateralmente, em geral, por meio-fios. Utiliza-se areia de rejuntamento entre os blocos. A **Figura 2.8** representa um modelo de estrutura do pavimento intertravado com blocos pré-moldados de concreto, embora seja empregada a mesma estrutura para todos os tipos de blocos utilizados neste tipo de pavimento.

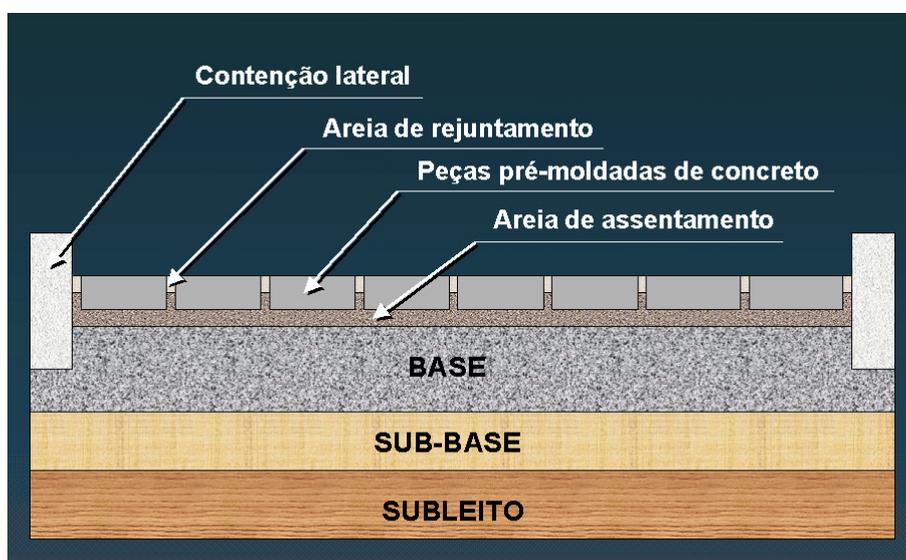


Figura 2.8: Perfil das camadas do pavimento intertravado, onde se observa o colchão de areia de assentamento sobre a base (HALLACK, 1998)

HALLACK (1998) ressalta que o revestimento do pavimento intertravado é composto por blocos de grande durabilidade e resistência, assentado sobre uma camada delgada de areia. O revestimento é capaz de suportar as cargas e tensões de contato provocadas pelo tráfego, protegendo, dessa forma, a camada de base do desgaste por abrasão. Além disto, mantém o extrato de base com baixos níveis de umidade, permitindo melhor estabilidade do material.

O intertravamento dos blocos é definido por KNAPTON (1996) como a capacidade que a associação destes blocos, em um sistema único, adquire de resistir aos movimentos de deslocamentos individuais. A resistência aos deslocamentos que cada

bloco adquire nas direções horizontais, verticais e rotacionais em relação aos blocos vizinhos caracteriza o princípio do intertravamento do pavimento.

KNAPTON (1996) descreve o intertravamento horizontal como a impossibilidade de um bloco se deslocar horizontalmente em relação aos blocos vizinhos e contribui na distribuição dos esforços de cisalhamento horizontal sob a atuação do tráfego, principalmente em áreas de aceleração e frenagem. As juntas entre as peças, quando convenientemente cheias com areia e bem compactadas, são, na verdade, as responsáveis pelo bom desempenho do intertravamento do pavimento.

O referido autor caracteriza o intertravamento vertical como a impossibilidade de cada bloco mover-se no sentido vertical em relação aos vizinhos. Este fenômeno ocorre mediante os esforços de cisalhamento absorvidos pelo rejuntamento de areia entre os blocos e a capacidade estrutural das camadas inferiores do pavimento. O intertravamento vertical independe do formato das peças. Este é alcançado por intermédio da malha de juntas formada pelos grãos de areia bem compactados lateralmente e da estabilidade estrutural do colchão de areia compactado e confinado. Este, no entanto, pode ser potencializado com a utilização de formatos de blocos com encaixes reentrantes. Quando é aplicada uma carga vertical sobre estes encaixes, existe um contato do tipo macho-fêmea que distribui os esforços para os blocos vizinhos.

KNAPTON (1996) descreve o intertravamento rotacional como a impossibilidade de o bloco girar em relação ao seu próprio eixo em qualquer direção. Desenvolve-se pela espessura das juntas entre os blocos e o conseqüente confinamento oferecido pelos blocos vizinhos. Ocorre nas áreas de frenagem, aceleração e tensões radiais das curvas.

Características Funcionais

Os pavimentos intertravados destacam-se por suas características funcionais que proporcionam simplicidade aos seus processos de construção e controle. Suas qualidades estéticas, frutos da versatilidade do material, a facilidade de estocagem e a homogeneidade são qualidades reconhecidas. Antes, no entanto, de tratar das diversas formas de classificar este pavimento, algumas de suas propriedades são mencionadas a seguir:

- a) os blocos pré-moldados em concreto ou os paralelepípedos talhados em granito apresentam menor absorção da luz solar, evitando, dessa forma o desconforto da elevação exagerada da temperatura ambiente;
- b) podem ter, simultaneamente, grande capacidade estrutural e valor paisagístico;
- c) permitem fácil reparação quando ocorre recalque no subleito que comprometa a capacidade estrutural do pavimento;
- d) há facilidade de acesso às instalações de serviços subterrâneos e posterior reparo, sem marcas visíveis;
- e) permitem a re-utilização dos blocos;
- f) não exigem mão-de-obra especializada ou equipamentos especiais, o que permite a criação de várias frentes de trabalho e a redução do cronograma de construção;
- g) os materiais utilizados na execução do pavimento chegam à obra já prontos para aplicação, sendo desnecessário o emprego de processos térmicos ou químicos;
- h) facilitam a incorporação de sinalização horizontal pelo emprego de blocos coloridos;
- i) o controle de qualidade dos materiais empregados, como blocos de concreto, areias etc, pode ser feito nos centros de produção; e
- j) permitem a utilização imediata do pavimento, quando este chega ao canteiro de obra, permitindo a liberação do tráfego logo após a conclusão das obras.

Classificação

Pode-se classificar o pavimento intertravado utilizando-se vários critérios: (i) quanto à rigidez, (ii) quanto ao tipo de material utilizado na fabricação dos blocos que compõem o pavimento, (iii) quanto ao formato dos arranjos no intertravamento do

conjunto dos blocos, (iv) quanto ao tipo de intertravamento que o *design* do bloco proporciona, (v) quanto às espessuras dos blocos e conseqüentemente ao tipo de tráfego adequado, (vi) outras nomenclaturas. A seguir são descritas estas classificações.

(i) Quanto à rigidez

Os pavimentos podem ser classificados em três categorias: pavimentos rígidos, semi-rígidos ou flexíveis (MULLER, 2005). A classificação do pavimento intertravado quanto à rigidez o enquadra na categoria de pavimento flexível. O pavimento flexível é aquele em que todas as camadas são objeto de uma deformação elástica significativa sob carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (PINTO *et al.*, 2001). Conforme SHACKEL (1990), os pavimentos intertravados podem ser considerados flexíveis em decorrência de as suas características serem semelhantes às do pavimento asfáltico, como distribuição de cargas e deflexão, entre outras. Os pavimentos rígidos são pouco deformáveis e constituídos, principalmente, de concreto de cimento *Portland* (SENÇO, 1997). Pavimento rígido é aquele que apresenta uma camada de revestimento com a rigidez muito superior a das camadas inferiores, a qual absorve praticamente todas as tensões provenientes da passagem do tráfego (MULLER, 2005). Pavimento semi-rígido é um tipo intermediário dos pavimentos rígidos e flexíveis. Esse pavimento corresponde aos pavimentos constituídos, nas camadas de base e sub-base, por misturas de solo-cimento, solo-cal, solo-betume, entre outras, as quais venham a apresentar razoável resistência à tração (MARQUES, 2002; PINTO e PREUSSLER, 2001).

(ii) Quanto ao tipo de material utilizado na fabricação dos blocos

Pode-se classificar o pavimento intertravado quanto ao tipo de material utilizado na confecção dos blocos: 1) pavimento intertravado em blocos pré-moldados de concreto, exemplificado nas **Figuras 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7**; 2) pavimento intertravado em blocos de pedras talhadas no formato de paralelepípedo. A **Figura 2.9** apresenta uma aplicação de intertravado em paralelepípedo nos Estados Unidos; 3) pavimento intertravado em blocos de tijolos cerâmicos, apresentado na **Figura 2.2**; e 4) pavimento intertravado em blocos de madeiras.



Figura 2.9: Blocos de pedras talhadas em paralelepípedo, Flórida, Estados Unidos. Fonte: *Interlocking Concrete Pavement Magazine* - Maio 2002

(iii) Quanto ao formato dos arranjos no intertravamento dos blocos

O terceiro critério utilizado para desenvolver a classificação do pavimento intertravado diz respeito ao formato dos arranjos no intertravamento do conjunto dos blocos, ou seja, é definida uma nomenclatura para o pavimento segundo o desenho ou a forma como os blocos são organizados. Classifica-se o pavimento com os seguintes tipos de arranjo no intertravamento dos blocos: 1) espinha de peixe, representado na **Figura 2.10**; 2) fileira ou corredor, exemplificado na **Figura 2.11**; e 3) trama, caracterizado na **Figura 2.12**.

Segundo CRUZ (2003), o tipo de arranjo escolhido para assentamento definirá a aparência estética do pavimento intertravado. Embora não haja consenso entre os pesquisadores sobre a interferência do formato dos blocos no desempenho dos pavimentos, há concordância em relação ao fato de que o arranjo influi em sua durabilidade. O Boletim Técnico nº 4, do ICPI (2003), recomenda que se utilize o tipo de arranjo espinha-de-peixe em áreas de tráfego veicular, considerando que ele apresenta maiores níveis de intertravamento e, conseqüentemente, melhor desempenho estrutural.



Figura 2.10: Arranjo no intertravamento dos blocos do tipo espinha de peixe



Figura 2.11: Arranjo no intertravamento dos blocos do tipo fileira ao corredor, em Santa Cruz, RJ. Fonte: www.abcp.org.br



Figura 2.12: Formatos dos arranjos no intertravamento dos blocos do tipo trama, rua dos Caetés, em Belo Horizonte, MG. Fonte Revista Prisma Nº 9

SHACKEL (1990) relata que os pavimentos com arranjo do tipo espinha de peixe possuem melhores níveis de desempenho, apresentando menores valores de deformação permanente associados ao tráfego. Em contrapartida, foram observadas maiores deformações permanentes em pavimentos com modelos de assentamento do tipo fileira, principalmente, quando o assentamento for paralelo ao sentido do tráfego.

(iv) Quanto ao tipo de intertravamento que o *design* do bloco proporciona

Os blocos pré-moldados em concreto podem ser produzidos em qualquer formato. Alguns formatos já estão consagrados por serem muito utilizados. Ensina HALLACK (1998), que os blocos pré-moldados em concreto podem ser classificados segundo o seu *design*, o que proporciona diferentes tipos de intertravamento entre eles. Nesse sentido, referido autor descreve três tipos de blocos, como verificado em seguida:

(1) blocos com intertravamento nos quatro lados. Esses podem ser segmentados ou retangulares, mantendo a relação (comprimento / largura) igual a dois. Ordinariamente, esses blocos possuem 200mm de comprimento por 100mm de largura. Entrelaçando-se nos quatro lados, os citados blocos podem ser assentados em fileiras ou em espinha de peixe, além de serem carregados facilmente com apenas uma das mãos;

(2) blocos com intertravamento em dois lados. Esses também são segmentados ou retangulares, com a relação (comprimento / largura) igual a dois. Possuem dimensão de 200mm de comprimento por 100mm de largura e admitem entrelaçamento em dois lados, possibilitando, dessa forma, o assentamento em fileiras, além de serem carregados facilmente com apenas uma das mãos; e

(3) blocos com tamanhos maiores do que os anteriores, que, em virtude do seu peso e tamanho não podem ser carregados com apenas uma das mãos. Estes últimos possuem formatos geométricos característicos, como trapézios, hexágonos, etc e são assentados seguindo-se sempre um mesmo padrão, o qual, nem sempre, constitui fileiras facilmente identificáveis.

Lembra SHACKEL (1990), o fato de que diversos estudos demonstram que os intertravados de lados segmentados possuem melhor comportamento do que aqueles que apresentam lados retos ou suavemente curvados. As peças segmentadas apresentam menores deformações na trilha de roda e menores deformidades horizontais.

(v) Quanto às espessuras dos blocos e ao tipo de tráfego adequado

Pode-se classificar o pavimento intertravado pela espessura dos blocos. A espessura dos blocos e, conseqüentemente, a do pavimento são utilizadas para adequar o pavimento ao tráfego a que será submetido. Essas espessuras variam no intervalo de 40 a 100mm, no qual o pavimento recebe nomenclatura equivalente a sua espessura. Como exemplo, verifica-se o pavimento intertravado de 100mm. É possível indicar um tipo de tráfego para cada espessura dos blocos (**Tabela 2.1**).

Tabela 2.1: Indicação do tipo de tráfego para cada espessura dos blocos

Tipo de Tráfego	Espessura (mm)
Áreas para pedestres, ciclovias (trânsito leve)	40
Ruas residenciais, estacionamentos (tráfego médio)	60
Vias urbanas (tráfego urbano)	80
Rodovias, portos e aeroportos (tráfego pesado)	100

Fonte: www.abcp.org.br

SHACKEL (1990) demonstra que um aumento na espessura das peças, dentro do intervalo de 60mm a 100mm, é benéfico ao desempenho do pavimento. Referido pesquisador confirmou, mediante ensaios efetuados na África do Sul, com o simulador de veículos pesados, o fato de que as deformações permanentes no pavimento com peças pré-moldadas de concreto de 80mm eram consideravelmente menores do que as deformações no pavimento com as peças de 60mm, quando submetidas a um mesmo nível de solicitação. O teste realizado com pavimento intertravado em pré-moldado de 100mm demonstrou, em relação às peças de 80mm, deformações permanentes inferiores, verificando-se, dessa maneira, que, quanto maior a espessura do pavimento simulado, menor a deformação permanente.

(vi) Outras nomenclaturas

Outra possível classificação refere-se ao tipo de preenchimento utilizado entre os blocos. O preenchimento é feito, geralmente, com a mesma areia utilizada no colchão de assentamento, mas, em alguns casos, aplicam-se no preenchimento a brita e o material betuminoso. Dessa forma, pode-se mencionar como pavimento intertravado rejuntado o

BRIPAR (**Figura 2.13**). O citado pavimento foi desenvolvido, patenteado e registrado como Direito Autoral sob nº. 1349/CREA-CONFEA pelo engº. civil MILSON DANTAS, CREA 1.170-D/PE, 2ª Região. Segundo DANTAS (1992), na execução do pavimento BRIPAR, associa-se brita seca graduada ao paralelepípedo, rejuntado com emulsão asfáltica, efetuando a compactação por meio de rolo compressor em seguida. O BRIPAR prescinde de execução de base estabilizada, podendo ser executado sobre o terreno natural, caracterizado a partir de 30% de CBR, ou sobre colchão de areia de solo pulverulento incoeso (SPI), material de fácil obtenção existente em tabuleiros, cerrados ou jazidas.



Figura 2.13: Pavimento BRIPAR, associa-se brita seca graduada ao paralelepípedo, rejuntado com emulsão asfáltica. Fonte: DANTAS (1992)

2.1.4 Dimensionamento e Avaliação

Os métodos do dimensionamento dos mais diversos tipos de pavimento intertravado seguem diretrizes específicas para cada um deles, isto é, para os pavimentos intertravados em blocos pré-moldados de concreto, de paralelepípedo, de tijolos cerâmicos e em blocos de madeira.

A atribuição de tamanho de um pavimento consiste na determinação das camadas de sub-base, base e revestimento, de maneira que a estrutura final composta por estas camadas seja capaz de resistir, durante a sua vida útil, às solicitações impostas,

não sendo alvo de deformações apreciáveis e proporcionando um tráfego seguro e confortável.

SHACKEL (1990), HALLACK (1998) e CRUZ (2003) relatam que os métodos de determinar a dimensão do pavimento intertravado dividem-se em quatro categorias baseados em (i) em experiência de campo, (ii) dados empíricos, (iii) modificações dos métodos existentes para pavimentos flexíveis, através da modelagem de equivalência dos materiais, e (iv) modelos computacionais mecanísticos.

Deve-se considerar o trabalho conjunto dos blocos intertravados associados ao colchão de areia para realizar o dimensionamento do pavimento intertravado. O comportamento deste conjunto aproxima-se do pavimento flexível. CRUZ (2003) relata que a maioria dos métodos para dimensionar pavimentos intertravados é obtida por meio de adaptações da metodologia de cálculo para pavimentos flexíveis, na qual o conceito de camadas equivalentes é utilizado necessariamente. Consoante SHACKEL (1990), um pavimento que apresenta bom intertravamento dos blocos pode suportar altas cargas e comportar-se muito mais como um pavimento flexível homogêneo do que como um grupo de placas individuais.

Critérios gerais de dimensionamento

No entendimento de CRUZ (2003), os critérios gerais utilizados nos procedimentos para dimensionar pavimentos intertravados, os quais se aplicam aos métodos indicados por alguma entidade ou órgão governamental, são os seguintes: (i) considerar o pavimento intertravado um pavimento flexível, passando a empregar métodos de cálculo de tensões, originalmente desenvolvidos para pavimentos asfálticos; (ii) usar a relação linear para representar o comportamento tensão-deformação dos materiais das camadas e subleitos, inclusive admitindo que a camada composta pelos blocos e colchão de areia funciona como extrato equivalente ao revestimento asfáltico composto de concreto betuminoso quanto ao valor modular, quando se consideram as características gerais da estrutura para a distribuição de tensões; (iii) admitir que a existência das juntas entre os blocos dispensa que se considerem as tensões de tração nesta camada quando se faz o dimensionamento, isto é, a analogia com o revestimento asfáltico de uma camada contínua só “vale” na hora da modelagem numérica da distribuição de tensões. O comportamento real, entretanto, está longe de ser contínuo.

As juntas funcionam como descontinuidades para tensões de tração, com o objetivo de não transmitir esforços de tração entre as peças e não levar ao desenvolvimento de flexão na própria peça em decorrência da pequena dimensão das peças em relação à área de contato das cargas; (iv) assentir no fato de que a utilização de base estabilizada com cimento é praticamente uma imposição da maioria das considerações de carga; e (v) levar em conta a noção de que a espessura e forma dos blocos são fixas em muitos dos métodos.

No Brasil, existem duas normas que tratam das peças de concreto para pavimentação: NBR 9781 - Peças de Concreto para Pavimentação - Especificação e a NBR 9780 - Peças de Concreto para Pavimentação - Método de Ensaio, as quais apresentam as condições quanto à resistência e à compressão.

Dimensionamento baseado em experiência de campo

A evolução das técnicas de medição do pavimento intertravado baseadas em experiências de campo necessita do desenvolvimento de instrumentação dos diagnósticos e da avaliação do desempenho da estrutura do pavimento intertravado. A finalidade principal da instrumentação em estruturas de pavimentos em campo é a obtenção de subsídios que possibilitem uma explicação racional do desempenho oferecida ao longo de sua vida de serviço (GONÇALVES, 2002).

Na compreensão de MULLER (2005), a instrumentação no Brasil ainda é pequena, merecendo destaque os seguintes experimentos: o trecho experimental construído em 1976, em Santa Catarina, na BR 101, na localidade de Nova Brasília, Município de Imbituba (PINTO *et al.*, 1977); a instrumentação do painel de pavimento flexível, construído na COPPE/UFRJ em 1979 (MOTTA, 1991); a Pista Experimental Circular do IPR/DNER instrumentada em 1993 para a pesquisa de concreto rolado (DNER, 1993); a construção e instrumentação de uma pista experimental com 9,8 m de comprimento por 3 m de largura, no campus da USP na cidade de São Paulo, para estudar o comportamento de placas de WTUD (*Whitetopping* Ultra Delgado) quando submetidas ao efeito do empenamento térmico (PEREIRA *et al.*, 2000).

A obtenção de dados por meio da instrumentação do pavimento intertravado em campo, sobre o seu desempenho, torna-se fundamental para o refino dos métodos de

dimensionamento, assim como, para a observação das patologias ocorrentes. KNAPTON e COOK (2000), com suporte em observações realizadas em várias obras de pavimento intertravado com usos variados na Inglaterra, obtiveram algumas conclusões sobre os tipos de ruptura deste pavimento: (i) raramente ocorre quebra dos componentes (blocos); (ii) a quebra acontece, quase sempre, quando há sobrecarga; (iii) os maiores problemas sucedem com as juntas entre os blocos, tendo sido observado que muitas rupturas têm lugar porque as juntas param de operar: juntas muito largas ou muito estreitas, ou, ainda, juntas não preenchidas ou preenchidas com material inadequado; (iv) o colchão de areia pode induzir a ruptura quando o material é tão fino que não permite o fluxo de água, o que causa pressão neutra e reduz a resistência; (v) não foi observado nenhum caso de ruptura de base, especialmente nos casos em que a obra foi acompanhada de perto por engenheiros experientes; e (vi) a manutenção é um fator importante para evitar a deterioração dos pavimentos intertravados.

Avaliação estrutural dos pavimentos

Ainda na esteira do pensamento de MULLER (2005), a avaliação estrutural dos pavimentos é fundamental, porquanto uma correta determinação da condição estrutural é de extrema importância para a aplicação de métodos mecanísticos-empíricos de projeto de pavimentos novos ou de reforços. Os procedimentos mecanísticos, nos quais o pavimento é tratado como estrutura dividida em camadas de comportamento elástico ou visco-elástico, permitem a realização de cálculos das tensões e deformações geradas pela passagem das cargas de tráfego, cujos valores podem ser correlacionados com o desempenho destes pavimentos.

A avaliação estrutural de um pavimento consiste no cálculo das respostas da estrutura à passagem das cargas de tráfego, na forma de tensões, deformações e deflexões nos pontos críticos da estrutura, de modo que se possa avaliar sua capacidade de resistir aos mecanismos de degradação provocada pela ação repetida das cargas de tráfego (RODRIGUES, 1995). O pavimento intertravado é aplicado amiúde onde as cargas estáticas são mais atuantes, tendo mostrado eficiência. Como exemplo, pode mencionar os pátios de estocagem dos portos, de estacionamento de aeronaves em aeroportos, paradas ou baias de ônibus, entre outras aplicações. A **Figura 2.14** exemplifica uma baia de ônibus urbano.



Figura 2.14: Baía no bairro de Botafogo – Rio de Janeiro. Fonte: www.abcp.org.br

A avaliação do desempenho do pavimento intertravado depende não só de seu comportamento estrutural, mas outros valores também devem ser observados, como é o caso da avaliação funcional do pavimento. Na lição de MULLER (2005), a avaliação funcional correlaciona-se ao conforto do condutor do veículo e passageiros no rolamento do pavimento e engloba o conceito dos usuários quanto ao nível de serviço fornecido pelo pavimento. Ademais, correlaciona-se, ainda, com as estimativas dos custos operacionais dos veículos. As irregularidades longitudinais, indicadores de segurança, resistência a derrapagem, nível de afundamento de trilhas, ocorrência de hidroplanagem e permeabilidade são itens que devem ser considerados em uma avaliação funcional do pavimento intertravado.

Permeabilidade do pavimento intertravado

A permeabilidade do pavimento intertravado é motivo de estudos no meio acadêmico, os quais objetivam dimensioná-lo ao longo do tempo. MOTTA (2005) descreve a permeabilidade do pavimento como a capacidade de permitir a passagem de um líquido qualquer (água, óleo etc). O meio poroso a ser considerado pode referir-se apenas à camada de revestimento, a uma das camadas constituintes (base, sub-base etc), chamadas de camada drenante, ou, ainda, ao pavimento como um todo, no qual toda a

estrutura do pavimento tem como objetivo escoar a água da superfície, podendo ser chamado de pavimento drenante.

No Brasil, a permeabilidade de um pavimento é essencial, haja vista que há elevados níveis pluviométricos em parte do Território Nacional e que existe a prática, nas cidades, de pavimentar as vias com pavimentos impermeáveis. KNAPTON e COOK (2000) descrevem uma solução de pavimentos permeáveis de blocos de concreto para o porto de Santos, que cobria uma área de 132.000m² para depósito de contêineres. Foram utilizados blocos de concreto de 80mm e com juntas de 6mm entre eles. A permeabilidade do colchão de areia foi determinada com a capacidade de escoar uma chuva de 36mm/h. A permeabilidade que foi dimensionada será reduzida com o passar do tempo.

MADRID (2005) e MADRID *et al.* (2003) observaram que os pavimentos intertravados jovens permanecem úmidos por um período mais longo do que os pavimentos velhos. Esta constatação leva à hipótese de que, com o passar do tempo, as juntas vão selando graças a fenômenos físicos e à presença de finos nas juntas. Ensaio de permeabilidade foram realizados, totalizando 24 testes, em 14 trechos, com idades de utilização entre zero e 26 anos.

Os resultados dos ensaios permitiram que MADRID (2005) chegasse às seguintes conclusões: (i) existe relação entre a idade do pavimento de blocos de concreto e a taxa de infiltração de água. A taxa de infiltração decresce exponencialmente com a idade do pavimento, independentemente da espessura dos blocos e da composição e granulometria da areia de rejuntamento; (ii) a influência da largura das juntas é mais importante do que a inclinação do pavimento; (iii) não é lógico considerar os pavimentos intertravados fundamentalmente permeáveis, pois qualquer valor de permeabilidade é alterado rapidamente com o passar dos anos, chegando a atingir 50% da infiltração inicial nos primeiros 5 anos de utilização.

A permeabilidade do pavimento intertravado é questionável quanto à eficiência. Com o objetivo de suprir essa necessidade, foram desenvolvidos blocos vazados ao centro, que permitem cultivar gramas, proporcionando melhor permeabilidade do pavimento. Esse tipo de bloco tem aplicação direcionada para áreas de tráfego leve, como estacionamentos, praças, condomínios, entre outros.

2.1.5 Custo

Analisar-se-á, a seguir, o custo de execução dos pavimentos intertravados em blocos pré-moldados em concreto e blocos em paralelepípedos. Utilizam-se composições de preços do DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, aplicando-se preços fornecidos pelos representantes regionais da ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2007). Essas composições englobam custos de materiais, mão-de-obra, equipamentos e encargos sociais. Os critérios utilizados foram os seguintes: pavimento intertravado em blocos pré-moldados em concreto, na cor natural, de 35 Mpa, espessura do bloco (Paver) E = 10cm, colchão de areia de 4cm, transporte a uma distância máxima de 30km, sem BDI, data em 1º Semestre de 2007. Apresenta-se os preços por m², em algumas cidades brasileiras, que estão retratados nas **Tabelas 2.2**.

Tabela 2.2: Preço unitário por m² do pavimento intertravado em bloco em pré-moldado em concreto

Estado	Cidade	R\$/ m ²
Minas Gerais	Belo Horizonte	48,00
Pernambuco	Recife	46,00
Distrito Federal	Brasília	44,00
Ceará	Fortaleza	42,00
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	41,00
Mato Grosso	Jangada	40,00

Fonte: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

Apresenta-se também na **Tabela 2.3**, o preço por m² do pavimento intertravado em bloco de pedras talhadas no formato de paralelepípedo com os seguintes critérios: colchão de areia de 5cm, transporte a uma distância máxima de 30km, sem BDI

Tabela 2.3: Preço unitário por m² do pavimento intertravado em bloco de pedras talhadas no formato de paralelepípedo

Estado	Cidade	R\$/ m ²
Ceará	Fortaleza	36,00

Fonte: Pesquisa de mercado de Fortaleza

Na **Figura 2.15**, há detalhes da execução do pavimento intertravado com blocos em paralelepípedo.



Figura 2.15: Execução em paralelepípedo na Flórida, Estados Unidos. Fonte: *Interlocking Concrete Pavement Magazine* - Maio 2002

Mostra-se na **Figura 2.16** a execução em pré-moldados em concreto. Observa-se o colchão de areia pronto para receber os blocos, pode-se também observar a aplicação do preenchimento das juntas com areia.



Figura 2.16: Execução do pavimento intertravado com blocos pré-moldados em concreto, Cais do porto, Paranaguá, PR. Fonte: ABCP

2.2 TRAVESSIA URBANA

2.2.1 Considerações Conceituais

As travessias urbanas são os trechos de rodovia que permeiam centros urbanos. A problemática é originada do fato de que a maioria das travessias urbanas não é executada adequadamente. São trechos que não contam com a infra-estrutura de apoio à mobilidade e à acessibilidade, as quais são necessárias para garantir qualidade de tráfego à via e qualidade de vida à comunidade local. Outro aspecto preocupante é o fato de sua pista de rolamento ser trafegada por veículos com velocidades acima do permitido, apesar de se encontrarem em meio urbano.

De acordo com TRINTA (2001), travessia urbana é uma rodovia, que se integra a uma área urbana, transformando-se em uma via urbana. Inicialmente, as rodovias que objetiva a promoção do desenvolvimento local ou regional, também são indutoras do crescimento desordenado de núcleos urbanos em suas margens, como consequência da falta de planejamento urbanístico ao longo da rodovia. Entretanto, após a construção da rodovia, ocorre crescimento populacional de forma desordenada nas suas proximidades. Essas áreas urbanas, que ficam localizadas junto à rodovia desenvolvem-se e com a passar do tempo o núcleo urbano absorve a rodovia dentro do seu contexto urbano. Neste momento a rodovia no trecho correspondente ao núcleo urbano, que está a cruzar é denominada travessia urbana.

A travessia urbana nasce sem o necessário planejamento urbanístico, consequentemente sem uma infra-estrutura adequada. Essa carência de infra-estrutura e de equipamentos resulta na perigosa combinação de veículos, os quais são, muitas vezes, guiados por motoristas desatentos, com um grande número de pedestres e ciclistas transitando desordenadamente, em um meio urbano sem qualquer infra-estrutura de apoio à mobilidade e à acessibilidade. Assim, o produto obtido é um ambiente conflituoso, inseguro e com muitas divergências.

A fim de se evitar os conflitos ensejados por uma travessia urbana implantada de forma inadequada, é imprescindível que se entenda a importância de se considerar os diversos fatores interferentes na relação estabelecida entre a travessia urbana e o seu

meio, assim como no tráfego da via e na comunidade local. Como exemplo de convivência do núcleo urbano e rodovia, pode-se citar o caso da cidade de Vitória da Conquista na Bahia e a travessia da BR 116 (**Figura 2.17**).



Figura 2.17: Travessia urbana da BR-116 em Vitória da Conquista, Bahia.
Fonte: www.skyscrapercity.com/showthread

As travessias urbanas devem ser alvo de estudos minuciosos e de adequado planejamento estratégico, a fim de que seu crescimento e desenvolvimento sejam realizados de forma orientada e ordenada. Como isso geralmente não ocorre, passam a ser áreas de risco à segurança da comunidade local e, até mesmo, à própria rodovia, destes, resulta em um ambiente propício a muitos acidentes, prejudicando a qualidade de vida de seus habitantes.

Pode-se definir a estrutura urbana como uma articulação particular dos espaços ou, ainda, pelos diferentes usos do solo que podem existir na área urbana (HUTCHINSON, 1979). Considerando-se que não há grandes preocupações acerca da realização de estudos determinantes de como devem ser o crescimento e a ocupação do solo para a estrutura urbana nas travessias, os resultados são áreas conflituosas e inseguras, nas quais o tráfego urbano não consegue fluir adequadamente. A ausência de

determinações quanto aos tipos de uso e ocupação do solo originam áreas desequilibradas, ou seja, que não logram suprir as necessidades básicas de sua comunidade por se limitarem a determinado tipo de uso.

Os conflitos entre a travessia urbana de uma rodovia e o núcleo urbano impõem um rigoroso controle da velocidade dos veículos como medida necessária à prevenção de acidentes de trânsito.

Como relatado no Capítulo 1, o controle da velocidade caracteriza-se como um dos principais instrumentos para a prevenção de acidentes de trânsito na travessia urbana. A velocidade máxima permitida em travessias urbanas, que varia de 40 a 60 km/h, nem sempre é observada. As ferramentas de controle de velocidade como as lombadas físicas, as barreiras eletrônicas, os sonorizadores, entre outras, são aplicadas, mas com eficácia questionada. Essas ferramentas não são havidas como realmente eficientes no controle da velocidade em trechos de travessias urbanas, porque não transmitem ao motorista a consciência de que naquele dado momento ele se encontra num trecho onde deve reduzir a velocidade do veículo para a própria segurança e a de todos os outros que se encontram no local. Os citados instrumentos resultam em reduções de velocidade pontuais, restritas apenas ao local onde foram implantadas. O motorista volta a acelerar o veículo assim que passa por eles. Isso ocorre, provavelmente, porque essa redução de velocidade apenas decorre do medo que os condutores de veículos têm de ser multados, e não porque compreendem a importância da redução de velocidade nas zonas urbanas.

É necessário mais do que barreiras eletrônicas para obter a redução da velocidade durante todo o percurso da travessia urbana. Necessita-se de medidas no controle da velocidade ao longo de todo o trecho da travessia urbana, as quais podem e devem ser tomadas a fim de garantir um bom tráfego na via e de tornar as travessias urbanas áreas seguras a todos que as freqüentam.

2.2.2 Classificação e Características

Sabe-se que as travessias urbanas são áreas por onde uma rodovia atravessa determinado meio urbano. Esses trechos, de áreas urbanas, muitas vezes foram originados como frutos da própria rodovia, pois muitas pessoas se mudam para áreas

localizadas no entorno de rodovias com o intuito de tirar proveito dessa proximidade. Assim, ocorrem o surgimento e o crescimento de uma população em um trecho que possui a rodovia como elemento de marcante importância.

O surgimento e o crescimento de uma nova comunidade nas proximidades de uma rodovia, geralmente, não sucedem de forma ordenada e planejada. Esse desenvolvimento “natural” de uma comunidade pode acarretar muitos danos ao funcionamento da rodovia, pois muitas das novas edificações são erigidas de forma irregular (não respeitando recuos, afastamentos, gabaritos, índices relacionados ao adequado uso do solo, etc), ensejando, dessa maneira, um ambiente repleto de obstáculos e impedimentos a uma boa acessibilidade e mobilidade.

Na compreensão de DUTRA (2004), a dinâmica das cidades encontra na mobilidade um papel fundamental para a evolução da urbanização e descentralização. A mobilidade transforma-se no combustível deste processo.

Desta forma os municípios com travessias urbanas vivenciam um paradoxo, com a facilidade da mobilidade intermunicipal através da rodovia, enquanto esta mesma rodovia dificulta a mobilidade em sua malha urbana, onde a rodovia transforma-se em um obstáculo, o qual divide o núcleo urbano em dois, um para cada lado da rodovia.

As travessias urbanas são configuradas de acordo com o meio onde estão implantadas, podendo estar em trechos de tráfego arterial, coletor ou, simplesmente, local. A intensidade do tráfego é um fator determinante da infra-estrutura de apoio que será necessária para determinada área. Assim, uma travessia urbana pode ser implantada e executada de maneiras diversas. Por exemplo, pode ser contínua e sem interrupções; pode cortar um trecho urbano tomando partido da malha viária local; é possível acontecer de forma orientada e controlada (isolando-se o tráfego de passagem do tráfego local); ocorre também, de optar por não misturar os fluxos e fazer a implantação de forma que a travessia contorne o núcleo urbano. É importante salientar, contudo, que, para esse último caso, no qual se opta por contornar o meio urbano, deve-se ter muita cautela para que a ação não resulte na recriação de mais uma travessia urbana problemática, anulando, dessa forma, todos os esforços e medidas adotadas.

A recriação do problema inicial, mencionada no parágrafo anterior, acontece quando se desloca a travessia urbana para fora do núcleo urbano, sem levar em conta a população que a ocupa e que tem a área da travessia urbana como meio de vida e de obtenção de renda. Sendo assim, o deslocamento da travessia urbana sem medidas que apoiem e criem opções à comunidade local resultará, logo em seguida, no deslocamento de toda a população e comércio para o novo local.

Tão importante quanto o conhecimento do ambiente pré-existente (meio onde será implantada uma travessia urbana) é a realização de uma análise sobre as expectativas e perspectivas de crescimento e desenvolvimento para a área, porquanto esses estudos e gestões de planejamento é que garantirão um fluxo de tráfego adequado, orientado, ordenado e seguro nas travessias urbanas a curto, médio e longo prazo.

A configuração de uma travessia urbana vai depender da ação de fatores diversos, mas algumas características estão presentes nas travessias urbanas de modo geral. São áreas onde as atividades da comunidade local convivem com o intenso fluxo da rodovia, sem mencionar o fato de que até a intensidade do fluxo de veículos da via é objeto de interferência desse meio, pois se acrescenta o fluxo local ao volume de passagem da rodovia.

2.2.3 Normas de Regulamentação das Travessias Urbanas

Inquestionável avanço foi alcançado pela legislação brasileira com a vigência da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, a qual instituiu o Código de Trânsito Brasileiro. A existência de segurança no trânsito para a utilização por pessoas, veículos e animais é direito destes e dever dos órgãos e entidades que compõem o Sistema Nacional de Trânsito, os quais devem fiscalizar o cumprimento das normas de trânsito em todo o Território Nacional. Dentre vários conceitos estabelecidos pela citada lei, destaca-se o conceito de fiscalização, qual seja:

“Fiscalização é o ato de controlar o cumprimento das normas estabelecidas na legislação de trânsito, por meio do poder de polícia administrativa de trânsito, no âmbito de circunscrição dos órgãos e entidades executivos de trânsito e de acordo com as competências definidas neste Código”.

Quanto à proteção dos pedestres e dos condutores de veículos não motorizados, foi atribuído um capítulo próprio na legislação em foco, buscando tornar efetiva a proteção daqueles expostos a maiores riscos na utilização dos vários tipos de vias. Estão incluídas neste contexto as travessias urbanas, onde há grande índice de acidentes envolvendo pedestres e condutores de veículos não motorizados.

Depreende-se dos diversos dispositivos da mencionada lei que o pedestre tem prioridade sobre os condutores de veículos e que estes devem tomar as providências necessárias para prevenir acidentes envolvendo aqueles. Ao pedestre é dada maior assistência normativa nos casos em que os condutores não tomam os cuidados necessários para evitar acidentes de trânsito.

Embora os direitos dos pedestres tenham aumentado com a aplicação do supracitado Código, também foram atribuídos deveres a eles, como utilizar as faixas ou passagens a si destinadas e tomar as devidas cautelas ao cruzar uma via movimentada que não possua faixas ou passagens para pedestres.

Como expresso anteriormente, verifica-se a existência dos dispositivos legais que estão voltados a garantir segurança adequada aos pedestres. Os artigos 69 e 70, Capítulo IV – Dos Pedestres e Condutores de Veículos Não Motorizados, do Código de Trânsito Brasileiro, estão relacionados *in verbis*:

“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:

I - onde não houver faixa ou passagem, o cruzamento da via deverá ser feito em sentido perpendicular ao de seu eixo;

II - para atravessar uma passagem sinalizada para pedestres ou delimitada por marcas sobre a pista:

a) onde houver foco de pedestres, obedecer às indicações das luzes;

b) onde não houver foco de pedestres, aguardar que o semáforo ou o agente de trânsito interrompa o fluxo de veículos;

III - nas interseções e em suas proximidades, onde não existam faixas de travessia, os pedestres devem atravessar a via na continuação da calçada, observadas às seguintes normas:

a) não deverão adentrar na pista sem antes se certificar de que podem fazê-lo sem obstruir o trânsito de veículos;

b) uma vez iniciada a travessia de uma pista, os pedestres não deverão aumentar o seu percurso, demorar-se ou parar sobre ela sem necessidade.

Art. 70. Os pedestres que estiverem atravessando a via sobre as faixas delimitadas para esse fim terão prioridade de passagem, exceto nos locais com sinalização semaforica, onde deverão ser respeitadas as disposições deste Código.

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.”

Nesses termos, verifica-se que o pedestre tem prioridade de passagem quando estiver atravessando uma via qualquer, inclusive uma travessia urbana, devendo, no entanto, utilizar a faixa ou passagem destinada a esse fim específico. De acordo com o artigo 70, caput, do Código de Trânsito Brasileiro, transcrito acima, verifica-se que é essencial a existência de faixas e passagens destinadas à transposição das vias urbanas por pedestres.

Considerando-se que os pedestres são protegidos pela legislação de trânsito quando utilizam o meio adequado para cruzar uma via urbana, faz-se necessária a disponibilidade dessas faixas e passagens para utilização dos pedestres dos variados núcleos urbanos onde existem travessias urbanas. Saliente-se que o pedestre somente tem o dever de cruzar uma via urbana pela faixa quando esta se localizar a uma distância de até 50m dele, ou seja, ele não poderá ser responsabilizado se sofrer um acidente em local onde inexista sinalização adequada à sua travessia e houver tomado os

cuidados necessários no caso concreto, os quais foram mencionados, no inciso III, artigo 69, do Código de Trânsito Brasileiro.

É incontestável, todavia, a realidade da maioria das travessias urbanas no País, as quais não possuem faixas ou passagens adequadas aos pedestres, impedindo que sejam cumpridas as disposições legais supramencionadas. Diante deste contexto, é indispensável a implementação da sinalização destinada à segurança do pedestre, devendo ser implantada pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, haja vista que estes serão responsabilizados pela ausência de sinalização ou quando esta for insuficiente ou incorreta. *Ipsis litteris*:

“Art. 85. Os locais destinados pelo órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via à travessia de pedestres deverão ser sinalizados com faixas pintadas ou demarcadas no leito da via.” (artigo 85, capítulo VII – Da Sinalização de Trânsito, Código de Trânsito Brasileiro).

“Art. 90. Não serão aplicadas as sanções previstas neste Código por inobservância à sinalização quando esta for insuficiente ou incorreta.

§ 1º 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.” (artigo 90, caput e § 1º, capítulo VII – Da Sinalização de Trânsito, Código de Trânsito Brasileiro).

Constata-se que os condutores dificilmente serão responsabilizados nos acidentes ocorridos em travessias urbanas carecedoras de sinalização para a travessia de pedestres. Embora exista previsão legal que responsabilize os órgãos ou entidades não cumpridoras do seu dever de implantar sinalização adequada aos pedestres, a lei é infringida constantemente e os responsáveis não tomam providências para reverter essa situação. Apesar de ser árdua a tarefa de responsabilizá-los e exigir providências, todo e qualquer cidadão tem o direito de exigir o cumprimento da lei, podendo solicitar implantação de sinalização adequada em determinado núcleo urbano, como dispõe o artigo 72, capítulo V – Do Cidadão, do Código de Trânsito Brasileiro:

“Art. 72. Todo cidadão ou entidade civil tem o direito de solicitar, por escrito, aos órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito, sinalização, fiscalização e

implantação de equipamentos de segurança, bem como sugerir alterações em normas, legislação e outros assuntos pertinentes a este Código.”

2.2.4 Controle de Velocidade em Travessias Urbanas

Um dos fatores determinantes da insegurança do pedestre nos núcleos urbanos onde existem travessias urbanas é o excesso de velocidade manifestado pelos condutores de veículos. O estabelecimento de limites de velocidade adequados aos diversos trechos das vias e de penalidades aos infratores é indispensável para a segurança do pedestre na via urbana.

Há inúmeros fatores que influenciam na determinação da velocidade que os veículos devem desempenhar. A distribuição da velocidade ao decorrer do dia e a média das velocidades praticadas durante um dia são exemplos de fatores a serem levados em consideração para determinar a velocidade adequada. As características físicas da via também interferem no limite de velocidade a ser empregado pelo veículo. Dessa forma, as condições e peculiaridades dos pavimentos, o número de ocupações comerciais ao longo das vias e a existência de curvas, aclives e declives são relevantes, devendo sempre ser considerados e analisados (CUPOLILLO, 2006).

Nesse mesmo sentido, deve-se, ainda, analisar: os índices de acidentes da travessia urbana, as restrições de visibilidade, o volume e a composição do tráfego, a existência de núcleos urbanos ao longo da travessia urbana, a localização da via, as legislações pertinentes, os dispositivos de controle do tráfego e a velocidade máxima que pode ser desempenhada com segurança sobre um trecho específico de via em condições adequadas.

De acordo com o exposto, quanto à necessidade de faixas e passagens destinadas aos pedestres, percebe-se a relevância do estabelecimento de limites de velocidade apropriados a determinados trechos da travessia urbana, nos quais o número de pedestres é bastante elevado, assim como o número de acidentes que envolvem esses pedestres. Como exemplo, podem-se mencionar os centros comerciais existentes em travessias urbanas.

Os acidentes envolvendo pedestres de núcleos urbanos e em particular nos centros comerciais onde existe uma travessia urbana interceptando-os, na sua maioria,

são fatais para os pedestres e condutores de veículos não motorizados. Isso se deve ao fato de a velocidade empregada pelos condutores nas travessias urbanas ser a mesma utilizada nos trechos da via em que não existem centros urbanos, ou seja, os motoristas conduzem com uma velocidade inapropriada para núcleos urbanos.

Dessa maneira, faz-se indispensável a fixação de limites de velocidade para os variados trechos das vias urbanas e para os diversos tipos de via. É insuficiente, no entanto, a simples fixação de limites sem que haja a fiscalização efetiva do cumprimento ou não desses limites pelos condutores de veículos. A fiscalização deficiente impõe a necessidade de ferramentas de controle da velocidade, que não dependam desta.

O Código de Trânsito Brasileiro classificou os tipos de via e atribuiu limites de velocidade a esses tipos. Conforme disposições dos artigos 60 e 61, capítulo III – Das Normas Gerais de Circulação e Conduta, do citado Código, foram delineadas as classificações e velocidades mencionadas, *in verbis*:

“Art. 60. As vias abertas à circulação, de acordo com sua utilização, classificam-se em: I - vias urbanas: a) via de trânsito rápido; b) via arterial; c) via coletora; d) via local; II - vias rurais: a) rodovias; b) estradas.”

“Art. 61. A velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecidas a suas características técnicas e as condições de trânsito.

§ 1º Onde não existir sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de: I - nas vias urbanas: a) oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido; b) sessenta quilômetros por hora, nas vias arteriais; c) quarenta quilômetros por hora, nas vias coletoras; d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais; II - nas vias rurais: a) nas rodovias: 1) cento e dez quilômetros por hora para automóveis, camionetas e motocicletas; 2) noventa quilômetros por hora, para ônibus e microônibus; 3) oitenta quilômetros por hora, para os demais veículos; b) nas estradas, sessenta quilômetros por hora.

§ 2º O órgão ou entidade de trânsito ou rodoviário com circunscrição sobre a via poderá regulamentar, por meio de sinalização, velocidades superiores ou inferiores àquelas estabelecidas no parágrafo anterior.”

Verifica-se que são atribuídas velocidades para toda a via, independentemente do tipo de estabelecimento urbano que estiver ao longo dela, ou, até mesmo, das características específicas da comunidade ou cidade por onde a travessia urbana foi construída.

Felizmente, em contrapartida ao problema da fixação, no Código de Trânsito Brasileiro, de velocidades inadequadas a trechos da travessia urbana com caracteres peculiares, foi atribuída aos órgãos e entidades de trânsito a faculdade de regulamentarem velocidades inferiores àquelas estabelecidas no Código em questão, de acordo com o disposto no § 2º, artigo 61, do mesmo Código.

Dessa maneira, busca-se maior adequação da velocidade desenvolvida pelos veículos durante o percurso da travessia urbana às características de cada núcleo urbano, incluindo o número de habitantes, as atividades desempenhadas por eles, os horários e os trechos da via com grande concentração de pessoas nas suas proximidades, dentre inúmeras outras características não mencionadas nessa oportunidade.

Nas travessias urbanas, pode-se, então, atribuir velocidade inferior àquela atribuída a toda a via com a implantação de sinalização que indique a velocidade máxima permitida nesse determinado trecho e de controladores de velocidade. As lombadas físicas, as barreiras eletrônicas, os sonorizadores, entre outras, com o intuito de evitar excessos e apenas infratores, são exemplos de controladores de velocidade. Neste trabalho, estuda-se o pavimento intertravado como ferramenta de moderação da velocidade, com o objetivo de garantir a manutenção da velocidade reduzida durante todo o percurso da travessia urbana. As ferramentas de controle da velocidade serão abordadas em seguida.

Não é suficiente estabelecer normas de conduta, como o Código de Trânsito Brasileiro, considerando-se a tendência natural do ser humano de desconsiderar os limites impostos e infringir os padrões de conduta estabelecidos pelo conjunto normativo brasileiro. Diante dessa realidade, empregaram-se ferramentas de controle para garantir o cumprimento das normas de trânsito, inclusive aquelas referentes à velocidade.

É importante ressaltar o fato de que também estão previstos no Código de Trânsito Brasileiro os tipos e níveis de penalidades atribuídos aos condutores que excedem os limites de velocidade impostos por lei. A velocidade será indicada por uma ferramenta de controle, a qual é denominada de instrumento ou equipamento hábil pelo artigo 218, Capítulo XV – Das Infrações, do supramencionado Código, o qual teve sua redação alterada pela Lei nº 11.334, de 2006.

2.2.5 Acidentes de Trânsito na Travessia Urbana

A estatística dos acidentes de trânsito no Brasil mostram claramente a gravidade dos problemas da segurança de trânsito no País. Assim, a segurança no trânsito passou a ser uma preocupação para os engenheiros, urbanistas, gestores públicos e a população de uma forma geral, pois todos estão envolvidos com o problema (MENESES, 2001).

Consoante alvitra MENESES (2001), os acidentes de trânsito em áreas urbanas no Brasil apresentam índices elevados, estando entre os maiores do mundo. Isto certamente ocorre em função de incompatibilidades entre o meio urbano construído, a grande movimentação de veículos, o comportamento inadequado de alguns motoristas, o intenso deslocamento de pedestres e ciclistas juntamente com outros meios de transporte, a descontinuidade nos programas educativos, deficiência ou mesmo ausência da fiscalização e falta de uma ação conjunta entre Estado e Município, dentre outros fatores.

A situação da segurança de trânsito no Brasil, se comparada com a de países mais desenvolvidos, como Noruega, Japão, Estados Unidos e Inglaterra, dentre outros, ver-se-á que estes empreendem mais esforços a fim de reduzirem os acidentes e índices de mortalidade. A taxa de mortalidade no Brasil é 5 vezes maior do que a dos Estados Unidos e 10 vezes maior que a da Noruega (IRTAD, 1997).

As travessias urbanas são, na maioria das vezes, locais de grande risco à comunidade local, uma vez que são compostas por vias onde os veículos passam com altas velocidades, apesar de se encontrarem em um meio urbano. Nesses locais há, de ordinário, grande número de acidentes, tendo como vítimas condutores de automóveis, ciclistas e pedestres.

Os índices relacionados aos acidentes de trânsito são elevados e crescem a cada ano. Este fato, possivelmente, resulta da carência de medidas e políticas de planejamento que objetivem ordenar o meio urbano.

Os acidentes de carro em travessias urbanas decorrem de vários fatores, dentre eles o fato de essas receberem o mesmo tratamento das rodovias que as antecedem. Nesse sentido, percebe-se que as travessias urbanas são revestidas com o mesmo pavimento asfáltico, tendo as barreiras eletrônicas como único artifício para reduzir a velocidade dos motoristas que em curto intervalo de tempo saem de uma rodovia e adentram um meio urbano. Sabe-se, entretanto, que as barreiras eletrônicas não são suficientes para que se consiga obter uma redução de velocidade durante todo o trecho urbano, já que elas só garantem reduções de velocidade restritas aos locais onde são implantadas.

Os fatores que contribuem para acidentes nas vias, segundo JQUES e VELLOSO (2005) são os seguintes: (i) fator humano - quando o comportamento do homem, como pedestre ou motorista provoca o acidente; (ii) fator via - quando ocorre uma falha na via ou na sua sinalização; (iii) fator meio-ambiente - quando fatores do meio-ambiente ou da natureza prejudicam a segurança; e (iv) fator veículo - quando uma falha mecânica no carro provoca acidente.

2.2.6 Repercussões na Acessibilidade e Mobilidade Urbanas

Na utilização da travessia urbana, existem diferentes elementos: motoristas, pedestres, ciclistas ou passageiros de transporte coletivo. Cada um desses possui interesses individuais e distintos. Assim como mudam os papéis, o motorista passando a ser pedestre e vice-versa, também mudam os interesses de cada elemento no decorrer do dia. O pedestre quer atravessar a via em segurança, ao mesmo tempo em que o motorista quer trafegar rapidamente. Esses conflitos de interesses devem ser solucionados da melhor forma possível, procurando-se privilegiar a categoria que sofrerá mais intensamente com a ocorrência do conflito (BARBOSA, 2002).

Travessias urbanas inadequadas prejudicam diversos setores do tráfego urbano. Esses prejuízos ao fluxo do tráfego podem atingir diversos setores ligados ao transporte, à mobilidade e à acessibilidade, e, conseqüentemente, podem trazer danos ao

crescimento e desenvolvimento econômico, político e social de uma área. A mobilidade consiste na capacidade que um indivíduo tem de se deslocar e na dificuldade para realizar esta ação. Essa mobilidade tem algumas variantes, como: demanda de viagens, disponibilidade do sistema de transporte, renda do indivíduo, crescimento socioeconômico regional, possibilidade de trabalho, localização das atividades, dentre outras (RAIA JR., 1999; FREIRE 2002). Quando uma travessia urbana está com alguma deficiência, seja ela na infra-estrutura ou na garantia de acessibilidade e mobilidade adequadas, isso logo é sentido por todos aqueles que precisam ou utilizam a via.

A rede de transporte público de áreas urbanas é logo atingida, pois qualquer dificuldade em cruzar a travessia urbana, como aumento dos percursos urbanos promovidos pela divisão do núcleo urbano em dois lados da travessia, assim como diferenças de níveis topográficos entre a malha urbana e a travessia, influem na qualidade e eficiência do serviço prestado, acarretando prejuízos à companhia de transporte público e à população local. Danos maiores podem resultar até em aumento das tarifas cobradas aos usuários do transporte público e dos impostos ligados à manutenção das vias e controle de tráfego. Dessa forma, percebe-se que o mau planejamento da travessia urbana interfere direta ou indiretamente, na vida de toda a população local.

2.2.7 Repercussões na Qualidade Visual da Paisagem Urbana

A manutenção do cenário de rodovia na travessia urbana descaracteriza a paisagem do núcleo urbano em vários aspectos. Dentre eles, o fato já mencionado de não haver uma distinção visual entre a pista de rolamento da rodovia e a da travessia urbana, devendo ser ressaltado o fato de que o asfalto não força o motorista a reduzir a velocidade, com exceção dos pontos específicos onde isso é feito graças às barreiras eletrônicas. É importante mencionar, ainda, que ocorrem vários prejuízos ao ambiente e à qualidade de vida da população local. Para solucionar esses transtornos causados pela travessia urbana, necessita-se adequar a travessia aos dois públicos, o da rodovia e o do núcleo urbano. Estuda-se aqui o pavimento intertravado aplicado na travessia, avalia-se em quais situações poderia trazer benefícios às áreas de travessias urbanas. Pressupõe-se que a aplicação do pavimento intertravado como ferramenta de moderação de tráfego além do controle da velocidade ao longo da travessia, produziria benefícios não apenas

relacionados a uma considerável melhoria da qualidade visual da paisagem urbana, mas também melhoraria o meio urbano como um todo. Assim, haveria um aumento na qualidade de vida da população local e de todos os usuários dessa via. A variedade de cores, formatos e texturas poderia ser utilizada para facilitar a distinção visual dos vários componentes da travessia urbana (**Figura 2.18**).



Figura 2.18: Vias urbanas e passeios em pavimento intertravado, as cores permitem personalizar o município. Fonte: Revista Prisma nº 10 e 12

Poder-se-ia escolher determinado desenho com certas cores para ser executado nas calçadas. Outras disposições do pavimento e em outras cores poderiam ser

destinadas aos acostamentos e a via, e assim por diante, criando-se uma paisagem agradável e querida pela comunidade. A sinalização horizontal também pode ser executada com o pavimento intertravado em razão da fabricação de peças em diversas cores, ou seja, a faixa de pedestres e as outras sinalizações que são feitas sobre a própria via também tomam partido dessa pavimentação. Toda essa valorização da paisagem urbana mediante a exploração das várias possibilidades do pavimento intertravado é uma opção interessante, uma vez que proporciona ao motorista e aos pedestres uma leitura clara, eficiente e agradável de todo o ambiente urbano. Essa leitura clara do ambiente urbano transmite ao condutor a consciência de que houve uma mudança de ambiente, ou seja, o motorista percebe que, a partir daquele determinado ponto, ele se encontra numa área urbana, onde, portanto, sua velocidade não pode nem deve ser a mesma que estava sendo praticada no trecho anterior de rodovia.

Além de possivelmente produzir uma redução de velocidade pela simples e rápida leitura visual do ambiente, o pavimento intertravado também pode provocar redução de velocidade, em decorrência da trepidação (vibração) transmitida e sentida pelos veículos que por ele transitarem. Com isso, até os motoristas mais desatentos sentirão a necessidade de reduzir a velocidade enquanto estiverem sobre a pavimentação intertravada. Essa ordenada leitura do meio, já mencionada, não traz apenas vantagens que dizem respeito aos aspectos funcionais relacionados à circulação de veículos e pedestres em áreas de travessias urbanas, mas também pode ser usada como meio de se criar uma identidade para o lugar. Essa identidade é algo muito positivo para a comunidade local, assim como para os demais freqüentadores.

Ao se desenvolver a ambiência de uma localidade, obtêm-se uma série de sentimentos por parte de sua comunidade, pois esta passa a se identificar com o local, a criar laços e vínculos de permanência, a deixar de ter aquele lugar como uma moradia temporária. Enfim, quando uma população “se sente em casa” ela tende a fixar-se no local, desenvolvendo e estimulando a economia. O comércio deixa de ser exclusivamente voltado a apoiar a rodovia, com atividades voltadas às pessoas que simplesmente “passam” pela região, por exemplo. Dessa forma, a travessia urbana deixa de ser a única provedora de renda para essa localidade e passa também a ser *locus* para divulgação da imagem positiva da cidade, de sua identidade.

2.3 MODERAÇÃO DO TRÁFEGO – *TRAFFIC CALMING*

2.3.1 Introdução

Técnicas de moderação do tráfego, também intituladas *Traffic Calming*, foram desenvolvidas na Europa visando compatibilizar o tráfego de veículos nas vias com os diversos usos das mesmas (EWING, 1999). Deve-se ter em foco que as vias não são apenas utilizadas para os veículos trafegarem, e sim, também, como um local de convivência entre pessoas, onde elas possam exercer as mais variadas atividades, até mesmo por meio do uso do automóvel, no entanto, sem deixarem que ele domine o local. Além de a mencionada técnica proporcionar uma melhoria na qualidade de vida local, pode ser aplicada com baixo custo e flexibilidade nas diversas opções de uso, harmoniza a disputa entre pessoas e veículos por espaço na malha urbana (**Figura 2.19**).



Figura 2.19: Disputa por espaço urbano entre pessoas e veículos. Fonte: www.pps.org

Com o processo de modernização, diversos aspectos da circulação urbana modificaram-se essencialmente. As pessoas que antes circulavam livremente pelas vias tiveram que dividi-las inicialmente com os carros a tração animal e depois com os veículos. O transporte de pessoas e bens tomou dimensões que extrapolaram a capacidade do ambiente urbano. Considerando-se que, desde os primórdios da vida urbana, o tráfego de pessoas e bens teve como suporte fundamental a rede viária, essa rede só se tornou especializada e hierarquizada no período de transição para a cidade

moderna. No século XIX, o uso das calçadas, por exemplo, já era prática urbana freqüente, separando os pedestres da disputa com veículos e animais de carga. Os pedestres vêm perdendo espaço a cada dia, confinados aos passeios e submetidos a riscos ao cruzar as vias onde o veículo impera sozinho. Foram restringidos os direitos de ir e vir dos mesmos e esse fato vem ocorrendo de maneira continuada.

A escassez de espaço no ambiente urbano para as diversas atividades da vida urbana e a necessidade de mobilidade acentua o conflito entre as pessoas e os veículos. Encontra-se um equilíbrio na distribuição dos espaços urbanos de forma a atender a todos em suas necessidades, a promover a acessibilidade e a mobilidade das pessoas e veículos, sem tirar o direito de ambos conviverem e dividirem os espaços urbanos, traduzindo, desta forma, as estratégias do desenvolvimento das medidas de moderação de tráfego.

O fato de ser uma técnica bastante difundida na Europa é o resultado de sua origem advir deste continente. O *Traffic Calming* europeu iniciou como um movimento de base no final da década de 1960. Moradores insatisfeitos da Cidade holandesa de Delft lutaram contra o tráfego, transformando suas ruas em “jardins vivos”. Após o citado movimento, ocorreu o desenvolvimento das “lentas ruas européias” no final da década de 1970, a aplicação dos princípios do *Traffic Calming* nas rodovias interurbanas através das pequenas cidades dinamarquesas e alemãs nos anos de 1980 e, ainda, o tratamento das vias urbanas arteriais em amplas áreas, principalmente na Alemanha e na França, nesta mesma época.

Na década de 1960, técnicos e planejadores urbanos na Holanda propuseram medidas de redução de velocidade mediante o emprego de alguns recursos e mudanças nos *lay-outs* das vias, objetivando a melhoria na qualidade de vida dos habitantes (HASS-KLAU *et al.*, 1997, apud ESTEVES, 2003). Foi criado um espaço urbano chamado *woonerf* ou “quintal comunitário”. Pedestres e veículos ocupavam esses espaços, que tiveram seu mobiliário urbano tratado, assim como a paisagem, para que se tivesse um ambiente agradável. Os veículos tiveram que se adaptar aos pedestres, além do tráfego de passagem ter sido diminuído. A experiência foi considerada positiva e foi regulamentada em 1976 (HASS-KLAU *et al.*, 1992, apud ESTEVES, 2003).

Destarte, nos Estados Unidos foi praticada uma versão de *Traffic Calming* já no final da década de 1960 e início da década de 1970, em locais como Berkeley, Seattle e Eugene. O primeiro estudo norte-americano de *Traffic Calming* foi completado, possivelmente em 1980. Esse estudo explorou as preferências locais relacionadas ao tráfego, coletou dados de desempenho de velocidade em lombadas eletrônicas e analisou as questões legais do citado assunto.

Existem ações de moderação de tráfego na oferta maior de incremento da malha viária e criação de áreas de estacionamentos de veículos a fim de reduzir os impactos ambientais negativos. Esse procedimento, entretanto, não é uma solução definitiva, pois o espaço físico é limitado e o seu uso indiscriminado vai originar outros problemas para as cidades (Devon County Council, 1991 apud ESTEVES, 2003).

As vantagens que a utilização dos veículos proporciona como diminuição no tempo de deslocamento, privacidade, conforto e segurança dentre outras, diminuiram significativamente, uma vez que, com o aumento do número de veículos, constata-se a redução na qualidade do tráfego. O congestionamento constante nas vias urbanas compromete as condições atmosféricas, na medida em que os veículos poluem mais o ambiente com a emissão de gases por um período maior. Além disso, a segurança fica comprometida, por quanto se tornou comum a prática de assaltos a veículos nas vias urbanas e até mesmo nas rodovias (ESTEVES, 2003).

Assim, torna-se imperativa a elaboração de políticas para melhorar o gerenciamento e ações relacionadas à evolução tecnológica (BANISTER, 1995). As ações relacionadas à evolução tecnológica se referem mais a uma otimização no consumo de combustíveis fósseis, de combustíveis alternativos renováveis e fontes de energia limpa. Observa-se, contudo, certa resistência em propor ações efetivas por parte das grandes corporações econômicas que atuam na atividade de transporte (ESTEVES, 2003). As ações para uma política de gerenciamento de tráfego são feitas em curto prazo, tentando-se restringir e ordenar o fluxo de veículos. Nesse contexto, a técnica de moderação de tráfego pode ser aplicada, desde que dirigida a soluções pontuais predeterminadas (HASS-KLAU, 1987).

Ademais, as ferramentas aplicadas como moderadores de tráfego podem ser usadas isoladas ou com mais de uma opção em conjunto, de qualquer maneira, os

efeitos são percebidos rapidamente. Quando se combinam as ferramentas adequadas com as necessidades locais de determinado lugar, o benefício é estendido, também, para o entorno dessa área.

Nesse sentido, as medidas específicas de *Traffic Calming* estão divididas segundo duas categorias: (a) para a redução da velocidade dos veículos; e (b) para criar um ambiente que induza a um modo prudente de dirigir. As medidas ou ferramentas aplicadas como moderadores de tráfego podem ser usadas isoladas ou com mais de uma opção em conjunto.

2.3.2 Considerações Conceituais

As definições conceituais de *Traffic Calming* variam, mas todas compartilham o objetivo de reduzir a aceleração dos veículos, melhorar a segurança, e aumentar a qualidade de vida. Algumas incluem educação de tráfego, execução e engenharia. A maioria das definições visa em criar medidas para mudar o comportamento do motorista. Algumas focalizam a criação de ferramentas que possam compelir os motoristas a reduzir a velocidade, excluindo aquelas que utilizam barreiras para desviar o tráfego. Em seguida, elucidam-se três exemplos dessas definições:

- i) *Traffic Calming* envolve mudanças no alinhamento das ruas, instalação de barreiras e outras medidas físicas para reduzir as velocidades no tráfego e diminuir seu volume, objetivando obter segurança nas ruas, melhorar a qualidade de vida, e outros propósitos públicos (ITE, 2007).
- ii) *Traffic Calming* envolve a alteração do comportamento do motorista em uma rua ou em uma rede de ruas. Inclui, também, a administração de tráfego, a qual envolve mudanças nas rotas de tráfego ou nos fluxos dentro dos bairros (TAC, 2007).
- iii) *Traffic Calming* consiste em medidas operacionais como aumentar a força policial, instalar monitores de velocidade e criar um programa comunitário de vigilância da velocidade, assim como medidas físicas como linhas nos acostamentos, chicanas, rotatórias, e, mais recentemente, lombadas e calçadas elevadas (MONTGOMERY, 2007).

É importante esclarecer que a definição do conceito de moderação de tráfego foi desenvolvida com suporte em três idéias: áreas ambientais na Inglaterra, pátios residenciais na Holanda e criação de áreas de pedestres na Alemanha (GONDIM, 2001). O conceito de moderação de tráfego tinha o objetivo inicial de melhorar a segurança nas vias. Posteriormente foram observados efeitos ambientais positivos e, atualmente, além da segurança da via ser um importante impacto ambiental, reduz possivelmente outros impactos.

A moderação do tráfego é a técnica que tem como finalidade reduzir o trânsito e o acesso do fluxo de passagem nas travessias urbanas por meio de marcações viárias e físicas e sinalizações regulamentares (KJEMTRUP e HERRSTEDT, 1993).

Pode-se definir a moderação de tráfego como um conjunto de técnicas cujo objetivo é reduzir os efeitos negativos do trânsito e ainda criar um ambiente calmo, seguro e agradável. Assim, objetiva-se mudar o comportamento do motorista e o tráfego e não adaptar as condições locais às exigências do tráfego motorizado, como é feito regularmente (Devon County Council apud ESTEVES, 2003).

A moderação de tráfego não é um recurso mágico que pode resolver todos os problemas no meio ambiente das vias e acabar com os acidentes. É uma ferramenta que para se utilizar com sucesso, deve ser combinada com outros recursos de Engenharia de Tráfego e Planejamento Urbano (KRAUSE, 1997).

2.3.3 Medidas de *Traffic Calming*

As medidas do *Traffic Calming* podem ser separadas em dois grupos com base no principal impacto proporcionado. As medidas de controle de volume do tráfego são usadas, principalmente, para lidar com os problemas de tráfego por meio de bloqueios de certos movimentos, assim, direcionando o tráfego para ruas que possam suportá-lo de forma mais adequada. As medidas de controle de velocidade são utilizadas, principalmente, para lidar com os problemas de velocidade através da alteração do alinhamento vertical e horizontal ou do estreitamento da estrada.

Existem diversas ferramentas para a implementação de medidas de controle de velocidade do *Traffic Calming*, como: lombadas, plataformas, almofadas, platôs, estacionamentos na diagonal, mudança do sentido da via de mão-única para mão-dupla,

alargamento das calçadas, estreitamento das vias, chicanas, barreiras eletrônicas, rotatórias, ilhas circulares, canteiros centrais elevados, esquinas com raios menores, entre outras.

A aplicação das medidas mencionadas, hoje, estende-se por toda a malha urbana, em áreas residenciais, comerciais, entre outras. Como exemplo, cita-se o tratamento de moderação de tráfego na Avenida Monsenhor Tabosa, em Fortaleza (**Figura 2.20**).



Figura 2.20: Avenida Monsenhor Tabosa – Fortaleza, CE

Nesse sentido, as medidas para aplicação de *Traffic Calming* visam à redução da velocidade dos veículos e a criação de um ambiente que propicie um modo prudente de dirigir. Existem medidas restritivas para o uso dos veículos motorizados, as quais são aplicadas de acordo com as áreas edificadas, tais como: restrição de estacionamento, fiscalização eletrônica, pedágios e controle nas rotas de tráfego de carga. Os resultados positivos na adoção de medidas de *Traffic Calming* demonstram maior eficiência quando são adotadas várias medidas para um mesmo fim (BHTRANS, 2007).

Lombadas

As lombadas correspondem a partes elevadas da via com perfil circular e colocadas em ângulo reto em relação à direção do tráfego. Podem ser construídas de um

meio fio ao outro ou serem afiladas nas pontas para facilitar a drenagem. Esse tipo de medida é eficaz na redução da velocidade, além de possuir fácil instalação, já que não precisa reconstruir ou repavimentar a via e pode ser aplicada na maioria dos locais. No entanto, vale ressaltar que, por si só, essa medida não contribui para melhorar o ambiente, tendo em vista que o seu design pode não ser agradável visualmente e não diferencia o tipo de veículo, podendo, dessa forma, dificultar a operação dos veículos de emergência (**Figura 2.21**).



Figura 2.21: Lombada construída em material asfáltico na cor avermelhada
Fonte: H. Barbosa (BHTRANS, 2007)

Plataformas

A medida mencionada é construída de um meio-fio ao outro e possui rampas que são seções inclinadas de acesso às plataformas. Ademais, permitem que pedestres e cadeiras de roda atravessem a via sem qualquer mudança de nível, além de proporcionar maior segurança com a redução da velocidade. Deve-se agir com cautela na elaboração dos projetos, adequando-os às necessidades dos deficientes visuais. Observa-se que os balizadores colocados nos passeios, para impedir o acesso dos veículos a estes, representam um risco aos deficientes visuais (**Figura 2.22**).



Figura 2.22: Interseção elevada em blocos de concreto, destacando a rampa de acesso e os balizadores na calçada. Fonte: (HASS-KLAU *et al.*,1992).

Almofadas

As almofadas correspondem a porções elevadas da via. Esse perfil plano estende-se sobre parte da faixa de tráfego, com uma largura menor que a bitola de veículos pesados, não afetando dessa maneira o fluxo dos mesmos (**Figura 2.23**).



Figura 2.23: A foto ilustra a utilização de almofadas em rotas de coletivos
Fonte: (BHTRANS, 2007)

A forma dessa medida permite variedades no *layout*, como: únicas, pares, duplas ou triplas, correspondendo à largura da via. Dentre suas vantagens, destacam-se: evitar problemas de drenagem, possuir fácil instalação, proporcionar fácil tráfego para ônibus e ambulâncias e exigir baixo custo para sua instalação. O fato de que os veículos com

rodas traseiras duplas podem ser prejudicados e a não interferência na velocidade das motocicletas são exemplos das desvantagens desse tipo de medida.

Platôs

Os platôs referem-se a seções elevadas da via, com perfil plano e rampas da mesma altura da calçada equivalente, as quais podem ser aplicadas em maiores extensões do que as extensões das ondulações. Deve-se atentar em colocar elementos verticais, como árvores, para manter os veículos fora da área dos pedestres nos casos em que a via foi elevada ao mesmo nível da calçada.

Recomenda-se, ainda, a mudança do material do piso na beirada da calçada para o platô, com fins a facilitar a identificação do deficiente visual. O material da superfície do platô deve ser diferente do material da via e da calçada. Essa medida funciona com maior eficácia na redução da velocidade, além de ser mais adequado para os transportes coletivos e melhorar as condições da travessia de pedestres. É importante, também, considerar os cuidados especiais para deficientes visuais na elaboração do projeto (**Figura 2.24**). A **Figura 2.25** mostra uma *speed table* utilizando o pavimento intertravado.



Figura 2.24: Exemplo de Platô, Wren Street, Camden Town, Londres, Inglaterra. Fonte: (ESTEVEZ, 2003)



Figura 2.25: Mostra uma *speed table* para redução da velocidade em uma rua residencial. Fonte: www.vtpi.org/tdm/tdm4.htm

Sonorizadores

Os sonorizadores são pequenas áreas elevadas de um lado ao outro da via para alertar os motoristas e induzi-los a desacelerar em virtude de uma situação perigosa. Esse dispositivo provoca forte vibração e ruído para o motorista e passageiro através do veículo. Considerando-se que essa medida não requer a reconstrução da via, a mesma possui fácil implantação e é mais adequada na entrada de áreas mais adensadas, como shoppings e escolas. Granito e concreto, divididos em partes e aplicados em séries, são os materiais utilizados na construção. Entretanto, vale ressaltar o aumento de ruídos e vibrações em áreas residenciais, a baixa aderência e o fato de não serem bastante eficazes na redução da velocidade.

Estacionamentos na diagonal

Os estacionamentos na diagonal são locais em que os veículos estacionam diagonalmente e junto ao meio-fio. Essa medida é simples e de fácil execução. Os citados estacionamentos provocam mudanças tanto na percepção, como na função da via, diminui a distância para os pedestres atravessarem a via e aumenta a atenção dos motoristas que passam a se preocupar com os veículos que entram e saem do estacionamento na diagonal (**Figura 2.26**).



Figura 2.26: Estacionamento na diagonal. Fonte: www.trafficcalming.org

Mudança de via única para via de mão-dupla

A mudança de via única para uma via de mão-dupla pode ter linhas divisórias simples ou duplas. Essa medida proporciona menos tráfego e confusão, além de, por exemplo, eliminar a necessidade de grandes deslocamentos para a realização de retornos e diminuir a velocidade do tráfego (**Figura 2.27**).



Figura 2.27: Mudança de via única para via de mão dupla. Fonte: www.trafficcalming.org

Estreitamento das vias, alargamento das calçadas e linha de tráfego

Os estreitamentos das vias, o alargamento das calçadas e as linhas de tráfego são medidas que proporcionam, de maneira flexível, a recuperação de espaços nas ruas para uso diverso do motorizado (**Figura 2.28 e 2.29**).



Figura 2.28: Estreitamento da via, alargamento das calçadas e linha de tráfego
Fonte: www.trafficcalming.org



Figura 2.29: *Traffic Calming* aplicado na Rua Quintino Bocaiúva, Rio Branco
Fonte: www.riobranco.ac.gov.br/v3/index.php

Chicanas

As chicanas são extensões da calçada cujo propósito é reter eventualmente, de tempos em tempos, um dos fluxos que passaria a ter que esperar uma oportunidade para avançar (**Figura 2.30**).

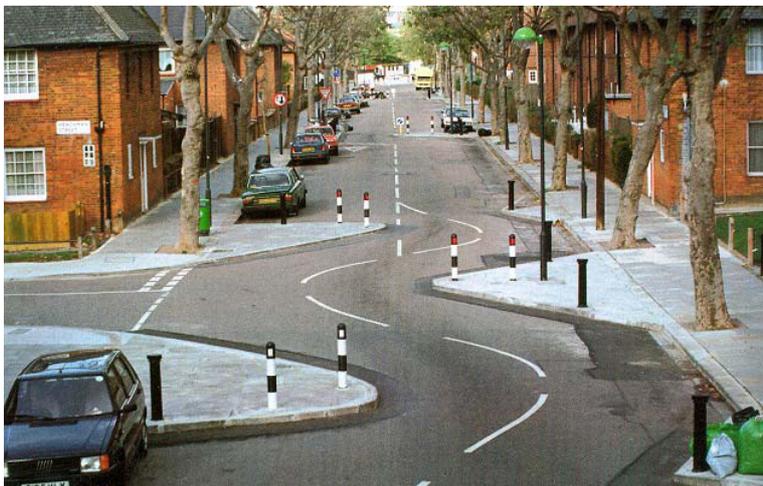


Figura 2.30: Chicana em área urbana, Wulfstan St., Shepherds Bush, Londres, Inglaterra. Fonte: (County Surveyors Society, 1994 apud ESTEVES, 2003)

Ilhas circulares

As ilhas circulares são largamente utilizadas no meio das maiores interseções. Os veículos podem circular ao redor das mesmas até atingir a rua de destino, proporcionando, dessa maneira, maior organização ao tráfego (**Figura 2.31**).



Figura 2.31: Ilha circular. Fonte: www.trafficcalming.org

Canteiros centrais

Os canteiros centrais definem-se como ilhas paralelas, elevadas para definir o meio da via. Semelhante ao que ocorre com os *boulevards* (Figura 2.32).



Figura 2.32: Canteiro central. Fonte: www.trafficcalming.org

Esquinas com raios menores

As esquinas com raios menores são utilizadas pelo fato de o tamanho do raio influenciar na velocidade do veículo. Quanto maior o raio de curvatura, mais rápido o veículo pode mover-se. Dessa forma, reduzindo o raio de curvatura da esquina, o veículo deve diminuir a velocidade, proporcionando maior segurança ao pedestre no cruzamento da via.

As medidas de *Traffic Calming* podem ser aplicadas de formas convenientes, a fim de que os usuários das vias, pedestres e veículos, possam conviver com um número menor possível de conflitos. As estratégias corretas irão manter os benefícios do *Traffic Calming*, enquanto permitem que o trânsito funcione efetivamente.

2.3.4 Exemplos de Moderação de Tráfego no Brasil

No país, algumas medidas físicas têm sido adotadas para moderação de tráfego, apesar de não existir ainda aqui práticas predeterminadas para o tratamento de áreas urbanas. As primeiras medidas de moderação foram introduzidas pelo arquiteto Jaime

Lerner, na década de 1970, na cidade de Curitiba, onde o sistema de transporte público da cidade foi reordenado (MEDINA, 2004).

A cidade de São Paulo, na década de 1970, estabeleceu uma política urbana na área central, de priorizar os pedestres, eliminando o tráfego de veículos em algumas vias. No Rio de Janeiro, no final dos anos 1990, de acordo com o projeto Rio-Cidade, alguns bairros incorporaram medidas como a pavimentação diferenciada, o nivelamento da via com as calçadas e alguns platôs. Na Praça José de Alencar, também no Rio de Janeiro, foram usados paralelepípedos, formando um desenho circular, e pedras em substituição à faixa de pedestre pintada. As pedras quebraram e foram substituídas por concreto. A velocidade dos veículos foi reduzida, no entanto, o nível de ruído, principalmente à noite, aumentou.

A experiência teve um resultado final positivo. Na cidade de Fortaleza, a avenida Monsenhor Tabosa foi recuperada ambientalmente e tornou-se um local mais adequado ao tráfego dirigido especificamente para esta área e se tornou importante ponto comercial da cidade. Podem-se observar intervenções de moderação de tráfego na pavimentação da via, com a aplicação do pavimento intertravado em paralelepípedo, alargamento das calçadas, arborização, áreas de estacionamentos, dentre outras (ESTEVES, 2003). Outro ponto de tratamento de moderação do tráfego em Fortaleza pode ser visto na praça do Ferreira (**Figuras 2.33**).



Figura 2.33: Praça do Ferreira em Fortaleza, CE

2.3.5 Aplicação do Conceito Moderação de Tráfego nas Travessias Urbanas

O emprego de moderação de tráfego nas travessias urbanas tem como objetivo a redução da velocidade dos veículos, manter a velocidade baixa ao longo da travessia; melhorar a qualidade ambiental das vias, redução da intensidade e gravidade de acidentes de trânsito, com a redução da velocidade proporciona-se também a redução dos níveis de ruído e poluição, mediante intervenções físicas e maior sinalização.

Neste trabalho estuda-se a intervenção na mudança do revestimento da via como ferramenta de moderação do tráfego nas travessias urbanas. As travessias urbanas como extensão de uma rodovia, configura com fluxo principal do tráfego o de passagem, mesmo dentro deste contexto, observa-se nos conceitos principais das técnicas de moderação de tráfego o atendimento as necessidades do núcleo urbano para a convivência com sua travessia urbana. Embora os estudiosos dos tratamentos urbanísticos com as técnicas de moderação de tráfego tenham com o foco de seus estudos voltados para a malha urbana, grande parte dos conceitos descritos pelos pesquisadores são aplicáveis as travessias urbanas.

Descreve-se os conceitos de moderação de tráfego, segundo o entendimento de ESTEVES (2003), que relata a técnica de moderação de tráfego como tendo os seguintes objetivos abrangentes: i) melhorar as condições de segurança e conforto dos usuários do sistema viário, a fim de reduzir os acidentes; ii) melhorar as condições ambientais do sistema viário, implantando projetos paisagísticos e urbanísticos; iii) desestimular o uso não essencial da via por parte dos veículos; e iv) proporcionar aos habitantes o uso do espaço público de forma organizada, de sorte que, se tenha uma sensação de bem-estar por todos os usuários das vias. Esses objetivos podem ser alcançados com a redução da velocidade, readequação do espaço viário para outras funções e um novo traçado do ambiente viário.

Dentre os conceitos descritos pelo pesquisador, que são aplicáveis as travessias urbanas, a redução da velocidade traduz um dos objetivos principais. A ferramenta em estudo neste trabalho para a moderação de tráfego nas travessias urbanas prioriza a redução de forma continuada da velocidade ao longo de toda a travessia urbana.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

Objetiva-se avaliar o pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nas travessias urbanas de rodovias em pequenos centros comerciais, que promova a redução da velocidade e a manutenção da velocidade reduzida ao longo de toda a travessia. No presente trabalho a metodologia se divide em duas frentes:

(i) na primeira aplica-se uma metodologia que reporta à utilização de opiniões de especialistas, sistematizadas pela Técnica *Delphi*, em seu protocolo de coleta e análise de dados. Prospectam-se, junto ao grupo de especialistas, as mudanças de comportamento por parte dos condutores, ao administrar a velocidade do veículo em rodovias e nos trechos de travessia urbana, quando se promove uma intervenção com a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado. Esta intervenção configura a implementação de uma nova ferramenta de controle da velocidade, que atue de forma continuada ao longo de toda a travessia urbana. Percebe-se que as ferramentas utilizadas atualmente promovem o controle da velocidade apenas no local onde estão instaladas, ou seja, de forma pontual, como ocorre com as lombadas físicas, as barreiras eletrônicas, as faixas com sonorizadores, entre outras. Aplicam-se, ainda, questionários aos especialistas utilizando-se a Técnica *Delphi*, em duas rodadas, na busca da opinião de consenso deste grupo em relação à eficiência da nova ferramenta de moderação de velocidade proposta.

(ii) na segunda utilizou-se um simulador computacional de tráfego, com o qual se avalia o comportamento quanto à escolha da velocidade que o usuário aplica ao simulador uma viagem em realidade virtual. O teste simulado permite ao motorista trafegar por uma rodovia cruzando várias travessias urbanas, que são apresentadas em pavimento asfáltico e intertravado. O condutor, no simulador, tem o controle da velocidade por meio de um acelerador e de um freio. Avalia-se, com essa ferramenta, o efeito que a mudança de pavimento promove no controle da velocidade pelo condutor,

por intermédio das alterações das sensações auditivas e visuais em relação ao pavimento anterior. Ao final da simulação, o usuário responde a perguntas que registram a sua opinião sobre a ação do pavimento intertravado como ferramenta de moderação de tráfego nestas travessias urbanas.

Optou-se pelo desenvolvimento de uma metodologia na qual se aplicam dois métodos distintos no que se refere às suas técnicas, mas que se complementam nos objetivos de seus resultados. Desta forma, utilizou-se o grupo de especialistas com a aplicação da Técnica *Delphi* e o emprego do simulador de tráfego com um questionário. Dessa maneira, foi proporcionada maior consistência aos resultados encontrados na pesquisa. Segundo ESTEVES (2003), são os métodos de prospecção, muitas vezes, complementares e podem ser utilizados em fases distintas de um processo de construção de cenários.

3.2 GRUPO DE ESPECIALISTAS

O grupo de especialistas foi selecionado apoiando-se nas instituições e empresas voltadas para o planejamento e execução de soluções nas áreas da Engenharia de Transportes e do Urbanismo. O problema pesquisado no presente experimento permeia ambas as áreas, haja vista que a moderação de tráfego e as ações mitigadoras dos impactos negativos causados ao núcleo urbano, em uma travessia urbana, requerem a conciliação entre as necessidades dos usuários da rodovia e do núcleo urbano.

Nesse sentido, procurou-se atingir um equilíbrio na formação do grupo de especialistas, para que este representasse os dois tipos de usuários. Embora cada instituição convidada e representada por seus técnicos se preocupe com ambos os usuários, em decorrência das características de suas especialidades, pode ocorrer a tendência natural de os técnicos priorizarem soluções aos seus problemas específicos. Espera-se que as instituições ligadas às rodovias dêem primazia às soluções voltadas aos problemas dos usuários da rodovia e ao planejamento urbano dos usuários do núcleo urbano.

Considerando-se que técnicos de vários órgãos foram convidados, é de suma importância ressaltar que a opinião transmitida pelo especialista mediante a Técnica *Delphi* deve sempre ser a do profissional, mesmo que esse depoimento contrarie

políticas do respectivo órgão. Para possibilitar essa conduta, a técnica em foco prevê o anonimato do respondente, de modo que, suas respostas devem ser identificadas apenas pelo código que recebem na pesquisa. O anonimato encoraja os especialistas a assumir opiniões mais pessoais, já que não se sentem obrigados a adotar determinada posição institucional em público (ROWE, WRIGHT e BOLGER, 1991).

Inicialmente, foram selecionadas as instituições e os seus profissionais lotados com maior experiência na área em estudo. Elegeram-se um grupo de 110 especialistas, para os quais foram distribuídos os questionários impressos da primeira rodada de consulta, seguindo o protocolo da Técnica *Delphi*. Os especialistas foram definidos junto a cada instituição, utilizando-se critérios de escolha do tipo direcionada, que busca os profissionais com maior experiência na área em estudo e com efetivo interesse no objeto da pesquisa. Os convites foram formalizados por meio de contatos pessoais. Profissionais dos mais diversos níveis hierárquicos das organizações e segmentos que se pretendia pesquisar foram escolhidos. A necessária experiência profissional nas áreas de Engenharia de Transportes e/ou de Urbanismo era requisito para integrar o grupo. Deu-se prioridade aos profissionais com maior tempo de atividade profissional na área da pesquisa, valorizando tanto o conhecimento acadêmico como o prático. Obteve-se a confirmação da participação de 82 profissionais no grupo de especialistas, com as respectivas devoluções dos questionários já respondidos. Dessa forma, foi formado um grupo de especialistas com 82 membros, representando 75% dos 110 profissionais inicialmente convidados.

Na lição de PORTER (2004), a opinião de especialistas apresenta pontos fortes e fracos, destacando-se: a) pontos fortes - permitem a identificação de muitos modelos e percepções internalizados pelos especialistas que os tornam explícitos. Assentem a noção de que a intuição encontre espaço na prospecção. Incorporam à prospecção aqueles que realmente entendem da área que está sendo prospectada; b) pontos fracos - muitas vezes é difícil identificar os especialistas de determinadas áreas de pesquisas. Com certa frequência são ambíguas e divergentes entre especialistas da mesma área.

Considera-se que a opinião individual de um especialista representa na realidade um conjunto de opiniões e estudos realizados na área na qual atua. Seu discurso traduz uma síntese de todo o aprendizado ao longo do tempo. Quando seu discurso é associado

ao de um grupo de outros especialistas, convergindo para um consenso desse grupo por meio da Técnica *Delphi*, obtém-se de fato um resultado academicamente consistente.

3.3 TÉCNICA DELPHI

3.3.1 Conceitos

A Técnica *Delphi* ou Delfos destaca-se como um dos instrumentos mais utilizados na realização de estudos e previsões nas áreas de tecnologia. Sua origem deve-se a *Rand Corporation*, Santa Mônica, Califórnia, Estados Unidos, na década de 1950. Dalkey & Helmer foram os precursores, os quais apresentaram, detalhadamente, seus fundamentos teóricos (HASSON *et al.*, 2000). A técnica desenvolvida pela *Rand Corporation* tinha como objetivo obter o consenso de um grupo de especialistas a respeito de previsões tecnológicas. O nome *Delphi* é uma referência ao oráculo da cidade de Delfos, na antiga Grécia, no qual se previa o futuro (GUPTA e CLARKE, 1996).

A Técnica *Delphi* é reconhecida como um dos melhores instrumentos de previsão qualitativa. A área de aplicação mais corrente é a previsão tecnológica, no entanto está se estendendo para outras áreas, aos poucos. A utilização da técnica elucidada é mais indicada quando não existem dados históricos a respeito do problema que se investiga, ou em outros termos, quando faltam indicadores quantitativos a ele referentes. Trata-se de uma técnica qualitativa de previsão e prospecção de longo alcance, popular, e que tem sido bastante aplicada em grande variedade de problemas, nos mais diversos campos (GUPTA e CLARKE, 1996). Os pesquisadores realizaram levantamento bibliográfico de trabalhos acadêmicos realizados tendo como tema central a Técnica *Delphi*, para o período de 1975 a 1994, computando mais de 400 títulos publicados nos mais diversos países.

Desde que foi criada, no início da década de 1950, evoluiu em diferentes versões para suprir as necessidades primordiais que as variadas decisões de pesquisadores exigem. Mencionada técnica tem como princípio a intuição e a interatividade do grupo de especialistas. A sua aplicação é feita com a formação de um grupo de especialistas em determinada área do conhecimento, os quais, na primeira fase, respondem a uma série de questões. Os resultados da primeira fase ou rodada são analisados pelo cálculo

da média das respostas. Em seguida, a síntese dos resultados é comunicada aos membros do grupo, os quais, após tomarem conhecimento, respondem novamente, caracterizando a segunda fase. As interações sucedem-se dessa maneira até que um consenso, ou quase consenso, seja obtido. As interações da técnica são denominadas rodadas ou *rounds* (CARDOSO *et al.*, 2005).

Segundo WRIGHT e GIOVINAZZO (2000), o consenso em um grupo de especialistas na Técnica *Delphi* representa uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo participante. Pressupõe-se que o julgamento coletivo, ao ser bem organizado, é melhor do que a opinião de um só indivíduo. O anonimato dos respondentes e o *feedback* do grupo para a reavaliação nas rodadas de perguntas subsequentes são as principais características dessa técnica (ROWE, WRIGHT e BOLGER, 1991).

Atualmente, a técnica ainda é essencialmente a mesma. Vale salientar que consiste na consulta a um grupo de especialistas para obter respostas que reflitam a opinião desse grupo. Essa consulta é feita com a mediação de um questionário. O anonimato é assegurado às respostas e, em rodadas sucessivas, em geral duas ou três, os especialistas têm a oportunidade de conhecer as opiniões dos seus pares, podendo rever seu posicionamento ao longo das rodadas seguintes, o que favorece a convergência e a obtenção de um consenso sobre as questões discutidas (GUPTA e CLARKE, 1996). No presente ensaio, utilizam-se duas rodadas de consultas ao grupo de especialistas.

Como um exercício de aprendizagem cooperativa, a Técnica *Delphi* adota a filosofia de que o todo é maior do que a soma de suas partes, facilitando assim o trabalho e a decisão do grupo (BOWDEN, 1989).

Na perspectiva de GRISI e BRITTO (2003), a técnica é um processo estruturado de comunicação coletiva, que permite a um grupo de indivíduos lidar com um problema complexo. Como pode ser utilizada para vários tipos de consultas, a técnica é usada como instrumento de apoio à tomada de decisões e à definição de políticas; além de, também, ser indicada para aplicação em estudos de abordagens exploratórias, nos quais este trabalho se enquadra. Faz-se premente mencionar, em seguida, as três condições necessárias para assegurar a autenticidade da técnica: a) anonimato, b) interação com *feedback* controlado e c) respostas estatísticas do grupo.

a) deve ser assegurado o anonimato dos respondentes para evitar a influência prévia de uns sobre os outros e eventuais constrangimentos, graças às mudanças de opinião durante o processo;

b) o retorno (*feedback*) das respostas deve ocorrer para que os especialistas possam, conhecendo as opiniões do grupo, reavaliar e aprofundar os seus entendimentos. O pesquisador fornece ao grupo somente aquilo que se refere aos objetivos e metas de seu estudo, evitando que o painel se desvie dos pontos centrais do problema; e

c) o tratamento estatístico das respostas é utilizado para que cada especialista possa se posicionar em relação ao grupo. O tratamento estatístico também é necessário para que a equipe de coordenação da pesquisa possa acompanhar a evolução das respostas em direção ao consenso. A utilização de um tratamento estatístico das respostas do grupo é uma maneira de reduzir a pressão do grupo na direção da conformidade, evitando, ao fim da aplicação dos questionários, uma dispersão significativa das respostas individuais. O produto final deverá ser uma previsão que contenha o ponto de vista da maioria.

No Brasil, a Técnica *Delphi* é amplamente utilizada. Como exemplo, pode-se mencionar a aplicação da técnica no desenvolvimento e implementação dos estudos da prospecção tecnológica nacional. O PROSPECTAR, do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT e do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – CCT, desde o ano 2000, está sendo desenvolvido e renovado com o uso da técnica. No meio acadêmico, é amplamente utilizado em teses de doutorado e dissertações de mestrado, em universidades como a UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFPR - Universidade Federal do Paraná, a PUC – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, a UFC – Universidade Federal do Ceará, a UFSC – Universidade de Federal de Santa Catarina, entre outras. As academias citadas nessa oportunidade são mencionadas nesse trabalho constando de pesquisadores elencados nas referências bibliográficas.

Compreende BARROS (2000), que as investigações prospectivas nacionais, principalmente aquelas que procuram em atender às grandes funções do planejamento nacional de ciência e tecnologia (C&T), adotaram o método *Delphi* como base de seus trabalhos, porque se trata de um expediente com grande poder de avaliação (*assessment*). Na medida em que “distingue” e, conseqüentemente, induz à escolha, o próprio método

exige uma contraprova imediata das opiniões e recomenda que todo o processo se repita quando necessário.

A aplicação do método pode ocorrer através do correio ou via internet. No presente trabalho, utilizou-se a entrega direta dos questionários na primeira rodada de consulta e deu-se prioridade à utilização da internet na segunda. Concluiu-se a primeira rodada e, após sumariar o cálculo da média das respostas promovidas, os resultados foram remetidos a cada participante do grupo de especialistas. Dessa forma, foi dada a oportunidade para que os especialistas pudessem revisar suas respostas, ou seja, ele respondia o questionário da segunda rodada, tendo o conhecimento da média dos resultados da primeira. Por meio da convergência das respostas alcançadas, concluiu-se o processo na segunda rodada.

3.3.2 Amostra

Formou-se o grupo de especialistas procurando-se abranger as instituições, no âmbito do Estado do Ceará, que tratam do planejamento e execução de rodovias, descritas a seguir: (i) DNIT - CE - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, (ii) DERT - CE - Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes, (iii) SEINFRA - CE - Secretaria da Infra-Estrutura do Ceará, (iv) Secretaria das Cidades do Ceará, (v) Departamento de Engenharia da Caixa Econômica - CE, (vi) AMC - Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania de Fortaleza-CE e (vii) empresas privadas que trabalham com transporte rodoviário.

O DNIT - CE, o DERT - CE e a SEINFRA - CE destacam-se como as instituições que trabalham diretamente com o planejamento e execução de obras rodoviárias no Estado; e a Secretaria das Cidades do Ceará, AMC - CE e o Departamento de Engenharia da Caixa Econômica - CE destacam-se como instituições mais ligadas a soluções urbanísticas e à infra-estrutura urbana e, por fim, destaca-se uma empresa privada, Expresso Guanabara, que trabalha com transporte rodoviário, ajuntando, dessa maneira, a experiência de especialistas usuários de rodovias.

Consultou-se o meio acadêmico por meio do Departamento de Engenharia de Transportes - DET da Universidade Federal do Ceará - UFC, no momento da elaboração dos questionários. Os pré-testes desses questionários foram aplicados junto aos

professores do DET, fato que impossibilitou a participação destes no grupo de especialistas na aplicação da Técnica Delphi.

Conforme mencionado anteriormente, foram distribuídos 110 questionários e 82 retornaram (o equivalente a 75% dos questionários dispostos para contestação).

3.3.3 Questionários

Foram elaborados dois desses instrumentos para utilização nas duas rodadas inicialmente previstas na aplicação da Técnica *Delphi*. Após a elaboração do questionário da primeira rodada de consulta, realizou-se um pré-teste antes de submetê-lo ao grupo de especialistas. O pré-teste foi aplicado junto a professores do DET/UFC. Após essa etapa inicial, reformulou-se o questionário da versão definitiva, cujo modelo encontra-se no **APÊNDICE I – QUESTIONÁRIOS**, junto com a carta convite.

Na leitura do primeiro questionário, foram solicitados os dados pessoais do respondente, como nome, idade, formação, titulações, organização a que está vinculado, cargo, tempo no cargo e na organização, tempo total de experiência na área e telefone.

Nas perguntas, buscou-se aquilatar três temas principais na direção dos objetivos planejados na pesquisa e o quarto tema livre, no qual o respondente pôde registrar suas observações, sugestões e críticas. Os três temas produzem três conjuntos de perguntas:

(i) o primeiro recebe o título de **Controle da velocidade nas travessias urbanas e os acidentes de trânsito**. Nesse, avaliam-se a importância e a necessidade dessas possíveis intervenções, as quais objetivam o controle da velocidade de forma continuada ao longo da travessia urbana. Estudam-se as inter-relações da redução da velocidade dos veículos com a redução do número de acidentes. Avaliam-se, também, as lombadas físicas e eletrônicas como ferramentas de controle da velocidade e a construção de variantes da rodovia, por meio das quais se busca contornar o núcleo urbano, evitando-se a travessia urbana;

(ii) o segundo conjunto, com o título de **Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego em travessias urbanas**, avalia os efeitos da substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado como promotora da

redução e manutenção da velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em travessia urbana, por transmitir ao condutor do veículo alteração nas sensações tátil, auditiva e visual. A ação dessa nova ferramenta de moderação de tráfego explora as mudanças sensoriais vivenciadas pelo condutor que chega à travessia urbana e depara-se com a substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado. Ressalte-se que essa substituição representa uma modificação importante na rotina, a qual o condutor estava submetido quando conduzia seu veículo pela rodovia. As mudanças na rotina sensitiva do condutor destacam-se na modificação de cenário de rural para urbano (mudança na sensação visual), na troca de vibração em função da textura do pavimento intertravado para a do asfalto (alteração na sensação tátil) e na permuta na diferença de sonoridade emitida pelos revestimentos intertravado e asfáltico (mudança na sensação auditiva). Essas substituições nas rotinas sensitivas do condutor alteram o seu estado de atenção e de concentração, promovendo mudança de comportamento na administração da velocidade do veículo no momento em que cruza a travessia urbana tratada com o pavimento intertravado. Estes aspectos ora descritos são submetidos à avaliação do grupo de especialistas;

(iii) o terceiro conjunto, com o título de **Pavimento intertravado como ferramenta de ação mitigadora dos impactos negativos promovidos pela rodovia ao núcleo urbano em travessias urbanas**, investiga, junto aos especialistas, a possível ação de moderação destes impactos, promovida com a aplicação do pavimento intertravado, avaliando os seguintes pontos: 1- a melhoria da qualidade visual da paisagem urbana, 2- a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários destes centros comerciais e 3- a visibilidade do centro comercial por parte dos usuários da rodovia, induzindo, dessa forma, o possível crescimento econômico do local.

Padronização das respostas

Padronizam-se as respostas dos questionários aplicados ao grupo de especialistas com indicação de legenda, na qual são ofertadas quatro opções. Tratando-se de

perguntas qualitativas nas opções de respostas, avalia-se a relevância para o respondente sobre a questão expressa. Assim o respondente pode escolher uma das seguintes opções:

- **Sem relevância** (não ocorre) marque “0”,
- **Baixa relevância** (ocorre abaixo de 30%) marque “1”;
- **Relevante** (ocorre em torno de 50%) marque “2”; e
- **Muito relevante** (acima de 70%) marque “3”.

As respostas foram desenvolvidas com o escopo de facilitar a tarefa do respondente. Como são respostas qualitativas, associou-se o grau de relevância a números. Esses números indicam pelo valor numérico uma inter-relação com a relevância. As respostas de relevância correlacionadas a números possibilitam o agrupamento dos respondentes. Como exemplo, os respondentes que elegeram, para determinada pergunta, respostas como “Sem relevância” e “Baixa relevância”, correspondendo às respostas “0” e “1”, podem ser agrupados com os respondentes que formam um consenso da discordância com a afirmação da pergunta. Da mesma forma, os respondentes que elegeram “Muito relevante” e “Relevante”, com respostas numéricas “2” e “3”, ajuntam-se a um grupo de consenso de concordância com a afirmação da pergunta. Assim, pode-se inferir, que ao se somar as respostas numéricas e dividir pela quantidade de respostas, obtêm-se uma média que corresponde a uma escala de relevância que varia de (0 a 3), indicando que quanto maior o valor médio auferido na resposta, a pergunta aponta maior relevância e, conseqüentemente, concordância à afirmação dessa pergunta.

Os três conjuntos de perguntas

O primeiro conjunto de perguntas, descrito no item há pouco referido, intitulado **Controle da velocidade nas travessias urbanas e os acidentes de trânsito**, contempla as sete perguntas descritas a seguir:

- 1) Os acidentes de trânsito em rodovias brasileiras são motivo de grande preocupação, principalmente quando as rodovias cruzam núcleos urbanos nas

conhecidas travessias urbanas. Em sua opinião, com qual relevância ocorre o número de acidentes de trânsito nas travessias urbanas?

2) Frequentemente, nas travessias urbanas, encontramos centros comerciais (as sedes de pequenos municípios, por exemplo). Esses centros comerciais possuem grande fluxo de pedestres e ciclistas, contribuindo para o aumento dos índices de acidentes de trânsito. Como avalia o desenvolvimento de técnicas que venham a melhorar a convivência entre rodovia e estes centros comerciais?

3) Com que relevância a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove a redução do número de acidentes de trânsito?

4) As lombadas físicas e eletrônicas são ferramentas de controle da velocidade, com sua ação restrita apenas ao local onde estão implantadas, mostrando-se deficientes no controle da velocidade ao longo de toda a travessia urbana. Qual a relevância dessa afirmação?

5) Um motorista, ao chegar a uma travessia urbana, encontra uma destas lombadas, obrigando-se a reduzir a velocidade a 40 km/h, mas, logo após a lombada, este volta a acelerar antes mesmo de deixar a travessia urbana. Com que frequência os motoristas voltam a acelerar após passar por uma destas lombadas?

6) A aceleração dos veículos logo após passar as lombadas, fazendo com que os veículos ultrapassem a velocidade permitida, ainda dentro dos centros comerciais das travessias urbanas, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes nestes centros urbanos. Em sua opinião, qual a relevância desta afirmação?

7) Eliminar as travessias urbanas nos projetos de rodovias que passem por centros comerciais, utilizando novos percursos que venham a contornar estes núcleos comerciais urbanos, seria o primeiro objetivo do engenheiro projetista. Lamentavelmente, isso nem sempre funciona, principalmente, quando os centros comerciais dependem economicamente dos usuários da rodovia, considerando-se que o comércio se desloca para a nova rodovia em busca de mercado,

reproduzindo o antigo problema. Qual a ocorrência do deslocamento da atividade econômica para a nova rodovia?

O segundo conjunto de perguntas descrito no item ii) recebeu o título **Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego em travessias urbanas**. Realizaram-se também sete perguntas descritas em seguida:

8) Qual a relevância da substituição do pavimento asfáltico por outro que seja vibratório e produza emissão sonora diferente do pavimento asfáltico, transmitindo ao condutor a sensação de que saiu da rodovia quando o substituto é aplicado ao longo de todo o trecho comercial de uma travessia urbana, como uma ferramenta de controle da velocidade e que atue ao longo de todo o trecho em que o pavimento estiver aplicado?

9) Com qual relevância o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito poderia ser a alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, a qual viesse a substituir o pavimento asfáltico nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana, atuando como ferramenta de moderação da velocidade?

10) O pavimento intertravado, por suas características de pavimento vibratório e sonorizado, nunca poderia promover a moderação da velocidade ao transmitir ao condutor estas sensações de vibração e sonoridade. Qual a relevância dessa afirmação?

11) Com que relevância a textura vibrante e sonorizada do pavimento intertravado e, principalmente, a mudança de cenário de rodovia para meio urbano seriam os fatores que promoveriam a redução da velocidade dos veículos e a manutenção dessa velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em uma travessia urbana?

12) O pavimento intertravado poderia ser aplicado tanto nas vias, como nos acostamentos e passeios, onde a diversidade das cores e dos formatos permitiria a execução de toda a sinalização horizontal e a uma conseqüente valorização da paisagem urbana. Em sua opinião, qual a relevância dos custos de implantação

do pavimento intertravado nos trechos comerciais de uma travessia em substituição ao asfalto?

13) Com que relevância a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado tanto na via como nos acostamentos e passeios dos centros comerciais, e, assim, promovendo a mudança de cenário de rodovia para um panorama urbano) transmite ao motorista a informação de que ele saiu da rodovia e que então se encontra em uma via urbana, promovendo a redução da velocidade?

14) Substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais (aplicados também nos acostamentos e nos passeios) promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: a- através do tato, pela vibração, b- da audição, pela sonoridade e c- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância desta afirmação?

O terceiro e último grupo das questões fechadas descritas no item iii) recebeu o título de **Pavimento intertravado como ferramenta de ação mitigadora dos impactos negativos promovidos pela rodovia ao núcleo urbano em travessias urbanas**. Para desenvolver a avaliação deste tema foram realizadas seis perguntas:

15) A substituição do revestimento das rodovias ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo o pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado também nos acostamentos e passeios), melhora a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários desses centros comerciais. Qual a relevância dessa melhoria de mobilidade e acessibilidade?

16) A aplicação do pavimento intertravado nos acostamentos e passeios das travessias dos centros comerciais, utilizando blocos coloridos que personalizem o município pelas cores e desenho, melhora a qualidade visual da paisagem urbana. Que relevância tem uma melhoria na qualidade visual da paisagem urbana?

17) A diminuição da velocidade nos centros comerciais das travessias urbanas e a valorização da paisagem urbana (alcançada pela implantação do pavimento

intertravado) faz com que condutores e passageiros observem mais o meio urbano e os comércios locais, induzindo, assim, o crescimento econômico local. Qual a relevância desse possível crescimento econômico com a aplicação do pavimento intertravado?

18) A aplicação do pavimento intertravado nesses centros comerciais em travessias urbanas, também, resulta na criação de uma identidade para o município. Ao utilizar blocos coloridos em acostamentos e passeios, toma-se partido de cores e diferentes desenhos, melhorando a paisagem urbana e a autoestima dos moradores locais, além de fazer com que os condutores e passageiros, em uma futura viagem, identifiquem e lembrem-se do município pelas cores e desenho dos passeios. Em sua opinião, qual a relevância desta afirmação?

19) A substituição do revestimento das rodovias (pavimento asfáltico) pelo pavimento intertravado ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana promoverá, efetivamente, a redução da velocidade dos veículos e a manutenção dessa redução de velocidade ao longo de todo o trecho comercial. A textura vibrante e sonora do pavimento é um dos fatores que deve promover esse efeito que é mantido enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a importância da textura vibrante e sonora do pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?

20) A substituição do revestimento das rodovias de pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado, ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, tanto na via como nos acostamentos e passeios, deverá promover a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta redução de velocidade ao longo de todo o trecho comercial. A mudança efetiva do cenário de rodovia para meio urbano será um dos promotores desse efeito, o qual se manterá enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da mudança de cenário com o pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?

Após a realização das 20 perguntas ora descritas, foi formulada aos respondentes a seguinte pergunta aberta: “Por favor, nos informe quaisquer dificuldades em responder ou entender este questionário. É importante, também, que façam suas considerações

sobre os assuntos aqui abordados, assim como, que sugiram eventuais mudanças que poderiam ser implementadas na aplicação do segundo questionário. No segundo questionário, apresentar-se-ão os resultados com o percentual de escolha de cada resposta, e, assim, todos poderão reavaliar as suas respostas em busca de um consenso do grupo de especialistas. Por favor, utilize um papel à parte para registrar suas observações, se julgar necessário.”

Os questionários da primeira e da segunda rodada encontram-se no **APÊNDICE I – QUESTIONÁRIOS**.

O questionário na primeira rodada foi entregue em mãos e impresso em única folha de papel, na tonalidade azul claro, em forma de ficha, verso e anverso. O questionário impresso traz a facilidade de resposta com um simples registro de “X” para a opção. Outra vantagem observada é traduzida na entrega do questionário. Como se trata de uma ficha com certa formalidade (logomarcas, número do código impresso e cadastro da pessoa que recebe o questionário), aumenta-se a possibilidade de sucesso de retorno dos exemplares. Considera-se importante que o respondente assuma o compromisso com o prazo de entrega do questionário logo no ato da entrega. É importante, também, que o respondente entenda como funciona a Técnica *Delphi*, bem como os objetivos da pesquisa.

3.3.4 Coleta de Dados

A recolha dos indicadores na primeira rodada na aplicação dos questionários foi realizada através da entrega pessoal dos formulários da pesquisa aos 110 componentes das instituições, os quais foram escolhidos para compor o grupo de especialistas. A cada um dos participantes explicou-se em carta a razão do estudo (carta no Apêndice I). O primeiro questionário continha 20 questões fechadas e uma aberta. Foi dado o período de 5 dias para a devolução dos instrumentos. Próximo ao prazo especificado, realizou-se um reforço por telefone, tendo sido marcada data para recolher o formulário.

Vale ressaltar a importância da entrega dos questionários impressos da primeira etapa diretamente aos respondentes. Esse contato pessoal possibilitou um engajamento maior entre respondentes, tendo, ainda, se tornado uma oportunidade para explicar com detalhes a Técnica *Delphi* e os objetivos da investigação.

No segundo questionário, foi apresentado o resultado estatístico do primeiro, isto é, foram exibidos os percentuais de escolha de cada resposta por pergunta. O respondente teve, então, a oportunidade de reavaliar suas respostas. Foi criado o espaço para o respondente registrar a sua resposta reavaliada. Os questionários da segunda etapa foram distribuídos via internet a todos os que responderam a primeira rodada, quantificados em 82 respondentes. O prazo de 5 dias foi novamente observado para o encaminhamento das respostas. Com a análise das respostas da segunda rodada e a constatação da aproximação das respostas ao consenso indicado pelas medidas estatísticas, encerrou-se essa fase.

Observou-se maior eficiência nas entregas da primeira rodada em relação à segunda. Acredita-se que a presença física do papel promova maior compromisso do respondente do que o e-mail, arquivado no computador.

O questionário da primeira rodada foi elaborado em papel impresso e o da segunda formulado em planilha eletrônica com preenchimento rápido. O respondente escolhia sua resposta marcando “0”, “1”, “2” ou “3”, que representam as mesmas respostas da primeira rodada. Repetiu-se a mesma legenda da primeira rodada para facilitar ao respondente que já se sentiu familiarizado com a forma de responder, porquanto foi a mesma adotada na oportunidade anterior. O principal objetivo na segunda rodada foi a busca da convergência das respostas. O consenso do grupo dependia dessa convergência. Verificou-se a natural resistência do respondente em alterar sua resposta inicial no instante da reavaliação de suas respostas no questionário da segunda rodada. Esta observação configurou-se quando se solicitou por telefone o envio das respostas da segunda rodada e muitos responderam que mantinham as mesmas respostas já oferecidas na primeira. No Capítulo 4 estes resultados serão analisados.

3.3.5 Primeira Rodada de Consultas da Técnica *Delphi*

A primeira rodada da Técnica *Delphi* foi concluída com o recebimento dos 82 questionários dentre os 110 distribuídos, representando, como já expresse, 75% desses.

Quando da elaboração dos questionários, utilizou-se a técnica de inserir algumas perguntas com o objetivo de avaliar o grau de concentração do respondente. Estas

indagações tinham os seus conteúdos equivalentes, mas perguntadas de forma a proporcionar respostas inversas, de sorte que se podia avaliar o grau de concentração do respondente ao cruzar as respostas dessas. As perguntas que ofereciam respostas com esta possibilidade de compará-las por meio de cruzamentos ao computador, ou seja, de realizar-se o cruzamento dessas respostas, são as perguntas n° 3 e n° 6, as quais avaliam a relação entre a redução da velocidade e a redução de acidentes. No Capítulo 4, mostram-se os cruzamentos dessas respostas.

Com o mesmo objetivo de realizar cruzamentos de respostas, são elaboradas as perguntas n° 9 e n° 10, que promovem respostas antagônicas. Essas perguntas referem-se à capacidade vibratória do pavimento intertravado em promover o estado de atenção do condutor, induzindo-o a reduzir a velocidade. Como são questões baseadas em afirmações contraditórias, as respostas, necessariamente, independentemente, da opinião do respondente, serão opostas. Dessa forma, se o respondente estiver concentrado, será mantida a coerência ao cruzar as respostas. Identificando-se inconsistências, considerar-se-ão especificamente inseguras as respostas desse respondente. Realiza-se análise dos resultados com e sem os respondentes que este filtro de inconsistência identificou, objetivando avaliar a repercussão dessas no resultado final.

Em outras perguntas, aplica-se outra estratégia. Em pontos importantes no contexto do objetivo da pesquisa, repete-se o conteúdo da pergunta, em que se verifica a convicção do respondente sobre esses determinados pontos. As perguntas n° 9 e n° 19, assim como as de n° 13 e n° 20 são elaboradas com o objetivo de serem confirmadas entre si. A segurança dos resultados obtidos é ampliada mediante essas perguntas. No Capítulo 4, apresenta-se também o cruzamento destas perguntas, as quais se confirmam.

3.3.6 Segunda Rodada de Consultas da Técnica *Delphi*

Na segunda rodada de consultas ao grupo de especialistas na Técnica *Delphi* as respostas apresentam-se com poucas alterações em relação às respostas da primeira rodada. As convergências das respostas em busca do consenso foram mais representativas nas questões de respostas cruzadas. Com os resultados do grupo, aqueles especialistas que responderam respostas semelhantes para questões contraditórias tiveram a oportunidade de revisar estas respostas. A maioria dos respondentes manteve as respostas oferecidas na primeira rodada.

Como os resultados obtidos na segunda rodada indicaram pouca variação das respostas em relação às obtidas na primeira rodada, atingiu-se o nível de convicção do respondente, não sendo necessária a terceira rodada de aplicação da Técnica *Delphi*. Conforme prevêm GUPTA e CLARKE (1996), a aplicação da Técnica *Delphi* conclui-se em rodadas sucessivas, em geral duas ou três. Os especialistas têm a oportunidade de conhecer as opiniões dos seus pares, podendo rever seu posicionamento ao longo das rodadas, o que favorece a convergência e a obtenção de consenso sobre as questões tratadas. Desta forma esta etapa da aplicação dos questionários foi concluída e inicia-se a fase do tratamento estatístico dos dados obtidos com o grupo de especialistas e a Técnica *Delphi*. No Capítulo 4, as análises estatísticas desses dados são apresentadas.

3.4 SIMULADOR DE TRÁFEGO

3.4.1 Introdução

No simulador, objetiva-se avaliar o pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego em travessias urbanas. Pressupondo-se, como já relatado, que a substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado promoverá a redução da velocidade e manutenção dessa velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em travessia urbana, por transmitir modificações ao condutor do veículo, nas sensações tátil, auditiva e visual. No simulador de tráfego desenvolvido no presente experimento, aplicam-se ao usuário duas mudanças sensoriais das três previstas na ferramenta, as quais são as mudanças de cenário de rural para urbano (na sensação visual) e na diferença de sonoridade emitida pelos revestimentos intertravado e asfáltico (permuta na sensação auditiva).

Espera-se que a ação dessa nova ferramenta de moderação de tráfego ocorra quando se promovem mudanças sensoriais junto ao condutor. Assim, desenvolve-se o simulador com o propósito de reproduzir, em realidade virtual, esses câmbios de sensação. A pessoa submetida à simulação virtual, desde esse momento, passa a ser sempre chamada de “condutor do veículo”.

No simulador avaliam-se as reações do condutor do veículo, submetendo-o à sensação de uma viagem virtual em uma rodovia, onde ele passa por várias travessias urbanas com revestimentos asfáltico e intertravado. O condutor, no simulador, tem o

controle da velocidade através de um acelerador e de um freio. Avalia-se com o simulador como seria o comportamento do condutor ao submetê-lo a esta nova ferramenta de controle de velocidade, que é a substituição do asfalto pelo intertravado. Dessa forma, avalia-se o efeito da mudança de pavimento em realidade virtual, na promoção do controle da velocidade por parte do condutor, com mudanças das sensações auditivas e visuais.

Ao final da simulação, solicita-se ao condutor que responda a um questionário com quatro perguntas, as quais avaliam sua percepção do condutor quanto aos efeitos do pavimento intertravado e suas repercussões.

3.4.2 Conceitos de Simuladores – Realidade Virtual

O surgimento de novas tecnologias contribui para a real percepção da importância que a informática assume na vida das pessoas. A informática está presente em todos os segmentos de estudos e no dia-a-dia das atividades mais simples realizadas por uma pessoa. Após a evolução da informática, surgiu outro universo que, até então, não se imaginava, o da realidade virtual.

Hoje, o desenvolvimento de *software* reproduz ambientes virtuais e está atingindo tão grande sofisticação que, por exemplo, se torna difícil distinguir uma foto produzida virtualmente de uma real. Dessa maneira, os filmes virtuais e os jogos transportam-nos para esse novo universo. Com fartas possibilidades surgiram os simuladores com os quais se tornou possível realizar todo um aprendizado em realidade virtual, antes de submeter a pessoa aos riscos dos treinamentos em um ambiente real. Pode-se mencionar como exemplos, os simuladores de aprendizagem para condutores de veículos e os sofisticados simuladores que habilitam pilotos de aeronaves.

Os simuladores hoje são utilizados em todas as áreas do conhecimento e, em particular, na Engenharia de Transportes. A aplicação dos simuladores é importante para que sejam criados modelos dinâmicos de um ambiente real onde se necessita ensaiar, ou de um ambiente real ainda não construído. O simulador promove, na pessoa simulada, as reações sensoriais muito próximas das vividas em um ambiente real, permitindo que essa pessoa adquira um treinamento e o conhecimento do ambiente real por meio do ambiente virtual. Dessa forma, pode-se também avaliar as reações de uma

pessoa quando é submetida a um simulador, quais seriam suas reações e percepções desse ambiente virtual, indicando o possível comportamento no ambiente real.

RHEINGOLD (1991) desenvolveu, em 1991, os primeiros conceitos sobre uma nova tecnologia revolucionária à época, a qual chamou de realidade virtual. Para o Pesquisador, essa nova tecnologia referia-se a mundos artificiais gerados por computador e a dispositivos eletrônicos sofisticados e prometia, dessa forma, transformar a sociedade.

A realidade virtual ganhou fama pelos dos filmes de ficção científica. Em razão, entretanto, do elevado custo e de restrições tecnológicas, manteve por vários anos sua aplicação restrita a jogos e pesquisas na indústria da guerra. Com o desenvolvimento de novas tecnologias e dispositivos, a realidade virtual passou a ser utilizada em diferentes áreas do conhecimento (NETTO *et al.*, 2002).

Entende-se a realidade virtual como uma nova área de estudos que engloba conhecimento de diversas áreas, como a computação, eletrônica, robótica e cognição, dentre outras, visando oferecer sistemas computacionais que integram características de imersão e interatividade para simular ambientes reais, por meio dos quais os usuários têm estimulado, simultaneamente, seus vários sentidos com o uso de dispositivos específicos (NETTO *et al.*, 2002).

Os progressos que deram origem aos sistemas de realidade virtual começaram nos Estados Unidos com a construção de simuladores de vôo após a Segunda Guerra Mundial. A indústria do entretenimento também teve papel bem importante no surgimento da realidade virtual após o simulador Sensorama em 1956: uma espécie de cabine onde filmes 3D eram projetados e combinados com som estéreo, vibrações mecânicas, aromas e ar movimentados por ventiladores, fornecendo ao simulado uma viagem multisensorial (VINCE, 1995).

Em 1963, Ivan Sutherland publicou sua tese de doutorado e descreveu como os computadores poderiam ser usados para exibir gráficos interativos. Posteriormente, ele apresentou o primeiro vídeo capacete que permitia ao seu usuário a visualização de um gráfico, representado em estrutura de arame, através de pequenos monitores de tubo de raios catódicos posicionados diretamente diante dos olhos (SUTHERLAND, 1965). A

partir de então, as pesquisas se intensificaram e, em 1982, os simuladores de vôo da força aérea dos estados unidos já utilizavam vídeo capacetes com integração de áudio e vídeo e permitiam movimentos com seis graus de liberdade (PIMENTEL e TEIXEIRA, 1995).

Diversas pesquisas, como as mencionadas há instantes, levaram à conscientização de que produtos de realidade virtual podiam ser comercializáveis, o que ocasionou a criação de empresas de equipamentos e sistemas para a realidade virtual e deu início a diversos programas de pesquisa nessa área, no mundo inteiro. Em 1989, a empresa Autodesk Inc. apresentou o primeiro sistema de realidade virtual, baseado em um computador pessoal (PIMENTEL e TEIXEIRA, 1995).

Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico dos últimos anos, a realidade virtual está sendo utilizada para os mais variados fins em diferentes áreas da ciência. Saliente-se o fato de que, na década de 1990, aplicações médicas utilizando realidade virtual passaram a ser desenvolvidas, tornando essa área comercialmente e clinicamente importante no que se refere à tecnologia aplicada à Medicina (SZÉKELY e SATAVA, 1999).

3.4.3 Características de Simuladores

Existem vários tipos de simuladores, os quais possuem vantagens e desvantagens e requerem certo conhecimento de programação. O importante é que, por intermédios das simulações de situações reais em um sistema operacional de realidade virtual, consegue-se um aproveitamento melhor, reduzindo o tempo para a realização dos projetos.

O uso de simuladores na aprendizagem motora e de condução de veículos requer cuidados, haja vista que existem vantagens e desvantagens no uso do simulador para esse fim. As vantagens observadas são: i) fácil reconhecimento do ambiente; ii) percepção do funcionamento do veículo num período curto; iii) não tem risco, seja para o condutor ou veículo; iv) a relação custo-benefício é favorável; v) é possível reproduzir-se diferentes tipos de situações, dependendo do enfoque; vi) pode-se treinar situações ocorridas a partir de um erro; vii) é possível enfrentar situações inesperadas sem riscos; e viii) é viável estudar tomadas de decisões a partir de simulações. Em

contrapartida apresentam-se as seguintes desvantagens: i) alto custo para os simuladores adequados; e ii) caso o simulador não se aproxime da realidade, o aprendizado pode não ser adequado (PARK *et al.*, 2004).

Os simuladores de vôo, por exemplo, são instrumentos muito úteis, tanto para testar equipamentos como para treinamento de pilotos. A interação das imagens é muito importante para uma simulação de vôo, pois, na maioria das vezes, o utilizador final reagirá em resposta à variação das imagens. A existência da atmosfera no simulador de vôo é praticamente exclusiva nesse sistema, considerando-se que ela decide condicionantes importantes, como a ação da pressão e densidade do ar na resistência ao movimento, impulso dos motores, velocidade do som e conversão de medidas de velocidade. Há, ainda, a presença de nuvens que podem ocultar outra aeronave, além de provocar turbulência (NETTO *et al.*, 2002).

Na Universidade de Calgary no Canadá, foram feitos estudos sobre abordagem de impedimentos com condutores idosos. O simulador utilizado continham sensações visuais e táteis à aceleração e frenagem (**Figura 3.1**). O veículo era real e de contextos realistas, fato que facilitava imensamente o aprendizado dos idosos (R & D, 2002).



Figura 3.1: Simulador da Universidade de Calgary no Canadá
Fonte: (R & D, 2002)

No Campus da Universidade George Washington existe um laboratório de simulador de direção, que é usado em testes para condução de veículos e recursos no procedimento de direção (CISR, 2003). Ele é usado, principalmente, para estudos de prevenção de acidentes e colisões nas estradas. Pode, também, ser utilizado para testar outros fatores de influência, como sonolência ou causas das distrações nas estradas e no tráfego (**Figura 3.2**).



Figura 3.2: Simulador de condução de veículo, Universidade George Washington. Fonte: (CISR, 2003)

Pode, ainda, simular testes com relação à medição do potencial da distração no sistema de transporte, determinando o impacto do traçado das estradas no motorista e desenvolver modelos de teste para o comportamento do motorista com relação a um dado parâmetro específico. A resposta do motor é fornecida com três projetores LCD, com *display* curvo de 135°, retorno auditivo e sensação tátil no volante.

Outro exemplo de simulador, no qual se testa o impacto da vibração da estrada no motorista, encontra-se no Instituto Sueco de Estrada e Recurso em Transporte. Coloca-se embaixo do chassi um painel vibratório para simular contato com a superfície da rodovia, proporcionando, assim, uma simulação ainda mais realista na qual se percebe a importância do recurso de avaliação tátil do simulador (SNRTRI, 2004).

As **Figuras 3.3 (a) e (b)** mostram o simulador do Instituto Sueco e a mesa de controle, enquanto a **Figura 3.4** exhibe o simulador em operação.



Figuras 3.3 (a) e (b): Simulador do Instituto Sueco e mesa de controle (SNRTRI, 2004)



Figuras 3.4: Simulador do Instituto Sueco em operação. Fonte: (SNRTRI, 2004)

A impossibilidade do uso local desses tipos de simuladores é conseqüência da escassez de recursos para pesquisa desse nível tecnológico, o que leva a simulações com custos menores, mesmo que mais simplificadas. É importante ressaltar a importância desses simuladores e o quanto eles são utilizados nos centros internacionais de tecnologia.

Dessa forma, mesmo assumindo as limitações de recursos disponíveis, desenvolveu-se no presente estudo um simulador de tráfego de forma simplificada, mas que atendesse às necessidades específicas da pesquisa, cujo desenvolvimento descreve-se a seguir.

3.4.4 Simulador de Tráfego – Desenvolvimento

O desenvolvimento do simulador de tráfego específico para esta pesquisa objetivou avaliar o comportamento do condutor do veículo ao ser submetido a simulação em realidade virtual de uma viagem em uma rodovia, a qual passa por várias travessias urbanas. Nessa simulação, avaliou-se o comportamento do condutor, quando submetido aos efeitos causados pelas mudanças sensoriais na visão e na audição, promovidas pela substituição do revestimento dessa rodovia de pavimento asfáltico para pavimento intertravado. A simulação ocorreu no momento em que a rodovia cruza um núcleo urbano, ou seja, uma travessia urbana. As fotos produzidas, num total de 2270, com o objetivo de integrar as imagens a serem utilizadas no simulador, poderiam ter sido fotografadas em qualquer rodovia, como também as fotos referentes às travessias urbanas a serem simuladas. Mas optou-se pela utilização da rodovia CE 060 e da travessia urbana de Guaiúba, pela oportunidade de estar-se visitando com frequência o local com o objetivo de coletar dados para o estudo de caso, que faz parte também deste trabalho e será apresentado no Capítulo 5. As mudanças sensoriais simuladas referem-se a: i) a mudança sensorial da visão e ii) a mudança sensorial da audição.

i) A mudança sensorial da visão ocorre por meio das mudanças promovidas no cenário rural da rodovia para obter o cenário urbano nas travessias urbanas. Essas mudanças ficaram acentuadas quando se promoveu a substituição do pavimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado na travessia urbana, a qual foi realizada de forma virtual. Dessa maneira, estudaram-se os efeitos da mudança sensorial da visão com a mudança de cenário, no que diz respeito ao comportamento do condutor com a percepção do início das travessias urbanas, onde o motorista deveria obedecer à sinalização da rodovia, cuja velocidade limitava-se a 40 km/h. Ressalte-se que, na simulação, a única variável aplicada como mudança sensorial da visão foi a alteração do revestimento da rodovia de asfáltico para intertravado. As imagens são fotos reais tiradas da travessia urbana de Guaiúba e da rodovia CE 060, as quais receberam tratamento digital limitado à substituição do asfalto para intertravado nos trechos de travessias. Esse tratamento iniciava logo após a barreira eletrônica e finalizava na barreira eletrônica de saída da travessia. A travessia urbana de Guaiúba foi fotografada nos dois sentidos, ou seja, viajando pela rodovia CE 060 de Fortaleza a Guaramiranga (sentido norte-sul) e de Guaramiranga a Fortaleza (sentido sul-norte). A viagem

simulada realizou-se na rodovia CE 060, cruzando várias travessias urbanas, perfazendo um total de 10 vezes. Todas essas 10 passagens por travessias urbanas são representadas pela travessia de Guaiúba. Em 5 dessas travessias, utilizaram-se as fotos originais com o revestimento da travessia em asfalto e, nas outras 5, utilizaram-se as mesmas fotos anteriores com o revestimento asfáltico, mas, então, aplicou-se o revestimento com o pavimento intertravado. Assim, limitou-se à modificação de única variável visual. Com o fito de tornar a simulação agradável, foram usadas fotos da travessia urbana de Guaiúba nos dois sentidos, norte-sul e sul-norte, como expresso anteriormente, mas sempre mantendo a uniformidade na aplicação do asfalto e do intertravado, ou seja, aplicaram-se 3 passagens sul-norte e 2 passagens norte-sul com pavimento asfáltico e o mesmo número de passagens com pavimento intertravado; e

ii) A permuta sensorial da audição ocorre com as mudanças promovidas na sonoridade emitida pelo contato do pneu do veículo com o revestimento da rodovia, quando o revestimento em pavimento asfáltico é substituído pelo revestimento intertravado. Durante toda a simulação, o condutor recebe a informação sonora equivalente ao som ouvido do interior do veículo como se estivesse em uma viagem real, na qual o som percebido pelo condutor é uma composição sonora do som do motor do veículo com o som emitido pelo contato do pneu com o revestimento da rodovia. As emissões sonoras promovidas pelo contato do pneu do veículo com o revestimento da rodovia para o revestimento asfáltico são diferentes das promovidas pelo revestimento intertravado. Nesse sentido, aplicaram-se as emissões sonoras relativas a cada revestimento em que o motorista trafegava. Manteve-se o som do motor constante e promoveu-se apenas a mudança da emissão sonora equivalente ao revestimento presente em cada momento da simulação. Estudaram-se os efeitos na mudança sensorial da audição com a mudança de emissão sonora dos pavimentos sobre o comportamento do condutor (da mesma maneira como ocorreu com a troca de cenário), com a percepção do início das travessias urbanas, quando ele deveria obedecer à sinalização da rodovia, que possuía a velocidade-limite de 40 km/h. Ressalte-se, também, que a única variável aplicada como mudança sensorial da audição, durante a simulação, foi a da emissão sonora emitida pelos revestimentos da rodovia, por meio da mudança de asfáltico para intertravado.

O condutor, durante a simulação tem o controle total da velocidade, podendo acelerar o veículo simulado em um acelerador no teclado do computador. Quando o acelerador não é pressionado, a velocidade do veículo é submetida a uma desaceleração equivalente à desaceleração no momento em que se tira o pé do acelerador de um veículo na rodovia. O condutor também tem à disposição um freio, que, quando acionado, promove uma desaceleração correspondente à ação de um freio no veículo.

Todas as reações do condutor, no que se refere à administração da velocidade durante a simulação, são registradas no computador em um arquivo, no qual cada imagem apresentada possui uma velocidade correspondente. Assim, para cada uma das 2.270 fotos apresentadas na simulação, tem-se uma velocidade registrada. Dessa maneira, há uma correlação de velocidade administrada pelo motorista com os ambientes apresentados pelas imagens, proporcionando a avaliação da influência das mudanças de revestimento com suas conseqüentes mudanças sensoriais da visão e da audição. Analisou-se, finalmente, a influência do revestimento sobre o comportamento do condutor na escolha da velocidade.

Ao final da simulação, o condutor respondeu a um questionário, no qual foram avaliados os efeitos da troca do revestimento na moderação da velocidade. Os resultados das simulações e dos questionários respondidos pelas pessoas que participaram da simulação serão analisados no Capítulo 4, que trata da análise dos resultados.

3.4.5 Programação do Simulador de Tráfego

Utilizou-se um *software* de animação vetorial a fim de gerar o simulador com funções de aceleração e desaceleração, semelhante ao veículo. O *software* escolhido foi o Macromedia Flash 8, que utiliza a linguagem de programação *Action Script 2.0*.

Para o controle da simulação, o avaliado utiliza a seta para cima como acelerador e a barra de espaço como o freio. Para essa parte visual do simulador, foram utilizadas fotos sequenciais do trecho, as quais aparecem no visor de acordo com a velocidade escolhida pelo usuário, sendo registrada a velocidade em cada foto visualizada. A velocidade é controlada por um velocímetro que está disponível na tela, com variação entre 10 e 100 km/h e com o formato de um semicírculo. A velocidade da

visualização das fotos ocorre em uma proporção direta do ângulo do ponteiro nesse semicírculo, no qual 0° equivale a 10 km/h e 180° equivalem a 100 km/h, na razão de: $10 + (1/2 * \text{ângulo do ponteiro})$.

Um banco de dados foi implementado para armazenar as velocidades em todas as posições do percurso. Escolheu-se, para esse experimento, o *software* de banco de dados MYSQL. O acesso aos resultados se dá numa página de visualização local em qualquer navegador, Firefox, Opera ou Internet Explorer, dentre outros. Posteriormente, as informações são exportadas para o *software* Microsoft Excel 2003, ou um superior para que os dados obtidos possam ser tratados.

Foi desenvolvido um gerenciador que utiliza a linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*) para a análise desses dados. Tal gerenciador foi elaborado em blocos HTML, usando o *software* Macromedia Dreamweaver 8. Para realizar a simulação, tornou-se necessária a instalação de um servidor local, tendo sido escolhido, nesse caso, o *xampplite-win32-1.6.3a*, pela qualidade e facilidade de acesso às informações e de instalação. Ademais, foram utilizados os softwares *Photoshop* CS9, *Flash* 8, *Dreamweaver* 8 e *Excel* 2003.

3.4.6 Tratamento Digital das Imagens

Desenvolveu-se o simulador utilizando vários *softwares* disponíveis. Deve-se destacar, no desenvolvimento do simulador, o tratamento das imagens, as quais proporcionaram a implementação digital da substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado, permitindo, assim, que o condutor experimentasse a sensação de trafegar sobre o revestimento intertravado. Foram produzidas, como já expresso, 2.270 fotos digitais da travessia de Guaiúba e da rodovia CE 060 nos trechos anteriores e posteriores ao transcurso urbano. A travessia foi fotografada em dois sentidos, norte-sul e sul-norte. Os tratamentos digitais das fotografias foram realizados utilizando a aplicação do pavimento intertravado equivalente ao disponível no mercado do Ceará.

No tratamento das imagens, utilizaram-se formatos de desenhos simples para os arranjos do intertravado, embora no simulador seja possível desenvolver qualquer projeto arquitetônico com o intertravado na travessia urbana. A implementação digital do pavimento intertravado abrangeu os acostamentos, mas com utilização de cores

diferentes. As faixas de pedestres também receberam o mesmo pavimento intertravado nas cores padrões da sinalização. A seguir são apresentadas algumas das fotos da rodovia CE 060 e da travessia urbana de Guaiúba, inclusive fotos que receberam tratamento digital na implementação do pavimento intertravado. As **Figuras 3.5 e 3.6** mostram fotos da rodovia CE 060 utilizadas no simulador.



Figura 3.5: Foto da rodovia CE 060 em trecho rural utilizada na simulação



Figura 3.6: Rodovia CE 060, chegada à Guaiúba, Velocidade 40 km/h

A seguir apresentam-se fotos utilizadas no simulador de tráfego, tanto com o revestimento asfáltico, como em intertravado. As **Figuras 3.7 e 3.8** referem-se ao início da travessia urbana de Guaiúba, com sua entrada sul, apresentadas com pavimento asfáltico e intertravado. Pode-se observar a presença da barreira eletrônica e de

pedestres, os quais estão sempre constantes na travessia. Nesse momento, o simulado deveria reduzir a velocidade a um valor inferior a 40 km/h. O simulador registra todas as velocidades escolhidas pelo condutor.



Figura 3.7: Chegada à travessia de Guaiúba, entrada sul, pavimento asfáltico.



Figura 3.8: Chegada à travessia de Guaiúba, com o pavimento intertravado

Observa-se o impacto visual da mudança dos pavimentos, ou seja, a mudança sensorial na visão, nos locais onde o cenário rural da rodovia se transforma em panorama urbano na travessia. Essa mudança de cenário fica mais evidenciada com o pavimento intertravado. Então, pressupõe-se que o simulado terá maior percepção do

início da travessia urbana quando esta estiver revestida com o pavimento intertravado, promovendo, assim, a redução da velocidade.

Nas **Figuras 3.9 e 3.10**, apresenta-se o trecho da travessia urbana de Guaiúba, onde também se observam as mudanças de pavimento e as conseqüentes repercussões na percepção da visão.



Figura 3.9: Travessia de Guaiúba, em pavimento asfáltico



Figura 3.10: Travessia de Guaiúba, em pavimento intertravado

Observa-se que o pavimento intertravado reflete melhor a luz por ter tonalidades mais claras, o que melhora a percepção do condutor à sinalização e mudança do cenário de rural para urbano.

Os conjuntos de **Figuras 3.11 e 3.12** apresentam fotos da travessia urbana de Guaiúba com os pavimentos asfáltico e intertravado. Percebe-se o grande fluxo de pedestres no centro comercial da travessia, fato comum a maioria das travessias urbanas. No caso específico destas fotos observa-se a ocorrência feita a direita da foto.



Figura 3.11: Centro Comercial de Guaiúba, em pavimento asfáltico



Figura 3.12: Travessia urbana de Guaiúba, em intertravado, centro comercial com grande número de pedestres

A presença é constante de pedestres e ciclistas fato que agrava a tipologia dos acidentes de trânsito em travessia urbana. Verifica-se que o reflexo da luz promovido pelo pavimento intertravado em decorrência de suas tonalidades claras facilita a

percepção de ambos. Como na maioria das travessias, também em Guaiúba a presença de pedestres e ciclistas é constante, o que se pode observar nas fotos apresentada na simulação, como mostram as **Figuras 3.13 e 3.14**.



Figura 3.13: Pavimento asfáltico, presença de pedestres



Figura 3.14: Pavimento intertravado, fluxo intenso de pedestres

Os acidentes de trânsito em travessias urbanas reproduzem características de maior gravidade em função do grande número de acidentes do tipo atropelamentos, como será apresentado no Capítulo 5, estudo de caso Guaiúba, no qual se apresentam

levantamentos estatísticos referentes aos acidentes de trânsito na rodovia CE 060. Nas **Figuras 3.15 e 3.16**, observa-se as mesmas fotos com ambos pavimentos , asfáltico e intertravado. Nas mesmas fotos apresentam-se as incompatibilidades topográficas comuns em travessias urbanas.



Figura 3.15: Nível topográfico diferente entre a rodovia e a malha urbana



Figura 3.16: Pavimento intertravado, onde se promove a compatibilidade topográfica e a integração com a malha urbana local

Nas imagens aplicadas ao simulador, percebe-se que o cenário da travessia no que se refere aos pedestres, ciclistas, veículos e edificações, foi preservado. A única

variável, aplicada na simulação, quanto à mudança sensorial da visão, foi o revestimento da via e, quanto à audição, a emissão sonora do contato do pneu com o pavimento.

3.4.7 Aplicação do Simulador – Coleta dos Dados

A aplicação do simulador realizou-se em duas etapas. A primeira referia-se ao pré-teste, enquanto a segunda à aplicação definitiva. O pré-teste realizou-se em uma empresa de transporte de passageiros interestadual (Empresa Guanabara), onde foi aplicado o simulador junto a 4 motoristas da organização. Na aplicação do pré-teste, contou-se com o apoio de três psicólogas do Departamento de Recursos Humanos dessa empresa. As psicólogas puderam contribuir na avaliação do simulador e apoiar na execução do pré-teste. Concluídos os ajustes finais ao simulador, iniciaram-se os preparativos para sua aplicação.

Elegeu-se um grande evento acadêmico e cultural da cidade de Fortaleza para a aplicação do simulador, o “MUNDO UNIFOR”. Este evento aconteceu dentro do campus da UNIFOR - Universidade de Fortaleza e reuniu um grande público da cidade, nas mais diversas áreas de atuação, pois se trata de um evento aberto à população de Fortaleza, com palestras, exposições e eventos culturais. O espaço de 2 estande foi cedido no setor de exposições tecnológicas, local onde se instalou a estrutura necessária à aplicação do simulador de tráfego. Na **Figura 3.17**, mostra-se o local da instalação do simulador no evento.



Figura 3.17: Aplicação do simulador de tráfego, no evento MUNDO UNIFOR

A coleta de dados ocorreu de forma aleatória. A única exigência que se fazia aos participantes da simulação era a apresentação da carteira de habilitação. O tempo necessário para a aplicação do simulador com cada simulado foi, em média, de 12 minutos. Utilizaram-se dois simuladores, com o objetivo de atingir um número de 50 pessoas simuladas durante o evento. Essa meta foi alcançada e os dados coletados serão analisados no Capítulo 4. Apresentam-se, a seguir, nas **Figuras 3.18 a 3.22**, fotos da aplicação do simulador de tráfego no evento referido.



Figura 3.18: Estande número 1 onde se aplica o simulador de tráfego no evento



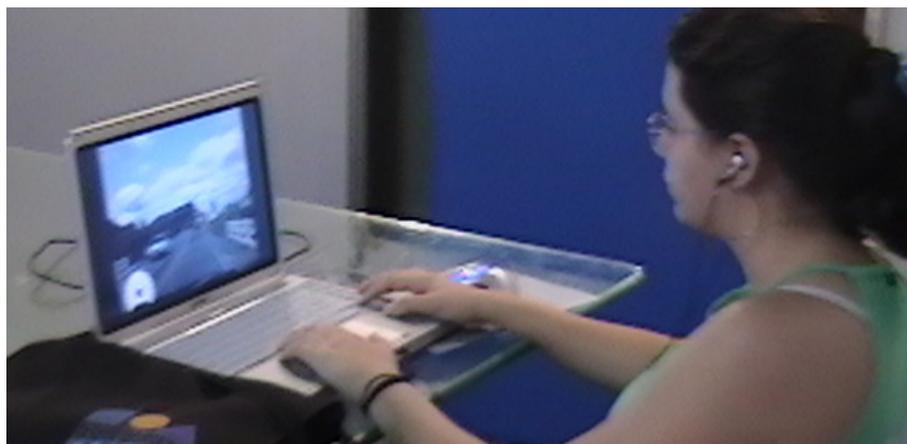
Figura 3.19: Pessoas reunidas no estande do simulador



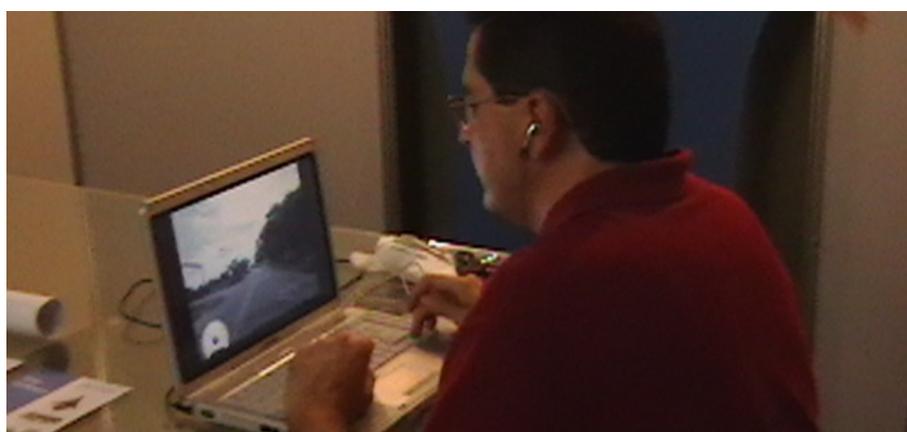
Figura 3.20: Estande número 2 do simulador de tráfego



Figura 3.21: Aplicação do simulador. O velocímetro está à esquerda da tela



(a)



(b)



(c)

Figura 3.22: Aplicação do simulador

Após o término da simulação, estavam registradas nos computadores todas as velocidades ali promovidas. Concluída a aplicação da simulação, o simulado respondia a quatro perguntas que avaliavam a sua percepção sobre os efeitos das mudanças sensoriais promovidas pela ferramenta em estudo, ou seja, a substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado, como promotora da moderação da velocidade

nas travessias urbanas. Nesse sentido, as respostas do condutor ao citado questionário representam a sua opinião sobre a ferramenta de moderação de tráfego proposta, depois de ter vivenciado as mudanças sensoriais simuladas no teste do simulador de tráfego. Verifica-se que são de suma importância as respostas após a simulação haja vista que o condutor pôde avaliar, através da realidade virtual, dois dos efeitos promovidos pela ferramenta em estudo, resultando em respostas mais convictas.

As quatro perguntas formuladas foram as seguintes: i) Com qual relevância, a aplicação do pavimento intertravado em algumas das travessias urbanas (apresentadas na simulação) foi percebida por você? ii) Nesta simulação, em sua opinião, qual a relevância da aplicação do pavimento intertravado nas travessias urbanas, para a obtenção da redução da velocidade e sua manutenção reduzida ao longo da travessia urbana onde o intertravado estava aplicado? iii) Pedimos que você imagine uma situação real com a aplicação do pavimento intertravado substituindo o asfáltico em um centro comercial, em travessia urbana, e avalie com qual relevância o pavimento intertravado atuaria como ferramenta de moderação da velocidade nestes centros comerciais. iv) A substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais (aplicados também nos acostamentos) promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela mudança de vibração, 2- da audição, pela mudança de sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância desta afirmação?

As respostas padronizadas foram: 0 = sem relevância; 1 = baixa relevância; 2 = média relevância e 3 = alta relevância). Os resultados da presente pesquisa serão analisados no Capítulo 4.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PERFIL DO GRUPO DE ESPECIALISTAS

O grupo de especialistas computou uma idade média de atividade profissional de 19 anos. A distribuição de escolaridade é mostrada na **Tabela 4.1** e na **Figura 4.1**. Observou-se a presença majoritária dos graduados com 79% e os pós-graduados compreendem 17% dos especialistas.

Tabela 4.1: Distribuição de escolaridade do grupo de especialistas

Grau de instrução	Quantidade	%
médio	3	4
superior	65	79
mestrado	12	15
doutorado	1	1
pós-doutorado	1	1
Total Geral	82	100

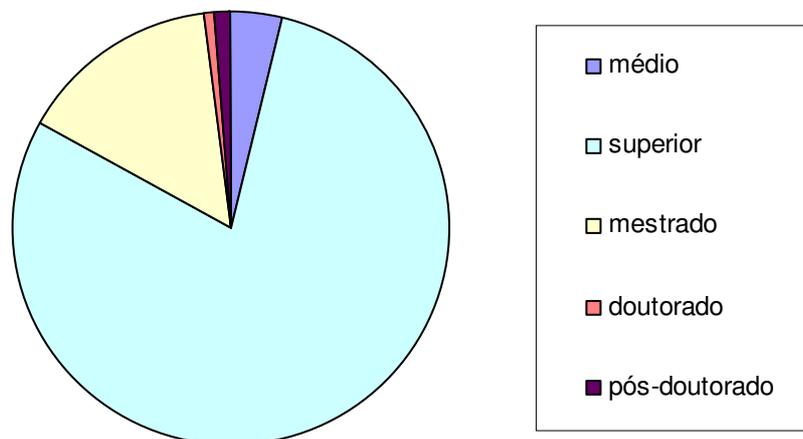
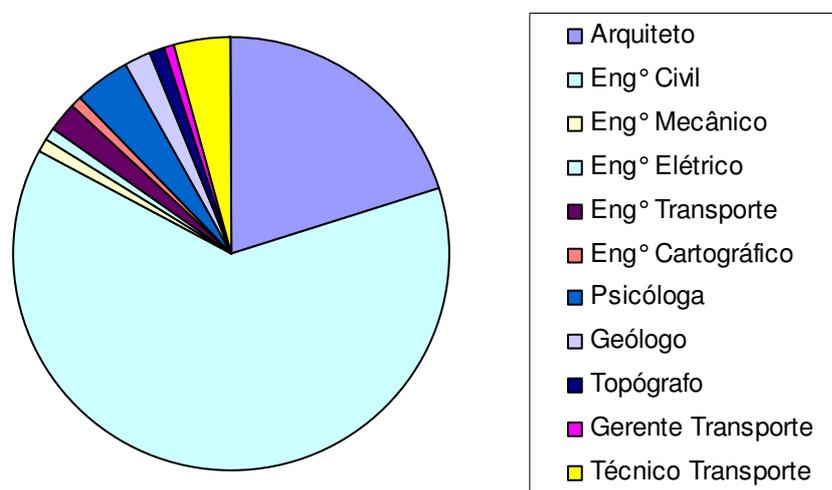


Figura 4.1: Distribuição de escolaridade do grupo de especialistas

A distribuição das profissões é representada na **Tabela 4.2** e na **Figura 4.2**, onde se destacou a maioria de engenheiros civis, com 62%, e arquitetos, com 20%. A presença das demais especialidades da engenharia no grupo de especialistas enriqueceu os resultados com a experiência destas áreas de trabalho.

Tabela 4.2: Distribuição das profissões no grupo de especialistas

Profissão	Quantidade	%
Arquiteto	16	20
Eng° Civil	51	62
Eng° Mecânico	1	1
Eng° Eletricista	1	1
Eng° Transporte	2	2
Eng° de Cartografia	1	1
Psicóloga	3	4
Geólogo	2	2
Topógrafo	1	1
Gerente Transporte	1	1
Técnico Transporte	3	4
Total Geral	82	100

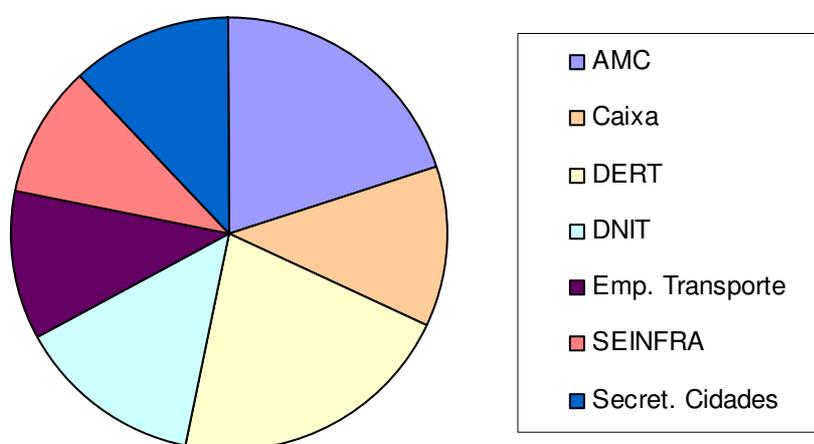
**Figura 4.2:** Distribuição das profissões no grupo de especialistas

O grupo de especialistas foi formado por profissionais de várias instituições, como descrito no Capítulo 3: i) DNIT - CE - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, ii) DERT - CE - Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes, iii) SEINFRA - CE - Secretaria da Infra-Estrutura do Ceará, iv) Secretaria das Cidades do Ceará, v) Departamento de Engenharia da CAIXA - CE, vi) AMC - Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania de Fortaleza - CE e vii) empresas privadas que trabalham com transporte rodoviário.

Descreve-se a distribuição do local de trabalho dos membros do grupo de especialistas na **Tabela 4.3** e na **Figura 4.3**, que representam a distribuição entre as diversas instituições.

Tabela 4.3: Distribuição do local de trabalho do grupo de especialistas

Local Trabalho	Quantidade	%
AMC	16	20
Caixa Econômica	10	12
DERT	18	21
DNIT	11	14
Empresa de Transporte	9	11
SEINFRA	8	10
Secretaria das Cidades	10	12
Total Geral	82	100

**Figura 4.3:** Distribuição do local de trabalho do grupo de especialistas

Considerou-se que o DNIT - CE, o DERT - CE e a SEINFRA - CE são instituições que trabalham diretamente com o planejamento e execução de obras rodoviárias no Estado do Ceará.

Estas instituições foram representadas por 45% dos membros do grupo. Seguindo a mesma linha, a Secretaria das Cidades do Ceará, a AMC - CE e o setor de engenharia da Caixa Econômica Federal - CE são instituições mais ligadas a soluções urbanísticas e de infra-estruturas urbanas representaram 44% dos membros do grupo, e por fim, uma empresa privada que trabalha com transporte rodoviário, ajuntando a experiência de especialistas usuários de rodovias representou 11% dos membros do grupo, representados por técnicos da Empresa Guanabara. Desta forma, a distribuição dos membros do grupo de especialistas foi bem equilibrada, entre os profissionais ligados as infra-estrutura rodoviária, os ligados a infra-estrutura urbana e os usuários das rodovias.

4.2 RESULTADOS DA TÉCNICA *DELPHI*

4.2.1 Classificação e Tabulação dos Dados da Primeira Rodada de Consulta

Os dados obtidos na primeira rodada de consulta ao grupo de especialistas da Técnica *Delphi* foram tabulados e encontram-se apresentados no **APÊNDICE – II – TABULAÇÃO DE DADOS**, na **Tabela Apêndice II.1**. Estes dados foram tratados estatisticamente, aferindo-se os percentuais de escolha por parte dos membros do grupo de especialistas, obtidos para cada opção de resposta oferecida às 20 perguntas. As respostas obtidas na primeira rodada da Técnica *Delphi* encontram-se na **Tabela 4.4**, na qual se apresentou uma coluna com somatório das respostas “muito relevante” e “relevante”, por considerar-se, conforme está no Capítulo 3, a representação da concordância com a afirmação da pergunta.

Tabela 4.4: Análise das respostas do grupo de especialistas na primeira rodada

PERGUNTAS – Primeira Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
1º: Com qual relevância ocorre o número de acidentes de trânsito nas travessias urbanas?	0%	6%	45%	49%	94%
2º: Como você avalia o desenvolvimento de técnicas que venham a melhorar a convivência entre rodovia e os centros comerciais em travessias?	2%	13%	12%	73%	85%
3º: Com que relevância a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove a redução do número de acidentes de trânsito?	1%	1%	23%	75%	98%
4º: As lombadas físicas e eletrônicas são ferramentas de controle da velocidade com sua ação restrita apenas ao local onde estão implantadas mostrando-se deficientes no controle da velocidade ao longo de toda a travessia urbana. Qual a relevância desta afirmação?	4%	16%	36%	44%	80%

PERGUNTAS – Primeira Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
5º: Com que frequência os motoristas voltam a acelerar após passar por uma lombada física ou uma eletrônica?	0%	5%	34%	61%	95%
6º: A aceleração logo após passar as lombadas, ultrapassando a velocidade permitida, nos centros comerciais das travessias urbanas, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes nestes centros urbanos. Qual a relevância desta afirmativa?	55%	26%	18%	1%	19%
7º: Eliminar as travessias urbanas nos projetos de rodovias que passem por centros comerciais, utilizando novos percursos que venham a contornar estes núcleos comerciais urbanos, seria o primeiro objetivo do engenheiro projetista. Lamentavelmente, isso nem sempre funciona, principalmente quando o centro comercial depende economicamente dos usuários da rodovia, observando que o comércio se desloca para a nova rodovia em busca de mercado, reproduzindo o antigo problema. Qual a ocorrência do deslocamento da atividade econômica para a nova rodovia?	5%	4%	56%	35%	91%
8º: Qual a relevância da substituição do pavimento asfáltico por outro que seja vibratório e produza emissões sonoras diferentes do asfáltico, transmitindo ao condutor a sensação que saiu da rodovia; aplicado ao longo de todo o trecho comercial de uma travessia, como uma ferramenta de controle da velocidade que atue ao longo de todo o trecho?	6%	2%	39%	53%	92%

PERGUNTAS – Primeira Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
9º: Com qual relevância o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito, poderia ser uma alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, que viesse a substituir o pavimento asfáltico, nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana atuando como ferramenta de moderação da velocidade?	2%	7%	41%	50%	91%
10º: O pavimento intertravado, por suas características de pavimento vibratório e sonorizado, nunca poderia promover a moderação da velocidade ao transmitir ao condutor estas sensações de vibração e sonoridade. Qual a relevância desta afirmação?	66%	23%	9%	2%	11%
11º: Com que relevância a textura vibrante e sonorizada do pavimento intertravado e, principalmente, a mudança de cenário de rodovia para meio urbano seriam os fatores que promoveriam a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em travessia?	1%	12%	53%	34%	87%
12º: Qual a relevância dos custos de implantação do pavimento intertravado nos trechos comerciais de uma travessia em substituição ao asfalto?	12%	24%	41%	23%	64%
13º: Com que relevância a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado tanto na via como nos acostamentos e passeios dos centros comerciais, e assim, promovendo a mudança de cenário de rodovia para um cenário urbano) transmite ao motorista a informação de que ele saiu da rodovia e agora se encontra em uma via urbana, promovendo a redução da velocidade?	2%	6%	35%	57%	92%

PERGUNTAS – Primeira Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
14º: A substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais (aplicados também nos acostamentos e nos passeios) promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela mudança na vibração, 2- da audição, pela mudança na sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância desta afirmação?	1%	4%	40%	55%	95%
15º: A substituição do revestimento das rodovias ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo o pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado também nos acostamentos e passeios), melhora a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários destes. Qual a relevância desta melhoria de mobilidade e acessibilidade?	1%	24%	46%	29%	75%
16º: A aplicação do pavimento intertravado nos acostamentos e passeios das travessias dos centros comerciais, utilizando blocos coloridos que personalizem o município pelas cores e desenho, melhora a qualidade visual da paisagem urbana. Que relevância tem uma melhoria na qualidade visual da paisagem urbana?	2%	13%	45%	40%	85%
17º: A redução da velocidade nos centros comerciais das travessias urbanas e a valorização da paisagem urbana (alcançada pela implantação do pavimento intertravado) fazem com que condutores e passageiros observem mais o meio urbano e o comércio local, induzindo, dessa forma, o crescimento econômico do local. Qual a relevância deste possível crescimento econômico com a aplicação do pavimento intertravado?	7%	34%	42%	17%	59%

PERGUNTAS – Primeira Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
18º: A aplicação do pavimento intertravado nestes centros comerciais em travessias urbanas também resulta na criação de uma identidade para o município. Ao utilizar blocos coloridos em acostamentos e passeios, tomando partido de cores e diferentes desenhos, melhora-se a paisagem urbana e a auto-estima dos moradores locais, além de fazer com que os condutores e passageiros, em uma futura viagem, identifiquem e lembrem-se do município pelas cores e desenho dos passeios. Em sua opinião qual a relevância desta afirmação?	4%	24%	38%	34%	72%
19º: Qual a relevância da textura vibrante e sonora do pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?	2%	15%	48%	35%	83%
20º: A mudança efetiva do cenário de rodovia para meio urbano é um dos promotores deste efeito, o qual se manterá enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da mudança de cenário de rodovia para urbano com o pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?	4%	13%	50%	33%	83%

Apresenta-se na **Figura 4.4** os percentuais que cada pergunta obteve nas respostas oferecidas pelo grupo de especialistas na primeira rodada da Técnica *Delphi*. Observou-se o elevado percentual de respostas sem relevância atribuído as questões de número 6 e 10, que era esperado por se tratarem de questões contraditórias às de número 3 e 9, que foram as perguntas com respostas cruzadas.

Destacou-se o fato de que o somatório das respostas “muito relevante” e “relevante” caracterizou o nível de concordância do grupo à afirmação apresentada na pergunta, enquanto o somatório de “sem relevância” e “pouca relevância” caracterizou o nível de discordância do grupo. No gráfico estão ressaltadas as respostas das perguntas

de números 3, 5 e 14, nas quais o somatório de “muito relevante” e “relevante” alcançou percentuais de 98%, 95% e 95%.

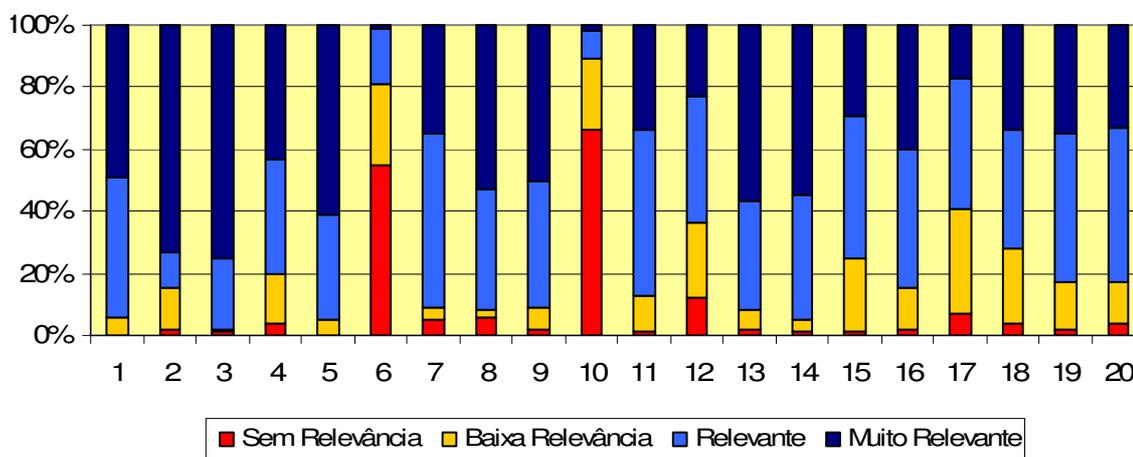


Figura 4.4: Percentual da escolha das respostas por pergunta na primeira rodada pelo grupo de especialistas na Técnica *Delphi*. Fonte: pesquisa direta

Demonstra-se na **Figura 4.5** o resultado em percentual dos membros do grupo de especialistas que concordaram com as afirmações contidas nas 20 perguntas do questionário, ou seja, o percentual dos que responderam com respostas do tipo “muito relevante” e “relevante”. Conforme já relatado, destacam-se os elevados percentuais de concordância com as afirmações das perguntas de números 3, 5 e 14.

O conteúdo das afirmações destas perguntas que obtiveram a concordância da maioria do grupo de especialistas foi: i) a redução da velocidade nas travessias urbanas promoveram redução do número de acidentes, ii) mais de 70% dos motoristas logo após passarem por uma lombada física ou eletrônica, voltaram a acelerar o veículo, iii) a substituição do revestimento asfáltico pelo pavimento intertravado promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial da travessia urbana por transmitir ao condutor as sensações de 1) através do tato, pela mudança na vibração entre os revestimentos, 2) da audição, pela mudança na sonoridade e 3) da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano.

Vale destacar, o fato de que as três respostas de maior concordância entre os membros do grupo de especialistas ressaltaram preocupações importantes para a presente pesquisa que são: i) a necessidade de reduzir a velocidade nas travessias urbanas, objetivando a redução do número de acidentes de trânsito; ii) a importância de

se desenvolver uma ferramenta de controle da velocidade que atue ao longo de toda a travessia urbana, considerando que as atuais ferramentas de controle de velocidade com as barreiras físicas e eletrônicas só promovem o controle pontual da velocidade no local onde estão implantadas; e iii) a concordância do grupo de especialistas, com a ferramenta de moderação de velocidade proposta neste trabalho, como promotora da redução da velocidade ao longo de toda a travessia urbana, destacando-se o mecanismo de atuação da ferramenta no que se refere às mudanças sensoriais junto ao condutor do veículo, às mudanças táteis, auditivas e visuais, promovidas pela substituição do revestimento asfáltico pelo intertravado na travessia urbana.

Observou-se também, com já expresso, o elevado nível da discordância do grupo de especialistas às afirmações das perguntas 6 e 10, que na realidade representaram concordância com as afirmações das perguntas de número 3 e 9, respectivamente, como foi explicado.

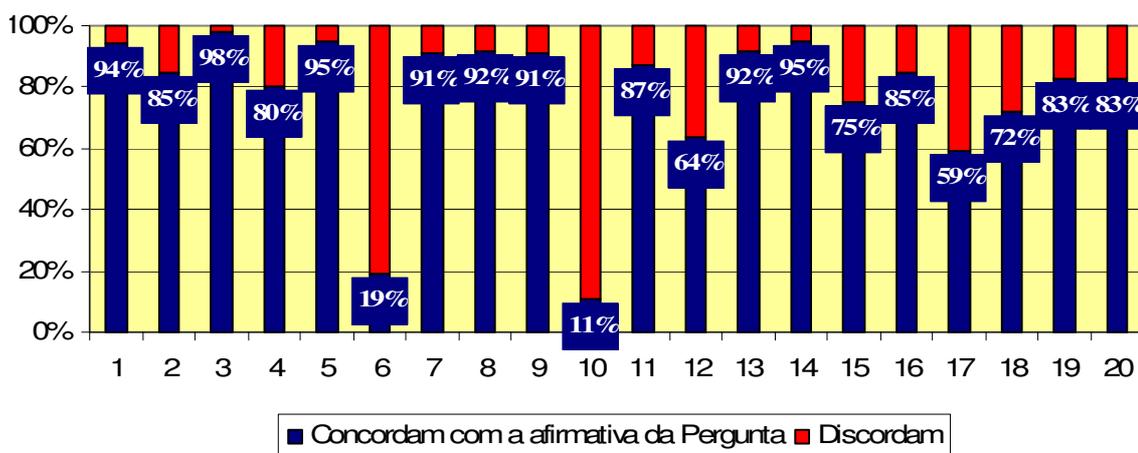


Figura 4.5: O resultado em percentual dos membros do grupo de especialistas que concordaram com a afirmação contida nas 20 perguntas do questionário

4.2.2 Classificação e Tabulação dos Dados da Segunda Rodada de Consulta

Com os resultados apurados da primeira rodada da Técnica *Delphi*, esta foi encaminhada aos 82 membros do grupo de especialistas, através de um questionário cujo modelo encontra-se Apêndice I. O grupo de especialistas pôde, então, reavaliar suas respostas na primeira rodada e preencher o questionário da segunda rodada, que foi transmitido via *e-mail*, assim como as novas respostas recebidas.

Os dados obtidos na segunda rodada de consultas ao grupo de especialistas na Técnica *Delphi* foram tabulados e encontram-se no **APÊNDICE – II – TABULAÇÃO DE DADOS**, na **Tabela Apêndice II.2**. Estes dados foram tratados estatisticamente, aferindo-se os percentuais obtidos para cada opção de resposta oferecida nas 20 perguntas. Após a compilação de todas as respostas, foram obtidos os resultados, que estão apresentados na **Tabela 4.5**.

Tabela 4.5: Análise das respostas do grupo de especialistas na segunda rodada

PERGUNTAS – Segunda Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
1º: Com qual relevância ocorre o número de acidentes de trânsito nas travessias urbanas?	0%	6%	45%	49%	94%
2º: Como você avalia o desenvolvimento de técnicas que venham a melhorar a convivência entre rodovia e os centros comerciais em travessias?	2%	12%	13%	73%	86%
3º: Com que relevância a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove a redução do número de acidentes de trânsito?	1%	1%	20%	78%	98%
4º: As lombadas físicas e eletrônicas são ferramentas de controle da velocidade com sua ação restrita apenas ao local onde estão implantadas mostrando-se deficientes no controle da velocidade ao longo de toda a travessia urbana. Qual a relevância desta afirmação?	4%	13%	33%	50%	83%
5º: Com que frequência os motoristas voltam a acelerar após passar por uma lombada física ou uma eletrônica?	0%	5%	33%	62%	95%
6º: A aceleração logo após passar as lombadas, ultrapassando a velocidade permitida, nos centros comerciais das travessias urbanas, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes nestes centros urbanos. Qual a relevância desta afirmativa?	64%	32%	4%	0%	4%

PERGUNTAS – Segunda Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
7º: Eliminar as travessias urbanas nos projetos de rodovias que passem por centros comerciais, utilizando novos percursos que venham a contornar estes núcleos comerciais urbanos, seria o primeiro objetivo do engenheiro projetista. Lamentavelmente, isso nem sempre funciona, principalmente quando o centro comercial depende economicamente dos usuários da rodovia, observando que o comércio se desloca para a nova rodovia em busca de mercado, reproduzindo o antigo problema. Qual a ocorrência do deslocamento da atividade econômica para a nova rodovia?	5%	4%	54%	37%	91%
8º: Qual a relevância da substituição do pavimento asfáltico por outro que seja vibratório e produza emissões sonoras diferentes do asfáltico, transmitindo ao condutor a sensação que saiu da rodovia; aplicado ao longo de todo o trecho comercial de uma travessia, como uma ferramenta de controle da velocidade que atue ao longo de todo o trecho?	6%	1%	38%	55%	93%
9º: Com qual relevância o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito, poderia ser uma alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, que viesse a substituir o pavimento asfáltico, nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana atuando como ferramenta de moderação da velocidade?	2%	6%	37%	55%	92%
10º: O pavimento intertravado, por suas características de pavimento vibratório e sonorizado, nunca poderia promover a moderação da velocidade ao transmitir ao condutor estas sensações de vibração e sonoridade. Qual a relevância desta afirmação?	73%	24%	2%	1%	3%

PERGUNTAS – Segunda Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
11º: Com que relevância a textura vibrante e sonorizada do pavimento intertravado e, principalmente, a mudança de cenário de rodovia para meio urbano seriam os fatores que promoveriam a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em travessia?	1%	11%	54%	34%	88%
12º: Qual a relevância dos custos de implantação do pavimento intertravado nos trechos comerciais de uma travessia em substituição ao asfalto?	9%	23%	47%	21%	68%
13º: Com que relevância a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado tanto na via como nos acostamentos e passeios dos centros comerciais, e assim, promovendo a mudança de cenário de rodovia para um cenário urbano) transmite ao motorista a informação de que ele saiu da rodovia e agora se encontra em uma via urbana, promovendo a redução da velocidade?	2%	6%	34%	58%	92%
14º: A substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais (aplicados também nos acostamentos e nos passeios) promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela mudança na vibração, 2- da audição, pela mudança na sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância desta afirmação?	1%	4%	36%	59%	95%

PERGUNTAS – Segunda Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
15º: A substituição do revestimento das rodovias ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo o pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado também nos acostamentos), melhora a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários destes. Qual a relevância desta melhoria de mobilidade e acessibilidade?	1%	23%	46%	30%	76%
16º: A aplicação do pavimento intertravado nos acostamentos e passeios das travessias dos centros comerciais, utilizando blocos coloridos que personalizem o município pelas cores e desenho, melhora a qualidade visual da paisagem urbana. Que relevância tem uma melhoria na qualidade visual da paisagem urbana?	2%	12%	47%	39%	86%
17º: A redução da velocidade nos centros comerciais das travessias urbanas e a valorização da paisagem urbana (alcançada pela implantação do pavimento intertravado) fazem com que condutores e passageiros observem mais o meio urbano e o comércio local, induzindo, dessa forma, o crescimento econômico do local. Qual a relevância deste possível crescimento econômico com a aplicação do pavimento intertravado?	7%	32%	46%	15%	61%
18º: A aplicação do pavimento intertravado nestes centros comerciais em travessias também resulta na criação de uma identidade para o município. Ao utilizar blocos coloridos em acostamentos e passeios, tomando partido de cores e diferentes desenhos, melhora-se a paisagem urbana e a auto-estima dos moradores locais, além de fazer os condutores e passageiros, em uma futura viagem, identifiquem e lembrem-se do município pelas cores e desenho dos passeios. Qual a relevância desta afirmação?	4%	22%	43%	32%	75%

PERGUNTAS – Segunda Rodada	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
19º: Qual a relevância da textura vibrante e sonora do pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?	2%	15%	46%	37%	83%
20º: A mudança efetiva do cenário de rodovia para meio urbano é um dos promotores deste efeito, o qual se manterá enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da mudança de cenário de rodovia para urbano com o pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?	1%	16%	50%	33%	83%

Apresenta-se na **Figura 4.6** os percentuais que cada pergunta obteve nas respostas oferecidas pelo grupo de especialistas na segunda rodada da Técnica *Delphi*. Nesta rodada repete-se o observado na primeira. O elevado percentual de respostas sem relevância atribuído às questões de números 6 e 10, que eram esperados por serem questões contraditórias às de número 3 e 9, com já relatado. Destaca-se o aumento da discordância às afirmações das perguntas 6 e 10, que na primeira rodada obtiveram percentuais equivalentes a 81% e 89% respectivamente, e na segunda 96% e 97%.

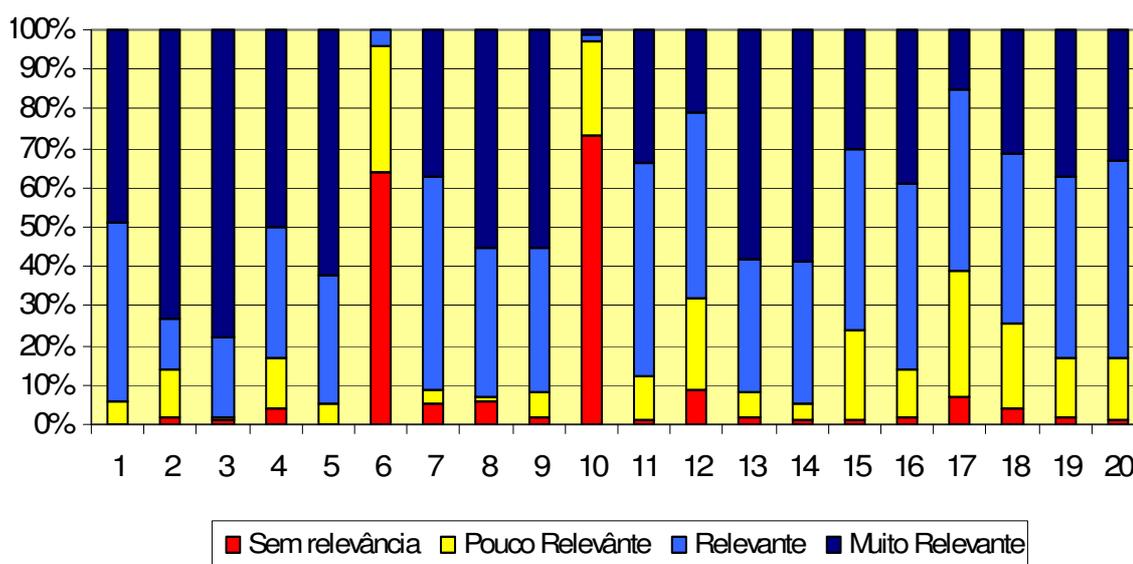


Figura 4.6: Escolha das respostas por pergunta na segunda rodada

Estes resultados demonstram que os respondentes na segunda rodada, ao terem conhecimento das médias das respostas de todo o grupo, puderam perceber o erro que seria manter respostas equivalentes para perguntas opostas, como as perguntas de números 6 e 10. Desta forma, o grupo aumentou os percentuais destas respostas na segunda rodada. Também na segunda rodada, ressaltam-se as resposta das perguntas de números 3, 5 e 14, nas quais o somatório das respostas com “muito relevante” e “relevante” alcançam percentuais de 98%, 95% e 95%.

Apresenta-se na **Figura 4.7** o resultado da segunda rodada. Observa-se também, como ocorreu na primeira rodada e foi ampliado na segunda, o elevado nível de discordância do grupo de especialistas as afirmações da perguntas 6 e 10 e que na realidade representam concordância com as afirmações das perguntas de número 3 e 9, respectivamente, como já explicado.

As variações das respostas oferecidas na segunda rodada de consultas em relação às respostas da primeira são pequenas. Isto confirma ter-se atingido na segunda rodada o consenso do grupo de especialistas, demonstrando que as respostas apresentadas representam a convicção dos membros deste grupo. A conclusão de ter-se atingido o consenso também fica evidenciada nas análises junto às medidas estatísticas desenvolvidas no item **4.2.3** análise da variação das respostas da primeira para a segunda rodada de consultas ao grupo de especialistas da Técnica *Delphi*.

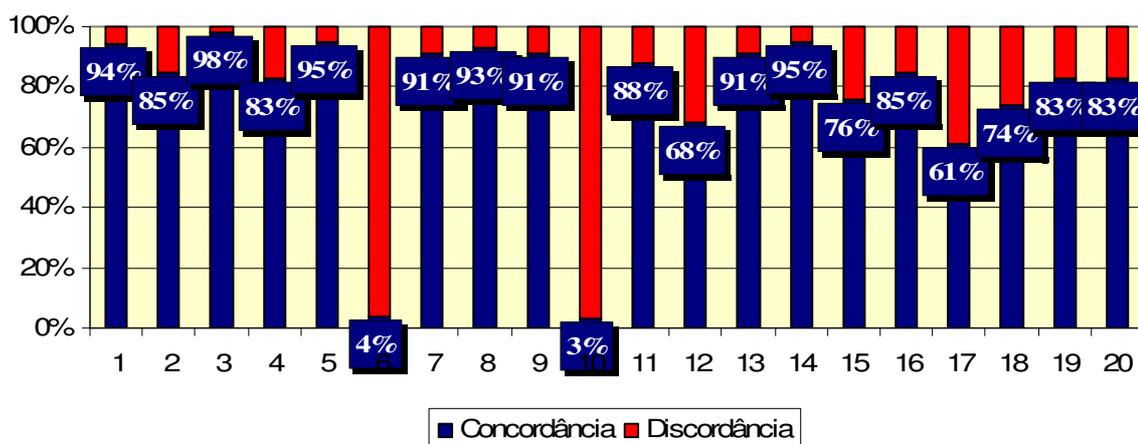


Figura 4.7: Membros do grupo de especialistas que concordam com a afirmativa contida nas 20 perguntas do questionário da Técnica *Delphi*

4.2.3 Análise da Variação das Respostas da Primeira para a Segunda Rodada de Consultas ao Grupo de Especialistas da Técnica *Delphi*

Ao se comparar as respostas oferecidas na primeira rodada com as da segunda, são registradas mudanças. Estas são provenientes das reavaliações das respostas apresentadas, por parte dos membros do grupo de especialistas na Técnica *Delphi*. Quando os membros do grupo receberam os questionários referentes à aplicação da segunda rodada, nestes estavam registrados os resultados referentes ao percentual dentre os membros do grupo, que escolheram uma das quatro respostas oferecidas para cada pergunta na primeira rodada. Desta forma, foi possível para cada membro do grupo registrar uma nova resposta ou confirmar a resposta já escolhida.

Analisou-se então as variações das respostas da primeira para a segunda rodada, realizando medidas estatísticas, como: i) média; ii) moda; iii) primeiro quartil ou percentil 25; iv) terceiro quartil ou percentil 75; v) mediana; e vi) desvio-padrão. Fez-se a comparação dos resultados obtidos com os dados da primeira e da segunda rodadas.

Efetuiu-se a diferença entre estas medidas estatísticas, subtraindo-se dos valores da segunda rodada os da primeira. Sobre estas diferenças, foram calculados os percentuais que estas representam sobre as medidas da primeira rodada. Evidenciaram-se, assim com efeito, as variações entre as respostas da primeira e segunda rodadas de consultas. Apresentam-se estes resultados sumariados na **Tabela 4.6**.

Observa-se, conforme já relatado, as variações elevadas da primeira para a segunda rodada de consulta para as respostas referentes as perguntas de número 6 e 10, tanto para o desvio-padrão como a média, que destacamos os resultados obtidos no desvio-padrão de -31,5% e -22,2%, respectivamente. Para a média, obteve-se os valores de -40,7 e -30,8. Verifica-se com estes resultados ajustes significativos para as perguntas 6 e 10.

Anteriormente, os respondentes na primeira rodada ao responder a pergunta de número 6 totalizavam 19% em discordância com a afirmativa da pergunta, evoluindo para 4% na segunda rodada. Com a pergunta de número 10, os que discordavam da afirmativa da pergunta na primeira rodada totalizavam 11%, evoluindo para 3% na segunda rodada.

Tabela 4.6: Análise da variação das respostas da primeira (P) para a segunda (S) rodada de consultas através de medidas estatísticas

PERGUNTAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Média S	2,43	2,55	2,74	2,29	2,57	0,39	2,23	2,41	2,44	0,33
Média P	2,43	2,54	2,71	2,21	2,56	0,66	2,22	2,38	2,37	0,48
S - P	0,00	0,01	0,04	0,09	0,01	-0,27	0,01	0,04	0,07	-0,15
% S - P	0,0%	0,5%	1,4%	3,9%	0,5%	-40,7%	0,5%	1,5%	3,1%	-30,8%
Moda S	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
Moda P	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Percentil 25 S	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00
Percentil 25 P	2,00	2,00	2,25	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00
S - P	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Percentil 75 S	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00
Percentil 75 P	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mediana S	2,00	3,00	3,00	2,50	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
Mediana P	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	0,00	2,00	3,00	2,00	0,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
Desvio-Padrão S	0,61	0,80	0,54	0,84	0,59	0,56	0,74	0,80	0,72	0,59
Desvio-Padrão P	0,61	0,82	0,56	0,84	0,59	0,82	0,74	0,81	0,73	0,76
S - P	0,00	-0,02	-0,02	0,00	0,00	-0,26	0,00	-0,01	-0,01	-0,17
% S - P	0,0%	-1,9%	-2,7%	-0,4%	-0,2%	-31,5%	0,0%	-1,3%	-1,0%	-22,2%

Para as demais perguntas os ajustes foram pequenos, que serão reavaliados após o cruzamento das respostas com a consequente aplicação do filtro de cruzamento, que será definido no item **4.2.5**, no qual se analisa o comportamento dos respondentes quanto à coerência das respostas cruzadas. Segue a continuação da **Tabela 4.6**, na qual avalia-se as perguntas de números 11 à 20.

As variações observadas na média foram pequenas com valores positivos, o que indica elevação no nível de concordância com a afirmativa da pergunta. Quanto ao desvio padrão todas as respostas oferecidas promoveram uma redução do desvio padrão indicando convergência nestas respostas, mas apresentando valores muito pequenos indicando ter-se atingido o consenso junto ao grupo de especialistas.

Tabela 4.6: (Continuação)

PERGUNTAS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Média S	2,21	1,80	2,46	2,52	2,05	2,22	1,68	2,02	2,17	2,15
Média P	2,20	1,74	2,45	2,49	2,02	2,22	1,68	2,02	2,16	2,12
S - P	0,01	0,06	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
% S - P	0,6%	3,5%	0,5%	1,5%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	1,1%

Moda S	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Moda P	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Percentil 25 S	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,25	2,00	2,00
Percentil 25 P	2,00	1,00	2,00	2,00	1,25	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	60,0%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%

Percentil 75 S	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Percentil 75 P	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Mediana S	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mediana P	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Desvio-Padrão S	0,68	0,87	0,72	0,63	0,77	0,75	0,81	0,83	0,77	0,72
Desvio-Padrão P	0,69	0,95	0,72	0,63	0,77	0,77	0,84	0,86	0,76	0,78
S - P	-0,01	-0,09	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,03	-0,03	0,01	-0,05
% S - P	-1,8%	-9,1%	0,0%	-0,1%	-0,2%	-2,1%	-3,5%	-3,4%	0,7%	-6,9%

Fonte: pesquisa direta

As variações negativas do desvio-padrão evidenciam a busca do consenso presente em 16 das 20 perguntas do questionário. Observou-se o comportamento do desvio-padrão das respostas oferecidas para cada pergunta, na qual foi apresentado o percentual da diferença entre os valores do desvio-padrão da segunda rodada menos o

da primeira, relacionados aos valores da primeira rodada. As reduções do desvio-padrão na segunda rodada de consulta ao grupo mostrou a tendência ao consenso. (**Figura 4.8**).

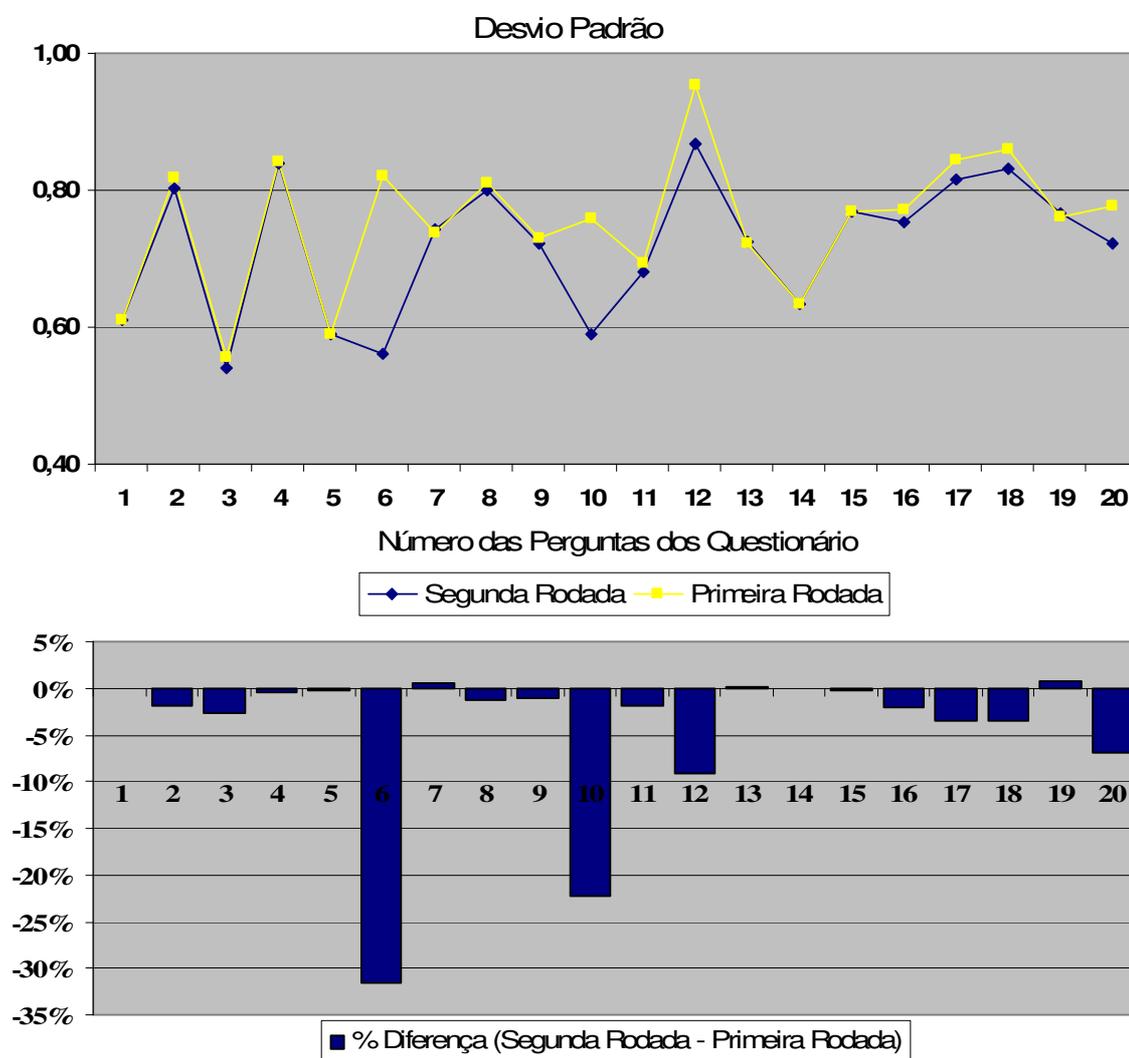


Figura 4.8: Diferença dos desvios padrões entre a segunda rodada e a primeira, apresenta-se no eixo (x): número das perguntas do questionário da Técnica *Delphi*

Foi então observado que os resultados da segunda rodada proporcionaram convergência importante nestas respostas que necessariamente tinham que formular uma linha de coerência nas inter-relações das respostas de números 6 e 10, que foram intituladas respostas cruzadas. Se, por algum motivo, um determinado respondente não estava atento ao elaborar suas respostas na primeira rodada, estas respostas cruzadas acentuaram o nível de concentração do respondente na segunda rodada da Técnica *Delphi*. Este fato demonstra a importância da utilização de respostas cruzadas na elaboração de questionários para aplicação na Técnica *Delphi*.

As variações mostraram que na segunda rodada os respondentes, de posse das respostas médias do grupo, puderam perceber inconsistências nas suas respostas, levando-os à correção destas inconsistências. Outro ponto importante na análise das variações das respostas entre a primeira e a segunda rodadas, foi a estabilidade dos valores das medidas estatísticas da mediana e da moda, indicando elevado nível de convicção nas respostas do grupo de especialistas. As demais respostas não apresentaram variações significativas, por já terem atingido na primeira rodada elevado nível de convicção por parte do respondente. Confirmou-se desse modo a convergência para as respostas, o que caracteriza a formação do consenso na segunda rodada.

Na **Tabela 4.7**, apresenta-se o percentual do grupo que elegeu como respostas as que avaliam como muito relevante e relevante as afirmações contidas nas perguntas dos questionários da primeira e segunda rodadas de consulta. Estes percentuais representaram o nível de concordância do grupo com as afirmações das perguntas, o que assegurou elevado nível de consenso entre o grupo.

Tabela 4.7: Percentual que responderam muito relevante ou relevante, na primeira e segunda rodadas de consultas

Perguntas	Segunda	Primeira	S-P
1	94%	94%	0%
2	86%	85%	1%
3	98%	98%	0%
4	83%	80%	3%
5	95%	95%	0%
6	4%	19%	-15%
7	91%	91%	0%
8	93%	92%	1%
9	92%	91%	1%
10	3%	11%	-8%
11	88%	87%	1%
12	68%	64%	4%
13	92%	92%	0%
14	95%	95%	0%
15	76%	75%	1%
16	86%	85%	1%
17	61%	59%	2%
18	75%	72%	3%
19	83%	83%	0%
20	83%	83%	0%

A variação das respostas da primeira para a segunda rodada de consultas foram todas no sentido de ampliar a concordância com as afirmações das perguntas, mesmo as de número 6 e 10, observando-se que estas negam as afirmações das perguntas 3 e 10; desta forma, os 4% e 3% de concordância com a negação destas implicaram na verdade com 96% e 97% de concordância com as perguntas 3 e 9.

4.2.4 Análise do Nível de Relevância

Destacou-se a medida estatística média apresentada na **Tabela 4.6** e incorporou-se esta ao conceito de nível de relevância. O nível de relevância neste trabalho equivaleu ao valor da medida média, variando na escala de “0” a “3”. Esta escala foi definida para as respostas, desde a aplicação dos questionários na primeira rodada de consultas.

O nível de relevância indicou o quanto foram relevantes as afirmações contidas nas perguntas dos questionários pelo grupo de especialistas. Utilizou-se a legenda oferecida para as respostas contidas nos questionários aplicados na primeira e segunda rodadas de consultas, transcrita a seguir: i) sem relevância (não ocorre) marque “0”; ii) baixa relevância (ocorre abaixo de 30%) marque “1”; iii) relevante (ocorre em torno de 50%) marque “2”; e iv) muito relevante (acima de 70%) marque “3”.

Foi detalhada a escala do nível de relevância, subdividindo-a da seguinte forma: a) muito relevante, representado na escala pelo intervalo numérico de (3 a 2,51); b) relevante, representado na escala pelo intervalo numérico de (2,50 a 1,51); c) pouco relevante, representado na escala pelo intervalo numérico de (1,50 a 0,51); e d) sem relevância, representado na escala pelo intervalo numérico de (0,50 a 0). Desta forma, o nível de relevância para determinada pergunta será maior quanto mais próximo estiver do valor “3” e sem relevância quanto mais próximo do valor “0”.

Na **Figura 4.9** representa-se o nível de relevância atribuído pelo grupo de especialistas às afirmações de cada pergunta na duas rodadas de consultas. Observou-se o baixo nível de relevância nas respostas das perguntas de números 6 e 10, equivalentes a 0,39 e 0,33. Como já comentado, representando nível de relevância de 2,61 e 2,67, em oposição às afirmações das referidas perguntas. O valor 2,51 no gráfico definiu o limite

para atribuir-se o conceito de “muito relevante” à afirmação de determinada pergunta. Receberam esta conceituação as afirmações das perguntas 2, 3, 5 e 14. No intervalo de 2,50 a 1,51, receberam o conceito de “relevante” as afirmações das perguntas 1, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 e 20. Evidenciaram-se deste grupo as de n°s 12 e 17, que receberam conceitos muito próximos de baixa relevância, com níveis de relevância equivalentes a 1,80 e 1,68, respectivamente.

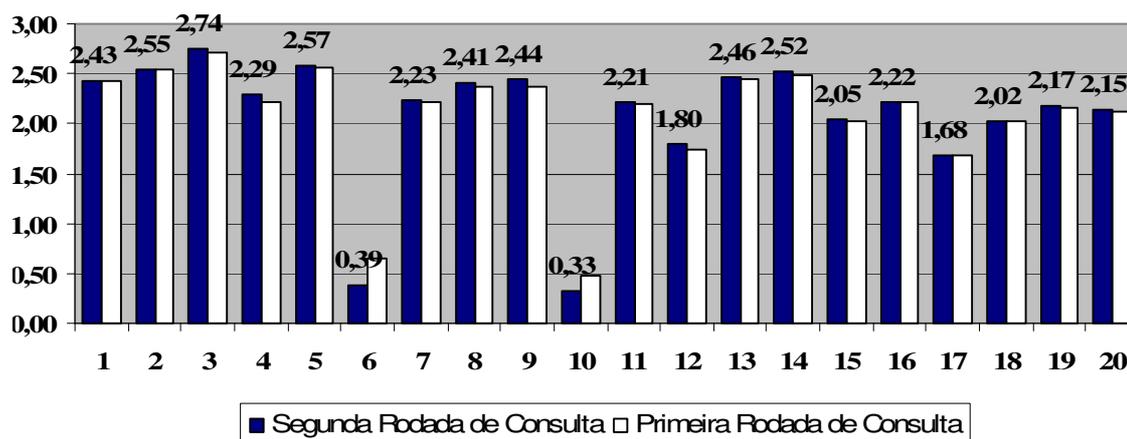


Figura 4.9: Nível de relevância das afirmações das 20 perguntas do questionário para os respondentes na primeira e segunda rodada. Os valores do eixo (Y) referem-se ao nível de relevância e os sobre as barras aos da segunda rodada

4.2.5 Avaliação das Respostas Cruzadas

No terceiro capítulo, foram descritas as chamadas respostas cruzadas, promovidas por perguntas elaboradas com estes objetivos, a fim de avaliar o grau de concentração do respondente. Como já mencionado, estas perguntas tinham os seus conteúdos equivalentes, mas perguntadas de forma a proporcionar respostas inversas.

Desta maneira, pôde-se avaliar a grau de concentração do respondente ao cruzar suas respostas. As perguntas que ofereciam estas possibilidades foram as de número 3 e 6, que avaliaram a relação entre a redução da velocidade e de acidente. Com o mesmo objetivo de realizar cruzamentos de respostas, as perguntas 9 e 10 promoveram respostas antagônicas.

Estas perguntaram sobre a capacidade vibratória do pavimento intertravado em promover o estado de atenção do condutor, direcionando-o a reduzir a velocidade. Desta forma, estando o respondente concentrado foi mantida a coerência ao cruzar as

respostas. Identificando-se inconsistências, pode-se considerar inseguras as respostas deste respondente especificamente, levando a exclusão das respostas deste. Com a identificação das inconsistências, realizou-se análise dos resultados com e sem os respondentes, a fim de avaliar qual a repercussão destas no resultado final.

Destacaram-se neste contexto as perguntas 3 e 6, onde foi avaliada a inter-relação da redução da velocidade com a redução dos acidentes de trânsito. Foi avaliado junto ao grupo de especialistas se a redução da velocidade em vias direciona à redução dos acidentes de trânsito. Mostram-se a seguir as perguntas e o cruzamento de suas respostas:

i) o texto da pergunta n° 3 “Com que relevância a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove a redução do número de acidentes de trânsito?”; e

ii) o texto da pergunta n° 6 “A aceleração dos veículos logo após passar as lombadas, fazendo com que estes ultrapassem a velocidade permitida, ainda dentro dos centros comerciais das travessias urbanas, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes nestes centros urbanos. Em sua opinião, qual a relevância desta afirmação?”.

Observou-se que estas perguntas promoveram respostas inversas, o que impôs ao respondente manter a coerência de suas respostas. Quando o respondente ofereceu respostas inconsistentes perante este cruzamento, fica indicada a desatenção por parte do mesmo. A inconsistência de algumas repostas neste teste de cruzamento possibilitou a aplicação de filtro que remove as respostas destes respondentes.

Na **Tabela 4.8**, realizou-se o cruzamento das respostas das questões 3 e 6. Os resultados foram referentes à segunda rodada e foram destacados com negrito e realce os cruzamentos identificados como inconsistentes.

As respostas inconsistentes para as duas perguntas apresentam-se nos seguintes formatos: (i) as que caracterizaram discordância com as afirmações de ambas as perguntas com respostas do tipo (0 e 0), (1 e 1) e (1 e 0); (ii) as que caracterizaram concordância com as afirmações, com respostas (3 e 3), (2 e 2) e (3 e 2).

Tabela 4.8: Cruzamento das Respostas (R0, R1, R2 e R3) às Perguntas (P3 e P6)

	(P3 - R0)	(P3 - R1)	(P3 - R2)	(P3 - R3)	Subtotal
(P6 - R0)	1	1	8	43	53
(P6 - R1)			7	19	26
(P6 - R2)			1	2	3
Subtotal	1	1	16	64	82

Na tabela, observou-se que 5 dos 82 respondentes do grupo de especialistas apresentaram respostas inconsistentes, mesmo após a reavaliação da segunda rodada de consulta. Estas inconsistências estavam nas respostas escolhidas por um determinado respondente que associou as seguintes combinações de respostas para as perguntas 3 e 6, respectivamente: i) P3 com R3 e P6 com R2, apresentaram-se com 2 respondentes, ou seja, para estes respondentes, a afirmações da pergunta 3 (P3), de que a redução da velocidade promove a redução do número de acidentes, foi considerada muito relevante (R3) e para os mesmos respondentes, a afirmação da pergunta 6 (P6) de que a aceleração dos veículos ultrapassando a velocidade permitida, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes, foi considerada relevante (R2), mostrando respostas incompatíveis; e ii) P3 com R2 e P6 com R2, (iii) P3 com R1 ou R0 e P6 com R0. Identificou-se deste universo o número de 5 respondentes com inconsistências nas respostas no conjunto de 82, representando 6% do grupo.

Na **Tabela 4.9**, apresentou-se o cruzamento das respostas 9 e 10, que tiveram os seguintes textos:

i) o texto da nº 9 “Com qual relevância o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito, poderia ser uma alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, que viesse a substituir o pavimento asfáltico, nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana atuando como ferramenta de moderação da velocidade?”;

ii) o texto da nº 10 “O pavimento intertravado, por suas características de pavimento vibratório e sonorizado, nunca poderia promover a moderação da velocidade ao transmitir ao condutor estas sensações de vibração e sonoridade. Qual a relevância desta afirmação?”.

Tabela 4.9: Cruzamento das Respostas (R0, R1, R2 e R3) às Perguntas (P9 e P10)

	(P9 - R0)	(P9 - R1)	(P9 - R2)	(P9 - R3)	Subtotal
(P10 - R0)	1	1	21	36	59
(P10 - R1)		3	9	8	20
(P10 - R2)		1		1	2
(P10 - R3)	1				1
Subtotal	2	5	30	45	82

Identificou-se no cruzamento das respostas às perguntas 9 e 10, um número de 6 respondentes com inconsistências nas respostas, que representaram 7% do grupo. Conceituou-se então, o “filtro de cruzamentos”, caracterizado pela remoção dos questionários identificados com inconsistências no cruzamento das respostas. Avaliou-se a repercussão da aplicação deste filtro nas **Tabelas 4.10 e 4.11**. Aplicou-se o filtro de cruzamentos, com a remoção de 11 questionários, que se apresentaram inconsistentes nos cruzamentos das respostas. Desta maneira, avaliou-se a repercussão da aplicação do filtro em todas as perguntas do questionário.

4.2.6 Avaliação da Aplicação do Filtro de Cruzamentos nas Respostas da Segunda Rodada de Consulta ao Grupo de Especialistas

As variações das respostas foram avaliadas pelas variações das medidas estatísticas resultadas das respostas da segunda rodada dos dois grupos, com 71 e 82 membros. As medidas estatísticas foram: (i) média, (ii) moda, (iii) primeiro quartil ou percentil 25; iv) terceiro quartil ou percentil 75, v) mediana e vi) desvio-padrão.

Foram comparadas as diferenças entre estas medidas estatísticas, subtraindo-se dos valores do grupo submetido ao filtro (71) menos os valores do grupo inicial (82). Sobre estas diferenças, procedeu-se ao cálculo dos percentuais que estas diferenças representaram sobre as medidas do grupo com filtro.

Evidenciaram-se, com efeito, as variações entre as respostas dos dois grupos. Os resultados são sumariados na **Tabela 4.10**, para as respostas das 20 perguntas do questionário da Técnica *Delphi*.

Tabela 4.10: Análise da variação das respostas da segunda rodada de consulta ao grupo de especialistas com filtro de cruzamentos (F) e sem filtro (S)

Perguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Média F	2,46	2,59	2,82	2,39	2,59	0,31	2,28	2,56	2,59	0,24
Média S	2,43	2,55	2,74	2,29	2,57	0,39	2,23	2,41	2,44	0,33
F - S	0,04	0,04	0,07	0,10	0,02	-0,08	0,05	0,15	0,15	-0,09
% F - S	1,6%	1,7%	2,7%	4,4%	0,7%	-20,6%	2,2%	6,2%	6,3%	-27,3%
Moda F	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
Moda S	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
F - S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% F - S	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Percentil 25 S	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00
Percentil 25 S	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Percentil 75 S	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	0,00
Percentil 75 S	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%
Mediana F	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
Mediana S	2,00	3,00	3,00	2,50	3,00	0,00	2,00	3,00	3,00	0,00
F - S	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% F - S	50,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Desvio Padrão F	0,58	0,75	0,39	0,73	0,58	0,47	0,68	0,60	0,52	0,46
Desvio Padrão S	0,61	0,80	0,54	0,84	0,59	0,56	0,74	0,80	0,72	0,59
F - S	-0,03	-0,06	-0,15	-0,11	-0,01	-0,10	-0,06	-0,20	-0,20	-0,13
% F - S	-4,6%	-6,9%	-27,9%	-13,4%	-2,3%	-17,0%	-8,4%	-24,7%	-27,5%	-21,6%

Fonte: pesquisa direta

Destaca-se a variação do desvio-padrão para todas as respostas das perguntas de 1 a 10, com valores significativos, o que indica que os respondentes identificados no cruzamento como inconsistentes, estão ampliando de forma expressiva o desvio-padrão das respostas. Com a exclusão destes 11 respondentes ampliou-se a convergência e conseqüentemente o consenso do grupo. Observa-se também, que para estas respostas

houve um aumento de valores na média de todas as perguntas, excetuando-se as de número 6 e 10 pelos motivos já conhecidos.

Tabela 4.10: (Continuação)

Perguntas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Média F	2,30	1,86	2,56	2,62	2,11	2,27	1,73	2,08	2,28	2,25
Média S	2,21	1,80	2,46	2,52	2,05	2,22	1,68	2,02	2,17	2,15
F - S	0,09	0,05	0,10	0,10	0,06	0,05	0,05	0,06	0,11	0,11
% F - S	4,0%	3,0%	4,1%	3,8%	3,1%	2,2%	2,9%	3,0%	5,1%	5,0%
Moda F	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Moda S	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
F - S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% F - S	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Percentil 25 S	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Percentil 25 S	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,25	2,00	2,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	60,0%	0,0%	0,0%
Percentil 75 S	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Percentil 75 S	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00
S - P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% S - P	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mediana F	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mediana S	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
F - S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% F - S	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Desvio Padrão F	0,62	0,85	0,60	0,52	0,73	0,70	0,76	0,77	0,68	0,67
Desvio Padrão S	0,68	0,87	0,72	0,63	0,77	0,75	0,81	0,83	0,77	0,72
F - S	-0,06	-0,02	-0,12	-0,12	-0,04	-0,06	-0,06	-0,06	-0,09	-0,05
% F - S	-9,1%	-1,9%	-16,6%	-18,3%	-5,2%	-7,7%	-7,3%	-7,4%	-11,3%	-7,2%

Fonte: pesquisa direta

Analisando-se as respostas das perguntas de número 11 a 20, atesta-se a redução do desvio-padrão em todas. Também observa-se o crescimento da média em todas as respostas com a conseqüente ampliação do grau de relevância no conceito do grupo em relação as afirmações das perguntas do questionário. Como todas as perguntas do questionário tiveram redução dos desvios-padrão, observou-se mais convergência para consenso. A moda e a mediana permaneceram inalteradas. Desta forma, foram assumidos os resultados com a aplicação do filtro de cruzamento com o resultado final

das respostas do grupo de especialistas para cada uma das 20 perguntas do questionário. Apresenta-se no **APÊNDICE – II – TABULAÇÃO DE DADOS**, na **Tabela Apêndice II.3**, a tabulação das respostas obtidas após a aplicação do filtro de cruzamentos.

Na seqüência vêm os percentuais de membros do grupo de especialistas submetidos ao filtro de cruzamento, que escolheram cada uma das respostas das perguntas do questionário. Estes resultados apresentados na **Tabela 4.11** representaram o resultado final da aplicação da Técnica *Delphi*. Tem destaque os percentuais dos membros que escolheram respostas do tipo “muito relevante” e “relevante”. Este percentual indicou o nível de concordância com a afirmação da pergunta.

Tabela 4.11: Percentuais de membros do grupo submetidos ao filtro de cruzamentos (grupo dos 71), que escolheram as respectivas respostas das perguntas (segunda rodada)

PERGUNTAS	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
1º: Os acidentes de trânsito em rodovias brasileiras são motivo de grande preocupação, principalmente quando as rodovias cruzam núcleos urbanos nas conhecidas travessias urbanas. Em sua opinião com qual relevância ocorre o número de acidentes de trânsito nas travessias urbanas?	0%	4%	45%	51%	96%
2º: Frequentemente, nas travessias urbanas encontramos centros comerciais (as sedes de pequenos municípios, por exemplo). Estes centros comerciais possuem um grande fluxo de pedestres e ciclistas, contribuindo para o aumento dos índices de acidentes de trânsito. Como você avalia o desenvolvimento de técnicas que venham a melhorar a convivência entre rodovia e estes centros comerciais?	1%	11%	14%	74%	88%
3º: Com que relevância a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove a redução do número de acidentes de trânsito?	0%	0%	18%	82%	100%
4º: As lombadas físicas e eletrônicas são ferramentas de controle da velocidade com sua ação restrita apenas ao local onde estão implantadas mostrando-se deficientes no controle da velocidade ao longo de toda a travessia urbana. Qual a relevância desta afirmação?	0%	14%	32%	54%	86%

PERGUNTAS	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
5°: Um motorista, ao chegar a uma travessia urbana, encontra uma destas lombadas, obrigando-se a reduzir a velocidade a 40 km/h. Mas logo após a lombada, este volta a acelerar antes mesmo de deixar a travessia urbana. Com que frequência os motoristas voltam a acelerar após passar por uma destas lombadas?	0%	4%	32%	64%	96%
6°: A aceleração dos veículos logo após passar as lombadas, fazendo com que estes ultrapassem a velocidade permitida, ainda dentro dos centros comerciais das travessias urbanas, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes nestes centros urbanos. Em sua opinião, qual a relevância desta afirmativa?	69%	31%	0%	0%	0%
7°: Eliminar as travessias urbanas nos projetos de rodovias que passem por centros comerciais, utilizando novos percursos que venham a contornar estes núcleos comerciais urbanos, seria o primeiro objetivo do engenheiro projetista. Lamentavelmente, isso nem sempre funciona, principalmente quando os centros comerciais dependem economicamente dos usuários da rodovia, observando que o comércio se desloca para a nova rodovia em busca de mercado, reproduzindo o antigo problema. Qual a ocorrência do deslocamento da atividade econômica para a nova rodovia?	3%	4%	55%	38%	93%
8°: Qual a relevância da substituição do pavimento asfáltico por outro que seja vibratório e produza emissão sonora diferente do pavimento asfáltico, transmitindo ao condutor a sensação que saiu da rodovia e que aplicado ao longo de todo o trecho comercial de uma travessia urbana, como uma ferramenta de controle da velocidade atue ao longo de todo o trecho em que o pavimento estiver aplicado?	1%	1%	37%	61%	98%
9°: Com qual relevância o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito, poderia ser uma alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, que viesse a substituir o pavimento asfáltico, nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana atuando como ferramenta de moderação da velocidade?	0%	1%	38%	61%	99%

PERGUNTAS	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
10º: O pavimento intertravado, por suas características de pavimento vibratório e sonorizado, nunca poderia promover a moderação da velocidade ao transmitir ao condutor estas sensações de vibração e sonoridade. Qual a relevância afirmação?	78%	21%	1%	0%	1%
11º: Com que relevância a textura vibrante e sonorizada do pavimento intertravado e principalmente, a mudança de cenário de rodovia para meio urbano seriam os fatores que promoveriam a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em uma travessia urbana?	0%	8%	54%	38%	92%
12º: O pavimento intertravado poderia ser aplicado tanto nas vias, como também nos acostamentos e passeios, onde a diversidade das cores e dos formatos permitiria a execução de toda sinalização horizontal e uma conseqüente valorização da paisagem urbana. Qual a relevância dos custos de implantação do pavimento intertravado nos trechos comerciais de uma travessia em substituição ao asfalto?	7%	23%	47%	23%	70%
13º: Com que relevância a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado tanto na via como nos acostamentos e passeios dos centros comerciais, e assim promovendo a mudança de cenário de rodovia para um cenário urbano) transmite ao motorista a informação de que ele saiu da rodovia e agora se encontra em uma via urbana, promovendo a redução da velocidade?	0%	6%	32%	62%	94%
14º: A substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais (aplicados também nos acostamentos) promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela vibração, 2- da audição, pela sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância?	0%	1%	35%	64%	99%

PERGUNTAS	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
15º: A substituição do revestimento das rodovias ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo o pavimento asfáltico pelo intertravado (aplicado também nos acostamentos e passeios), melhora a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários destes centros comerciais. Qual a relevância desta melhoria de mobilidade e acessibilidade?	0%	21%	47%	32%	79%
16º: A aplicação do pavimento intertravado nos acostamentos e passeios das travessias dos centros comerciais, utilizando blocos coloridos que personalizem o município pelas cores e desenho, melhora a qualidade visual da paisagem urbana. Que relevância tem uma melhoria na qualidade visual da paisagem urbana?	1%	10%	50%	39%	89%
17º: A redução da velocidade nos centros comerciais das travessias urbanas e a valorização da paisagem urbana (alcançada pela implantação do pavimento intertravado) fazem com que condutores e passageiros observem mais o meio urbano e o comércio local, induzindo, dessa forma, o crescimento econômico do local. Qual a relevância deste possível crescimento econômico com a aplicação do pavimento intertravado?	4%	32%	50%	14%	64%
18º: A aplicação do pavimento intertravado nestes centros comerciais em travessias urbanas também resulta na criação de uma identidade para o município. Ao utilizar blocos coloridos em acostamentos e passeios, tomando partido de cores e diferentes desenhos, melhora-se a paisagem urbana e a auto-estima dos moradores locais. Além disso, faz com que os condutores e passageiros, em uma futura viagem, identifiquem e lembrem-se do município pelas cores e desenho dos passeios. Em sua opinião qual a relevância desta afirmação?	1%	21%	46%	32%	78%

PERGUNTAS	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
19º: A substituição do revestimento das rodovias de pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana promoverá efetivamente, a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta redução de velocidade ao longo de todo o trecho comercial. A textura vibrante e sonora do pavimento é um dos fatores que deve promover este efeito, que deve ser mantido enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da textura vibrante e sonora do pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?	1%	8%	52%	39%	91%
20º: A substituição do revestimento das rodovias de pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado, ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana (tanto na via como no acostamento e passeios), deverá promover a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta redução de velocidade ao longo de todo o trecho comercial. A mudança efetiva do cenário de rodovia para meio urbano é um dos promotores deste efeito, o qual se manterá enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da mudança de cenário com o pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?	1%	8%	54%	37%	91%

Estão inseridos na **Tabela 4.11** os resultados finais auferidos com a aplicação dos questionários junto ao grupo de especialistas sistematizados com a Técnica *Delphi*. Foram apresentados os resultados para cada pergunta do questionário, ficando as conclusões e comentários a serem exibidas no Capítulo 6.

Analisou-se também, na **Tabela 4.12**, o nível de relevância, definido pela escala de relevância, como retromencionado. Assumiu-se uma escala de relevância numérica entre (0 e 3), indicando que, quanto mais próximo de “3”, mais relevante para o respondente e, quanto mais próximo de “0”, mais sem relevância. Relembrou-se a escala que foi utilizada a seguir: i) Muito relevante, representado na escala pelo intervalo numérico de (3 a 2,51); ii) Relevante, representado na escala pelo intervalo numérico de (2,50 a 1,51); iii) Pouco relevante, representado na escala pelo intervalo numérico de (1,50 a 0,51); e iv) Sem relevância, representado na escala pelo intervalo

numérico de (0,50 a 0). Na **Tabela 4.12** também, encontram-se relacionados os percentuais de concordância equivalente ao percentuais dos respondentes que escolheram como respostas “muito relevante” e “relevante”, por parte dos membros do grupo de especialistas com a aplicação do filtro de cruzamentos, como também o desvio-padrão correspondente a cada pergunta.

Tabela 4.12: Resultados finais do nível de relevância das afirmações após o filtro

Perguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% de Concordância	96%	88%	100%	86%	96%	0%	93%	98%	99%	1%
Média F	2,46	2,59	2,82	2,39	2,59	0,31	2,28	2,56	2,59	0,24
Nível de Relevância	R	MR	MR	R	MR	S	R	MR	MR	S
Desvio Padrão F	0,58	0,75	0,39	0,73	0,58	0,47	0,68	0,60	0,52	0,46

Tabela 4.12: (Continuação)

Perguntas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% de Concordância	92%	70%	94%	99%	79%	89%	64%	78%	91%	91%
Média F	2,30	1,86	2,56	2,62	2,11	2,27	1,73	2,08	2,28	2,25
Nível de Relevância	R	R	MR	MR	R	R	R	R	R	R
Desvio Padrão F	0,62	0,85	0,60	0,52	0,73	0,70	0,76	0,77	0,68	0,67

Legenda: MR = Muito Relevante, R = Relevante e S = Sem Relevância.

Na **Figura 4.10** estão delineados os percentuais de membros do grupo de especialistas submetidos ao filtro de cruzamentos (grupo dos 71), que escolheram as respostas na segunda rodada de consulta como “relevante” ou “muito relevante”.

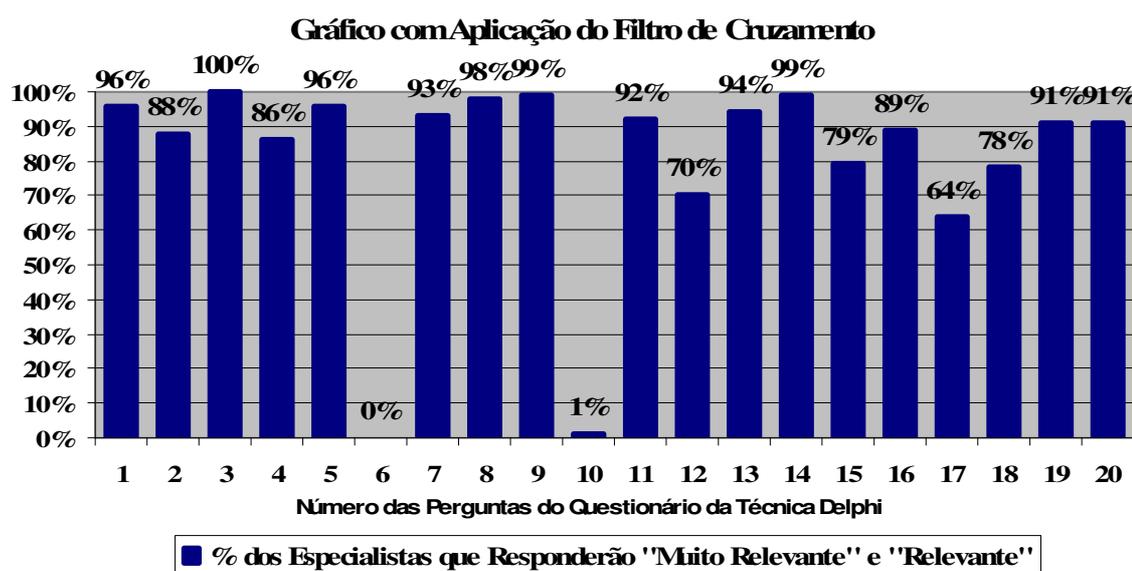


Figura 4.10: Percentuais de especialistas após a aplicação filtro de cruzamentos (grupo dos 71), que escolheram as respostas como relevante ou muito relevante

4.3 RESULTADOS DO SIMULADOR DE TRÁFEGO

Os resultados do simulador de tráfego são apresentados no **APÊNDICE – II – TABULAÇÃO DE DADOS**, especificamente na **Tabela Apêndice II.4**, na qual foram registradas as velocidades médias dos 21 trechos em análise no simulador. Onze trechos são de rodovias em ambiente rural, 5 em travessias urbanas com revestimento asfáltico e 5 em travessias urbanas com revestimento intertravado, apresenta-se a tabulação dos resultados das 50 simulações realizadas.

Foram usados os seguintes critérios nas legendas que identificaram os trechos do simulador: i) os trechos foram numerados de 1 a 21, independentemente de serem trechos em rodovia rural ou em travessia urbana. Desta forma, na legenda, o primeiro número referiu-se ao número do trecho, que obedeceu a seqüência da viagem simulada; e ii) a segunda letra referiu-se à característica do trecho, podendo ser R, A e I, que representaram, respectivamente, rodovia rural (R), travessias urbanas revestidas em asfalto (A) e travessia urbana com revestimento em pavimento intertravado (I). Por exemplo a legenda 1R refere-se ao trecho de número 1 rural, 2A refere-se ao trecho 2 em travessia urbana com pavimento asfáltico e 4I ao trecho em travessia urbana em pavimento intertravado. Os números representaram a numeração dos trechos testados na simulação, com os quais o programa do simulador arquivou os dados da simulação (**Tabela 4.13**).

Tabela 4.13: Médias de velocidade nos 21 trechos da simulação por km/h, as colunas representam esses trechos da viagem simulada

TS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
CT	R	A	R	I	R	A	R	I	R	A	R	I	R	A	R	I	R	I	R	A	R
MV	51	40	68	33	67	39	70	36	66	41	68	37	66	43	69	38	70	35	70	42	67

Legenda: TS = trechos simulados (21), CT = características dos trechos (R = rodovia rural, A = travessia urbana em pavimento asfáltico, I = travessia urbana em pavimento intertravado), MV= média da velocidade em km/h

As simulações foram realizadas de acordo com os critérios detalhados no Capítulo 3 (metodologia), destacando-se os principais: (i) exigiu-se do simulado (condutor), que fosse habilitado à condução de veículos e apresentasse a carteira de

habilitação; (ii) os simulados eram convidados aleatoriamente entre os participantes do evento MUNDO UNIFOR, e (iii) a orientação dada ao simulado era padrão, limitando-se a informar que se tratava de um simulador de tráfego e na viagem simulada ele trafegaria por uma rodovia em ambientes rurais e em ambientes de travessias urbanas. Informou-se que a sinalização de trânsito deveria ser respeitada e se informou acerca das velocidades máximas nos trechos, em rodovia rural, equivalente a 80 km/h e, em travessia urbana, a 40 km/h.

Mostra-se na **Figura 4.11** a distribuição da velocidade média dos 50 simulados ao longo dos 21 trechos da viagem no simulador. Observou-se a incidência de médias de velocidade menores nos trechos de travessias urbanas em revestimento, com o pavimento intertravado, em comparação ao pavimento asfáltico.

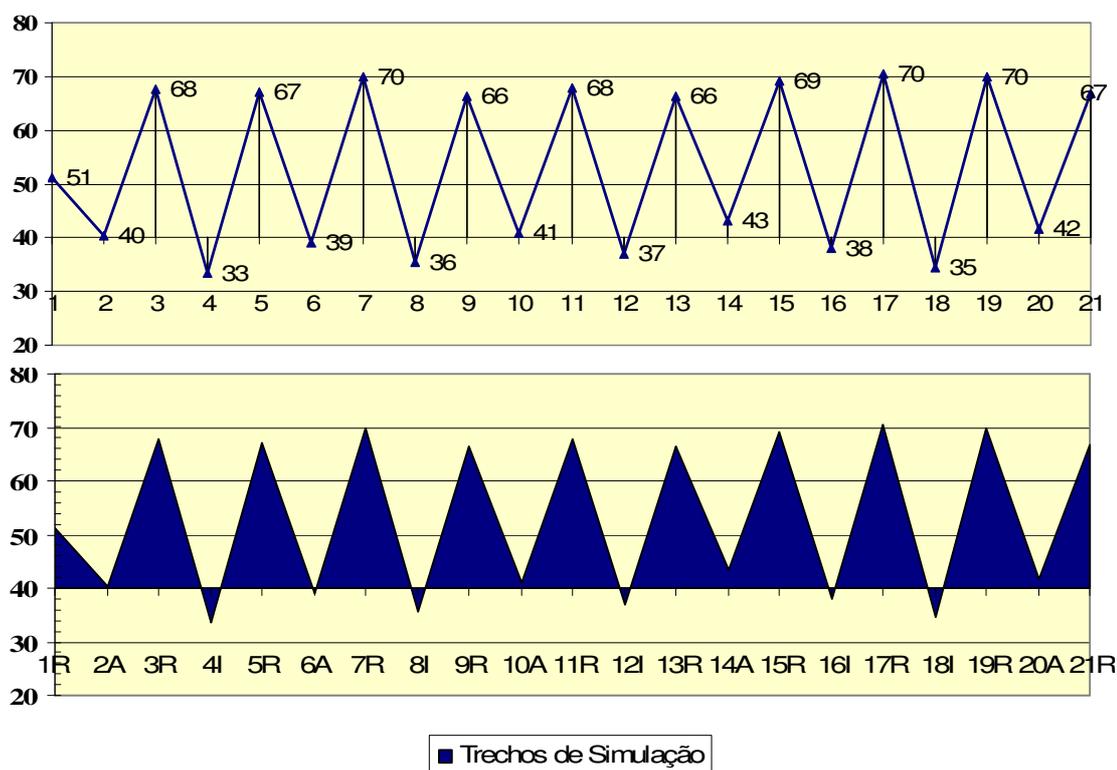


Figura 4.11: Distribuição da velocidade média nos 21 trechos da simulação, o eixo Y corresponde a velocidade em km/h

Legenda: Eixo Y = velocidade em km/h, Eixo X = 21 trechos de simulação, R = rodovia rural, A = travessia urbana com revestimento asfáltico, I = travessia urbana com revestimento em pavimento intertravado

Destaca-se nos resultados demonstrados na **Figura 4.11**, que a velocidade média permaneceu dentro do limite de 40km/h nos 5 trechos com revestimento em pavimento intertravado, que estão identificados por 4I, 8I, 12I, 16I e 18I. Os 5 trechos em intertravado apresentaram-se com velocidades médias de (33, 36, 37, 38 e 35)km/h respectivamente, enquanto os 5 trechos com pavimento asfáltico mantiveram-se com a velocidades médias de (40, 39, 41, 43, 42)km/h.

Observou-se que os trechos imediatamente após as travessias urbanas em pavimento asfáltico apresentaram velocidades superiores às das travessias urbanas em intertravado, provavelmente estimulados pela velocidade mais alta administrada pelo condutor do veículo nas travessias urbanas em pavimento asfáltico. Esta observação ressaltou o efeito na promoção da moderação da velocidade nas travessias urbanas em pavimento intertravado, pois os trechos que antecederam estas travessias em intertravado estão com velocidades médias mais elevadas do que as travessias com pavimentação asfáltica. Desta forma, o pavimento intertravado na simulação promoveu redução mais acentuada que o pavimento asfáltico, porquanto o condutor do veículo, na simulação, chegou com velocidades médias superiores no início das travessias urbanas em intertravado comparadas com as em asfáltico. Mesmo assim, o condutor, ao trafegar nas travessias urbanas com revestimento em pavimento intertravado, desenvolveu velocidades abaixo da permitida.

Encontram-se na **Tabela 4.14** as médias somadas de todos os trechos do tipo rodovia rural (R), que se encontravam antes de travessias urbanas em pavimento asfáltico e as que estavam antes de travessias urbanas em intertravado. Apresentaram-se, também, a soma das médias de todos os trechos em travessias urbanas em pavimento asfáltico e a soma em intertravado.

Calcula-se a redução em percentual que o condutor do veículo administrou ao entrar em um travessia urbana em asfáltico e em intertravado, ou seja, calculou-se qual o percentual de redução da velocidade que o condutor ministrava antes de entrar na travessia relativa a velocidade média que este desenvolveu na travessia. Estes cálculos foram realizados para os trechos em travessias urbanas em asfáltico e em intertravado, a fim de se ter um paralelo do efeito de moderação de velocidade entre os dois revestimentos.

Observou-se que as travessias urbanas com pavimento intertravado promoveram redução de 49% na velocidade em relação à velocidade que o simulado praticava na rodovia antes de entrar na travessia. Nas travessias urbanas com pavimento asfáltico, esta redução foi de 37%. Foi comparada à redução alcançada pelo pavimento intertravado com o pavimento asfáltico, obtendo-se uma redução a mais de 32% da velocidade no simulador de tráfego com o intertravado em relação ao asfáltico (**Tabela 4.14**).

Tabela 4.14: Velocidades médias por grupo de trechos e as reduções relativas de velocidade médias entre os pavimentos asfálticos e intertravado

ITEM	LEGENDA	VALOR
Velocidade média dos trechos em rodovia que antecedem travessias urbanas revestidas com pavimento asfáltico	MRA	66km/h
Velocidade média em trechos de travessias urbanas revestidas com asfáltico	MA	42km/h
% de redução na velocidade média desenvolvida nos trechos de rodovias antes das travessias revestidas com asfalto, em relação a velocidade média desenvolvida nestas travessias em asfalto	$\%MRA/MA = a$	37%
Velocidade média dos trechos em rodovia que antecedem travessias urbanas revestidas com pavimento intertravado	MRI	70km/h
Velocidade média em trechos de travessias urbanas revestidas com intertravado	MI	36km/h
% de redução na velocidade média desenvolvida nos trechos de rodovias antes das travessias revestidas com intertravado, em relação a velocidade média desenvolvida nestas travessias em intertravado	$\%MRI/MI = i$	49%
Relação entre a redução da velocidade promovida pelo pavimento intertravado e asfáltico em %	$\% (i - a)/a$	32%

Quanto às velocidades médias nos trechos em travessias urbanas encontrou-se no simulador a média de 42 km/h para o pavimento asfáltico e 36 km/h para o

pavimento intertravado. Observou-se, no entanto, que, antes do intertravado, o condutor estava com uma velocidade média superior à do pavimento asfáltico, ou seja, antes do intertravado, a velocidade era de 70 km/h e antes do asfáltico era de 66 km/h. Desta forma como já observado o pavimento intertravado promoveu redução de velocidade 32% superior a redução promovida pelo asfalto. Demonstrando atuar como uma ferramenta de moderação de velocidade em travessias urbanas.

Apresenta-se na **Figura 4.12** gráfico com os dados da **Tabela 4.14** e destaca-se a redução de velocidade promovida pelos pavimentos intertravado e asfáltico, onde foi calculado o percentual de redução relativa da velocidade entre o intertravado e o asfáltico na simulação.

Legenda: Eixo Y = velocidade em km/h, Eixo X = apresenta-se 4 trechos, velocidade média nos trechos rurais antes das travessias urbanas em asfalto = Rural Antes A, em travessias urbanas em asfalto = Travessia em A, velocidade média nos trechos rurais antes das travessias urbanas em intertravado = Rural Antes I, em travessias urbanas em intertravado = Travessia em I.

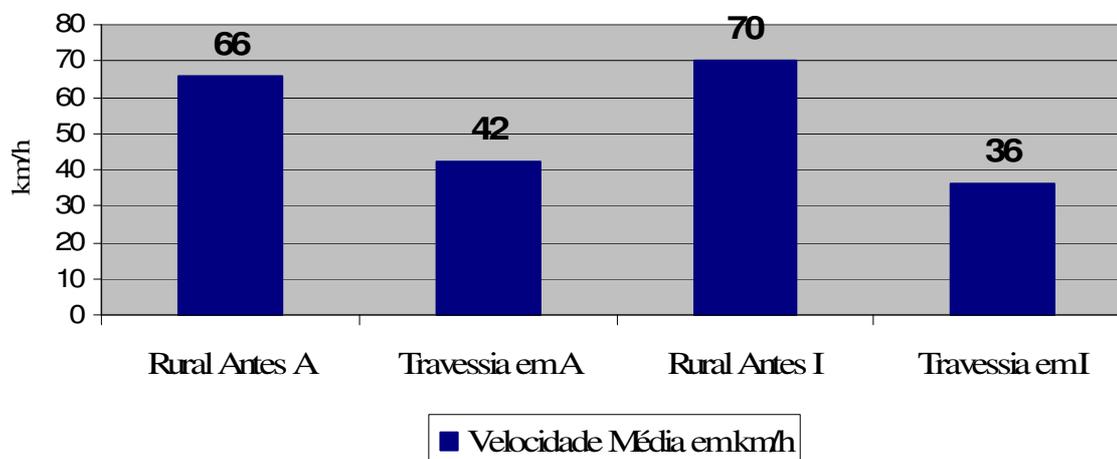


Figura 4.12: Comparação dos efeitos de moderação de velocidade entre o pavimento intertravado e o asfáltico

Na **Figura 4.13** apresenta-se o percentual de redução relativa das velocidades médias entre as velocidades nos trechos rurais e as travessias urbanas com revestimentos asfálticos e intertravado.

Como já relatado à redução alcançada pelo pavimento intertravado comparada com o pavimento asfáltico, obtendo-se uma redução a mais de 32% da velocidade no simulador de tráfego com o intertravado em relação ao asfáltico.

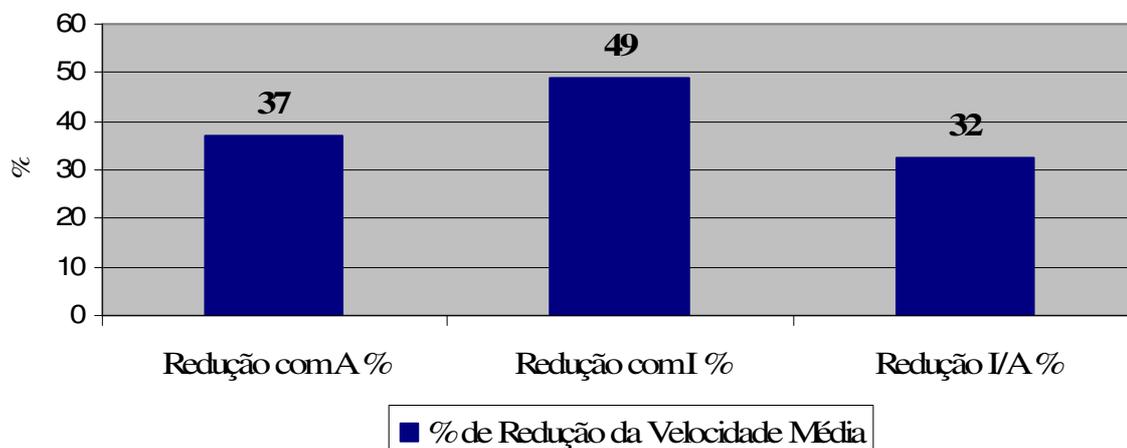


Figura 4.13: Redução relativa das velocidades médias entre as velocidades nos trechos rurais e as travessias urbanas com revestimentos asfálticos e intertravado

Após a simulação, os condutores responderam a 4 perguntas, das quais se obtiveram as respostas que estão na **Tabela 4.15**. Nesta tabela, apresentam-se os percentuais dentre os 50 participantes dos testes no simulador.

Observa-se que os respondentes, por terem vivenciado os efeitos sensoriais promovidos pela ferramenta na simulação, respondem convictamente as perguntas acerca da eficiência da ferramenta em estudo.

Os percentuais acima de 90% dos respondentes que consideraram as afirmações das perguntas como muito relevante e relevante afirmam a eficácia da ferramenta para este grupo de pessoas que participaram da simulação e que foram, conforme já descrito, tomados aleatoriamente, dentre os visitantes do evento MUNDO UNIFOR.

Destaca-se o percentual de 100% dentre os respondentes que consideraram como muito relevante e relevante a aplicação do pavimento intertravado nas travessias urbanas, para se obter a obtenção da redução da velocidade e sua manutenção reduzida ao longo da travessia urbana onde o intertravado estava aplicado. Atestam, pois, de forma, convicta a eficiência da ferramenta proposta.

Tabela 4.15: Resultados das respostas obtidas na aplicação do questionário logo após a simulação

PERGUNTAS	Sem Relevância	Baixa Relevância	Relevante	Muito Relevante	Relevante e Muito Relevante
1°: Com qual relevância a aplicação do pavimento intertravado em algumas das travessias urbanas (apresentadas na simulação) foi percebida por você?	0%	2%	50%	48%	98%
2°: Nesta simulação, em sua opinião, qual a relevância da aplicação do pavimento intertravado nas travessias urbanas, para redução da velocidade e sua manutenção reduzida ao longo da travessia urbana onde o intertravado estava aplicado?	0%	0%	38%	62%	100%
3°: Pedimos que você imagine uma situação real com a aplicação do pavimento intertravado substituindo o asfáltico em um centro comercial em travessia urbana e avalie com qual relevância o pavimento intertravado atuaria como ferramenta de moderação da velocidade nestes centros comerciais.	0%	8%	38%	54%	92%
4°: A substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais, e aplicado também nos acostamentos, promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela mudança de vibração, 2- da audição, pela mudança de sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância desta afirmação?	0%	8%	38%	54%	92%

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE CASO: TRAVESSIA URBANA DE GUAÍÚBA

Desenvolvem-se estudos na CE 060, conhecida Rodovia do Algodão do Estado do Ceará, no trecho do km 24 ao km 75, destacando-se a travessia urbana de Guaiúba. Nos estudos avalia-se a aplicação do pavimento intertravado, na travessia urbana de Guaiúba, como ferramenta de moderação do tráfego, respaldado nos resultados obtidos no Capítulo 4, que confirmaram a eficácia da ferramenta. Estudam-se também os índices de acidentes de trânsito na rodovia CE060 no trecho mencionado, avaliando-se a relação dos acidentes na rodovia nos trechos rurais com as quatro travessias urbanas existentes: Guaiúba, Acarape, Redenção e Aracoiaba. Apresenta-se nas **Figuras 5.1** a localização do Município de Guaiúba e da rodovia CE 060 (Rodovia do Algodão) no Estado do Ceará.

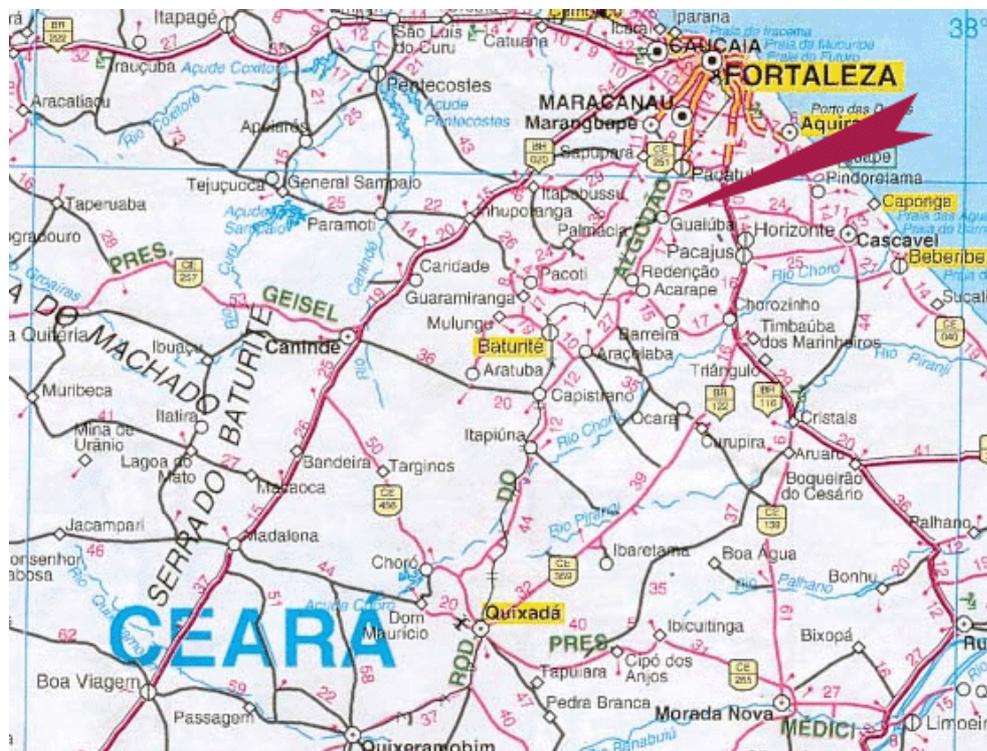


Figura 5.1: Mapa do Ceará, a seta indica a localização do Município de Guaiúba e da Rodovia do Algodão (CE 060), observa-se também os Municípios de Redenção, Acarape e Aracoiaba. Fonte: www.ipece.ce.gov.br/cartografia

A Travessia Urbana de Guaiúba localiza-se na rodovia CE 060, distando 38 km de Fortaleza. O centro comercial de Guaiúba encontra-se ao longo da travessia urbana, mede 366m e está delimitado por duas barreiras eletrônicas de controle de velocidade. Na foto de satélite da cidade de Guaiúba da **Figura 5.2**, a linha amarela representa a rodovia CE 060. Destaca-se em vermelho o trecho da travessia urbana de Guaiúba correspondente ao centro comercial, objeto do estudo deste trabalho, no qual estão marcadas as barreiras eletrônicas por meio de dois quadrados pretos. A área em laranja representa a sede do Município, onde se localizam a Prefeitura, as secretarias municipais, o banco, as escolas, as igrejas e parte do comércio.



Figura 5.2: Foto de satélite da cidade de Guaiúba. Fonte: *Google Earth Site*

Apresentam-se, nos **APÊNDICE III - MAPAS**, fotos de satélite que mostram a localização de Guaiúba em relação à cidade de Fortaleza, capital do Estado.

O DERT – Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes do Ceará, reconhece oficialmente o trecho em vermelho, na **Figura 5.2** como travessia urbana de Guaiúba, com jurisdição estadual. Apresenta-se na **Figura 5.3** placa indicativa do início da travessia urbana de Guaiúba, na CE 060.



Figura 5.3: Placa do DERT, definindo a travessia urbana de Guaiúba, CE 060

No centro comercial da travessia de Guaiúba, observa-se grande fluxo de pedestres, ciclistas e motoqueiros, o que eleva o risco de ocorrência de acidentes de trânsito na travessia (**Figura 5.4**).



Figura 5.4: Centro comercial da travessia de Guaiúba

A velocidade máxima permitida é de 40 km/h, no entanto, constatou-se, em observação *in loco*, que o limite de velocidade imposto não é respeitado ao longo deste trecho comercial. Os motoristas reduzem a velocidade ao passarem pela barreira eletrônica e voltam a acelerar o veículo logo após ultrapassá-la, infringindo, dessa maneira, o limite de velocidade permitido. Estas observações confirmam os resultados obtidos junto ao grupo de especialistas na aplicação da Técnica *Delphi*, no Capítulo 4, os quais indicam um percentual superior a 70% dos motoristas, que voltam a acelerar o veículo logo após passar pelas lombadas eletrônicas. A **Figura 5.5** mostra a sinalização na entrada da travessia de Guaiúba, onde a velocidade máxima é de 40 km/h.



Figura 5.5: Sinalização na travessia urbana de Guaiúba

5.1 O MUNICÍPIO DE GUAÍÚBA

A história do município de Guaiúba remonta ao século XVII, quando, no ano de 1682, o sargento-mor José Martins e seus companheiros obtiveram, por sesmaria, seis léguas de terra a partir da ponta da serra de Guaiúba ao sul, três léguas para o norte e nove léguas na direção poente. Em 1911, Guaiúba tornou-se distrito e, em 13 de março de 1987, foi elevado à categoria de município (CAMPOS, 2007).

O Município mencionado tem área de 267,293 km². Com 78% de sua população de acordo com o censo de 2000, vivendo na área urbana. O citado Município situa-se na microrregião de Fortaleza, com o tempo de viagem a Fortaleza estimado em 38 minutos. A via de acesso principal é a CE 060 (CAMPOS, 2007).

O número populacional levantado no censo realizado em 2000 foi 19.884 habitantes. Essa população apresenta PIB *per capita* anual de R\$ 1.467,00, do qual o percentual de 77,55% concentra-se na área de serviços, demonstrando a grande dependência do Município em relação ao setor de serviços (IBGE, 2000).

O produto interno bruto, conforme dados de 2004, é de R\$ 46.607.000,00, sendo 67% do setor de serviços, 17,2% da indústria e 15,8% da agropecuária. De acordo com o censo de 2000, existem 4.473 domicílios. Conforme levantamento feito em 2006, o serviço de água abrange somente a área urbana e beneficia, dessa forma, 77,71% dos domicílios. Quanto ao esgoto, apenas 30,04% são beneficiados e apenas na área urbana. A energia elétrica totaliza 95,81%, abrangendo, praticamente, todo o município. Existem 1250 linhas telefônicas no Município (CAMPOS, 2007).

Na **Figura 5.6** observa-se o estilo arquitetônico colonial português presente em algumas edificações do Município, como na foto da igreja matriz.



Figura 5.6: Igreja Católica Matriz de Guaiúba

5.1.1 O Ambiente Urbano

O surgimento da mentalidade ambiental incorporou à *communis opinio* a noção de que todas as espécies animais, por serem partes integrantes da natureza e participarem da cadeia ecológica, devem ser preservadas em seus respectivos *habitats*. Por outro lado, embora parte integrante da natureza, o ser humano tem o poder de se opor ao livre curso desta mesma natureza (BELLIA e BIDONE, 1993). Desta forma, o

ser humano pode produzir um ambiente bom ou ruim, o que pode ser medido pela qualidade de vida de seus habitantes, da inserção deste espaço no ambiente social e global. Acrescente-se a isto o fato de que o processo de produção do ambiente, no que se refere às cidades, é muito dinâmico (ESTEVES, 2003).

O problema ambiental passa então a incorporar aspectos como bem-estar, satisfação e conforto dos cidadãos tanto quanto outros problemas ambientais tradicionais, tal como se apresenta a poluição do ar. Esta abordagem já inclui aspectos como a intrusão social e a segregação urbana, que atingem basicamente os habitantes das cidades (ESTEVES, 2003).

No ambiente urbano, no caso específico dos transportes, se faz necessária uma política específica para a circulação urbana que preserve a qualidade ambiental das cidades (BUCHANAN, 1963; BREHNY, 1992). Os danos à paisagem no ambiente urbano com o uso do território, o aumento de conflitos e riscos, tanto na circulação de veículos como de pedestres, transformam o local e reduzem a qualidade de vida de seus habitantes. O crescimento da população das cidades é um fato, o que sugere a necessidade de se considerar à capacidade ambiental urbana em prover recursos, serviços e abrigo a fim de manter e preservar a qualidade de vida dos seus moradores (ESTEVES, 2003).

Apesar de possuir pequena densidade demográfica e área de urbanização pouco desenvolvida, o Município apresenta a tendência de incorporar os processos em curso na região metropolitana de Fortaleza. Inicialmente, esse fenômeno era restrito ao Município de Maracanaú, mas está, nos dias de hoje, consolidado na direção de Pacatuba e Guaiúba. Referida tendência oferece novas possibilidades de suprimentos urbanos, provenientes do setor primário situado em área próxima, assim como dos serviços do setor de transformação e, conseqüentemente, comércio e serviços em geral. Inicia-se, também, uma busca de pessoas que trabalham em outros municípios, como o distrito industrial de Maracanaú ou, até mesmo, Fortaleza, pelas residências em Guaiúba.

5.1.2 O Centro Comercial de Guaiúba

O centro comercial localizado na travessia urbana de Guaiúba caracteriza-se pelo comércio varejista em geral, mercadinhos, um posto de combustível, farmácias,

restaurantes, sorveterias, lojas de produtos regionais. Recentemente, foi implantado pela Prefeitura um centro de arte, no qual são comercializados artesanatos produzidos no próprio Município, abriga um teatro e uma livraria, transformando-se, dessa maneira, em um ponto turístico e de convivência da cidade. O comércio tem grande parte de sua economia dependente dos usuários da rodovia que trafegam pela citada travessia urbana. O desenvolvimento e o crescimento econômico desse centro comercial projetam-se no grande fluxo de turistas, os quais passam diariamente pela travessia urbana da CE 060, deslocando-se de Fortaleza ao maciço de Baturité, onde se localizam as cidades turísticas de Baturité, Guaramiranga, Pacoti, Mulungu, entre outras. O comércio local e a administração municipal depositam grandes expectativas na possibilidade de crescimento da economia com base no turismo, o que impõe tratamento urbanístico mais adequado à travessia urbana.

5.1.3 A Relação Econômica de Guaiúba com a Travessia Urbana

A relação econômica de Guaiúba com a travessia urbana em estudo é grande. O núcleo do comércio situa-se ao longo dessa travessia, o que proporciona fonte de renda para muitos habitantes, assim como receita para o Município. As atividades econômicas ao longo da travessia ocorrem, fundamentalmente, pela sua presença, considerando-se que essas atividades são promovidas em decorrência da relação estabelecida com os condutores de veículos que trafegam na rodovia CE 060. A dependência econômica do Município em relação aos usuários da rodovia fica evidenciada pela tipologia das empresas comerciais estabelecidas na travessia, as quais se caracterizam por lanchonetes, restaurantes, sorveterias, lojas varejistas, lojas de artesanatos, posto de combustíveis, supermercados, Banco do Brasil, Agência dos Correios, casa lotérica, órgãos públicos, farmácias e bares (**Figura 5.7**). Esta dependência em relação à rodovia evidencia a necessidade de aplicar-se a ferramenta estudada no presente trabalho, a qual objetiva o controle da velocidade ao longo da travessia urbana, objetivando a redução dos acidentes de trânsito, além de promover a valorização paisagística do centro comercial. A valorização paisagística da travessia poderá estimular o turista, que trafega pela rodovia em direção ao maciço de Baturité, a estabelecer contato com o Município. A existência de um centro cultural na própria travessia urbana, com um teatro, biblioteca, centro de artesanato, praça e espaço destinados às manifestações folclóricas, feira culinária, facilita e estimula o turista parar no município.



Figura 5.7: Centro Comercial na travessia de Guaiúba, situada no km 26 da CE 060

O turismo desponta como alternativa de grande potencial, em decorrência do fluxo diário de turistas trafegando pela travessia urbana de Guaiúba, os quais se deslocam de Fortaleza ao maciço de Baturité. A presença de ônibus turísticos estacionados na travessia é constante, como se observa na **Figura 5.8**.



Figura 5.8: Travessia urbana de Guaiúba, ônibus de turismo

5.2 TRAVESSIA URBANA EM GUAÍÚBA – PROBLEMAS E SOLUÇÕES

A rodovia CE 060 possui revestimento asfáltico nesse trecho, tendo mão-dupla e apenas uma faixa de tráfego para cada sentido. A área de acostamento é deficiente, sendo, até mesmo, inexistente em alguns pontos. Inexiste compatibilidade topográfica entre a rodovia e a malha urbana.

Algumas calçadas estão abaixo do nível da rodovia, aumentando, dessa maneira, os riscos de acidentes com pedestres. A compatibilidade topográfica da rodovia com a malha urbana configura um dos pontos importantes para facilitar a mobilidade no núcleo urbano de Guaiúba. A compatibilidade topográfica também é importante para promover a caracterização da travessia urbana como uma via urbana, desta forma, diferenciando a travessia da rodovia.

A transformação do cenário da travessia urbana, de rodovia para urbano, configura fator de controle de velocidade, como demonstrado neste trabalho. Associando-se a compatibilidade topográfica a uma possível aplicação do pavimento intertravado em substituição ao asfáltico, serão atribuídas características de cenário urbano à travessia de Guaiúba, sendo este panorama um fator de controle da velocidade, já demonstrado neste trabalho. Nesse sentido, promove-se a manutenção do controle da velocidade ao longo de todo o trecho dessa travessia, com a conseqüente redução dos níveis de acidentes de trânsito, como foi demonstrado no Capítulo 4.

Podem, ainda, ser observadas estas incompatibilidades topográficas entre a rodovia e o núcleo urbano de Guaiúba na **Figura 5.9**, na qual o nível topográfico das edificações está bem abaixo do nível da rodovia. No local onde se encontra implantada a barreira eletrônica, observa-se as edificações em nível topográfico abaixo do nível de implantação da rodovia, chegando em alguns pontos a 80cm.



Figura 5.9: Início da travessia urbana de Guaiúba

Observam-se, ainda, estas incompatibilidades topográficas entre a rodovia e as calçadas em quase todo o trecho da travessia urbana de Guaiúba. Em alguns pontos, a calçada está cerca de 30cm abaixo do greide da rodovia, ficando o pedestre sem qualquer proteção, em caso de acidentes que promovam o deslocamento do veículo para

a calçada (**Figuras 5.10 e 5.11**). Este fato, além de submeter os pedestres a graves riscos, configura um desrespeito às normas de acessibilidade e mobilidade urbana. Propõe-se, quando da substituição do revestimento asfáltico da via pelo pavimento intertravado, o rebaixamento do greide da rodovia para posicionar, adequadamente, o nível das calçadas.



Figura 5.10: O nível das calçadas está abaixo do greide da rodovia



Figura 5.11: O nível das calçadas está abaixo do greide da rodovia. Nessas calçadas, o desnível com o greide da rodovia atinge, em alguns pontos, 30cm

As faixas de proteção de pedestres estão praticamente apagadas e não há sinalização vertical alertando para a sua aproximação. Outro problema significativo diz respeito aos acostamentos, os quais inexistem em grande parte da travessia. Quando eles estão presentes, apresentam-se com pavimentação de baixa qualidade, nos dois revestimentos (asfáltico e paralelepípedo). Nesses casos, estão sempre presentes os batentes entre o asfalto e o paralelepípedo. Os batentes configuram obstáculos na acessibilidade dos pedestres e dificultam a integração da rodovia à malha urbana. Indica-se como possível solução a aplicação do pavimento intertravado, tanto na via como nos acostamentos, eliminando, dessa maneira, esses obstáculos (**Figura 5.12**).



Figura 5.12: Acostamentos apresentando batentes dificultam a acessibilidade dos pedestres e a mobilidade urbana

5.3 A TRAVESSIA E A FERRAMENTA DE MODERAÇÃO DE TRÁFEGO

Considerando-se a importância da travessia urbana no desenvolvimento econômico do Município, torna-se inviável qualquer tipo de mudança no que se refere a sua localização, como construir uma variante da rodovia que venha a contornar o centro comercial. É necessário, no entanto, que se façam intervenções para melhorar as condições do local. A aplicação da ferramenta objeto de estudo deste trabalho, conforme demonstrado, além de promover o controle continuado da velocidade na travessia

urbana, promove a melhoria da qualidade visual da paisagem urbana, melhorando ainda a acessibilidade e a mobilidade urbana. Desta forma, o tratamento com o pavimento intertravado na travessia urbana de Guaiúba mostra-se adequado. Apresenta-se a travessia com a aplicação digital do pavimento nas **Figuras 5.13, 5.14, 5.15, 5.16 e 5.17.**



Figura 5.13: Início da travessia urbana de Guaiúba, com barreira eletrônica



Figura 5.14: Faixa de pedestre na travessia, em pavimento intertravado



Figura 5.15: Compatibilidade topográfica com a malha urbana

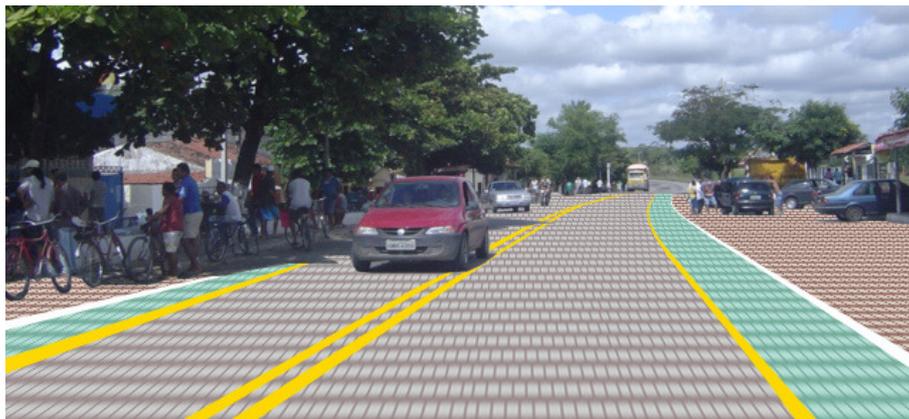


Figura 5.16: Presença constante de pedestres e ciclistas na travessia



Figura 5.17: Final da travessia urbana, com barreira eletrônica, na saída sul

Observa-se que o pavimento intertravado proporciona condições de urbanização com tonalidades claras e texturas variadas, tanto com blocos de paralelepípedo como de pré-moldados em concreto. Aspectos técnicos, como a redução da velocidade dos veículos, redução dos níveis de acidentes de trânsito e o maior conforto térmico, contribuem para o progresso econômico local. A integração dos diversos ambientes que compõem o núcleo urbano, mediante aplicação do pavimento intertravado, proporciona efeitos estéticos e visuais agradáveis, os quais elevam o padrão do núcleo urbano e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento.

5.4 ACIDENTES DE TRÂNSITO NO TRECHO DA CE 060, DO KM 24 AO KM 75 - GUAÍÚBA, ACARAPE, REDENÇÃO E ARACOIABA

Os acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras configuram uma das grandes preocupações nacionais. As péssimas condições das rodovias, a imprudência por parte

dos condutores de veículos, a falta de manutenção nos veículos, o desrespeito aos pedestres, entre muitos outros fatores, são os promotores dos elevados índices dos acidentes de trânsito nestas rodovias.

Coletou-se junto ao DERT do Ceará dados referentes aos acidentes de trânsito ocorridos na rodovia CE 060, nos trechos dos quilômetros de número 24 ao número 75, para os anos de 2004, 2005, 2006, e o período de janeiro a agosto de 2007. Estes trechos da rodovia passam por quatro municípios - Guaiúba, Acarape, Redenção e Aracoiaba. Nestes trechos o DERT regulamenta quatro travessias urbanas, todas com a característica jurídica de travessia urbana de jurisdição estadual, ou seja, a rodovia passa a ser uma via urbana nessas travessias, tanto no aspecto jurídico como técnico. Apesar desse fato, essas travessias mantêm-se sob a responsabilidade jurídica, técnica e financeira do Estado do Ceará, por meio do DERT.

Levantou-se, junto ao DERT, o número de acidentes em cada quilômetro, definindo o tipo e a gravidade dos acidentes. A escolha destes trechos teve como objetivo gerar dados para comparação com o objeto de estudo deste trabalho, a travessia urbana de Guaiúba. Os dados foram separados por municípios, tendo sido dividido o trecho da CE 060 da seguinte forma: (i) Guaiúba – trecho da CE 060 do km nº 24 ao 43, (ii) Acarape - trecho da CE 060 do km nº 44 ao nº 50, (iii) Redenção - trecho da CE 060 do km nº 51 ao nº 64, (iv) Aracoiaba - trecho da CE 060 do km nº 65 ao nº 75. As travessias urbanas de cada município, também, foram identificadas: a) travessia urbana de Guaiúba no km 26, b) Acarape nos km 48 e 49, c) Redenção no km 52 e d) Aracoiaba nos km 73 e 74.

Apresentam-se, em seguida, os dados levantados, referentes aos acidentes de trânsito do trecho da rodovia CE 060, os quais foram separados por municípios e suas travessias urbanas, para o período de tempo já mencionado.

5.4.1 GUAIÚBA - Trecho da CE 060 do km N° 24 ao N° 43

Apresenta-se, na **Tabela 5.1**, uma análise comparativa dos índices de acidentes de trânsito no trecho da travessia urbana com os que ocorrem no restante do percurso da rodovia CE 060, no Município localizado, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007.

Destaca-se, nestas análises, o elevado percentual de acidentes na travessia em relação ao total dos acidentes da rodovia CE 060, no Município de Guaiúba. Os dados demonstram que, nos 366m da travessia urbana, que representam apenas 2% dos 19 km do percurso da rodovia CE 060 dentro desse Município, o índice de acidentes de trânsito na travessia urbana atinge 22% do total de acidentes. Entretanto, o índice de vítimas fatais na citada travessia atinge 24% do total de vítimas fatais, neste mesmo trecho da rodovia.

A **Tabela 5.1** apresenta a seguinte legenda: na coluna “A”, tem-se BAT = número de batidas de veículos, na coluna “B”, ACDM = acidentes apenas com danos materiais (sem vítimas), na coluna “C”, LEVE = acidentes com vítimas de ferimentos leves, na coluna “D”, GRAVE = acidentes com vítimas de ferimentos graves, na coluna “E”, FATAL = acidentes com vítimas fatais e na última coluna encontra-se o somatório das colunas “C” + “D” + “E”, que totaliza o número de vítimas nos acidentes de trânsito do período indicado.

Tabela 5.1: Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Guaiúba, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007

Trecho em Guaiúba		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/2004 a 08/2007	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Guaiúba Travessia Urbana	QUANT	21	13	10	4	4	18
Guaiúba Rural	QUANT	73	24	50	17	13	80
TOTAL	QUANT	94	37	60	21	17	98
Guaiúba Travessia Urbana	%	22%	35%	17%	19%	24%	18%
Guaiúba Rural	%	78%	65%	83%	81%	76%	82%
Trecho da CE 060 em Guaiúba	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Caso a análise realize-se sobre os dados de 2006, que retrata uma realidade mais próxima das condições físicas atuais da travessia urbana de Guaiúba, têm-se índices mais elevados, como mostra a **Tabela 5.2**. O percentual de acidentes de trânsito na travessia urbana de Guaiúba é de 48% do total dos acidentes de todo o trecho da CE 060 que cruza o citado Município e de 38% do total de vítimas do mesmo trecho. Ressalta-

se que, como expresso anteriormente, a travessia só representa 2% da extensão do total da rodovia no Município examinado, mas representa 33% dos acidentes fatais.

Tabela 5.2: Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Guaiúba, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2006

Trecho em Guaiúba		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/2006 a 12/2006	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Guaiúba Travessia Urbana	QUANT	14	8	9	2	2	13
Guaiúba Rural	QUANT	15	4	13	4	4	21
TOTAL	QUANT	29	12	22	6	6	34
Guaiúba Travessia Urbana	%	48%	67%	41%	33%	33%	38%
Guaiúba Rural	%	52%	33%	59%	67%	67%	62%
Trecho da CE 060 em Guaiúba	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Conclui-se que é importante se aplicar tratamentos especiais às travessias urbanas e, no caso específico da travessia urbana em estudo, propõe-se o tratamento com a substituição do revestimento asfáltico existente pelo revestimento com o pavimento intertravado, aplicado na via e nos acostamentos, após ter sido promovida a compatibilidade topográfica da travessia com a malha urbana, conforme os resultados obtidos neste trabalho, os quais estão detalhados no Capítulo 4.

5.4.2 ACARAPE - Trecho da CE 060 do km N° 44 ao N° 50

Apresentam-se na **Tabela 5.3** os índices de acidentes de trânsito no trecho da travessia urbana, comparados com os índices do restante do percurso da rodovia CE 060, no Município de Acarape, no período de tempo de janeiro de 2004 a agosto de 2007. Destaca-se, também, como concluído em relação à travessia de Guaiúba, o elevado percentual de acidentes na travessia em relação ao total dos acidentes da rodovia CE 060, no Município de Acarape.

Os índices de acidentes de trânsito, neste período de tempo, na travessia urbana de Acarape atingem 28% do total do trecho da CE 060 no Município de Acarape, enquanto o índice de vítimas fatais na travessia urbana atinge 50% do total de vítimas fatais, no mesmo trecho dessa rodovia (**Tabela 5.3**).

Tabela 5.3 Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Acarape, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007

Trecho em Acarape		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/04 a 08/07	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Acarape Travessia Urbana	QUANT	9	2	3	1	3	7
Acarape Rural	QUANT	23	11	18	3	3	24
TOTAL	QUANT	32	13	21	4	6	31
Acarape Travessia Urbana	%	28%	15%	14%	25%	50%	23%
Acarape Rural	%	72%	85%	86%	75%	50%	77%
Trecho em Acarape	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Ao analisar os dados do ano de 2006, os índices tornam-se mais elevados, como mostra a **Tabela 5.4**. O percentual de acidentes na travessia urbana desse Município é de 83% do total dos acidentes de todo o trecho da CE 060 que cruza o mesmo e atinge os 100% do total de vítimas do mesmo trecho. Ressalta-se a importância dos estudos realizados neste trabalho.

Tabela 5.4: Índices de acidentes de trânsito no trecho Acarape, de 01/06 a 12/06

Trecho em Acarape		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/06 a 12/06	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Acarape Travessia Urbana	QUANT	5	1	2	0	2	4
Acarape Rural	QUANT	1	0	1	0	0	1
TOTAL	QUANT	6	1	3	0	2	5
Acarape Travessia Urbana	%	83%	100%	67%	0%	100%	80%
Acarape Rural	%	17%	0%	33%	0%	0%	20%
Trecho em Acarape	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

5.4.3 REDENÇÃO - Trecho da CE 060 do km N° 51 ao N° 64

Apresentam-se, na **Tabela 5.5**, os índices de acidentes de trânsito da rodovia CE 060, no município de Redenção, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007. O percentual de acidentes na travessia em relação ao total de acidentes da rodovia CE 060, no citado Município, atinge 16%, enquanto o índice de vítimas fatais na travessia urbana chega a 29% do total de vítimas fatais, nesse mesmo trecho da rodovia. Ao

analisar, também para Redenção, os dados do ano de 2006, os índices mostraram-se mais elevados, como mostra a **Tabela 5.6**. O percentual de acidentes de trânsito na travessia urbana de Redenção é de 25% do total dos acidentes de todo o trecho da CE 060 que cruza o referido município é de 100% do total de vítimas do mesmo trecho.

Tabela 5.5: Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Redenção, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007

Trecho em Redenção		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/04 a 08/07	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Redenção Travessia Urbana	QUANT	7	2	5	1	2	8
Redenção Rural	QUANT	37	10	11	20	5	36
TOTAL	QUANT	44	12	16	21	7	44
Redenção Travessia Urbana	%	16%	17%	31%	5%	29%	18%
Redenção Rural	%	84%	83%	69%	95%	71%	82%
Trecho da em Redenção	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Ressalta-se, mais uma vez, com estes resultados, a importância dos estudos realizados no presente trabalho, em que se propõe a aplicação do pavimento intertravado como ferramenta para estabelecer o controle de velocidade nas travessias.

Tabela 5.6: Índices de acidentes de trânsito, no trecho da CE 060, no Município de Redenção, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2006

Trecho em Redenção		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/06 a 12/06	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Redenção Travessia Urbana	QUANT	3	1	2	0	1	3
Redenção Rural	QUANT	9	3	2	8	0	10
TOTAL	QUANT	12	4	4	8	1	13
Redenção Travessia Urbana	%	25%	25%	50%	0%	100%	23%
Redenção Rural	%	75%	75%	50%	0%	0%	77%
Trecho da em Redenção	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

5.4.4 ARACOIABA - Trecho da CE 060 do km N° 65 ao N° 75

A **Tabela 5.7**, da mesma forma demonstrada em relação aos municípios anteriores, apresenta os índices de acidentes de trânsito no trecho da travessia urbana,

comparados com os índices do percurso remanescente da rodovia CE 060, no Município referido, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007.

Nestas análises, destaca-se o elevado percentual de acidentes na travessia em relação ao total dos acidentes da rodovia CE 060 no mesmo município, o qual atinge 42%. Nesse trecho, o índice de vítimas fatais na travessia urbana atinge 48% do total de vítimas.

Tabela 5.7: Índices de acidentes de trânsito no trecho da CE 060, no Município de Aracoiaba, no período de janeiro de 2004 a agosto de 2007

Trecho em Aracoiaba		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/04 a 08/07	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Aracoiaba Travessia	QUANT	35	11	22	15	11	48
Aracoiaba Rural	QUANT	49	19	21	17	13	51
TOTAL	QUANT	84	30	43	32	24	99
Aracoiaba Travessia	%	42%	37%	51%	47%	46%	48%
Aracoiaba Rural	%	58%	63%	49%	53%	54%	52%
Trecho em Aracoiaba	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

O ano 2006 apresentou índices mais elevados, como mostra a **Tabela 5.8**. O percentual de acidentes na travessia urbana desse último Município é de 62% do total dos acidentes da CE 060 e de 64% do total de vítimas fatais do citado segmento.

Tabela 5.8: Índices de acidentes de trânsito, na travessia urbana, comparados aos do restante do percurso da CE 060, em Aracoiaba, de janeiro a dezembro de 2006

Trecho em Aracoiaba		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/04 a 12/06	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Aracoiaba Travessia	QUANT	18	8	5	8	7	20
Aracoiaba Rural	QUANT	11	4	6	2	4	12
TOTAL	QUANT	29	12	11	10	11	32
Aracoiaba Travessia	%	62%	67%	45%	0%	64%	63%
Aracoiaba Rural	%	38%	33%	55%	0%	36%	38%
Trecho em Aracoiaba	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

5.4.5 Análise Comparativa dos Acidentes de Trânsitos Entre os Trechos Rurais e as Travessias Urbanas da Rodovia CE 060 no Trecho em Estudo (km 24 ao 75)

Exibe-se a análise dos índices de acidentes de trânsito das quatro travessias, os quais foram somados e comparados aos índices do total de acidentes do trecho da rodovia CE 060, do km 24 ao km 75.

Na **Tabela 5.9**, apresentam-se os resultados obtidos quando se somam as quatro travessias urbanas (Guaiúba, Acarape, Redenção e Aracoiaba) e se compara o resultado com o total do trecho em estudo da rodovia CE 060, para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007. Apresenta-se a seguinte legenda utilizada na tabela: na coluna “A”, tem-se BAT = número de batidas de veículos, na coluna “B”, ACDM = acidentes apenas com danos materiais (sem vítimas), na coluna “C”, LEVE = acidentes com vítimas de ferimentos leves, na coluna “D”, GRAVE = acidentes com vítimas de ferimentos graves, na coluna “E”, FATAL = acidentes com vítimas fatais e na última coluna encontra-se o somatório das colunas “C” + “D” + “E”, que totaliza o número de vítimas nos acidentes de trânsito do período indicado.

Tabela 5.9: Análise Comparativa dos Acidentes de Trânsitos Entre os Trechos Rurais e as Quatro Travessias Urbanas da Rodovia CE 060 no Trecho em Estudo (01/04 a 08/07)

CE 060 (km 24 ao 75)		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/04 a 08/07	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Total Travessias (4)	QUANT	72	28	40	21	20	81
Total Trechos Rurais	QUANT	182	64	100	57	34	191
TOTAL	QUANT	254	92	140	78	54	272
Total Travessias (4)	%	28%	30%	29%	27%	37%	30%
Total Trechos Rurais	%	72%	70%	71%	73%	63%	70%
TOTAL	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Na **Tabela 5.10**, apresentam-se os resultados obtidos para o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006 quando se somam as quatro travessias urbanas (Guaiúba, Acarape, Redenção e Aracoiaba) e se compara o resultado com o total do trecho em estudo da rodovia CE 060.

Tabela 5.10: Análise Comparativa dos Acidentes de Trânsitos Entre os Trechos Rurais e as Quatro Travessias da Rodovia CE 060 no Trecho em Estudo (01 a 12/06)

CE 060 (km 24 ao 75)		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01 a 12/06	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Total Travessias (4)	QUANT	40	18	18	10	12	40
Total Trechos Rurais	QUANT	36	11	22	14	8	44
TOTAL	QUANT	76	29	40	24	20	84
Total Travessias (4)	%	53%	62%	45%	42%	60%	48%
Total Trechos Rurais	%	47%	38%	55%	58%	40%	52%
TOTAL	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Na **Tabela 5.11** apresentam-se os resultados obtidos para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007 e o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006, referente a vítimas fatais, comparados com as medidas dos trechos da rodovia CE 060, na qual se destaca o percentual de 6% que os trechos em travessias urbanas representam na rodovia em estudo.

Tabela 5.11: Análise Comparativa dos Acidentes de Trânsitos Entre as Medidas dos Trechos em Travessias Urbanas com os Trechos Rurais

Rodovia CE 060 - km 24 a 75			Acidentes de Trânsitos	
Período de Tempo dos Dados			01/04 a 08/07	01 a 12/06
Item	Medida	Medida	Fatal	Fatal
Unidade	(m)	(%)	(%)	(%)
Trechos em Travessia	2998	6%	37%	60%
Trechos em Rural	48002	94%	63%	40%
Total	51000	100%	100%	100%

Fonte: DERT

Analisa-se a posição da travessia urbana de Guaiúba em relação ao número de acidentes de trânsito, comparando-a com: i) total de acidentes das 4 travessias estudadas; ii) total de acidentes dos trechos rurais e; iii) total de acidentes do trecho da rodovia CE 060 em estudo (trechos rurais somados aos trechos em travessias).

Na **Tabela 5.12** apresentam-se estes dados para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007 e na **Tabela 5.13** para o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006.

Tabela 5.12: Análise da Travessia de Guaiúba em relação ao Trecho da CE 060, para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007

Travessia Urbana Guaiúba		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/2004 a 08/2007	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Totais Travessias (4)	%	29%	46%	25%	19%	20%	22%
Totais Trechos Rurais	%	12%	20%	10%	7%	12%	9%
Total CE 060em Estudo	%	8%	14%	7%	5%	7%	7%

Fonte: DERT

Tabela 5.13: Análise da Travessia de Guaiúba em relação ao Trecho da CE 060, para o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006

Travessia Urbana Guaiúba		A	B	C	D	E	C+D+E
Acidentes de 01/2006 a 12/2006	UNID	BAT	ACDM	LEVE	GRAVE	FATAL	TOTAL
Totais Travessias (4)	%	35%	44%	50%	20%	17%	33%
Totais Trechos Rurais	%	39%	73%	41%	14%	25%	30%
Total CE 060em Estudo	%	18%	28%	23%	8%	10%	15%

Fonte: DERT

Observa-se que, embora o percurso das quatro travessias urbanas somadas totalize aproximadamente 3km, e que represente apenas 6% dos 51km do percurso da rodovia em análise, o índice de vítimas fatais é de 37% do total, para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007. Considerando-se o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006, o índice de vítimas fatais salta para 60%, o que representa um índice extremamente elevado e preocupante para as travessias urbanas. Destaca-se o fato dos índices de 2006 retratarem uma realidade mais próxima do presente.

Os percentuais confirmam a necessidade de aplicarem-se soluções especiais às travessias urbanas, objetivando o controle da velocidade nestas, com a conseqüente redução do número de vítimas em acidentes de trânsito e principalmente as vítimas fatais. Nesse sentido, salienta-se a importância da ferramenta de controle da velocidade que é objeto de estudo deste experimento, ou seja, a substituição do pavimento asfáltico pelo intertravado nas travessias urbanas, o qual deve ser aplicado logo após as barreiras eletrônicas, por produzir o controle da velocidade ao longo de toda a travessia e que teve sua eficácia validada com os resultados obtidos no Capítulo 4.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo diz respeito às conclusões do estudo da avaliação da eficiência do pavimento intertravado como solução de moderação da velocidade de forma continuada, ao longo dos trechos comerciais em travessias urbanas. Ademais, foram mostrados os resultados e as conclusões da aplicação do pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas, os quais foram aplicados para a manutenção da velocidade reduzida ao longo desses trechos. De forma específica, mostrou-se a situação atual da travessia urbana de Guaiúba no Ceará, com sugestões para a aplicação da ferramenta estudada neste estudo.

Nas pesquisas bibliográficas realizadas referentes aos estudos do pavimento intertravado, das travessias urbanas e das técnicas de moderação de tráfego, constatou-se a importância desses temas, que subsidiaram os estudos da ferramenta em questão como moderador do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas.

Destacam-se, na produção dos resultados desse trabalho, as duas técnicas utilizadas, que são a consulta ao grupo de especialistas mediante a Técnica *Delphi* e a aplicação do simulador de tráfego. A Técnica *Delphi*, que se mostrou adequada aos propósitos da pesquisa, sistematizou o trabalho junto ao grupo de especialistas. O grupo consultado tinha elevado nível técnico, com expressiva experiência e prática no conhecimento do assunto abordado, com tempo médio de atividade profissional superior a 19 anos, fato esse que credencia os resultados obtidos na pesquisa. Outro ponto importante na qualificação do grupo diz respeito ao fato de o mesmo ter reunido representantes das principais instituições que tratam do assunto em exame, com representação do setor rodoviário e urbanístico. Vale ressaltar, ainda, que o simulador de tráfego foi desenvolvido, especificamente, para se avaliar a ferramenta de moderação de velocidade, alvo do estudo. Assim, evidencia-se a simulação na travessia urbana de Guaiúba, como estudo de caso que, também neste trabalho, proporcionou o aprofundamento da presente investigação. O simulador de tráfego mostrou-se uma

ferramenta importante nesta avaliação. Após a análise dos resultados obtidos, produziram-se as seguintes conclusões:

- De acordo com o entendimento de 99% dos membros do grupo de especialistas, foi avaliado como muito relevante ou relevante o fato de que a substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais em travessias urbanas promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1) através do tato, pela mudança de vibração; 2) da audição, pela mudança de sonoridade; e 3) da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano;
- 99% dos membros do grupo de especialistas avaliaram como muito relevante ou relevante o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito. Esses pavimentos são uma alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, que, ao substituir o pavimento asfáltico, nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana, atuam como ferramenta de moderação da velocidade;
- 94% dos membros do grupo de especialistas avaliaram como muito relevante ou relevante a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado tanto na via e nos acostamentos nas travessias urbanas e assim promovendo a mudança de cenário de rodovia para um cenário urbano), transmitindo ao motorista a informação de que ele saiu da rodovia e que se encontra em uma via urbana, promovendo, desta maneira, a redução da velocidade;
- a totalidade dos membros do grupo de especialistas (100%) concordaram e avaliaram como muito relevante ou relevante o fato de que a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove, na mesma, a redução do número de acidentes de trânsito. Concluiu-se, dessa forma, que a aplicação de ferramentas que

promovam o controle da velocidade ao longo de toda a travessia urbana, como a ferramenta proposta neste ensaio, é de grande relevância;

- consoante informa a pesquisa junto ao grupo de especialistas, 96% desse grupo têm a convicção de que mais de 70% dos motoristas, ao chegarem a uma travessia urbana e encontrarem uma lombada física ou eletrônica, obrigam-se a reduzir a velocidade a 40 km/h ou 60 km/h. Logo após passarem essas lombadas, porém, os motoristas voltam a acelerar antes mesmo de deixarem a travessia urbana. Essa atitude representa risco na promoção de acidentes de trânsito. Concluiu-se que a aplicação de ferramentas de moderação de tráfego que mantenham a velocidade reduzida ao longo destes trechos em travessias urbanas, como se configura com a ferramenta *punctum saliens* desta pesquisa, é necessária;
- a substituição do revestimento das rodovias ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo o pavimento asfáltico pelo intertravado (aplicado também nos acostamentos e passeios), melhora a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários destes centros comerciais. Compartilharam dessa opinião 79% dos membros do grupo de especialistas. Saliente-se, no entanto, a necessidade de compatibilizar, topograficamente, a rodovia em travessia com as vias do núcleo urbano, além de adequar os passeios e faixas de pedestres aos usuários com necessidades especiais;
- 89% dos membros do grupo de especialistas concordaram e avaliaram como muito relevante ou relevante o fato de que a aplicação do pavimento intertravado nos acostamentos e passeios das travessias dos centros comerciais, utilizando blocos coloridos, que personalizem o município pelas cores e desenhos, melhora a qualidade visual da paisagem urbana. É importante destacar, também, que 77% dos membros consideram que a aplicação do pavimento intertravado nesses centros comerciais em travessias urbanas também resulta na criação de uma identidade para o município;

- observou-se com a aplicação do simulador de tráfego, que nas travessias urbanas onde as vias estavam revestidas com o pavimento intertravado, ocorreu uma redução de 49% da velocidade em relação à velocidade desenvolvida pelo condutor do veículo, antes de ele adentrar a travessia urbana. Entretanto, nas travessias urbanas com pavimento asfáltico, só foi promovida uma redução de 37%. Comparou-se a redução lograda pelo pavimento intertravado com a alcançada pelo pavimento asfáltico, e obteve-se, também, uma redução a mais de 32% da velocidade no simulador de tráfego com o pavimento intertravado em relação ao asfáltico. Concluiu-se que, para o simulador, a aplicação do pavimento intertravado em substituição ao pavimento asfáltico nas travessias urbanas atuou como uma ferramenta de moderação de tráfego e mostrou uma eficiência de redução da velocidade de 32% em relação à velocidade com o asfáltico;
- chegou-se à conclusão de que os respondentes, ao participarem da simulação, cuja ferramenta de moderação de tráfego foi simulada, por terem vivenciado os efeitos sensoriais promovidos pela ferramenta na simulação, responderam convictamente às perguntas com relação à eficiência da ferramenta em estudo;
- 100% dos respondentes que participaram da simulação de tráfego consideraram como muito relevante ou relevante a aplicação do pavimento intertravado nas travessias urbanas, para a obtenção da redução da velocidade e sua manutenção ao longo da travessia urbana na qual o intertravado estava aplicado. Verificou-se claramente, na entrevista, a eficiência da ferramenta proposta, de maneira que se concorda com os respondentes;
- 92% dos respondentes, quando foi solicitado que imaginassem uma situação real com a aplicação do pavimento intertravado substituindo o asfáltico, em um centro comercial em travessia urbana, e avaliassem com qual relevância o pavimento intertravado atuaria como ferramenta de moderação da velocidade nesses centros comerciais, consideraram

como muito relevante e relevante a ação da ferramenta como moderador da velocidade;

- concluiu-se que os respondentes participantes da simulação no percentual de 92% consideraram muito relevante ou relevante a substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais e aplicados, também, nos acostamentos, pois promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial, por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela mudança de vibração, 2- da audição, pela mudança de sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Desta forma, este grupo que participou da simulação de tráfego compadeceu-se com a opinião de 99% dos membros do grupo de especialistas consultados por meio da Técnica *Delphi*, que externaram o mesmo depoimento;
- concluiu-se, no estudo de caso da travessia urbana da Sede de Guaiúba no Ceará, localizada na rodovia CE 060, que a ferramenta de moderação de tráfego proposta se mostrou adequada. Além do exposto, existe a possibilidade de promover a melhoria da qualidade paisagística da travessia, a melhoria da acessibilidade e da mobilidade urbana e gerar, ainda, um possível estímulo ao desenvolvimento econômico da cidade de Guaiúba;
- Ressalte-se que as dimensões das travessias urbanas são pequenas em relação às dimensões da rodovia como um todo. A travessia urbana de Guaiúba com o comprimento de 366m, embora represente apenas 2% do comprimento da rodovia CE 060 ao cruzar o Município de Guaiúba, que mede 19km, contribuiu com 33% das vítimas fatais nesse trecho da rodovia no ano de 2006. Observa-se também que, no trecho em estudo da CE 060 do km 24 ao 75, embora o percurso das quatro travessias urbanas existentes (Guaiúba, Acarape, Redenção e Aracoiaba) somadas totalize aproximadamente 3km, o que representa apenas 6% dos 51km do percurso da rodovia em análise, o índice de vítimas fatais é de 37%

do total, para o período de 01 de janeiro de 2004 a 30 de agosto de 2007. Considerando-se o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006, o índice de vítimas fatais salta para 60%, o que representa um índice extremamente elevado e preocupante para as travessias urbanas;

- Nesse sentido, salienta-se a importância da ferramenta de controle da velocidade que é objeto de estudo deste trabalho, qual seja a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado nas travessias urbanas, o qual deve ser aplicado logo após as barreiras eletrônicas, a fim de produzir o controle da velocidade ao longo de toda a travessia com a conseqüente e necessária redução do número de acidentes de trânsito nas travessias urbanas.

SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

Sugerem-se estudos no desenvolvimento de formatos para os blocos do pavimento intertravado, os quais possam desempenhar funções especializadas, como pavimento vibratório e sonorizado.

Propõem-se estudos no desenvolvimento da produção do pavimento intertravado do tipo paralelepípedo, em blocos de pedras graníticas, abundante no Brasil, e até hoje explorado sem assistência técnica adequada. Esses estudos certamente promoverão a oferta de mais postos de trabalho.

Sugestiona-se a realização de estudo do pavimento intertravado como ferramenta de ação mitigadora no impacto ambiental de aquecimento das cidades, tendo em vista a presente utilização excessiva de pavimentação com cor escura.

Alvitra-se, ainda, a efetivação de estudos com o intuito do desenvolvimento de sistemas de pesquisas acadêmicas na área da Engenharia de Transportes, estruturadas na aplicação do uso de consultas a grupos de especialistas sistematizado pela Técnica *Delphi*.

Considera-se importante a realização de estudos objetivando-se o desenvolvimento de simuladores para aplicações nas mais diversas áreas no campo da pesquisa da Engenharia de Transportes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP (2002) Associação Brasileira de Cimento Portland. Pavimento Intertravado - Execução Peça a Peça.

ABCP (2002) Associação Brasileira de Cimento Portland. Pavimento Intertravado - Práticas Recomendadas.

ADAM, J. P. (1994) Roman Building: Materials and Techniques, London: B. T. Batsford.

ALMEIDA, I. R. (1990) Betões de Alta Resistência e Durabilidade, Composição e Características, Tese de Doutorado, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC. Lisboa, Portugal.

ANTAS, P. M. (2002) Estradas: Projeto Geométrico, v. 1.

BANISTER, D. (1990) Environmental Keys to 21th Century, Working paper 2, Planning and Development Research Center, The Bartlett School of Planning, UCL.

BANISTER, D. (1995) Modelling the Effects of Changes in Public Transport on Fuel Consumption and Emissions, Working Paper 14, Planning and Development Research Center, The Bartlett School of Planning, UCL.

BARBOSA, H. M. (2002) No Meio do Caminho há uma Travessia. Opinião, s.l., v.29, n.1379.

BARBOSA, H. M. apud M. F. C. KRAUSS (1997) Moderação do Tráfego, Tese Mestrado Sc., COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro.

BARROS, H. G. (2000) A metodologia da Prospecção Tecnológica e o Caso Brasileiro do Prospector. Disponível em: site do Ministério da Ciência e Tecnologia.

BARROS, H. G. (2002) A Metodologia da Prospecção Tecnológica e o Caso Brasileiro do Prospector, VII Congresso Internacional *del clad* sobre a Reforma do Estado e Administração Pública, Lisboa.

BELLIA, V. e E. D. BIDONE (1993) Rodovias e Recursos Naturais e Meio-Ambiente, EDUFF- Editora Universitária, Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. Rio de Janeiro.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P. e SOARES, J. B. (2007) Pavimentação Asfáltica, Formação Básica para Engenheiros, Rio de Janeiro.

BHTRANS (2007) Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego, Métodos e Técnicas, Departamento de Trânsito da Cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

BITTENCOURT, E. R. (1958) Caminhos e Estradas na Geografia dos Transportes, Editora Rodovia, Rio de Janeiro, *apud* BERNUCCI *et al.*, (2007) Pavimento Asfáltico: Formação Básica para Engenheiros.

BRANDÃO FILHO, J. E. (2005) Previsão de Demanda por Gás Natural Veicular: Uma Modelagem Baseada em Dados de Preferência Declarada e Revelada, Dissertação de Mestrado, PETRAN, Universidade Federal do Ceará, Brasil.

BREHENY, M. J. (1992) Sustainable Development and Urban Form, European Research in Regional Science, n. 2, Pion, London.

BUCHANAN, C. (1963) Traffic in Towns, HMSO, London.

CAMPOS, F. (2007) Anuário do Ceará 2007-2008, O Povo S.A, Ceará.

CARDOSO, R. A.; A. K. ABIKO; H. C. R. HAGA; K. P. INOUE e O. M. GONÇALVES (2005) Prospecção de futuro e Método Delphi: Uma Aplicação para a Cadeia Produtiva da Construção Habitacional, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana Universidade de São Paulo, São Paulo Publicado em Ambiente Construído, Porto Alegre.

CARVALHO, M. D. (1998) Pavimentação com Peças Pré-Moldadas de Concreto, ET-27, 4 ed., Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo.

CHEVALLIER, R. (1976) Roman Roads, Berkeley, California: UP, *apud* BERNUCCI *et al.*, (2007) Pavimento Asfáltico: Formação Básica para Engenheiros.

CISR (2003) Driving Simulator Laboratory, Center for Intelligent Systems Research, George Washington University, Disponível em: www.cisr.gwu.edu/lab_simulator.

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, Lei Nº 9.503 (1997) e Lei Nº 11.275 (2006).

CRUZ, L. O. M. (2003) Pavimento Intertravado de Concreto: Estudos dos Elementos e Métodos de Dimensionamento, Tese de Mestrado Sc. COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro.

CTB (1977) Código de Trânsito Brasileiro.

CUPOLILLO, M. T. A. (2006) Estudo de Medidas Moderadoras do Tráfego para Controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas, Tese de Mestrado, COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro.

DANTAS, M. (1992) Bripap uma Revolução de Pavimento, Palestra em PowerPoint.

DNER (1993) Departamento Nacional de Estradas e Rodagens, IPR- Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Pesquisa de Concreto Rolado, Rio de Janeiro.

DEVON, C. C. (1991) Traffic Calming Guidelines, Engeneering and Planning Dept., Devon.

DEVON, C. C., apud R. ESTEVES (2003) Cenários Urbanos e Traffic Calming. Tese de Doutorado, UFRJ.

DUTRA, N. G. S. (2004) O Enfoque de "City Logistics" na Distribuição Urbana de Encomendas, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil.

ENSSLIN, L. Apoio à Decisão – Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas, Editora Insular, Brasil.

ESTEVES, R. (2003) Cenários Urbanos e Traffic Calming, Tese de Doutorado, Engenharia de Produção, COPPE / UFRJ.

EWING, R. (1999) Traffic Calming: State of Paradise, ITE - Institute of Transportation Engineers / FHWA.

FREIRE, L. H. C. V. (2003) Análise de Tratamentos Adotados em Travessias Urbanas: Rodovias Arteriais que Atravessam Pequenas e Médias Cidades no Rio Grande do Sul, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GONÇALVES, F. J. P. (2002) Estudo do Desempenho de Pavimentos Flexíveis a partir de Instrumentação e Ensaio Acelerados, Tese de Doutorado, Sc PPGEC / UFRGS, Porto Alegre, RS.

GONDIM, M. F. (2001) Transporte Não Motorizado na Legislação Urbana no Brasil. 2001. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro.

GRISI, C. C. H. e R. P. BRITTO (2003) Técnica de cenários e o Método Delphi: Uma Aplicação para o Ambiente Brasileiro, VI SEME AD, São Paulo.

GUPTA, U. G. e R. E. CLARK (1996) Theory And Applications of The Delphi Technique: Technological Forecasting and Social Change, Eisevier Science Inc., New York.

HAGEN, V. W. (1955) A Estrada do Sol, Edições Melhoramentos, São Paulo.

HALLACK, A. (1998) Dimensionamento de Pavimentos com Revestimento de Peças Pré-Moldadas de Concreto para Áreas Portuárias e Industriais, Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo.

HASS-KLAU, C. (1987) Illustrated Guide to Traffic Calming: The Future Way to Managing Traffic, A report for Friends of the Earth, London.

HASS-KLAU, C.; I. NOLD; G. BÖCKER e G. CRAMPTOM (1992) Civilised Streets: A Guide to Traffic Calming, Environmental & Transport Planning, Southampton.

HASSON, F.; S. KEENEY e H. McKENNA (2000) Research Guidelines for The Delphi Survey Technique, Journal of Advanced Nursing, Northern Ireland.

HUTCHINSON, B.G. (1979) Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transporte Urbano, Rio de Janeiro.

ICPI (2003) Interlocking Concrete Pavement Institute, Boletim Técnico n. 4, disponível em: www.icpi.com.br.

ITE (2007) Institute of Transportation Engineers, disponível em: www.ite.org.

IRTAD (1997) International Road Traffic Accident Database com a OCDE, Organization for Economic de Co-operation and Development, Paris, France, disponível em: www.oecd.org

JACQUES, M. A. P. e M. S. VELLOSO (2005) Identificação dos Fatores Contribuintes dos Atropelamentos de Pedestres em Rodovias Inseridas em Áreas Urbanas: o Caso do Distrito Federal. IN: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Recife.

KJEMTRUP, K. e L. HERRSTEDT (1993) An Improved Traffic Environment: A Catalogue of Ideas. Traffic and Transport Planning, Road Safety Devices.

KNAPTON, J. (1996) Romans and their Roads, The Original Small Element Pavement Technologists, Fifth International Concrete Block Paving Conference, Tel-Aviv, Israel.

KNAPTON, J. (1996) The Civil Aviation Authority Recommendations for the use of pavers on Aircraft Pavements, Fifth International Concrete Block Paving Conference, Tel-Aviv, Israel.

KNAPTON, J. e F. BULLEN (1996) Background to the Third Edition of the British Ports Association Heavy Duty Pavement Design Manual, Fifth International Concrete BlockPaving Conference, Tel-Aviv, Israel.

KNAPTON, J. e H. M. ALGIN (1996) The Mathematical Solution to Interlocking in Concrete Block Paving, Fifth International Concrete Block Paving Conference, Tel-Aviv, Israel.

KNAPTON, J. e I. D. COOK (1992) Design Methods for Clay and Concrete Block Paving, v.2, Auckland.

KNAPTON, J. e I. D. COOK (2000) Permeable paving for a new container handling area at Santos Container Port, Brazil, 6th International Conference on Concrete Block Paving, Tokyo, Japan.

KNAPTON, J. (1997) *Port and Industrial Pavement Design with Concrete Pavers*, Second Edition, ICPI, Washington, USA.

KRAUSE, M. F. C. (1997) *Moderação do tráfego, Recomendações e critérios usando suas aplicações nas áreas urbanas brasileiras*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte, UFRJ.

MADRID, G. G.; E. A. GIRALDO e G. A. GONZÁLES (2003) *Water Infiltration Through Concrete Block Pavements up to 26 Year Old*. 7th International Conference on Concrete Block Paving. Sun City, África do Sul.

MADRID, G. G. (2004) *Acredite: Rodovias com Intertravados Já São Realidade*, Revista Prisma, Ed. n. 10.

MADRID, G. G. (2005) *Pavimento Intertravado: Mais ou Menos Permeável?*, Revista Prisma, Ed. n. 14.

MARGARY, I. (1973) *Roman Roads in Britain*, London: John Baker.

MARQUES, G. L. O. (2002) *Terminologia e Classificação dos Pavimentos*, Curso Básico Intensivo de Pavimentação Urbana, Módulo I, Juiz de Fora, MG.

MASCARENHAS NETO, J. D. (1985) *Método para Construir as Estradas em Portugal, 1970*. Edição fac-similiada impressa a partir do original do Arquivo-Biblioteca do ex-Ministério das Obras Públicas.

MASSAUD, C. (2002) *Metodologia Delphi*, Disponível em:
www.clovismassaud.nom.br/prospec.htm.

MEDINA, M. L. L. (2004) *Análise do Programa Rio-Cidade sob a Ótica da Moderação do Tráfego*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Transporte, UFRJ.

MENESES, F. A. B. (2001) *Análise e Tratamento Rodoviários Críticos em Ambientes de Grandes Centros Urbanos*. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Transporte, UFRJ.

MONTGOMERY (2007) *Traffic Calming*. Montgomery County, Maryland, disponível em: www.montgomerycountymd.gov.

MOTTA, L. M. G. (1991) Método de Dimensionamento de pavimentos Flexíveis: Critério de confiabilidade de ensaios de cargas repetidas, Tese de Doutorado, COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro.

MULLER, R. M. (2005) Avaliação de Transmissão de Esforços em Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto. Tese de Mestrado, Sc. COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro

NASCIMENTO, R. R. (2005) Utilização de argila calcinada em pavimentação; uma alternativa para o estado do Acre. Tese de Mestrado, Sc. COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro.

NETTO, A.V.; L. S. MACHADO e M. C. F. OLIVEIRA (2002) Realidade Virtual, Visual Books, Florianópolis.

PARK, G. R.; T. J. ALLEN; R. W COOK; M. L. FIORENTINO e E. VIRRE (2004) Simulator Sickness Results Obtained During a Novice Driver Training Study, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 48th Annual Meeting.

PEREIRA, D. S.; J. T. BALBO; A. A. SEVERI; M. P. RODOLFO e A. G. M. SOUZA (2000) Pista experimental instrumentada com whitetopping ultradelgado, In: 32^a Reunião Anual de Pavimentação, ABPv, Brasília.

PIMENTEL, K e K. TEIXEIRA (1995) Virtual Reality, Through the New Looking Glass. 2nd ed, McGraw, New York.

PINTO, I. E. e F. A. A. DOMINGUES (2001) A Contribuição ao Estudo de Correlação entre Equipamentos Medidores de Deflexões: Viga Benkelman e Falling Weight Deflectometer – FWD, In: Second International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Pavement and Technological Control, Auburn, Alabama, USA.

PINTO, S. e E. PREUSSLER (2001) Pavimentação Rodoviária, Editora Copiarte, Rio de Janeiro.

PINTO, S.; J. NARDI e A. MARCON (1977) Misturas do tipo areia cal cinzas volantes - Pista Experimental de Santa Catarina, In: 13^a Reunião Anual de Pavimentação, ABPv, Curitiba, PR.

PORTER, A. L. (2004) Technology Future Analysis: Toward Integration of The Field and New Methods. In Technological Forecasting & Social Change.

PPS (2007), Project for Public Spaces, New York, disponível em: www.pps.or.

RAIA JÚNIOR, A. A. (1999) Uso da Técnica Traffic Calming na Segurança do Trânsito e no Incentivo à Utilização de Transporte Sustentável, in: Congresso Nacional de Transportes Públicos, Recife.

R & D (2002) Estudo Sobre Abordagem de Intercepções com Condutores Idosos, Centre de Développement des Transports, Universidade de Calgary, Canadá. Disponível em: www.tc.gc.ca/cdt/publication/actualites/v12n1.htm.

RHEIGOLD, H. (1991) Virtual Reality, Touchstone, New York.

RODRIGUES, H. C. (2006) A Psicopedagogia Perspectiva e a Relação à Aprendizagem, Tese de Mestrado, Universidade Moderna de Lisboa, Portugal.

RODRIGUES, R. M. (1995) Aplicação da Mecânica dos Pavimentos ao Projeto e a Avaliação Estrutural dos Pavimentos Asfáltico, 29ª RAP'v, Cuiabá.

RODRIGUES, R. M. (1995) Projeto e Gerência de Pavimentos, ITA, Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

ROWE, G.; G. WRIGHT e F. e BOLGER (1991) A Reevaluation of Research and Theory, Technological Forecasting and Social Change, Delphi.

SANTOS, A.; L. S. VIDOTTO, L. e C. R. GIUBLIN (2005) A Utilização do Método Delphi em pesquisas na área da gestão da construção, Ambiente Construído, Porto Alegre.

SAUNIER, B.; C. DOLFUS e G. GEFFROY (1936) Historie de La Locomotion Terrestre, v. II, Paris : L'illustration, *apud* BERNUCCI *et al.*, (2007) Pavimento Asfáltico: Formação Básica para Engenheiros

SENÇO, W. (1997) Manual de Técnicas de Pavimentação, Editora PINI, São Paulo.

SHACKEL, B. (1990) Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavements, First Edition and Reprinted 1991, Elsevier, New York and London.

SMITH, D. R. (1992) The Institutionalization of Concrete Block Pavements in North America, Fourth International Concrete Block Paving Conference, Auckland.

SMITH, D. R. (2003) The Institutionalization of Concrete Block Pavements in North America, Fourth International Concrete Block Paving Conference, Auckland.

SMITH, D. R. (2003) Grand Entrances, Interlocking Concrete Pavement Magazine, v. 10, n. 2.

SNRTRI (2004) Driving Simulators, The Swedish National Road and Transport Research Institute, Sweden. Disponível em: www.vti.se/templates/page_3257.aspx.

SUTHERLAND, I. (1965) The Ultimate Display, In: IFIP Congress, Proceedings.

SZÉKELY, G. e R. SATAVA (1999) Virtual Reality in Medicine. BMJ, disponível em: www.bmj.com.

TAC (2007) Transportation Association Of Canadá, Association Des Transpots Du Canada, disponível em: www.tac_atc.ca.

T & A, Blocos e Pisos (2005) Manual Técnico de Piso Intertravado de Concreto.

TRINTA, Z. A. (2001) Contribuição ao estudo das travessias urbanas de pequeno e médio porte por rodovias de longo curso. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Transportes, UFRJ.

VINCE, J. (1995) Virtual Reality Systems, Addison-Wesley, New York.

WRIGHT, J. T. C. e R. A. GIOVINAZZO (2000) Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. Cadernos de Pesquisa em Administração, São Paulo.

APÊNDICE I

**CARTA CONVITE
E
QUESTIONÁRIOS DA PRIMEIRA E
SEGUNDA RODADA DE CONSULTA
AO
GRUPO DE ESPECIALISTAS**



UFC - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PETTRAN - Programa de Mestrado em Engenharia de Transporte

Ilmo Senhor,

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa **“Pavimento Intertravado como ferramenta de moderação do tráfego e de ação mitigadora nos centros comerciais de travessias urbanas – Estudo de caso Guaiúba, Ce”**. Esta pesquisa está sendo desenvolvida na Universidade Federal do Ceará, junto ao Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETTRAN.

Estamos encaminhando um questionário com 30 perguntas, o qual deve levar cerca de 10 minutos para ser preenchido. Este questionário utiliza a Técnica Delphi, reconhecida técnica de previsão qualitativa, a qual consiste na consulta a um grupo de especialistas para a obtenção de respostas que reflitam a opinião do grupo. O anonimato é assegurado às respostas e os especialistas terão a oportunidade de conhecer as médias das opiniões dos seus pares, podendo rever seu posicionamento posteriormente, o que favorece a convergência e a obtenção de consenso sobre as questões tratadas.

Segue, em anexo, o texto: **“Pavimento Intertravado e Travessia Urbanas”**, que trata do contexto da pesquisa, e o questionário, que deve ser respondido marcando-se uma das quatro alternativas oferecidas. Em seguida, encaminharemos, a todos que responderam ao questionário, a estatística das respostas, para uma reavaliação de sua resposta, e com a qual esperamos construir um consenso do grupo.

Assim, será honroso e imprescindível para nós podermos contar com a participação de V.S^a, cabendo ressaltar que, em toda a documentação, a identificação ocorrerá apenas por código. Agradecemos desde já e ficamos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente, Ivan José Ary Junior. (e-mail: ivan@det.ufc.br – Celular: 9134 8454)

O texto: “Pavimento Intertravado e Travessia Urbanas”

As travessias urbanas configuram o conflito de dois cenários distintos, a rodovia e a malha urbana. A rodovia, com alta velocidade, e a malha urbana, com sua necessária redução. Este conflito é iniciado ainda na fase de projeto, quando o engenheiro rodoviário, ao projetar uma travessia urbana, visualiza o núcleo urbano de forma simplista, não se dando conta de que, naquele momento, a via deixa de ser uma mera rodovia para compor algo de maior complexidade, como a de uma via urbana. As travessias urbanas em centros comerciais representam os trechos mais críticos no que diz respeito aos impactos na geração de acidentes, na mobilidade e na acessibilidade de pessoas e bens. Para estes casos, as referidas travessias requerem tratamento e atenção especiais. Ao mesmo tempo em que são apontadas como as grandes causadoras de acidentes, as travessias urbanas em centros comerciais também são descritas como indispensáveis à sobrevivência econômica local. A dependência econômica da rodovia é tão grande que, em muitos casos, mesmo desviando-se a rodovia (através de um contorno ao município), com o passar do tempo, as atividades econômicas existentes e que dependiam da rodovia (como, por exemplo, os restaurantes, as lojas de produtos regionais, as farmácias, os postos de combustível, as lojas de conveniências, de artesanatos, de artes etc.) se deslocarão, formando novos centros comerciais na rodovia desviada, o que torna sem efeito a medida de desvio.



As travessias urbanas em centros comerciais deveriam ser projetadas respeitando a topografia da malha urbana existente onde a mobilidade e a acessibilidade dos que ali vivem seriam priorizadas. Quantas vezes observam-se travessias cujo projeto geométrico eleva o greide acima do nível dos passeios e, em alguns casos, aterram as edificações ao longo da travessia. Configura um desrespeito aos usuários do núcleo urbano e estimula acidentes. O projetista deveria, então, preocupar-se com a promoção da integração da travessia à malha urbana, de modo a produzir nos condutores a sensação de não mais estarem numa rodovia e sim numa via urbana. A integração da travessia ao centro comercial passa também pela especificação dos revestimentos a serem aplicados nas vias, acostamentos e passeios. Utilizar um revestimento diferente do pavimento asfáltico chamaria a atenção do condutor para o fato de que não está mais na rodovia, com provável conseqüente mudança de comportamento na velocidade. Nesse sentido, uma alternativa de revestimento (para substituir o pavimento asfáltico) nos centros comerciais é o uso do pavimento intertravado em pré-moldado de concreto ou em paralelepípedo de granito. Este tipo de pavimento vem sendo utilizado em larga escala como revestimento de rodovias na Europa e EUA. Em nosso país, destaca-se a aplicação em portos, na malha urbana e em pátios industriais, nos quais o tráfego é intenso e pesado. Assim, além de sua resistência comprovada, o pavimento intertravado também pode ser aplicado nos acostamentos e passeios, nos quais a diversidade das cores e dos formatos pode perfazer a sinalização horizontal, com conseqüente valorização da paisagem urbana local.

Outro ponto importante nas travessias é o controle da velocidade, funcionando como um dos principais instrumentos para a prevenção de acidentes. A velocidade máxima permitida nestes centros geralmente é de 40 km/h. Diversas técnicas foram desenvolvidas objetivando manter o controle desta velocidade. Como exemplo, pode-se citar as lombadas físicas e eletrônicas, as faixas de pavimento vibratório, entre outras, cuja eficácia é questionada. Provavelmente, estas técnicas não obtiveram o sucesso desejado na redução das velocidades de forma continuada por terem sua ação restrita ao local onde estão implantadas, não promovendo o controle da velocidade ao longo da travessia. Outra justificativa provável pode ser a não-promoção de mudança de comportamento do motorista que, ao se deparar com esses obstáculos na travessia urbana, obriga-se a reduzir a velocidade momentaneamente, voltando a acelerar em seguida. Este fenômeno deve ocorrer porque o motorista não toma consciência de que se encontra em um ambiente urbano.

Pressupõe-se que, ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo-se o pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado tanto na via como no acostamento e nos passeios promoverá a redução da velocidade dos veículos e a sua manutenção ao longo de todo o trecho. A textura vibrante do pavimento e, principalmente, a mudança efetiva do cenário de rodovia para urbano são os promotores deste efeito, que deverá ser mantido enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Ressalta-se que o pavimento intertravado tem sido vastamente aplicado como revestimento de rodovias, atuando como moderador do tráfego nas intervenções urbanas de “*Traffic Calming*” e como instrumento de valorização paisagística. Desta forma, apresenta-se como uma possível solução para uma ação mitigadora nas travessias urbanas, constituindo em uma solução técnica e economicamente viável aos pequenos municípios, permitindo, ainda, a utilização da mão-de-obra local.

Ivan José Ary Junior.
e-mail:ivan@det.ufc.br
celular: (85) 91 34 84 54

UFC - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DET - Departamento de Engenharia de Transportes

PETRAN - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes

PESQUISA: Pavimento Intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas – Estudo de caso Guaiúba, Ce.

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DELPHI - QUESTIONÁRIO - PRIMEIRA RODADA DE CONSULTA****CÓDIGO:** 0 0 2 1

Dados pessoais - Nome: _____ **Data Nascimento:** _____

Endereço: _____ **Cidade:** _____ **Estado:** _____ **CEP:** _____

E-mail: _____ **Telefone:** _____ **Celular:** _____

Grau de Instrução: Ensino Fundamental () - Ensino Médio () - Superior () - Mestrado () - Doutorado () - Pós-doutorado ()

Local da Instrução: _____ **Ano de conclusão:** _____

Profissão: _____ **Tempo de Atividade Profissional:** _____

Local de Trabalho: _____ **Função:** _____ **Tempo Função:** _____

Outras Atividades Profissionais: _____

INSTRUÇÃO PARA RESPONDER: Por favor, marque com " X " uma das quatro opções de resposta abaixo.**RESPOSTAS:** Sem relevância (não ocorre) marque " 0 "; Baixa relevância (ocorre abaixo de 30%) marque " 1 ";

Relevante (ocorre em torno de 50%) marque " 2 ";

Muito relevante (acima de 70%) marque " 3 ".

0 1 2 3

CONTROLE DA VELOCIDADE NAS TRAVESSIAS URBANAS E OS ACIDENTES DE TRÂNSITO

1- Os acidentes de trânsito em rodovias brasileiras são motivo de grande preocupação, principalmente quando as rodovias cruzam núcleos urbanos nas conhecidas travessias urbanas. Em sua opinião com qual relevância ocorre o número de acidentes de trânsito nas travessias urbanas?

2- Frequentemente, nas travessias urbanas encontramos centros comerciais (as sedes de pequenos municípios, por exemplo). Estes centros comerciais possuem um grande fluxo de pedestres e ciclistas, contribuindo para o aumento dos índices de acidentes de trânsito. Como você avalia o desenvolvimento de técnicas que venham a melhorar a convivência entre rodovia e estes centros comerciais?

3- Com que relevância a redução da velocidade dos veículos em uma travessia urbana promove a redução do número de acidentes de trânsito?

4- As lombadas físicas e eletrônicas são ferramentas de controle da velocidade com sua ação restrita apenas ao local onde estão implantadas mostrando-se deficientes no controle da velocidade ao longo de toda a travessia urbana. Qual a relevância desta afirmação?

5- Um motorista, ao chegar em uma travessia urbana, encontra uma destas lombadas, obrigando-se a reduzir a velocidade a 40 km/h, mas logo após a lombada, este volta a acelerar antes mesmo de deixar a travessia urbana. Com que frequência os motoristas voltam a acelerar após passar por uma destas lombadas?

6- A aceleração dos veículos logo após passar as lombadas, fazendo com que estes ultrapassem a velocidade permitida, ainda dentro dos centros comerciais das travessias urbanas, não tem qualquer relação com o aumento do número de acidentes nestes centros urbanos. Em sua opinião, qual a relevância desta afirmativa?

7- Eliminar as travessias urbanas nos projetos de rodovias que passem por centros comerciais, utilizando novos percursos que venham a contornar estes núcleos comerciais urbanos, seria o primeiro objetivo do engenheiro projetista. Lamentavelmente, isso nem sempre funciona, principalmente quando os centros comerciais dependem economicamente dos usuários da rodovia, observando que o comércio se desloca para a nova rodovia em busca de mercado, reproduzindo o antigo problema. Qual a ocorrência do deslocamento da atividade econômica para a nova rodovia?				
PAVIMENTO INTERTRAVADO COMO FERRAMENTA DE MODERAÇÃO DO TRÁFEGO EM TRAVESSIAS URBANAS				
8- Qual a relevância da substituição do pavimento asfáltico por outro que seja vibratório e produza emissão sonora diferente do pavimento asfáltico, transmitindo ao condutor a sensação que saiu da rodovia; aplicado ao longo de todo o trecho comercial de uma travessia urbana, como uma ferramenta de controle da velocidade que atue ao longo de todo o trecho em que o pavimento estiver aplicado?				
9- Com qual relevância o pavimento intertravado executado com blocos pré-moldados de concreto ou de paralelepípedos em granito, poderia ser uma alternativa de revestimento vibratório e sonorizado, que viesse a substituir o pavimento asfáltico, nos trechos referentes aos centros comerciais de uma travessia urbana atuando como ferramenta de moderação da velocidade?				
10- O pavimento intertravado, por suas características de pavimento vibratório e sonorizado, nunca poderia promover a moderação da velocidade ao transmitir ao condutor estas sensações de vibração e sonoridade. Qual a relevância desta afirmação?				
11- Com que relevância a textura vibrante e sonorizada do pavimento intertravado e, principalmente, a mudança de cenário de rodovia para meio urbano seriam os fatores que promoveriam a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta velocidade reduzida ao longo de todo o trecho comercial em uma travessia urbana?				
12- O pavimento intertravado poderia ser aplicado tanto nas vias, como também nos acostamentos e passeios, onde a diversidade das cores e dos formatos permitiria a execução de toda sinalização horizontal, e uma conseqüente valorização da paisagem urbana. Em sua opinião qual a relevância dos custos de implantação do pavimento intertravado nos trechos comerciais de uma travessia em substituição ao asfalto?				
13- Com que relevância a substituição do pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado tanto na via como nos acostamentos e passeios dos centros comerciais, e assim, promovendo a mudança de cenário de rodovia para um cenário urbano) transmite ao motorista a informação de que ele saiu da rodovia e agora se encontra em uma via urbana, promovendo a redução da velocidade?				
14- A substituição do revestimento asfáltico da rodovia pelo pavimento intertravado nos centros comerciais (aplicados também nos acostamentos e nos passeios) promoverá a redução da velocidade ao longo de todo o trecho comercial por transmitir ao condutor as seguintes sensações: 1- através do tato, pela vibração, 2- da audição, pela sonoridade e 3- da visão, pela mudança de cenário de rodovia para meio urbano. Qual a relevância desta afirmação?				
PAVIMENTO INTERTRAVADO COMO FERRAMENTA DE AÇÃO MITIGADORA EM TRAVESSIAS URBANAS				
15- A substituição do revestimento das rodovias ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana, substituindo o pavimento asfáltico pelo pavimento intertravado (aplicado também nos acostamentos e passeios), melhora a acessibilidade e a mobilidade urbana dos usuários destes centros comerciais. Qual a relevância desta melhoria de mobilidade e acessibilidade?				
16- A aplicação do pavimento intertravado nos acostamentos e passeios das travessias dos centros comerciais, utilizando blocos coloridos que personalizem o município pelas cores e desenho, melhora a qualidade visual da paisagem urbana. Que relevância tem uma melhoria na qualidade visual da paisagem urbana?				

17- A redução da velocidade nos centros comerciais das travessias urbanas e a valorização da paisagem urbana (alcançada pela implantação do pavimento intertravado) fazem com que condutores e passageiros observem mais o meio urbano e o comércio local, induzindo, dessa forma, o crescimento econômico do local. Qual a relevância deste possível crescimento econômico com a aplicação do pavimento intertravado?				
18- A aplicação do pavimento intertravado nestes centros comerciais em travessias urbanas também resulta na criação de uma identidade para o município. Ao utilizar blocos coloridos em acostamentos e passeios, tomando partido de cores e diferentes desenhos, melhora-se a paisagem urbana e a auto-estima dos moradores locais, além de fazer com que os condutores e passageiros, em uma futura viagem, identifiquem e lembrem do município pelas cores e desenho dos passeios. Em sua opinião qual a relevância desta afirmação?				
19- A substituição do revestimento das rodovias (pavimento asfáltico) pelo pavimento intertravado ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana promoverá, efetivamente, a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta redução de velocidade ao longo de todo o trecho comercial. A textura vibrante e sonora do pavimento é um dos fatores que deve promover este efeito, que deve ser mantido enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da textura vibrante e sonora do pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?				
20- A substituição do revestimento das rodovias (pavimento asfáltico) pelo pavimento intertravado, ao longo dos centros comerciais de uma travessia urbana (tanto na via como no acostamento e passeios), deverá promover a redução da velocidade dos veículos e a manutenção desta redução de velocidade ao longo de todo o trecho comercial. A mudança efetiva do cenário de rodovia para meio urbano é um dos promotores deste efeito, o qual se manterá enquanto o pavimento intertravado estiver na travessia. Qual a relevância da mudança de cenário com o pavimento intertravado na promoção da redução da velocidade?				
CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTOES				
Por favor, nos informe quaisquer dificuldades em responder ou entender este questionário. Gostaria também que fizesse suas considerações sobre os assuntos aqui abordados. Como também, sugerisse eventuais mudanças que poderiam ser implementadas na aplicação do segundo questionário. No segundo questionário apresentaremos os resultados com o percentual de escolha de cada resposta, e assim, todos poderão reavaliar as suas respostas em busca de um consenso do grupo de especialistas. Por favor, utilize um papel à parte para registra suas observações, se julgar necessário.				
Solicito, por favor, encaminhar este questionário após o preenchimento para o e-mail: ivan@det.ufc.br ou nos contatar em: (85) 91 34 84 54 , que iremos pegá-lo. Foi uma honra e imprescindível para nós podermos contar com a participação de V.Sª. Muito obrigado! Atenciosamente, Ivan José Ary Junior.				
UFC - Departamento de Engenharia de Transportes - PETRAN - E-mail: ivan@det.ufc.br Celular: (85) 91 34 84 54				

APÊNDICE II

TABULAÇÃO DOS DADOS
DA
TÉCNICA DELPHI
E
SIMULADOR

Tabela Apêndice II.1: Tabulação das Respostas Obtidas na Primeira Rodada de Consulta da Técnica *Delphi*. (Cada Linha Representa um Respondente e a Coluna uma Pergunta)

TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS OBTIDAS NA PRIMEIRA RODADA																				
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	3	3	1	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2
2	2	3	3	1	3	2	3	2	3	1	1	2	1	3	1	3	1	3	2	1
3	2	3	3	2	3	1	3	2	2	0	2	1	3	3	1	3	2	3	2	2
4	2	3	3	2	2	1	2	3	2	0	3	1	2	3	1	2	2	2	2	2
5	1	3	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	0	1	2	3	0	0	1	1
6	3	2	3	2	2	0	2	2	3	0	2	2	3	2	3	2	1	2	2	2
7	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2
8	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	0	2	1	1
9	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1
10	3	2	3	2	1	2	3	2	2	0	2	3	1	3	1	2	2	1	3	2
11	3	3	2	2	3	2	1	2	3	0	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2
12	2	1	3	3	3	0	3	3	3	0	3	2	2	3	1	2	1	2	3	3
13	3	3	3	2	2	2	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
14	2	3	2	2	3	1	3	3	3	2	2	2	2	3	1	2	3	3	3	0
15	2	2	2	1	1	1	2	2	2	0	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1
16	1	2	2	3	3	1	3	2	2	1	2	2	3	2	1	1	2	1	2	2
17	3	3	3	0	2	0	2	2	1	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1
18	3	1	3	1	2	0	2	3	3	0	2	1	3	2	2	2	1	2	3	3
19	2	3	3	2	2	0	2	2	3	0	2	1	3	3	2	2	1	1	2	0
20	3	3	3	2	2	1	3	2	2	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	2
21	3	3	3	2	2	1	2	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3
22	3	0	3	3	3	3	2	3	3	1	3	2	2	2	1	3	2	3	3	2
23	3	3	3	0	2	1	2	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
24	2	3	3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	1	3	0	3	2	2
25	1	1	2	3	3	1	3	3	2	0	2	1	2	3	2	3	2	1	2	2
26	2	3	3	3	3	0	3	2	2	0	2	2	2	2	2	3	1	3	2	2
27	2	3	2	1	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3
28	3	3	3	2	3	0	2	1	1	0	1	2	3	3	2	1	3	2	2	3
29	1	1	3	3	3	0	0	0	0	0	1	0	3	3	2	3	2	2	1	1
30	2	3	3	1	3	2	0	3	3	0	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
31	2	3	3	3	3	0	0	3	3	0	3	1	3	3	3	2	1	1	2	2
32	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
33	3	3	3	2	3	2	2	3	2	0	2	2	3	3	3	2	2	1	2	3
34	2	3	3	3	3	1	3	2	3	0	3	2	3	3	2	1	1	2	2	2
35	1	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
36	2	1	3	2	2	0	2	3	2	0	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1
37	3	1	2	3	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2
38	2	3	2	3	3	0	2	3	2	0	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2
39	2	3	3	3	2	0	2	3	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1
40	2	2	2	3	3	0	2	3	3	1	2	1	3	2	3	3	1	1	2	2
41	3	3	3	1	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
42	2	3	3	3	2	0	1	2	2	0	2	1	3	3	2	1	1	1	2	2
43	2	3	3	2	3	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
44	2	3	2	2	2	1	2	3	3	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
45	3	3	3	2	3	0	3	3	2	1	2	3	3	2	2	3	1	2	2	2
46	2	3	2	2	3	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
47	3	3	3	3	3	0	3	3	2	0	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
48	2	3	3	2	3	0	3	2	2	0	1	3	1	3	2	2	2	2	2	2
49	3	3	2	2	2	1	1	3	2	0	2	2	2	2	2	3	1	1	2	2
50	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
51	3	3	3	2	2	1	2	3	3	0	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3
52	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2

53	2	3	3	3	3	1	3	0	1	2	1	3	2	1	2	3	0	2	0	0
54	3	3	2	2	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2
55	2	3	2	1	3	0	2	3	2	0	2	1	3	2	2	1	1	1	2	2
56	3	3	3	1	3	0	3	3	3	0	1	1	2	2	1	2	2	2	3	3
57	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3	3	3	2	2	2	3	3
58	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	0	3	3	3	2	2	2	3	3
59	3	3	3	3	3	0	3	2	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
60	3	3	3	2	2	0	2	2	3	0	2	2	2	2	1	3	3	2	1	2
61	2	3	1	3	3	0	2	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
62	3	3	2	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3	3	3	2	3	2	3	3
63	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	0	2	2	2	2	2	3	2	2
64	2	2	3	3	3	0	3	2	3	0	2	3	2	2	2	2	1	2	3	2
65	2	3	2	3	3	0	2	3	3	1	2	2	3	3	1	3	2	3	3	2
66	3	3	3	2	2	0	3	2	2	0	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
67	2	1	2	3	3	0	2	2	2	0	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2
68	3	1	3	3	3	0	3	3	3	0	2	1	2	2	2	3	2	3	3	3
69	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	2	3	3	2	2	2	1	3	3
70	3	3	3	2	3	0	2	3	3	0	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3
71	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	1	2	2	3	3	2
72	2	3	3	2	3	1	2	2	2	1	1	2	3	2	1	1	2	1	2	2
73	2	2	3	2	2	2	3	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2
74	3	3	3	3	2	0	2	3	2	0	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2
75	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	2	0	3	3	3	3	2	2	3	3
76	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	0	3	3	3	3	3	3	2	2
77	2	1	3	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	2	1	1	0	1	0	1
78	2	1	3	1	3	1	3	3	3	0	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
79	2	3	3	3	2	2	2	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2
80	2	1	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3
81	3	3	3	3	2	0	2	3	3	0	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
82	3	2	3	3	3	0	2	3	3	0	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3

Fonte: pesquisa direta

Tabela Apêndice II.2: Tabulação das Respostas Obtidas na Segunda Rodada de Consulta da Técnica *Delphi*. Cada Linha Representou um Respondente e a Coluna uma Pergunta (1s = Primeira Pergunta da Segunda Rodada)

TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS OBTIDAS NA SEGUNDA RODADA																				
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	7s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	15s	16s	17s	18s	19s	20s
1	3	3	3	1	3	0	2	2	2	0	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2
2	2	3	3	1	3	1	3	2	3	1	1	2	1	3	1	3	1	3	2	2
3	3	3	3	3	3	0	2	3	2	0	2	2	3	3	2	3	1	2	2	2
4	2	3	3	2	2	1	2	3	2	0	3	1	2	3	1	2	2	2	2	2
5	1	3	2	1	1	1	2	0	1	1	1	2	0	1	2	3	0	0	1	1
6	3	2	3	2	2	0	2	2	3	0	2	2	3	2	3	2	1	2	2	2
7	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2
8	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	0	2	1	1
9	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1
10	3	2	3	2	1	1	3	2	2	0	2	3	1	3	1	2	2	1	3	2
11	3	3	2	2	3	0	1	2	3	0	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2
12	2	1	3	3	3	0	3	3	3	0	3	2	2	3	1	2	1	2	3	3
13	3	3	3	2	2	0	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
14	2	3	2	2	3	1	3	3	3	2	2	2	2	3	1	2	3	3	3	1
15	2	2	2	1	1	1	2	2	2	0	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1
16	1	2	2	3	3	1	3	2	2	1	2	2	3	2	1	1	2	1	2	2
17	3	3	3	0	2	0	2	2	1	0	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1
18	3	1	3	1	2	0	2	3	3	0	2	1	3	2	2	2	1	2	3	3
19	2	3	3	2	2	0	2	2	3	0	2	1	3	3	2	2	1	1	2	1
20	3	3	3	2	2	0	3	2	2	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	2
21	3	3	3	2	2	0	2	3	3	1	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3
22	3	0	3	3	3	1	2	3	3	1	3	2	2	2	1	3	2	3	3	2
23	3	3	3	0	2	1	2	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
24	2	3	3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	1	3	0	3	2	2
25	1	1	2	3	3	1	3	3	2	0	2	1	2	3	2	3	2	1	2	2
26	2	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	2	3	3	2	2	1	2	2	2
27	2	3	2	1	2	0	3	3	3	1	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3
28	3	3	3	3	2	0	2	3	3	0	2	2	2	3	2	1	2	2	3	3
29	1	1	3	3	3	0	0	0	0	0	1	0	3	3	2	3	2	2	1	1
30	2	3	3	1	3	0	0	3	3	0	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
31	2	3	3	3	3	0	0	3	3	0	3	1	3	3	3	2	1	1	2	2
32	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
33	3	3	3	2	3	1	2	3	2	0	2	2	3	3	3	2	2	1	2	3
34	2	3	3	3	3	1	3	2	3	0	3	2	3	3	2	1	1	2	2	2
35	1	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
36	2	1	3	2	2	0	2	3	2	0	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1
37	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2
38	2	3	2	3	3	0	2	3	2	0	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2
39	2	3	3	3	2	0	2	3	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1
40	2	2	2	3	3	0	2	3	3	1	2	1	3	2	3	3	1	1	2	2
41	2	2	3	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
42	2	3	3	3	2	0	1	2	2	0	2	1	3	3	2	1	1	1	2	2
43	2	3	3	2	3	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
44	2	3	2	2	3	2	3	2	2	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
45	3	3	3	3	3	0	3	3	3	1	2	2	3	2	3	3	2	2	1	1
46	2	3	2	2	3	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
47	3	3	3	3	3	0	3	3	2	0	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
48	2	3	3	2	3	0	3	2	2	0	1	3	1	3	2	2	2	2	2	2
49	3	3	2	2	2	1	1	3	2	0	2	2	2	2	2	3	1	1	2	2
50	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
51	3	3	3	2	2	0	2	3	3	0	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3
52	2	3	3	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
53	2	3	3	3	3	1	3	0	1	2	1	3	2	1	2	3	0	2	0	0
54	3	3	3	3	3	0	2	2	3	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
55	2	3	3	3	3	0	2	2	3	0	2	2	3	3	2	2	1	2	2	2
56	3	3	3	1	3	0	3	3	3	0	1	1	2	2	1	2	2	2	3	3
57	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3	3	3	2	2	2	3	3

58	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	0	3	3	3	2	2	2	3	3
59	3	3	3	3	3	0	3	2	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
60	3	3	3	2	2	0	2	2	3	0	2	2	2	2	1	3	3	2	1	2
61	2	3	1	3	3	0	2	3	3	0	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
62	3	3	2	3	3	0	3	3	3	0	3	1	3	3	3	2	3	2	3	3
63	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2
64	2	2	3	3	3	0	3	2	3	0	2	3	2	2	2	2	1	2	3	2
65	2	3	2	3	3	0	2	3	3	1	2	2	3	3	1	3	2	3	3	2
66	3	3	3	2	2	0	3	2	2	0	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
67	2	1	2	3	3	0	2	2	2	0	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2
68	3	1	3	3	3	0	3	3	3	0	2	1	2	2	2	3	2	3	3	3
69	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	2	3	3	2	2	2	1	3	3
70	3	3	3	2	3	0	2	3	3	0	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3
71	2	2	3	2	2	1	3	3	3	0	2	3	2	3	1	2	2	3	3	2
72	2	3	3	2	3	1	2	2	2	1	1	2	3	2	1	1	2	1	2	2
73	2	2	3	2	2	1	3	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2
74	3	3	3	3	2	0	2	3	2	0	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2
75	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	2	0	3	3	3	3	2	2	3	3
76	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	0	3	3	3	3	3	3	2	2
77	2	1	3	3	3	2	2	2	2	1	2	3	2	2	1	1	0	1	0	1
78	2	1	3	1	3	1	3	3	3	0	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
79	2	3	3	3	2	1	2	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2
80	2	1	3	2	3	1	2	2	2	0	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3
81	3	3	3	3	2	0	2	3	3	0	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3
82	3	2	3	3	3	0	2	3	3	0	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3

Fonte: pesquisa direta

Tabela Apêndice II.3: Tabulação das respostas após a aplicação do filtro de cruzamento, com o resultado final da aplicação da técnica delphi junto ao grupo de especialista.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	3	3	1	3	0	2	2	2	0	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2
2	2	3	3	1	3	1	3	2	3	1	1	2	1	3	1	3	1	3	2	2
3	3	3	3	3	3	0	2	3	2	0	2	2	3	3	2	3	1	2	2	2
4	2	3	3	2	2	1	2	3	2	0	3	1	2	3	1	2	2	2	2	2
5	3	2	3	2	2	0	2	2	3	0	2	2	3	2	3	2	1	2	2	2
6	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	0	2	1	1
7	3	2	3	2	1	1	3	2	2	0	2	3	1	3	1	2	2	1	3	2
8	3	3	2	2	3	0	1	2	3	0	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2
9	2	1	3	3	3	0	3	3	3	0	3	2	2	3	1	2	1	2	3	3
10	3	3	3	2	2	0	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
11	2	2	2	1	1	1	2	2	2	0	2	1	2	2	2	0	1	0	1	1
12	1	2	2	3	3	1	3	2	2	1	2	2	3	2	1	1	2	1	2	2
13	3	1	3	1	2	0	2	3	3	0	2	1	3	2	2	2	1	2	3	3
14	2	3	3	2	2	0	2	2	3	0	2	1	3	3	2	2	1	1	2	1
15	3	3	3	2	2	0	3	2	2	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	2
16	3	3	3	2	2	0	2	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3
17	3	0	3	3	3	1	2	3	3	1	3	2	2	2	1	3	2	3	3	2
18	2	3	3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	3	1	3	0	3	2	2
19	1	1	2	3	3	1	3	3	2	0	2	1	2	3	2	3	2	1	2	2
20	2	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	2	3	3	2	2	1	2	2	2
21	2	3	2	1	2	0	3	3	3	1	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3
22	3	3	3	3	2	0	2	3	3	0	2	2	2	3	2	1	2	2	3	3
23	2	3	3	1	3	0	0	3	3	0	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
24	2	3	3	3	3	0	0	3	3	0	3	1	3	3	3	2	1	1	2	2
25	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
26	3	3	3	2	3	1	2	3	2	0	2	2	3	3	3	2	2	1	2	3
27	2	3	3	3	3	1	3	2	3	0	3	2	3	3	2	1	1	2	2	2
28	1	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
29	2	1	3	2	2	0	2	3	2	0	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1
30	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2
31	2	3	2	3	3	0	2	3	2	0	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2
32	2	3	3	3	2	0	2	3	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1
33	2	2	2	3	3	0	2	3	3	1	2	1	3	2	3	3	1	1	2	2
34	2	2	3	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
35	2	3	3	3	2	0	1	2	2	0	2	1	3	3	2	1	1	1	2	2
36	2	3	3	2	3	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
37	3	3	3	3	3	0	3	3	3	1	2	2	3	2	3	3	2	2	1	1

38	2	3	2	2	3	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
39	3	3	3	3	3	0	3	3	2	0	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
40	2	3	3	2	3	0	3	2	2	0	1	3	1	3	2	2	2	2	2	
41	3	3	2	2	2	1	1	3	2	0	2	2	2	2	2	3	1	1	2	2
42	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
43	3	3	3	2	2	0	2	3	3	0	3	1	3	3	2	3	2	3	3	3
44	2	3	3	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
45	2	3	3	3	3	1	3	0	1	2	1	3	2	1	2	3	0	2	0	0
46	3	3	3	3	3	0	2	2	3	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
47	2	3	3	3	3	0	2	2	3	0	2	2	3	3	2	2	1	2	2	2
48	3	3	3	1	3	0	3	3	3	0	1	1	2	2	1	2	2	2	3	3
49	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3	3	3	2	2	2	3	3
50	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	0	3	3	3	2	2	2	3	3
51	3	3	3	3	3	0	3	2	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
52	3	3	3	2	2	0	2	2	3	0	2	2	2	2	1	3	3	2	1	2
53	3	3	2	3	3	0	3	3	3	0	3	1	3	3	3	2	3	2	3	3
54	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2
55	2	2	3	3	3	0	3	2	3	0	2	3	2	2	2	2	1	2	3	2
56	2	3	2	3	3	0	2	3	3	1	2	2	3	3	1	3	2	3	3	2
57	3	3	3	2	2	0	3	2	2	0	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
58	2	1	2	3	3	0	2	2	2	0	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2
59	3	1	3	3	3	0	3	3	3	0	2	1	2	2	2	3	2	3	3	3
60	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	2	3	3	2	2	2	1	3	3
61	3	3	3	2	3	0	2	3	3	0	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3
62	2	2	3	2	2	1	3	3	3	0	2	3	2	3	1	2	2	3	3	2
63	2	3	3	2	3	1	2	2	2	1	1	2	3	2	1	1	2	1	2	2
64	3	3	3	3	2	0	2	3	2	0	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2
65	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	2	0	3	3	3	3	2	2	3	3
66	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	0	3	3	3	3	3	3	2	2
67	2	1	3	1	3	1	3	3	3	0	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
68	2	3	3	3	2	1	2	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2
69	2	1	3	2	3	1	2	2	2	0	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3
70	3	3	3	3	2	0	2	3	3	0	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3
71	3	2	3	3	3	0	2	3	3	0	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3

Fonte: pesquisa direta

Tabela Apêndice II.4: Médias de velocidade em cada trecho da simulação por km/h. as linhas são os 50 simulados e as colunas são os 21 trechos da viagem simulada.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	R	A	R	I	R	A	R	I	R	A	R	I	R	A	R	I	R	I	R	A	R
1	62	88	84	75	74	37	77	44	77	42	79	38	73	42	74	36	75	39	74	37	72
2	68	55	76	50	76	47	75	44	75	43	76	46	79	56	78	46	82	45	82	42	77
3	70	19	66	22	77	63	88	25	84	28	69	19	75	35	96	46	69	51	90	46	55
4	47	36	58	28	44	36	49	38	44	40	41	40	48	38	40	38	40	39	42	42	40
5	49	13	44	21	48	17	42	14	40	24	45	16	46	27	52	12	33	16	50	11	41
6	40	17	34	10	34	14	31	13	37	22	34	18	32	25	30	19	43	23	50	34	60
7	44	39	56	29	61	36	63	14	62	43	50	30	65	38	63	34	64	18	67	45	47
8	60	44	59	38	58	35	67	38	64	32	64	34	64	33	65	36	65	36	65	36	60
9	41	30	75	36	69	27	78	26	63	29	65	31	63	24	61	38	72	25	62	39	58
10	30	19	52	23	60	28	58	34	40	52	53	37	60	37	44	37	31	28	52	32	76
11	45	14	75	21	64	36	72	25	67	27	66	28	74	33	79	30	84	28	81	37	93
12	41	31	64	27	67	29	69	23	65	35	68	28	61	34	59	29	60	31	59	29	39
13	76	77	93	35	88	58	93	33	97	45	95	39	64	57	99	38	96	35	64	47	85
14	67	40	58	34	67	35	65	28	60	33	58	38	64	37	62	35	65	37	57	37	43
15	59	46	81	26	71	44	82	38	77	52	80	28	74	41	76	25	76	26	74	42	61
16	64	41	50	19	38	8	42	14	44	28	31	19	32	32	52	23	42	24	59	24	62
17	53	32	56	35	56	36	64	47	50	41	53	27	44	36	51	35	54	36	60	31	50
18	33	13	65	21	73	43	67	52	63	29	59	31	66	29	57	29	80	33	94	82	86
19	59	45	90	38	82	38	88	43	77	77	78	39	76	68	78	42	76	38	80	64	80
20	52	58	59	78	86	36	81	48	95	100	86	63	93	46	82	41	81	22	80	62	99
21	59	46	66	26	71	44	53	31	77	52	72	28	74	63	53	25	76	26	74	55	61
22	26	25	64	36	67	37	69	38	69	38	67	37	69	38	69	36	67	36	72	35	66
23	59	44	69	46	71	34	70	34	74	37	75	40	68	37	62	32	64	37	70	38	69
24	43	62	44	9	47	7	37	22	20	12	32	36	57	45	40	29	48	19	42	42	51
25	52	28	64	32	67	26	68	32	60	35	62	27	70	23	81	37	77	33	85	30	84

26	44	30	72	43	71	34	77	34	76	35	71	37	70	38	69	43	73	36	65	39	76
27	59	41	80	37	78	60	80	38	79	43	79	36	78	54	85	39	81	38	76	35	77
28	36	29	74	38	79	57	76	41	77	49	73	36	72	38	74	39	77	38	80	38	76
29	75	42	68	24	66	41	74	17	63	34	54	10	61	32	60	16	65	18	58	30	56
30	41	40	77	26	50	39	78	28	60	37	72	28	59	35	75	27	80	36	62	31	51
31	37	36	63	30	87	67	79	41	80	42	87	46	78	71	82	61	73	34	66	40	73
32	43	38	81	34	79	42	78	25	65	39	80	32	68	46	73	24	78	32	69	38	69
33	33	44	57	14	49	20	57	31	54	33	53	46	62	36	61	47	58	38	58	48	65
34	63	70	66	42	74	45	89	44	85	76	90	61	83	76	89	57	80	43	96	58	61
35	70	39	82	34	87	50	80	37	77	39	83	35	79	59	92	37	93	41	95	44	90
36	55	28	63	23	56	22	44	26	40	38	48	32	55	39	60	41	64	38	56	38	42
37	52	39	82	36	57	42	83	39	52	32	78	39	46	35	78	39	76	37	61	46	51
38	51	62	61	42	64	54	67	62	71	59	74	49	57	49	65	57	66	53	71	54	73
39	56	14	63	32	70	26	65	20	70	31	64	29	68	27	68	21	72	27	76	36	54
40	50	38	81	36	79	42	73	25	68	43	82	42	76	34	75	31	95	38	76	39	99
41	29	56	76	32	83	78	76	60	67	39	91	41	78	80	90	85	84	41	71	38	76
42	69	78	77	59	79	43	84	29	69	30	89	27	72	26	82	27	93	24	88	24	91
43	73	51	91	46	96	71	95	68	92	69	90	74	74	72	85	70	92	68	75	56	96
44	54	32	37	29	34	36	54	36	61	37	59	36	52	38	58	36	66	35	64	39	60
45	83	59	69	50	72	48	74	31	92	48	82	57	91	55	84	65	82	48	96	100	61
46	53	69	78	42	82	35	85	93	80	48	87	80	92	85	84	58	80	41	85	66	67
47	50	35	79	30	68	36	76	34	69	36	78	38	73	36	76	38	75	33	66	37	62
48	18	26	83	18	61	45	81	48	57	34	54	44	62	54	63	50	73	38	66	27	70
49	30	31	63	30	65	35	65	36	73	42	68	35	60	33	63	32	66	34	64	32	76
50	41	23	61	28	60	33	62	34	61	31	57	35	61	33	66	33	61	34	65	35	57
M	51	40	68	33	67	39	70	36	66	41	68	37	66	43	69	38	70	35	70	42	67
	R	A	R	I	R	I	R	A	R												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Fonte: pesquisa direta

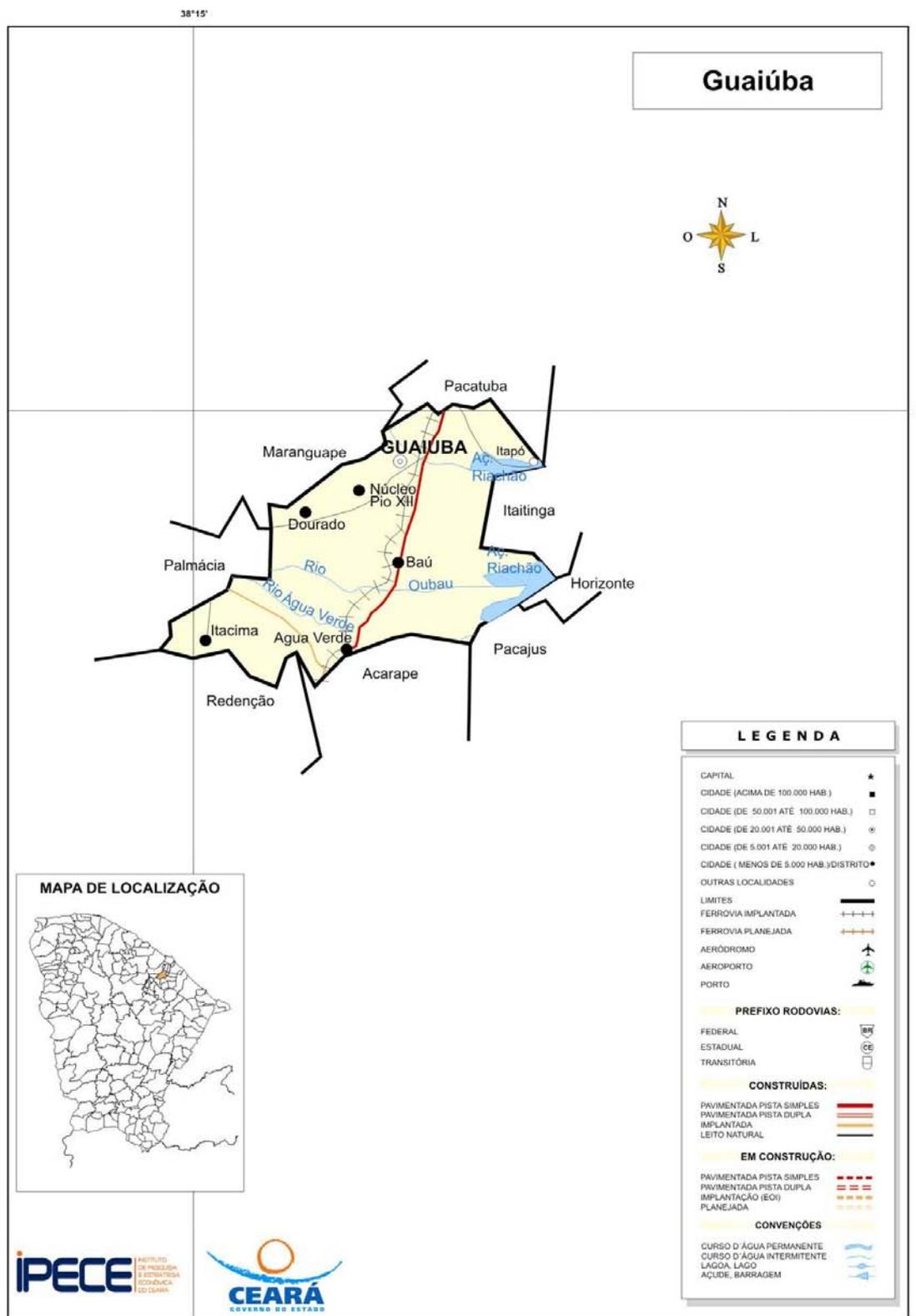
APÊNDICE III
MAPAS



Figura Apêndice III.1: Mapa Político do Brasil. Visualiza-se o Estado do Ceará e sua Capital Fortaleza. O Município de Guaiúba encontra-se 38 km ao sul de Fortaleza, na Rodovia CE 060. Fonte: www.brasil-turismo.com/mapas/mapa-politico



Figura Apêndice III.2: A seta indica a localização do Município de Guaiúba no Estado do Ceará, visualiza-se o Estado do Ceará, sua Capital Fortaleza e o Município de Guaiúba. Fonte: www.brasil-turismo.com/mapas/mapa-politico



Fonte: Mapa Básico do Estado do Ceará 2002

Figura Apêndice III.3: Mapa do Município de Guaiúba e seus Distritos. A linha em vermelho representa o trecho da Rodovia CE 060 cruzando o Município de Guaiúba. Observa-se os Municípios de Acarape e Redenção, como também a localização de Guaiúba no mapa do Estado do Ceará. Fonte: IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

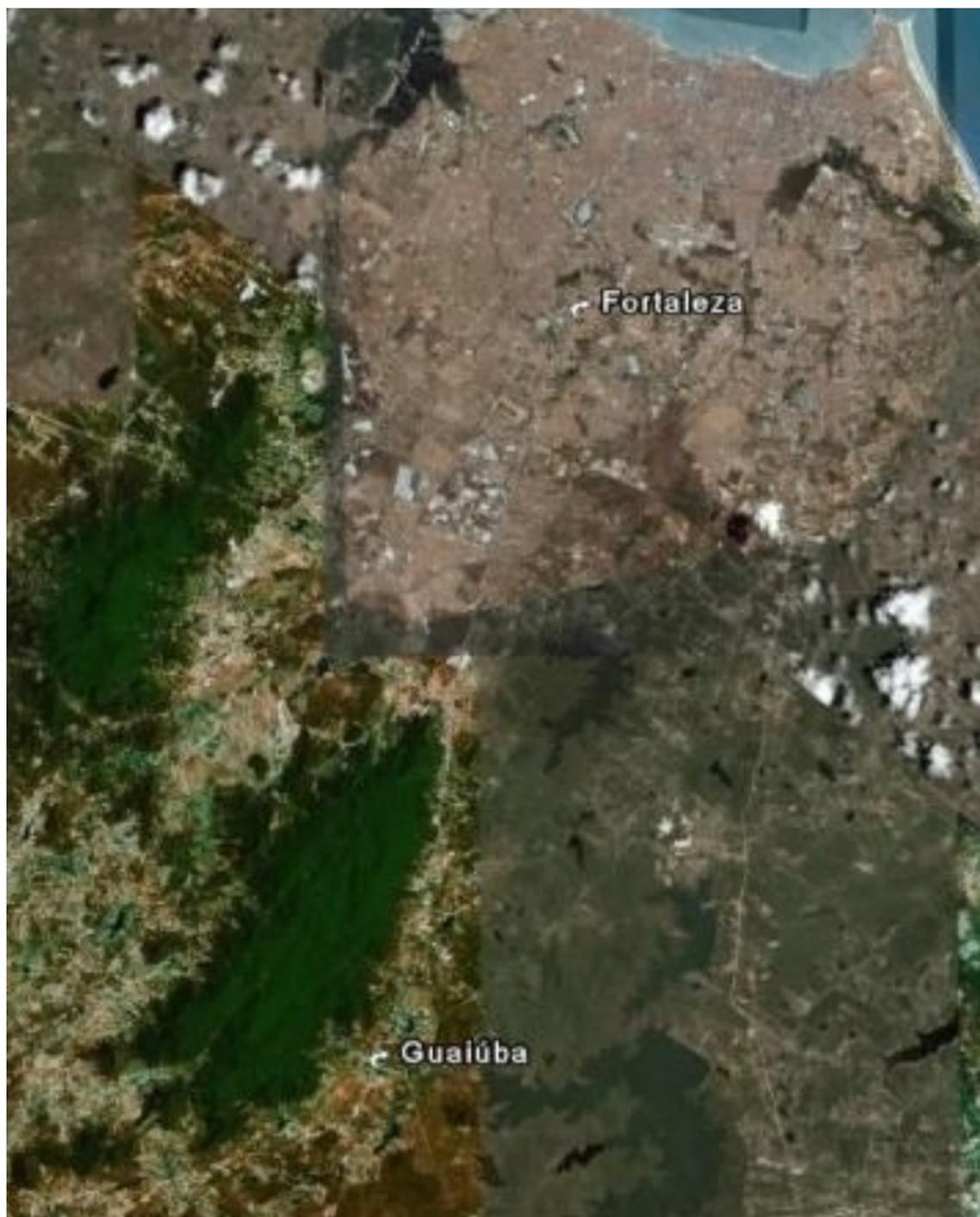


Figura Apêndice III.4: Foto satélite das Cidades de Fortaleza e Guaiúba. Fonte: *Google earth site*



Figura Apêndice III.5: Foto satélite da Cidade de Guaiúba. Fonte: *Google earth site*