

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Gabriela Mazzotti Ferret**

**GERENCIAMENTO ATIVO DE TRÁFEGO EM  
AUTOESTRADAS: AVALIAÇÃO DA OPINIÃO DOS  
MOTORISTAS**

Porto Alegre  
julho 2013

**GABRIELA MAZZOTTI FERRET**

**GERENCIAMENTO ATIVO DE TRÁFEGO EM  
AUTOESTRADAS: AVALIAÇÃO DA OPINIÃO DOS  
MOTORISTAS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Helena Beatriz Bettella Cybis**

Porto Alegre  
julho 2013

**GABRIELA MAZZOTTI FERRET**

**GERENCIAMENTO ATIVO DE TRÁFEGO EM  
AUTOESTRADAS: AVALIAÇÃO DA OPINIÃO DOS  
MOTORISTAS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2013

Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis  
Ph.D. pela University of Leeds  
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Ana Margarita Larrañaga Uriarte (UFRGS)**  
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Felipe Caleffi (UFRGS)**  
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis (UFRGS)**  
Ph.D. pela University of Leeds

Dedico este trabalho a meus pais, Marcos e Salete, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Profa. Helena Beatriz Bettella Cybis, orientadora deste trabalho, pela oportunidade, paciência e apoio que me disponibilizou quando preciso.

Agradeço a Profa. Carin Maria Schmitt pela dedicação e cobrança para que este trabalho pudesse se concretizar.

Agradeço a Doutora Ana Margarita Larrañaga e ao Mestre Felipe Caleffi pela disponibilidade em participar da banca avaliadora e pelo apoio cedido ao longo do meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço ao meu namorado, Lorenzo, pela compreensão e todo o apoio prestado nos momentos de dificuldade.

Agradeço a minha família pelo esforço em proporcionar as ferramentas necessárias para que eu pudesse completar o Curso de Graduação.

O segredo de seguir em frente é começar a trabalhar.

*Agatha Christie*

## RESUMO

O aumento da frota de veículos circulando nas vias justifica a expansão da malha viária, tanto no meio urbano quanto no rural. No entanto, melhorias na infraestrutura exigem alterações das vias para obras e grandes investimentos, fazendo com que a construção de novas estradas e duplicações se torne, muitas vezes, inviáveis. Buscam-se, então, soluções que possibilitem o aumento da capacidade viária de forma eficaz e econômica, aproveitando a estrutura já existente. Com base nesse cenário, este trabalho, primeiramente, aborda as características do gerenciamento ativo de tráfego, proporcionando uma visão geral de como ele é utilizado e quais as principais técnicas utilizadas, listando informações sobre a harmonização de velocidades e utilização do acostamento. Sendo estas técnicas pouco conhecidas pelo público brasileiro, é importante que se trabalhe com a aceitação dos usuários ao novo sistema. Com embasamento na teoria estudada, foi feita a avaliação da opinião de usuários das vias brasileiras, que ainda não utilizam rodovias com o sistema em vigor, sobre o uso de painéis de mensagem variável. Os painéis são a forma de comunicação utilizada para controlar o fluxo, alertando os motoristas sobre a velocidade limite e o uso do acostamento. Desse modo, buscou-se a melhor forma de coletar as opiniões relativas ao uso de painéis para gerenciamento ativo de tráfego. O método escolhido para o recolhimento de dados foi Entrevista Individual, gerando assim uma avaliação qualitativa da situação. O passo seguinte foi a elaboração de um roteiro de perguntas a serem aplicadas ao método. Ao obter a opinião exposta pelos usuários, foi possível observar com mais clareza as falhas e peculiaridades dos painéis já implantados em outros países que utilizam rodovias com sistema de gerenciamento ativo de tráfego. Como resultado concluiu-se que a melhor opção para sinalizar a utilização temporária do acostamento seria a implantada nos Países Baixos, na Rodovia A1. Para a harmonização de velocidades as melhores opções seriam as do modelo inglês, utilizadas na Rodovia M42 e o painel utilizado em Washington State, nos Estados Unidos. Destacou-se como preocupação entre os usuários a visibilidade dos painéis, a quantidade de informação exibida e se haverá como ter certeza de que os painéis estão funcionando corretamente.

Palavras-chave: Gerenciamento Ativo de Tráfego. Harmonização de Velocidades. Utilização do Acostamento. Painel de Mensagem Variável. Percepção do Usuário de Rodovias.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Etapas da elaboração do projeto de pesquisa .....  | 15 |
| Figura 2 – Painel de mensagem variável alertando sobre o congestionamento e fornecendo informações sobre rotas e duração de viagem..... | 20 |
| Figura 3 – Harmonização de velocidades nos Países Baixos .....  | 21 |
| Figura 4 – Rodovia A5, Alemanha – tráfego no acostamento não está em vigor .....  | 22 |
| Figura 5 – Rodovia A5, Alemanha – tráfego no acostamento permitido .....  | 22 |
| Figura 6 – Refúgio de emergência equipado com telefone na Inglaterra .....  | 25 |
| Figura 7 – Exibição de pictogramas simbolizando congestionamento na Alemanha .....  | 26 |
| Figura 8 – Utilização do acostamento em horários fixos nos Estados Unidos .....   | 29 |
| Figura 9 – Harmonização de velocidades e utilização do acostamento interno e externo, ainda em estudo, em Washington State .....        | 29 |
| Figura 10 – Primeira opção de painel para utilização do acostamento, nos Países Baixos .....  | 43 |
| Figura 11 – Alternativa da primeira opção de painel, nos Países Baixos .....  | 43 |
| Figura 12 – Segunda opção de painel para utilização do acostamento, nos Estados Unidos .....  | 44 |
| Figura 13 – Utilização do acostamento na Eslovênia, primeira alternativa .....  | 45 |
| Figura 14 – Utilização do acostamento na Eslovênia, segunda alternativa .....   | 45 |
| Figura 15 – Harmonização de velocidades nos Estados Unidos .....  | 46 |
| Figura 16 – Harmonização de velocidades na Rodovia M1, na Austrália .....   | 46 |
| Figura 17 – Painel para harmonização de velocidades nos Estados Unidos .....  | 47 |
| Figura 18 – Rodovia Alemã com harmonização de velocidades .....   | 47 |
| Figura 19 – Conjunto para gerenciamento de tráfego nos Países Baixos .....  | 48 |
| Figura 20 – Painéis de mensagem variável, modelo inglês .....   | 48 |
| Figura 21 – Painéis de mensagem variável, conjunto mais completo, modelo inglês .....   | 49 |
| Figura 22 – Modelos de painel de mensagem variável mais aceitos no caso de combinação das duas técnicas .....                           | 62 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Principais técnicas utilizadas no gerenciamento ativo de tráfego .....   | 18 |
| Quadro 2 – Figuras escolhidas como melhores e piores pelos entrevistados para o caso de utilização temporária do acostamento .....                        | 51 |
| Quadro 3 – Opção de painel votada como melhor sinalização indicativa do uso temporário do acostamento com alternativa a e b e argumentos utilizados ..... | 52 |
| Quadro 4 – Segunda opção de painel ideal para sinalização indicativa do uso temporário do acostamento com alternativa a e b e argumentos utilizados ..... | 53 |
| Quadro 5 – Opção eleita como pior para indicar o uso temporário do acostamento e argumentos utilizados .....  | 54 |
| Quadro 6 – Figuras escolhidas como melhores e piores pelos entrevistados para o caso de utilização temporária do acostamento .....                        | 55 |
| Quadro 7 – Opção de painel, também favorita, para harmonização de velocidades e argumentos utilizados .....   | 56 |
| Quadro 8 – Opção de painel, também favorita, para harmonização de velocidades e argumentos utilizados .....   | 57 |
| Quadro 9 – Opção de painel, também favorita, para harmonização de velocidades e argumentos utilizados .....   | 58 |
| Quadro 10 – Quarto lugar no ordenamento dos melhores painéis e argumentos utilizados .....  | 59 |
| Quadro 11 – Utilização de harmonização de velocidades nos Estados Unidos e argumentos utilizados .....  | 59 |
| Quadro 12 – Um dos conjuntos mais apontados como ruins para sinalização de harmonização de velocidades e argumentos utilizados .....                      | 60 |
| Quadro 13 – Pior opção de sinalização para harmonização de velocidades e argumentos utilizados .....  | 61 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 11 |
| <b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....                                  | 13 |
| 2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....  | 13 |
| 2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....  | 13 |
| <b>2.2.1 Objetivo Principal</b> .....                                  | 13 |
| <b>2.2.2 Objetivos secundários</b> .....                               | 13 |
| 2.3 PRESSUPOSTO .....  | 14 |
| 2.4 DELIMITAÇÃO .....  | 14 |
| 2.5 LIMITAÇÕES .....   | 14 |
| 2.6 DELINEAMENTO .....   | 14 |
| <b>3 TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO ATIVO DE TRÁFEGO</b> .....              | 17 |
| 3.1 HARMONIZAÇÃO DE VELOCIDADES .....                                  | 19 |
| 3.2 UTILIZAÇÃO DO ACOSTAMENTO .....                                    | 21 |
| <b>4 PRÁTICAS INTERNACIONAIS</b> .....                                 | 24 |
| 4.1 APLICAÇÃO NAS AUTOESTRADAS EUROPEIAS.....                          | 24 |
| <b>4.1.1 Inglaterra</b> .....  | 24 |
| <b>4.1.2 Alemanha</b> .....  | 25 |
| <b>4.1.3 Países Baixos</b> .....                                       | 26 |
| <b>4.1.4 Grécia e Dinamarca</b> .....                                  | 27 |
| <b>4.1.5 Vantagens Obtidas na Europa</b> .....                         | 27 |
| 4.2 APLICAÇÃO NOS ESTADOS UNIDOS .....                                 | 28 |
| <b>5 ADAPTAÇÃO DOS MOTORISTAS</b> .....                                | 31 |
| <b>6 PESQUISA QUALITATIVA</b> .....                                    | 34 |
| 6.1 TIPOS DE ENTREVISTA QUALITATIVA .....                              | 34 |
| 6.2 ENTREVISTA INDIVIDUAL .....  | 35 |
| 6.3 TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE DADOS.....                               | 37 |
| <b>7 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS</b> .....                          | 39 |
| 7.1 PROCESSO DE AMOSTRAGEM .....                                       | 39 |
| 7.2 PROCEDIMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA INDIVIDUAL           | 39 |
| 7.3 CONJUNTOS DE PAINÉIS APRESENTADOS .....                            | 40 |
| 7.4 ROTEIRO DA ENTREVISTA INDIVIDUAL .....                             | 41 |
| <b>7.4.1 Painéis de utilização do acostamento apresentados</b> .....   | 42 |
| <b>7.4.2 Painéis de Harmonização de Velocidades apresentados</b> ..... | 45 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>8 ANÁLISE QUALITATIVA DAS RESPOSTAS OBTIDAS .....</b>                        | <b>50</b> |
| 8.1 ANÁLISE DAS OPÇÕES DE PAINÉIS DE UTILIZAÇÃO DO ACOSTAMENTO .....            | 50        |
| 8.2 ANÁLISE DAS OPÇÕES DE PAINÉIS DE HARMONIZAÇÃO DE VELOCIDADES .....          | 55        |
| 8.3 ANÁLISE DAS OPÇÕES DE PAINÉIS NO CASO DE COMBINAÇÃO DAS DUAS TÉCNICAS ..... | 61        |
| <b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>63</b> |
| REFERÊNCIAS .....   | 65        |
| APÊNDICE A .....  | 67        |



## 1 INTRODUÇÃO

Os grandes centros urbanos sofrem com o constante aumento do número de veículos em circulação, que saturam as vias e provocam congestionamentos. A grande quantidade de automóveis circulando, provoca um aumento no tempo de viagem, trazendo inconveniências não apenas ao motorista, mas também ao ciclo de atividades diárias. Oportunidades são perdidas, compromissos adiados, a agilidade de serviços é comprometida e há a necessidade de uma programação rígida para evitar horários de pico.

Dentro deste contexto existe o desejo pelo aumento da capacidade nas rodovias, que pode ser feito por melhorias na infraestrutura, como duplicações e novas autoestradas. O problema é que tais obras são onerosas, demoram a serem concluídas e geram ainda mais transtornos aos usuários durante a sua execução.

Utilizando o sistema conhecido como Gerenciamento Ativo de Tráfego, são propostas formas de aumentar a capacidade viária em autoestradas, em horários de pico, de forma automatizada. Este sistema utiliza técnicas de harmonização de velocidades e utilização do acostamento para o tráfego. Essas são as mais utilizadas e difundidas na literatura internacional e são empregadas geralmente em conjunto. Existem outras também como *ramp metering* e gerenciamento de faixas.

O sistema de gerenciamento ativo de tráfego já é utilizado em vários países da Europa e nos Estados Unidos. É uma tendência no setor de transportes e cada vez mais países aderem a este tipo de sistema. No Brasil, não é diferente. Com o crescimento econômico ocorrido nos últimos anos, o País tem enfrentado problemas pelos quais os outros já passaram, como o aumento da frota de automóveis e a falta de espaço viária.

O principal enfoque deste trabalho é a verificação da opinião dos usuários das vias brasileiras quanto ao tipo de sinalização utilizada para informar sobre harmonização de velocidades e utilização do acostamento, focando na composição de painéis de mensagem variável, essenciais para a comunicação com os motoristas. É importante que, diante de uma possibilidade de implantação do sistema em autoestradas do Brasil, se saiba como os

condutores reagiriam a diferentes estilos de painéis, elegendo assim o que apresenta uma melhor forma de comunicação visual, dentre as já existentes em outros países.

O capítulo 2 deste trabalho apresenta as diretrizes tomadas para a realização da pesquisa, indicando a questão de pesquisa, os objetivos, pressuposto, delimitações, limitações, delineamento contendo as etapas da realização do trabalho. O capítulo 3 aborda a introdução das técnicas de gerenciamento ativo de tráfego mais comumente utilizadas, dando maior enfoque a definição da harmonização de velocidades e da utilização do acostamento em horários de pico. No capítulo 4 são apresentadas as práticas aplicadas nos diversos países onde o sistema já foi implantado. O capítulo 5 apresenta como foi a adaptação dos motoristas estrangeiros ao novo sistema. O capítulo 6 aponta o método para coleta de dados úteis para avaliar a receptividade e preferências dos futuros usuários do gerenciamento ativo de tráfego.

Nos capítulos seguintes, a pesquisa é exposta. No capítulo 7 todas as etapas da coleta de dados são relatadas. No capítulo 8, é feita a análise das respostas obtidas. E no capítulo 9, por fim, são apresentadas as considerações finais.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: considerando a utilização de painéis de mensagem variável instalados em outros países, qual o tipo que permite melhor compreensão, quanto ao conteúdo transmitido, ao motorista gaúcho?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo Principal**

O objetivo principal do trabalho é a avaliação qualitativa da opinião do motorista gaúcho quanto a compreensão da informação transmitida em painéis de mensagem variável, sobre harmonização de velocidades e utilização do acostamento, considerando modelos de composições já existentes em países onde o gerenciamento ativo de tráfego foi implantado.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Os objetivos secundários deste trabalho são os seguintes:

- a) descrição das técnicas de gerenciamento ativo de tráfego, com foco na harmonização de velocidades e utilização temporária do acostamento;
- b) elaboração do instrumento de pesquisa qualitativa para a coleta das opiniões dos motoristas sobre os tipos de painéis de mensagem variável utilizados em outros países.

## 2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os motoristas entrevistados circulam de carro por autoestradas do Rio Grande do Sul.

## 2.4 DELIMITAÇÃO

O trabalho delimita-se a malha viária do estado do Rio Grande do Sul.

## 2.5 LIMITAÇÕES

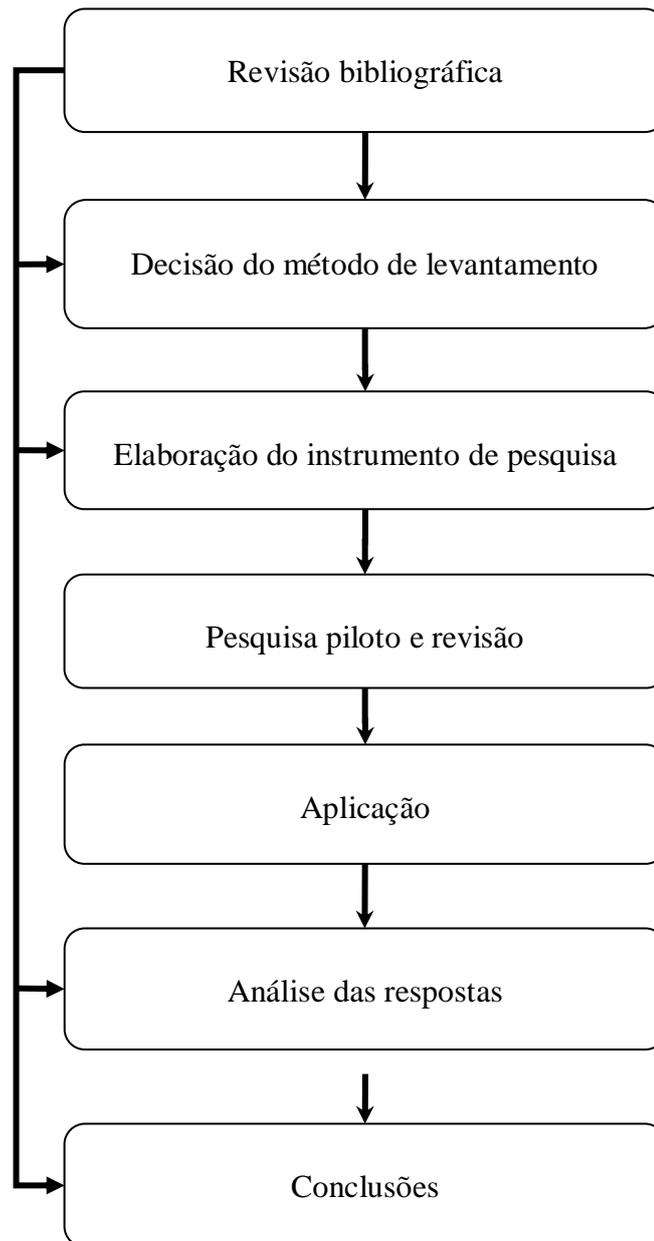
Este estudo se limita a motoristas gaúchos, que não estão familiarizados com as técnicas de gerenciamento ativo de tráfego e circulam de carro com maior frequência pelas estradas da região sul do Brasil.

## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, esquematizadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) decisão do método de levantamento
- c) elaboração do instrumento utilizado para o levantamento dos dados
- d) aplicação e coleta de dados
- e) análise das respostas
- f) considerações finais

Figura 1 – Etapas da elaboração do projeto de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A revisão bibliográfica foi a primeira etapa do processo, sendo necessária durante todas as outras fases do projeto de pesquisa. Nos primeiros momentos a busca por referências ocorreu de forma mais intensa, produzindo assim um bom embasamento teórico, mas não deixou de ser necessária posteriormente. A revisão buscou caracterizar as principais técnicas de gerenciamento ativo de tráfego utilizadas e apresentação do contexto que envolve a adaptação do motorista ao sistema, sendo esta uma das grandes preocupações nas fases iniciais de

implantação nas autoestradas. Neste momento também foram definidas as diretrizes da pesquisa.

Como o projeto envolveu pesquisa por meio de dados qualitativos, existiu a possibilidade de utilizar diferentes métodos de coleta de dados. A decisão da melhor técnica a se utilizar, as entrevistas individuais, se deu por meio da pesquisa bibliográfica.

Com a decisão pela utilização da técnica de entrevista individual tomada, a etapa seguinte se deu pela elaboração do roteiro de perguntas a ser aplicado aos entrevistados. O grupo foi definido através da separação por estratos, assim buscou-se a opinião de diferentes perfis de motorista. Após a validação e revisão, feita através de um teste piloto realizado, o roteiro começou então a ser aplicado.

As entrevistas foram gravadas em áudio, facilitando a coleta de tudo o que foi discutido, para posterior transcrição. Finalmente, com os dados em evidência, devidamente resumidos e organizados, foi possível fazer uma interpretação das respostas, ordenando as mais relevantes e frequentes, levando a conclusão do presente projeto.

### 3 TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO ATIVO DE TRÁFEGO

O presente capítulo é fruto da revisão bibliográfica, proporcionando embasamento teórico, referente às técnicas de gerenciamento ativo de tráfego mais utilizadas atualmente e como os países que as implantaram lidaram com a adaptação dos motoristas à mudança provocada na sinalização convencional.

Na Europa, onde os países pioneiros estão localizados, já foram tomadas medidas que ajudam no controle do congestionamento e da posse de automóveis por meio do grande desenvolvimento do transporte público, do custo do combustível, que é caro, além do desenvolvimento urbano em áreas concentradas (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 39, tradução nossa). São medidas que ajudam, mas não são suficientes, para que a demanda seja atendida com conforto.

As agências de transporte possuem cada vez menos possibilidades de oferecer mais capacidade viária nas autoestradas. Isso se deve ao aumento no número de viagens nas rodovias urbanas, congestionando o percurso, e a falta de verbas públicas destinadas a obras de melhoria na infraestrutura. Para utilizar de forma mais eficiente os limitados recursos monetários, evitando obras de alto custo, houve a necessidade de buscar soluções baseadas na sensibilidade ao contexto, como o gerenciamento de tráfego, que ameniza congestionamentos (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 5, tradução nossa).

A explicação do conceito de **gerenciamento ativo de tráfego**, dada pela *Federal Highway Administration* (2007, p. 49, tradução nossa), é que, conforme o comportamento que o tráfego apresenta, a cada momento, pode-se administrar dinamicamente os congestionamentos, aumentando a eficiência das vias e fazendo com que haja mais certeza de que a viagem não sofrerá atrasos. Este sistema não é operado manualmente, são tecnologias computacionais que implantam as estratégias automaticamente, fazendo com que se perca menos tempo do que com a operação humana e aumentando a segurança.

Brinckerhoff et al. (2008, p. 51, tradução nossa) reforçam a ideia explicando que “Variáveis específicas do sistema de gerenciamento ativo de tráfego são programáveis, o algoritmo e limite de ativação inicial do sistema são determinados durante o processo de concepção do

mesmo.”. Ou seja, não é conveniente para a efetividade do sistema a substituição do controle automático pelo manual, embora até possa ser feita.

As técnicas mais utilizadas estão descritas a seguir (quadro 1), com seus respectivos benefícios.

Quadro 1 – Principais técnicas utilizadas no gerenciamento ativo de tráfego

| Estratégia Utilizada                               | Benefícios                   |                       |                                    |                                      |   |                            |                  |  |                                     |                                  |                                       |                      |                                   |
|--|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------|------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
|  | Aumento da vazão de veículos | Aumento da capacidade | Diminuição de incidentes primários | Diminuição de incidentes secundários | Diminuição da severidade dos incidentes | Velocidades mais uniformes | Headways menores | Comportamento do motorista mais uniforme | Aumento na confiabilidade da viagem | Atraso no colapso da autoestrada | Redução no ruído causado pelo tráfego | Redução nas emissões | Redução no consumo de combustível |
| Harmonização de velocidades                        | X                            |                       | X                                  |                                      | X                                       | X                          | X                | X  | X                                   | X                                | X                                     | X                    | X                                 |
| Uso temporário do acostamento                      | X                            | X                     |                                    |                                      |   |                            |                  |  | X                                   | X                                |                                       |                      |                                   |
| Alerta de formação de fila                         |                              |                       | X                                  | X                                    | X                                       | X                          | X                | X  | X                                   |                                  | X                                     | X                    | X                                 |
| Gestão de locais em obras                          | X                            | X                     |                                    |                                      |   |                            |                  |  | X                                   |                                  | X                                     | X                    | X                                 |
| Restrições dinâmicas de caminhões                  | X                            | X                     |                                    |                                      |   | X                          |                  | X  | X                                   |                                  |                                       | X                    | X                                 |
| Redirecionamento dinâmico e informação ao viajante | X                            |                       | X                                  | X                                    |   |                            |                  | X  | X                                   |                                  |                                       | X                    | X                                 |

(fonte: adaptada de FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 51, tradução nossa)

A *Federal Highway Administration* (2007, p. 49, tradução nossa) aponta os benefícios da utilização da gestão ativa como sendo “[...] aumento da capacidade viária, diminuição de incidentes primários e secundários, velocidades mais uniformes, diminuição de *headways*, o comportamento mais uniforme do condutor, maior confiabilidade na viagem, e a habilidade de retardar o colapso da rodovia.”. Segundo Khattak et al. (2011, p. 1, tradução nossa), a diferença entre incidente primário e secundário é que o secundário acontece devido as filas que se formam quando ocorre um primeiro incidente, fazendo com que o transtorno gerado demore mais para se dissipar.

Os próximos itens caracterizam melhor a harmonização de velocidades e o uso temporário do acostamento, principais estratégias de gerenciamento ativo de tráfego (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 41, tradução nossa).

### 3.1 HARMONIZAÇÃO DE VELOCIDADES

A harmonização de velocidades é uma das principais técnicas utilizadas, e deve ser implantada com medidas de apoio. Uma delas são os painéis de mensagem dinâmica que, segundo a *Federal Highway Administration* (2007, p. 41-42, 57, tradução nossa), são pórticos eletrônicos que transmitem aos usuários da autoestrada em que estão instalados, avisos sobre qualquer anormalidade presente adiante, na pista, como acidentes e modificações no funcionamento do trecho, além de comunicar o limite de velocidade em vigor na rodovia. Numa definição ampla, “Os sistemas de harmonização de velocidade são configurados basicamente para automatizar a distribuição [do tráfego].”.

Como estes pórticos enviam mensagens variadas, na harmonização de velocidades, sempre que a formação de congestionamento é iminente, a velocidade máxima é modificada, conforme as informações geradas por sensores instalados na pista (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 57, tradução nossa). Estes painéis não servem apenas para mostrar limites de velocidade (figura 2), “Uma grande variedade de informações podem ser divulgadas, incluindo condições de trânsito e de estrada, informações de fechamento e desvio, informações de incidente e alertas de emergência ao motorista.” (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 23, tradução nossa).

Figura 2 – Painel de mensagem variável, na Alemanha, alertando sobre o congestionamento e fornecendo informações sobre rotas e duração de viagem.



(fonte: SPARMANN, 2007, p. 19)

A *Federal Highway Administration* (2007, p. 41, 57, tradução nossa) indica que a redução da velocidade máxima diminui as chances de acontecerem acidentes. Por meio desta, a capacidade que a autoestrada oferece é maximizada e o momento em que o congestionamento se forma demora mais para acontecer. Esta medida é ativada por meio de algoritmos que definem uma nova velocidade antes que o motorista chegue na parte em que se encontra o congestionamento, evitando que o carro tenha que realmente parar. Estes limites de velocidade variável são “Limites de velocidade que mudam baseado nas condições da rodovia, tráfego e condições meteorológicas. Também conhecido como limites dinâmicos de velocidade.”. Brinckerhoff et al. (2008, p. 27, tradução nossa) acrescentam que “As condições ambientais podem ser monitoradas e consideradas nos avisos de velocidade de segurança que são fornecidos para o motorista.”.

Uma boa exemplificação de como funciona o sistema na prática é dada por Brinckerhoff et al. (2008, p. 51, tradução nossa). Eles explicam que os painéis de mensagem variável ficam desligados, sem mostrar qualquer imagem, durante o tempo em que as condições da rodovia se encontram normais, em fluxo livre. Se as velocidades começam a diminuir, quando chegam a um limite mínimo, os painéis são ativados pelo sistema (figura 3) e passam a exibir velocidades que são gradualmente reduzidas até que se igualem a velocidade do fluxo mais lento na estrada. Cada pórtico exibe uma velocidade um pouco mais baixa que o anterior, conforme se aproxima do ponto de congestionamento.

Figura 3 – Harmonização de velocidades nos Países Baixos



(fonte: KUHN, 2008, p. 13)

### 3.2 UTILIZAÇÃO DO ACOSTAMENTO

A utilização do acostamento é caracterizada como o emprego do acostamento externo ou interno como uma nova faixa a ser adicionada na pista. Ele não funciona permanentemente (figura 4), sendo aberto apenas nos horários de maior movimento, quando há iminência de congestionamento. O acostamento deve ser utilizado em conjunto com a harmonização de velocidades, quando a velocidade máxima permitida está reduzida, só assim ele deve ser aberto para o tráfego, para manter as condições de segurança compatíveis com os volumes elevados de veículos. Os painéis de mensagem variável mostram quando a circulação é liberada (figura 5) (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 57; KUHN, 2008, p. 14, tradução nossa).

Outra prática semelhante é a “[...] abertura do acostamento interior para uso temporário com a finalidade de resolver os gargalos de capacidade na rede de autoestrada durante os períodos de congestionamento e velocidades reduzidas.” (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 57, tradução nossa), que é denominada faixa adicional. A diferença é dada pelo lado no qual o acostamento está em utilização, interno ou externo. Apesar disso, ambas as práticas devem operar quando a harmonização de velocidades está em vigor.

Figura 4 – Rodovia A5, Alemanha – tráfego no acostamento não está em vigor



(fonte: SPARMANN, 2007, p. 13)

Figura 5 – Rodovia A5, Alemanha – tráfego no acostamento permitido



(fonte: SPARMANN, 2007, p. 13)

Como o acostamento estará em uso como uma faixa de tráfego, é importante que se tome medidas de segurança para evitar bloqueios que acabem prejudicando o funcionamento do sistema. Segundo Brinckerhoff et al. (2008, p. 53, tradução nossa), antes de abrir o

acostamento para o tráfego deve ser feita uma vistoria em toda a extensão que será aberta. Esta medida serve para retirar qualquer obstáculo presente na faixa, como veículos com problemas e entulhos. Após esta operação, o trecho é conservado sob observação, por meio de câmeras instaladas, garantindo que ele permaneça livre para a circulação. Para qualquer incidente que aconteça no acostamento, deve haver patrulhas de serviço preparadas para, mesmo após a abertura, chegarem ao local e retirarem o empecilho com agilidade.

Com o uso do acostamento em vigor é importante que o condutor possa enxergar o fim do pavimento, para isso, é necessário que haja pintura na borda, ou aplicação de tachas. Se não houver este tipo de sinalização, é necessário iluminar o seu comprimento. Outra medida essencial é a instalação de refúgios ao lado do acostamento, com distâncias regulares uns dos outros, para que motoristas com problemas possam fazer breves paradas, ou esperar por socorro, em caso de emergência (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 54, tradução nossa).

## 4 PRÁTICAS INTERNACIONAIS

Os países da Europa são os pioneiros em gerenciamento ativo de tráfego. O primeiro país a implantar o sistema foi a Inglaterra, na rodovia M42 e posteriormente a Grécia, Alemanha, Dinamarca, e os Países Baixos. Mais tarde, os Estados Unidos também fizeram a sua implantação.

A *Federal Highway Administration* (2007, p. 39, tradução nossa) enviou uma equipe para estudar as dificuldades sofridas pelos europeus antes da implantação, que passavam pelos mesmos problemas que o Brasil atualmente enfrenta em relação aos desafios gerados pelo aumento no número de viagens. Havia a necessidade de mudar os conceitos das agências que operam o setor de transportes sobre o sistema ativo, caracterizando-o como um produto voltado para a satisfação do motorista.

Os próximos itens se referem às formas de utilização do gerenciamento ativo de tráfego nas autoestradas de países europeus e nos Estados Unidos. São, também, relatados os resultados obtidos na Europa.

### 4.1 APLICAÇÃO NAS AUTOESTRADAS EUROPEIAS

A utilização do gerenciamento ativo de tráfego teve seu início na Europa, onde o sistema é mais difundido atualmente. A seguir estão descritas as técnicas utilizadas na Alemanha, Países Baixos, Grécia, Inglaterra e Dinamarca e os principais benefícios após a implantação do sistema.

#### 4.1.1. Inglaterra

Segundo Caleffi (2013, p.20) “O gerenciamento ativo de tráfego começou a ser implantado na Inglaterra no ano de 2002, na rodovia M42, entre as intersecções 3a e 7, no sudeste de Birmingham. [...] Além da rodovia M42, as rodovias M25, M4, M5 e M6 também já possuem implantações das estratégias de gerenciamento ativo de tráfego”.

As estratégias utilizadas para amenizar os congestionamentos, conforme a *Federal Highway Administration* (2007, p. 43, tradução nossa) são “harmonização de velocidades, utilização temporária do acostamento, restrições a caminhões, *ramp metering*, controle de velocidade automatizado e cobrança de tarifas”.

A Inglaterra pratica a utilização temporária do acostamento para a circulação de veículos. Refúgios adicionais, equipados com telefone para chamadas de emergência (figura 6), são colocados a um espaçamento de 500 metros (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 8, tradução nossa).

Figura 6 – Refúgio de emergência equipado com telefone na Inglaterra



(fonte: KUHN, 2008, p. 15)

#### 4.1.2 Alemanha

Desde 1970, a harmonização de velocidades é utilizada na Alemanha, na intenção de proporcionar, um tráfego mais eficiente, baseando-se no comportamento apresentado pelo fluxo a cada momento. Os motoristas são alertados através de imagens exibidas em pórticos, que alertam sobre a formação de congestionamento a frente e sobre a redução da velocidade, a figura 7 mostra a situação atual. Sua implantação foi feita, primeiramente, nas autoestradas

mais movimentadas (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 7, tradução nossa). A partir de 1990, para adquirir mais capacidade nas rodovias congestionadas, começaram a utilizar, em conjunto com a harmonização de velocidades, o tráfego no acostamento (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 8, tradução nossa).

Figura 7 – Exibição de pictogramas simbolizando congestionamento na Alemanha



(fonte: PILZ<sup>1</sup>, 2006 apud KUHN, 2008, p. 17)

### 4.1.3 Países Baixos

Nos Países Baixos a harmonização de velocidades começou a ser utilizada em 1981, tendo seu uso motivado pelas condições climáticas desfavoráveis, como nevoeiro, e pela busca de velocidades mais homogêneas. Quando há situações em que ocorrem incidentes, obras na pista ou, em uso mais recente, trechos com denso povoamento no entorno, são utilizados monitores de controle, que alertam para uma redução da velocidade nestas áreas (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 7, tradução nossa). Em 2003, o acostamento começou a ser utilizado, “[...] como parte de um programa mais vasto para melhorar o uso da infraestrutura

<sup>1</sup> PILZ, A. Presentation of the Traffic Centre Hessen. In: PRESENTATION TO PLANNING FOR CONGESTION MANAGEMENT SCAN TEAM, 2006, Frankfurt. Proceedings... Frankfurt: Hessian Ministry of Economy and Transport, 2006.

existente.” (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 8, tradução nossa). Segundo a *Federal Highway Administration* (2007, p. 43, tradução nossa), para que os incidentes gerados por causa do congestionamento, chamados incidentes secundários, sejam evitados, os sinais de limite de velocidade são equipados com luzes que piscam, a intenção é avisar os viajantes sobre o congestionamento se aproximando.

#### 4.1.4 Grécia e Dinamarca

Na Grécia as estratégias de gerenciamento ativo de tráfego implantadas são a cobrança de pedágio, harmonização de velocidades e gerenciamento de faixas. Neste caso, o pedágio é utilizado como forma de desestimular o uso do transporte privado em viagens curtas (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 13, tradução nossa).

Já na Dinamarca, “[...] a harmonização de velocidade é referida como limite de velocidade variável, e é usada para administrar o congestionamento durante obras.”. Recentemente o sistema também é usado para diminuir a emissão de poluentes em áreas sensíveis e densamente povoadas (BRINCKERHOFF et al., 2008, p. 7, tradução nossa).

## 4.2 VANTAGENS OBTIDAS NA EUROPA

Como ferramentas de gestão de congestionamento não recorrentes na Europa também são utilizadas a harmonização de velocidades, juntamente com a abertura do acostamento, podendo assim controlar o fluxo frente aos incidentes que ocorrem na trajetória da autovia. Rotas alternativas são sugeridas aos viajantes para que desviem dos possíveis obstáculos. Sinais rotativos em forma de prisma são usados juntamente com os painéis de mensagem variável na Alemanha (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 42, tradução nossa).

Conforme levantado pela *Federal Highway Administration* (2007, p. 8, tradução nossa), a Europa conseguiu resultados que geraram a aceitação do público quanto a prática da gestão de congestionamentos. Os resultados foram:

- a) um aumento na vazão média em períodos congestionadas de 3 a 7 por cento;
- b) aumento da capacidade total de 3 a 22 por cento;

- c) uma redução em incidentes primários de 3 a 30 por cento;
- d) uma redução dos incidentes secundários de 40 a 50 por cento;
- e) uma harmonização global de velocidades durante os períodos de congestionamento;
- f) *headways* reduzidos e comportamento dos condutores mais uniforme;
- g) um aumento na confiabilidade viagem;
- h) a capacidade de retardar o início do colapso na *freeway*.

### 4.3 APLICAÇÃO NOS ESTADOS UNIDOS

Nos Estados Unidos, os estados de Virginia, Minnesota, Washington e California, entre outros, utilizam técnicas de gerenciamento ativo de tráfego. Porém nem todos utilizam o mesmo conjunto de medidas (SISIOPIKU et al., 2009, p. 27, tradução nossa).

No estado de Virginia, existe a utilização do acostamento durante horários fixos (figura 8), que são os horários de pico, mas esta medida ocorre independentemente da real condição do tráfego no momento. Recentemente, o acostamento também começou a ser utilizado se alguma faixa está sendo ocupada por obras ou incidentes. Já os limites de velocidade variável são utilizados em outra rodovia, para “[...] reduzir as velocidades dos veículos, melhorar o fluxo do tráfego e melhorar a segurança durante períodos de obras.” (SISIOPIKU et al., 2009, p. 27, tradução nossa). O estado de Minnesota também utiliza o mesmo estilo de operação do acostamento, abrindo-o em horários de muito movimento, mas estes se baseiam no tráfego, podendo variar. A cobrança de pedágio também auxilia no controle do fluxo de veículos (SISIOPIKU et al., 2009, p. 29, tradução nossa).

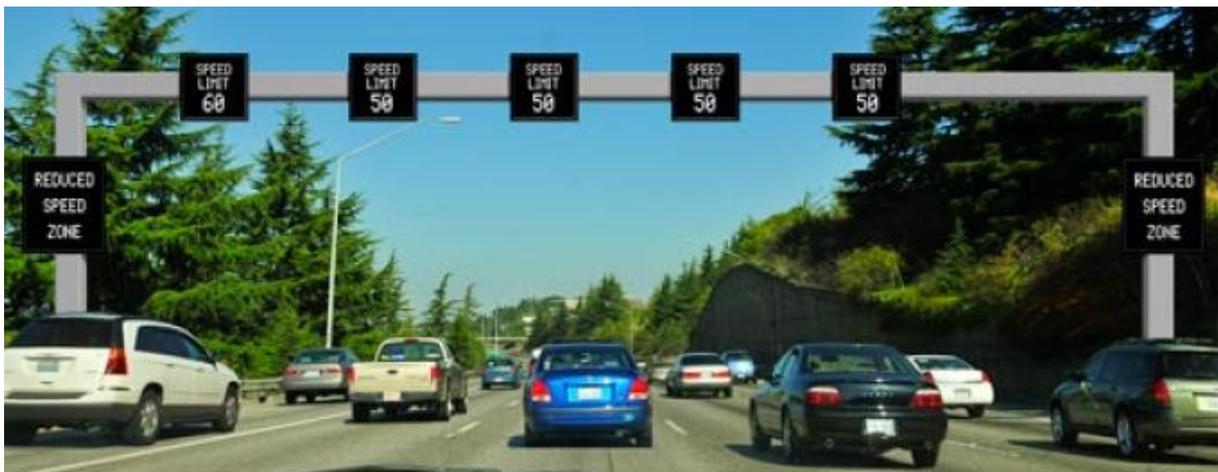
O uso do gerenciamento ativo no Estado de Washington (figura 9) tem como objetivo lidar com o fluxo nos locais em obras, controlando velocidades para que também se evite a ocorrência de incidentes. A utilização de harmonização de velocidades tem por objetivo a obtenção de melhorias na segurança da rodovia (SISIOPIKU et al., 2009, p. 28, tradução nossa).

Figura 8 – Utilização do acostamento em horários fixos nos Estados Unidos



(fonte: KUHN, 2012, p. 12)

Figura 9 – Harmonização de velocidades e utilização do acostamento interno e externo, ainda em estudo, em Washington State



(fonte: WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)

Na Califórnia há o emprego de “[...] *ramp metering*, limites de velocidade variável (harmonização de velocidades) e controles de faixa adaptados.” (SISIOPIKU et al., 2009, p.

29, tradução nossa) que facilitam a gestão de incidentes, para que sejam minimizados, garantindo que o tráfego continue num fluxo regular e com uma boa vazão.

A técnica de *ramp metering* é caracterizada pelo ajuste do tráfego, proveniente de rampas de acesso, que entra na via principal. Este ajuste é feito para facilitar a mesclagem entre as duas vias, pela quebra de pelotões de veículos, geralmente por uma sinaleira, reduzindo o congestionamento nas áreas de entrada da pista principal (KAVESHGAR et al., 2010, p. 1, tradução nossa).

Em Washington, Conforme Jacobsen e Farradyne<sup>2</sup> (2008, p. 10 apud CALEFFI, 2013, p. 22) “Com a harmonização da velocidade houve redução de 16% nas colisões e 30% nos ferimentos em colisões; com painéis de mensagens variáveis e *ramp metering* houve redução de 15% nas colisões; além da redução do congestionamento e aumento da capacidade.”.

---

<sup>2</sup> JACOBSEN, L.; FARRADYNE, T. Active Traffic Management: Efforts in the Seattle Area. In: ITS WASHINGTON PANEL SESSION, 2008, Washington. **Proceedings...** Washington: Washington State Department of Transportation, 2008. Não paginado. Disponível em: <<http://depts.washington.edu/itswa/2k8MtgPres/ATM%20ITS%20WA%20080327.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

## 5 ADAPTAÇÃO DOS MOTORISTAS

Ao implantar um novo sistema como o gerenciamento ativo de tráfego, existem mudanças culturais que devem ser levadas em conta. Os motoristas, principalmente os brasileiros, estão acostumados à rotina nas autoestradas e podem ficar apreensivos quanto a uma nova forma de utilização da rodovia. Como citado anteriormente, nos países europeus, o público pode sentir melhorias, o que ajudou no processo de aceitação.

A *Federal Highway Administration* (2007, p. 47, tradução nossa) afirma que “O usuário/cliente da estrada é um ponto de foco da política de mobilidade europeia. Estratégias de gestão de congestionamento centram na necessidade de garantir a confiabilidade no tempo de viagem em todos os deslocamentos, independente da hora do dia.”. Explicando bem a importância dada à garantia de que o motorista possa confiar no sistema. É também importante “[...] fornecer mensagens consistentes para os usuários de rodovias para reduzir o impacto desses viajantes sobre o congestionamento.”.

A equipe da *Federal Highway Administration* (2007, p. 46, tradução nossa), que visitou diversos países da Europa que utilizam o gerenciamento ativo de tráfego, notou que estes países possuem uma infraestrutura que permite introduzir a gestão de pistas no momento em que se torna necessário aumentar a segurança e fluidez do tráfego. Como os motoristas já estão acostumados com a cultura do gerenciamento ativo e as estradas estão bem equipadas, é mais fácil adicionar novas estratégias.

A informação dada ao motorista que trafega pela via deve ser clara e concisa “[...] usuários querem saber por que suas velocidades estão sendo reduzidas ou porque devem desviar para estradas alternativas.”. Deve-se trabalhar de forma que os novos limites de velocidade impostos sejam coerentes com a realidade, para que os motoristas sintam-se impelidos a cooperar e confiar no gerenciamento ativo de tráfego (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 40, tradução nossa).

É essencial que haja homogeneidade na utilização de símbolos e mensagens entre as diversas regiões para que os motoristas não se sintam confusos ao fazer viagens a outros locais. Na Alemanha há esta preocupação, devido à utilização de suas estradas por motoristas de uma

vasta quantidade de nacionalidades, de que nem todos os estrangeiros possam entender perfeitamente as informações que lhes são concedidas. As características, que os painéis de mensagem dinâmica na Alemanha devem apresentar incluem legendas que possam ser reconhecidas em todos os países, pouco texto escrito, quanto menos, melhor e a preferência pela substituição de palavras por desenhos sempre que possível (SPARMANN<sup>3</sup>, 2006 apud FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 21, tradução nossa).

Para que as pessoas tomem conhecimento e se acostumem com as novas ideias, é feita a utilização de veículos da mídia, como foi feito no caso da expansão de uma rodovia na Dinamarca, em que jornalistas foram contratados para contatar as pessoas ligadas à área afetada pelas mudanças, principalmente os residentes nas proximidades. Esta medida de manter os usuários sempre informados das mudanças ocorridas e do andamento do projeto, com transparência, faz com que haja menos queixas (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 40, tradução nossa).

A disseminação de informações relativas ao tráfego é muito difundida na Alemanha. As agências de transportes já tinham o costume de avisar a população sobre o acontecimento de anormalidades e congestionamentos no trânsito. Para que os usuários das estradas confiem na operação feita pelas agências e, conseqüentemente, estejam mais propensos a obedecer as ordens dadas quanto a nova velocidade, que faixa ocupar ou que rota tomar, são passadas a eles informações tão precisas quanto possível for. Esta é a prioridade que os centros de gerenciamento de tráfego alemães dão aos dados detectados por eles (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 17, tradução nossa).

No caso dos motoristas de caminhões, pode haver restrições quanto aos seus veículos quando a harmonização de velocidades está em vigor. Na Alemanha, ao ativar a harmonização de velocidades, os veículos pesados são obrigados a utilizar a faixa da direita e são proibidos de fazer ultrapassagens, enquanto que, quando o gerenciamento não está ativo, eles podem trafegar na faixa em que quiserem. Os motoristas já conhecem estas regras e, no momento em

---

<sup>3</sup> SPARMANN, J. Freeway Operation in Germany: Experiences in Hessen. In: PRESENTATION TO FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FREEWAY AND TOLLWAY OPERATIONS, 2006, Athens. **Proceedings...** Frankfurt: IVM Integrated Traffic Management, 2006.

que os painéis de mensagens exibem as novas velocidades, eles obedecem (PILZ<sup>4</sup>, 2006 apud FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 20, tradução nossa).

A disponibilidade de dados sobre a situação do tráfego também é importante para os ingleses, que chegaram a montar uma parceria público-privada para garantir a qualidade das informações transmitidas, para que o usuário tenha conhecimento do que esperar durante a viagem em determinada estrada. Um site na internet é mantido atualizado pelo Centro Nacional de Controle de Tráfego com informações regionais (FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2007, p. 33, tradução nossa).

---

<sup>4</sup> PILZ, A. Presentation of the Traffic Centre Hessen. In: PRESENTATION TO PLANNING FOR CONGESTION MANAGEMENT SCAN TEAM, 2006, Frankfurt. **Proceedings...** Frankfurt: Hessian Ministry of Economy and Transport, 2006.

## 6 PESQUISA QUALITATIVA

Existem grandes diferenças entre as pesquisas quantitativa e qualitativa. Na quantitativa, informações são medidas em forma de dados, para chegar a um resultado que confirme, ou não, a hipótese inicialmente desenvolvida. Porém, na pesquisa qualitativa o desejo é de fazer a coleta e dados que servem para conhecer melhor o assunto que está sendo pesquisado. Por meio do raciocínio indutivo feito nas entrevistas é que se consegue as informações necessárias para criar suposições e hipóteses (RIBEIRO; MILAN, 2004, p. 10).

Ribeiro (2001, p. 9) argumenta que “Em investigações qualitativas, o mistério reside no uso dos dados e não na coleta dos dados. O uso dos dados é que vai permitir transformá-los em conhecimento, em novas formas de entender a realidade.”. A pesquisa qualitativa serve para retratar o público em estudo, sendo o discurso gerado pelos entrevistados, transformado em um relato analítico.

Para obter resultados numa entrevista qualitativa deve-se primeiro definir o tipo de entrevista a ser feita. Após, com os dados coletados, a decisão de como tratar as informações de forma adequada. Estas duas etapas são descritas nos próximos itens.

### 6.1 TIPOS DE ENTREVISTA QUALITATIVA

Dentre as formas de coleta de dados numa pesquisa qualitativa, várias técnicas podem ser utilizadas, dentre elas se destacam, para utilização neste trabalho: a entrevista individual e os grupos focados.

Um dos tipos de realização de entrevistas é por meio de grupos focados. Numa definição genérica sobre o que são os grupos focados pode-se dizer que (BEYEA; NICOLL<sup>5</sup>, 2000 apud RIBEIRO; NEWMANN, 2003, p. 9):

Grupos focados são fóruns de um pequeno grupo de indivíduos que se reúnem para conversar sobre algum tópico de interesse. Em geral, os encontros contam com 5 a 10 pessoas, têm duração aproximada de duas horas e são conduzidos por um

---

<sup>5</sup> BEYEA, S.; NICOLL, L.H. Learn more using focus group. **Association of Operating Room Nurses Journal**, Denver, v. 71, n. 4, p. 897-890, 2000.

moderador. O moderador utiliza roteiros semiestruturados previamente preparados para gerar e orientar a discussão. Os dados fundamentais produzidos por esta técnica são transcritos das discussões do grupo e acrescidos das anotações e reflexões do moderador.

Conforme Greenhalgh e Taylor<sup>6</sup> (1997 apud RIBEIRO; NEWMANN, 2003, p. 10), “[...] os grupos focados caracterizam um método de pesquisa qualitativo, juntamente com outros métodos como a observação passiva, a observação participante e as entrevistas em profundidade.”. Além disso, “Os estudos em grupos focados produzem um grande volumes de dados, que podem ser classificados de acordo com diversos critérios, comparados entre si (comparação interna), comparados com a literatura (comparação externa), ou analisados de diversas outras formas.” (WOLCOTT<sup>7</sup>, 1994 apud RIBEIRO; NEWMANN, 2003, p. 10).

É interessante que se reúnam diferentes pessoas, com personalidades distintas, para que haja uma representação de vários pontos de vista durante a sessão de discussão. Esta é uma medida que tenta compensar o fato de que, como os grupos focados são compostos de um pequeno grupo de participantes, é muito difícil representar a população com apenas a amostra formada, estatisticamente falando (RIBEIRO; NEWMANN, 2003, p. 14).

Sobre o processo de entrevista individual, segundo Ribeiro e Milan (2004, p. 9), “[...] são aquelas onde o entrevistador fica frente a frente com o respondente, tendo a oportunidade de explorar em profundidade um determinado tema ou objeto de pesquisa.”.

## 6.2 ENTREVISTA INDIVIDUAL

De acordo com Ribeiro e Milan (2004, p. 12), a técnica de entrevista individual, escolhida para ser utilizada neste trabalho, ao contrário da seção de grupos focados, não precisa que os entrevistados estejam reunidos, nem que eles conversem entre si. Proporcionando assim horários mais flexíveis.

A grande vantagem de que as entrevistas individuais proporcionam é que “[...] não requerem muito planejamento prévio, permitindo que o pesquisador vá a campo tão logo tenha definido

---

<sup>6</sup> GREENHALGH, T.; TAYLOR, R. Papers go beyond numbers (qualitative research). **British Medical Journal**, London, v. 315, n. 7110, p. 740-743, 1997.

<sup>7</sup> WOLCOTT, H. F. **Transforming qualitative data: description, analysis, and interpretation**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

os objetivos da pesquisa.”. Além disso, na hora da escolha das pessoas que são entrevistadas “Sendo uma abordagem qualitativa, as entrevistas individuais não precisam reunir um grupo de pessoas que seja estatisticamente representativo da população.”. Mesmo assim, “[...] apesar de não existir a preocupação de representatividade estatística, é uma boa ideia estratificar a população e escolher indivíduos distribuídos nos estratos de interesse.”. Separando os entrevistados em categorias, pode-se representar a população de forma compatível com os objetivos do trabalho (RIBEIRO; MILAN, 2004, p. 10-11).

Sobre o processo de desenvolvimento da entrevista individual, Ribeiro e Milan (2004, p. 9-10) apontam que, para garantir a abordagem dos tópicos de interesse, existe a possibilidade do condutor da entrevista utilizar algum tipo de roteiro, embora não seja uma prática obrigatória. Para uma posterior análise, as perguntas e respostas geradas são anotadas. Eles ainda explicam que em uma entrevista não estruturada “[...] o tópico de pesquisa é explicado e, a seguir, tanto o respondente quanto o entrevistador têm total liberdade na condução do diálogo.”. Já a semiestruturada é um pouco diferente, “[...] existe um roteiro básico, um conjunto de questões que eventualmente, ao longo da entrevista, serão posicionadas.”. Salientam também que, dependendo da quantidade de informações que o entrevistado dispõe, pode haver bastante diferença entre o tempo tomado por cada resposta.

Ribeiro e Milan (2004, p. 14) sugerem que, em entrevistas individuais semiestruturadas, siga-se o seguinte roteiro:

- a) introdução explicando os objetivos da pesquisa e confirmando o interesse na participação;
- b) pergunta inicial para quebrar o gelo e estabelecer a comunicação entre as partes;
- c) perguntas centrais que abordam as questões básicas da pesquisa;
- d) pergunta resumo onde o entrevistador faz um resumo do que foi dito e verifica se este é fiel;
- e) pergunta final questionando se há mais alguma informação a ser acrescentada;
- f) agradecimento pela participação.

É importante que todos os dados gerados durante a entrevista sejam registrados. Conforme apontam Ribeiro e Milan (2004, p. 14), devido às dificuldades que o entrevistador pode ter em anotar prontamente tudo o que for falado, o ideal é que as informações sejam gravadas em áudio ou vídeo, para que posteriormente as entrevistas sejam sintetizadas e analisadas.

### 6.3 TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE DADOS

A enorme quantidade de dados geradas numa entrevista deve ter seu significado encontrado. Para isso, Ribeiro (2001, p. 10) aponta que “[...] existem três grandes categorias no uso dos dados: descrição, análise e interpretação. Essas categorias, não são exclusivas [...]. Nem sempre é claro quando termina a descrição e quando inicia a análise; ou quando termina a análise e quando inicia a interpretação.”. A categoria na qual se utilizará os dados depende do esforço despendido na escolhida, visto que todas as categorias ocorrem ao mesmo tempo quando ainda não foi dado um tratamento adequado aos dados adquiridos (RIBEIRO, 2001, p. 17).

Antes de iniciar a análise dos dados coletados, é necessário sintetizar os dados de forma clara. Todas as informações de relevância devem conter no resumo para que, após, tudo seja analisado e interpretado (RIBEIRO; MILAN, 2004, p. 18).

Existem diversas formas de análise qualitativa. A seguir são apresentadas as opções disponíveis, conforme Ribeiro e Milan (2004, p. 19):

- a) comparação interna: comparação entre categorias, tendo em vista que foram entrevistadas pessoas pertencentes a mais de uma categoria;
- b) comparação temporal: comparações antes e depois, considerando que foi investigada a opinião das pessoas antes e depois de um evento;
- c) comparação externa: comparações com a literatura, uma vez que existem relatos de estudos similares realizados em outras empresas, países, grupos, etc.;
- d) comparação teórica: comparações com teorias que antecipam comportamentos e respostas associadas a determinadas categorias ou grupos, os quais foram estudados na pesquisa em questão;
- e) ordenação por consenso: identificação dos elementos onde há consenso ou divergência entre os entrevistados, considerando-se os relatos feitos pelos diferentes entrevistados;
- f) ordenação por importância: identificação dos elementos que despertam maior interesse ou preocupação nos entrevistados, dada a extensão dos relatos associados a cada elemento investigado;
- g) construção de teoria: construção de uma estrutura teórica que apresente as dimensões do problema em estudo, podendo constituir uma teoria original ou a revisão de uma estrutura teórica existente.

Cabe ressaltar que as entrevistas individuais não têm como objetivo estabelecer a relação de entrevistados que dão determinadas respostas. A quantidade de respostas não é representativa

estatisticamente. A finalidade é obter um entendimento do porquê, relacionado ao fenômeno envolvido, levantando ideias, dificuldades e aprimorando o tema de estudo (RIBEIRO; MILAN, 2004, p. 21).

## 7 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

Este capítulo visa fazer uma descrição das atividades realizadas para a obtenção dos dados que são analisados na etapa final.

### 7.1 PROCESSO DE AMOSTRAGEM

O roteiro das entrevistas passou por um processo de validação que se deu por meio de um teste piloto. O piloto foi aplicado em três pessoas, duas delas que trabalham na área de transportes. Após as modificações feitas devido às dificuldades percebidas e sugestões dos entrevistados, o roteiro partiu para a etapa de aplicação.

Para definir o número de pessoas que seriam entrevistadas, utilizou-se a divisão em estratos populacionais, tentando englobar diversos perfis de motoristas. A divisão pela combinação dos seguintes categorias:

- a) gênero: masculino ou feminino;
- b) grau de instrução: ensino superior completo ou não;
- c) quantidade de tempo que possui carteira de motorista.

A combinação dessas categorias resultou na necessidade de entrevistar oito pessoas. Sendo assim, buscou-se oito motoristas que preenchessem cada combinação dessas características.

### 7.2 PROCEDIMENTOS PARA A REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA INDIVIDUAL

Conforme os objetivos do trabalho buscou-se elaborar um roteiro de entrevista individual semiestruturada, de modo que todos os entrevistados tivessem um tratamento uniforme, para coletar o máximo de opiniões de cada um, sobre todos os contextos apresentados. O roteiro dividiu-se em três partes: introdução, perguntas de controle e perguntas relativas ao contexto do trabalho.

Na primeira parte foi dada uma breve explicação, utilizando o vocabulário mais simples possível, sobre o que é Gerenciamento Ativo de Tráfego e como funciona. Após, foram apresentados os conceitos e funcionamento da utilização do acostamento e da harmonização de velocidades. Por fim, foi exposta também a possibilidade das duas técnicas serem implantadas em conjunto. Essas explicações variaram conforme o entendimento de cada entrevistado. Caso fossem necessários mais detalhes, mais tempo seria gasto nesta etapa.

A segunda parte da entrevista consistiu das perguntas de controle. Como as entrevistas tiveram seu áudio gravado, para facilitar a posterior transcrição das respostas, foi solicitado ao entrevistado se este permitia a gravação. Para a separação em estratos, foi perguntado o grau de instrução, há quanto tempo o motorista possui carteira de habilitação e se possui experiência em dirigir por autoestradas. Vale ressaltar que foi dada preferência para que motoristas com experiência em dirigir por autoestradas fossem entrevistados.

Logo após foram apresentadas 15 imagens de painéis de mensagem variável, que são expostas no próximo item, e em tamanho maior, no Apêndice A deste trabalho, sobre utilização de acostamento e harmonização de velocidade. A seguir, pediu-se que nas duas situações, o entrevistado escolhesse a que melhor lhe transmitisse as informações e a pior. Definidos os conjuntos de painéis que representam os extremos de qualidade, foi solicitado o porquê das escolhas, fazendo assim com que sejam relatados os motivos pelos quais os painéis são escolhidos. Durante a entrevista também foi encorajado que fossem listadas vantagens e desvantagens dos outros conjuntos, para que se possa fazer uma melhor comparação entre as opções.

### 7.3 CONJUNTOS DE PAINÉIS APRESENTADOS

Foram escolhidas diversas configurações de painéis existentes em países onde o Gerenciamento Ativo de Tráfego já é consolidado. Países da Europa e Estados Unidos foram pioneiros no segmento de gerenciamento de autoestradas e possuem diversos modelos de sinalização que se adaptam as suas necessidades.

Para que o entrevistado pudesse enxergar os detalhes foi elaborada uma apresentação de slides para ser exibida na tela de um computador, geralmente maior, ou notebook, conforme o local escolhido para a entrevista. Também foi disponibilizada uma versão impressa, com miniaturas

das imagens, para que a pessoa possa relembrar os modelos e comparar as figuras com mais facilidade. As imagens foram numeradas de um a dez, sendo que algumas delas possuíam uma subdivisão em  $a$  e  $b$ , que identificavam um mesmo painel em situações diferentes.

A ordem de apresentação dos painéis foi escolhida conforme a quantidade de informação transmitida em cada conjunto. Inicialmente foram mostradas as imagens com menos informação, seguidas das imagens com mais painéis, ou que exibissem mais textos. Nos itens seguintes são expostas as opções utilizadas na entrevista individual, primeiro sobre utilização do acostamento e depois sobre harmonização de velocidades.

#### 7.4 ROTEIRO DA ENTREVISTA INDIVIDUAL

O roteiro final para a entrevista individual se encontra a seguir. Vale ressaltar que o entrevistador deve explicar todas as imagens antes de começar as perguntas específicas.

O Gerenciamento Ativo de Tráfego é um sistema baseado em informações coletadas na rodovia, implantado em tempo real. Essas informações são analisadas por computadores que tomam decisões sobre procedimentos que possam amenizar congestionamentos, alertar pessoas sobre incidentes na rodovia e efetuar um melhor controle do tráfego.

Dois tipos de medidas:

- a) utilização temporária do acostamento como faixa de rolamento: só pode ocorrer quando a velocidade é reduzida. Ela é utilizada para aumentar a capacidade da via, adicionando mais uma faixa de tráfego. Sendo assim, o acostamento só poderá ser utilizado em períodos críticos da rodovia, e os veículos devem estar circulando em velocidade reduzida. Para que o fluxo não seja obstruído, devem estar instalados refúgios, assim os veículos com problemas podem se abrigar e esperar por socorro.
- b) redução de velocidades (velocidade limite variável): é a técnica utilizada para automatizar a distribuição do tráfego, diminuindo assim o impacto ocorrido ao chegar num congestionamento ou incidente da rodovia. O que ocorre é a diminuição gradativa do limite de velocidade conforme a aproximação do incidente. Ela é informada por meio de painéis luminosos que comunicam a velocidade limite no trecho em questão.

Existe ainda a possibilidade de implantação da combinação de harmonização de velocidades com uso temporário de acostamento. Neste caso quando há acidentes, ou muito

congestionamento, as velocidades são reduzidas e o acostamento pode ser utilizado para circulação como uma faixa adicional.

Perguntas de controle:

- a) Você concorda em gravar a entrevista?
- b) Qual o seu grau de instrução?
- c) Há quanto tempo dirige?
- d) Possui experiência em dirigir por autoestradas?

Agora veja estas imagens, primeiro sobre utilização do acostamento. E responda:

- a) Qual você achou melhor? A que lhe transmite informações com mais clareza. Por quê?
- b) Qual você achou pior? Aquela que parece mais confusa, ou tenha alguma informação que você acha que na hora não entenderia ou que seria mais difícil de enxergar.
- c) E as outras opções? O que acha delas?
- d) E se houvesse o caso de usar um só conjunto para sinalizar a redução de velocidades e uso do acostamento, você continuaria achando melhor ou pior esses mesmo painéis?

Caso o entrevistado tenha escolhido umas das opções de painéis com duas alternativas, é solicitado que ele escolha a que mais lhe agrada.

Em seguida são apresentadas as figuras sobre harmonização de velocidades e é feita a mesma série de perguntas. Após o entrevistado expor todas as suas ideias, chega-se aos agradecimentos e ao fim da entrevista.

#### **7.4.1 Painéis de utilização do acostamento apresentados**

As imagens apresentadas a seguir foram expostas aos motoristas entrevistados. Todas elas foram mostradas, chamando atenção, no caso das figuras 10 e 11, também das figuras 13 e 14, sobre as diferenças nas imagens.

A primeira imagem (figura 10) apresentada foi modificada para representar diversas situações, proporcionando um melhor entendimento do entrevistado. O conjunto de painéis é de uma configuração que foi implantada na Rodovia A1, nos Países Baixos. A imagem foi

editada de modo que o entrevistado possa imaginar a situação real, estando o acostamento liberado para o tráfego ou não. A fotografia original mostra todos os painéis ligados.

Uma alternativa encontrada foi a de, em vez de o painel estar desligado, quando o acostamento estiver fora de uso, ele estaria exibindo um X, com o significado de proibição (figura 11). Para representar visualmete esta situação, a imagem foi modificada com um X no lugar da seta do painel.

Figura 10 – Primeira opção de painel para utilização do acostamento, nos Países Baixos.



(fonte: adaptada de ZWOLLE, 2009a)

Figura 11 – Alternativa da primeira opção de painel, nos Países Baixos.



(fonte: adaptada de ZWOLLE, 2009a)

A segunda opção de painel foi implantada nos Estados Unidos, no Estado da Virgínia e faz uso de apenas um visor, que exibe X ou seta, no caso do acostamento fechado ou aberto para

os veículos trafegarem. Acompanhando o painel, sobre o mesmo há uma placa fixa, explicando o significado dos dois símbolos que podem aparecer. Também há na lateral uma placa fixa, reforçando as condições de uso do acostamento, que neste caso é o horário e os dias em que é permitido trafegar. A imagem da direita na figura 12 é a original, a outra foi editada para melhor ilustrar o exemplo do acostamento com tráfego proibido.

Figura 12 – Segunda opção de painel para utilização do acostamento, nos Estados Unidos.



(fonte: adaptada de KUHN, 2012, p. 12)

Já na terceira opção, o painel único, colocado sobre toda a seção da rodovia, é utilizado na rodovia A1, na Eslovênia. Nele, foram expostas alternativas para a indicação de acostamento fechado. Na primeira (figura 13) apenas o sinal de proibido é exibido sobre o acostamento, enquanto no segundo (figura 14), além do proibido, são exibidas setas indicando onde o motorista pode trafegar. No caso de o acostamento estar liberado, nas duas versões, há setas em todas as faixas. Há também a possibilidade de exibir figuras e textos diferentes, conforme a necessidade do trecho em que estiver instalado.

A versão original da imagem apresentava um sinal de proibido em cada extremidade do painel, pois o pórtico também é usado para o gerenciamento de faixas. As imagens foram alteradas para representar apenas a situação do acostamento em uso.

Figura 13 – Utilização do acostamento na Eslovênia, primeira alternativa



(fonte: adaptada de ZWOLLE, 2009b)

Figura 14 – Utilização do acostamento na Eslovênia, segunda alternativa

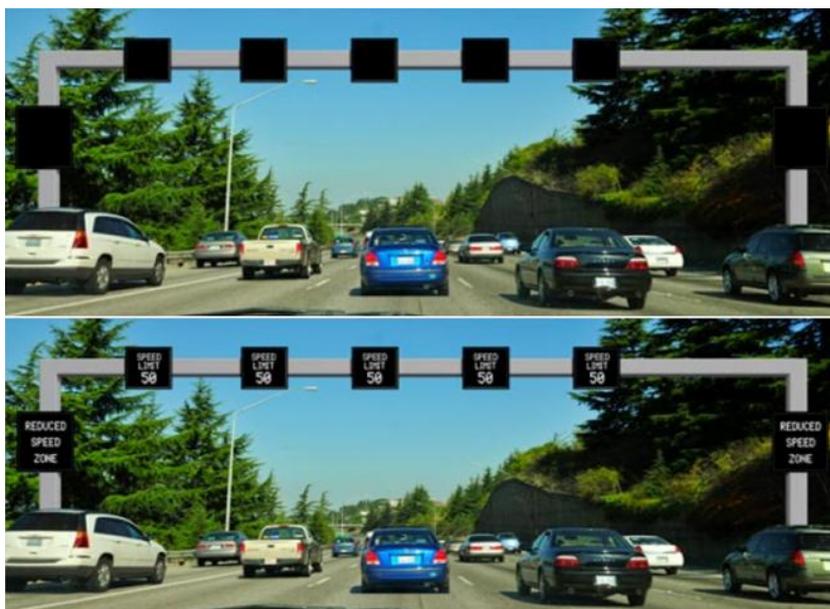


(fonte: adaptada de ZWOLLE, 2009b)

#### 7.4.2 Painéis de Harmonização de Velocidades apresentados

As imagens foram numeradas continuamente iniciando na parte de acostamento. Prosseguindo então com a quarta imagem, ela é composta de um painel para cada faixa de tráfego, mais uma em cada lateral do pórtico de suporte. Os painéis suspensos mostram a velocidade da rodovia quando ela está reduzida, ao mesmo tempo os laterais mostram textos reforçando que a velocidade está reduzida naquele momento. Quando a velocidade limite da rodovia é a costumeira, os painéis devem ficar desligados. O pórtico exibido na figura 15 é o modelo usado nos Estados Unidos, em Washington State.

Figura 15 – Harmonização de velocidades nos Estados Unidos



(fonte: adaptada de WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2012)

Na quinta opção (figura 16), dois painéis laterais exibem a velocidade. Eles devem estar sempre ligados exibindo um valor, seja ele o reduzido ou o padrão da autoestrada. A imagem é de uma rodovia na Austrália, a M1.

Figura 16 – Harmonização de velocidades na Rodovia M1, na Austrália



(fonte: TILLEY, 2009)

A sexta opção (figura 17) mostra um painel, fixado em meio pórtico. Ele pode exibir a velocidade reduzida, com espaço para mensagens de reforço. Quando não há redução de velocidade, ele fica desligado, sem exibir nada. Este painel é utilizado em Washington State, nos Estados Unidos.

Figura 17 – Painel para harmonização de velocidades nos Estados Unidos



(fonte: ENTERPRISE PROGRAM, 2013)

A sétima opção (figura 18) mostra duas imagens diferentes, porém da mesma rodovia a A5, na Alemanha. Na fotografia da direita, o trecho possui quatro faixas em uso, cada uma sob um painel, sendo uma delas o acostamento. A outra possui três faixas, sendo que neste trecho não existe a possibilidade de o acostamento ser utilizado para o tráfego. Nas laterais do pórtico são fixados painéis adicionais que exibem pictogramas, informando no caso de existir congestionamento à frente.

Figura 18 – Rodovia Alemã com harmonização de velocidades



(fonte: adaptada de SPARMANN, 2007, p. 13; PILZ, 2006 apud KUHN, 2008, p. 17<sup>8</sup>)

As imagens da oitava opção (figura 19) mostram o caso de painéis desligados, para uma rodovia com o limite de velocidade de projeto, e ligados, com a redução. Neste exemplo há uma junção, da placa de localização com os visores eletrônicos, concentrando a informação

<sup>8</sup> As imagens que compõem a figura correspondem as figuras 5 e 6 já citadas com sua respectiva fonte nesse trabalho.

num só conjunto. A imagem original é a da direita, de um trecho da rodovia A13, nos Países Baixos, a outra foi editada.

Figura 19 – Conjunto para gerenciamento de tráfego nos Países Baixos



(fonte: adaptada de KUHNN, 2008, p. 13)

A penúltima imagem (figura 20) exibe duas versões, na primeira, editada, mostra todos os painéis desligados, indicando que a rodovia está operando normalmente, não há incidentes e o fluxo está dentro da capacidade. Já na segunda, mostra as velocidades reduzidas e o painel adicional pode mostrar mensagens variadas, no caso da imagem é sobre a condição de utilização do acostamento apenas para acesso a saída. Neste caso o modelo das imagens é o usado na autoestrada M42, na Inglaterra, por isso também o acostamento se encontra no lado esquerdo da pista.

Figura 20 – Painéis de mensagem variável, modelo inglês



(fonte: adaptada de SISIPIKU, 2009)

Finalmente, a décima opção (figura 21) inclui painéis de velocidade variável, um painel de mensagem, placa de localização e placa informando que os veículos estão sendo monitorados. Toda essa informação está fixada no mesmo pórtico e funciona da mesma forma que as anteriores. Os painéis só ficam ligados quando há redução de velocidade. Neste momento o acostamento está fora uso, por isso é mostrado o X, proibindo a circulação. Esta foto também é de uma autoestrada inglesa, a M42.

Figura 21 – Painéis de mensagem variável, conjunto mais completo, modelo inglês



(fonte: ROAD TRAFFIC TECHNOLOGY, 2012)

## 8 ANÁLISE QUALITATIVA DAS RESPOSTAS OBTIDAS

Como formas de análise qualitativa das respostas foram escolhidos os métodos de análise por Consenso e por Importância. Combinando esses dois tipos de análise, chegou-se a conclusão de qual tipo de painel é mais eficaz para os motoristas. Nas próximas páginas são apresentados quadros que estão ordenados em ordem de preferência, conforme o que os entrevistados escolheram como melhor e pior.

Os quadros estão divididos em duas partes: primeiro contendo apenas as opiniões sobre utilização do acostamento e após, harmonização de velocidades. As preferências em relação ao caso em que há junção das duas técnicas são relatadas no item final.

Dentro de cada quadro, estão especificadas as vantagens e desvantagens de cada composição apresentada nas entrevistas, elas também estão ordenadas conforme o número de pessoas e a intensidade de importância que os motoristas demonstraram ter por determinada característica. As características relatadas primeiro nos quadros foram as que mais coincidiram entre os participantes.

### 8.1 ANÁLISE DAS OPÇÕES DE PAINÉIS DE UTILIZAÇÃO DO ACOSTAMENTO

Conforme a escolha feita por cada entrevistado ao se solicitar que indicasse qual era o melhor e o pior painel para informar se o acostamento está aberto, ou não, para o tráfego, as imagens foram ordenadas, gerando os quadros 3 a 5. No quadro 2 é exposta a relação de escolhas feitas pelos entrevistados sobre as imagens mostradas. O quadro 3 contém a opção escolhida como a melhor e, o último (quadro 5), foi o que os entrevistados acreditam ser a pior. Cada quadro apresenta as vantagens e desvantagens dos painéis ordenados conforme a frequência e intensidade de importância que os entrevistados demonstraram.

No caso das opções de painéis de uso do acostamento, era apresentada uma segunda opção de símbolo a ser exibido em dois dos painéis. Assim, caso o entrevistado escolhesse a

composição do quadro 2 ou do 3, era solicitado que escolhesse qual alternativa preferia, *a* ou *b*.

Quadro 2 – Figuras escolhidas como melhores e piores pelos entrevistados para o caso de utilização temporária do acostamento

| Entrevistado    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Melhor (figura) | 14 | 12 | 11 | 14 | 11 | 11 | 12 | 14 |
| Pior (figura)   | 10 | 13 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 10 |

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 3 – Opção de painel votada como melhor sinalização indicativa do uso temporário do acostamento com alternativa a e b e argumentos utilizados

| <p>a)</p>   | <p>b)</p>    |
|---|--|
| Vantagens   | Desvantagens   |
| <p>No caso da <i>b</i>, a indicação com setas, onde se pode circular, e X, indicando proibição, é intuitiva e de fácil entendimento.</p> <p>Na alternativa <i>b</i>, os símbolos utilizados são universais, a ausência deles causa confusão.</p> <p>A alternativa <i>b</i> passa informação mais intuitiva.</p> <p>Na <i>b</i> se houver pane, o motorista já sabe na hora, pois o painel deveria estar sempre exibindo uma informação.</p> | <p>Painéis muito discretos, com o tempo podem passar despercebidos.</p> <p>Painéis pequenos, visualização fica mais difícil.</p> <p>Na alternativa <i>a</i>, a ausência do símbolo, quando não é permitido trafegar no acostamento, é confusa para quem ainda não está familiarizado com o funcionamento do sistema.</p> <p>Possui mais informação misturada, em relação a que tem apenas um painel, o que pode desviar o foco do motorista.</p> <p>Com o painel apagado. Na alternativa <i>a</i>, a pessoa pode pensar que não está funcionando, ficando sem ter certeza de como interpretar o painel.</p> <p>O painel da direita, junto com a placa de localização, fica confuso, pois há também uma flecha desenhada na placa e o motorista não sabe se as duas tem o mesmo significado ou se são por motivos diferentes.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>9</sup>)

<sup>9</sup> As figuras no quadro correspondem às figuras 10 e 11 já citadas com suas respectivas fontes nesse trabalho.

Quadro 4 – Segunda opção de painel ideal para sinalização indicativa do uso temporário do acostamento com alternativa a e b e argumentos utilizados

|   |   |
|---|---|
| <p>a)</p>   |   |
| <p>b)</p> <p style="text-align: center;"><b>Vantagens</b></p> <p>O pórtico permite melhor visualização, pois está no alto, permitindo que todos enxerguem.</p> <p>Melhor quando mostra símbolos em todas as faixas, sejam elas utilizadas ou não.</p> <p>A alternativa <i>b</i> é mais racional, pois o sinal de proibido já é comum em sinais de trânsito.</p> <p>O fato de ser apenas um painel mantém o foco na informação, sem outros painéis que possam confundir o motorista.</p> <p>Opção mais minimalista das apresentadas.</p> <p>O painel com informações sendo exibidas constantemente transmite certeza de que está tudo funcionando.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Desvantagens</b></p> <p>Caso o motorista ainda não esteja familiarizado com o sistema pode haver dúvida quanto ao significado dos símbolos utilizados, ou a ausência deles, no caso do painel estar desligado.</p> <p>Parece ter o custo mais elevado de implantação.</p> <p>Na alternativa <i>a</i>, um motorista inexperiente pode pensar que o sinal de proibido indica que a estrada inteira está interdita.</p> <p>Sinais confusos, opção exigiria uma sinalização adicional, explicando o significado dos mesmos.</p> <p>O painel é grande demais e polui a paisagem.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>10</sup>)

<sup>10</sup> As figuras no quadro correspondem às figuras 13 e 14 já citadas com suas respectivas fontes nesse trabalho.

É importante salientar que a alternativa *b* era sempre escolhida em relação a alternativa *a* (quadros 2 e 3). As pessoas preferem que os painéis estejam sempre exibindo uma informação, pois assim podem ter certeza de que estão funcionando.

Quadro 5 – Opção eleita como pior para indicar o uso temporário do acostamento e argumentos utilizados

|    |   |
|---|---|
| Vantagens   | Desvantagens  |
| <p>Os símbolos usados são universais e intuitivos.</p> <p>Explica bem o que significam os símbolos exibidos no painel.</p> <p>Está sempre mostrando se pode ou não usar o acostamento.</p> <p>A sinalização fixa reforça as condições de utilização do acostamento.</p> <p>O painel com informações sendo exibidas constantemente transmite certeza de que está tudo funcionando.</p> | <p>O fato de estar sobre o acostamento pode não chamar tanto a atenção do motorista, passando despercebida.</p> <p>A sinalização fixa na lateral causaria confusão, pois é difícil visualizar toda a informação rapidamente e o motorista pode não saber qual informação é mais importante num primeiro momento.</p> <p>A sinalização fixa impõe restrições, ou seja, o acostamento perde a flexibilidade do uso em outros momentos.</p> <p>Um motorista que não está familiarizado com a rodovia ou com a utilização do sistema se preocuparia mais em ler toda a informação, tendo o foco desviado.</p> <p>Um motorista que não consegue ler com facilidade pode pensar que o acostamento é uma faixa especial, que só possa ser usada por polícia ou ambulâncias, por exemplo.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>11</sup>)

<sup>11</sup> A figura no quadro corresponde a figura 12 já citadas com suas respectivas fontes nesse trabalho.

## 8.2 ANÁLISE DAS OPÇÕES DE PAINÉIS DE HARMONIZAÇÃO DE VELOCIDADES

Conforme a escolha feita por cada entrevistado, ao se solicitar que indicasse qual era o melhor e o pior painel para se informar a velocidade limite da rodovia quando a harmonização de velocidades estivesse em vigor, as imagens foram ordenadas, gerando os quadros 7 a 13. O quadro 6 indica as figuras escolhidas como melhor e pior por cada entrevistado.

O primeiro quadro (quadro 7) contém a opção escolhida como a melhor, ela está empatada com a do quadro 7 e a do 8. O último (quadro 13) foi o que mais entrevistados acreditam ser a pior. Cada quadro apresenta as vantagens e desvantagens dos painéis ordenadas conforme a intensidade de preocupação manifestada. As outras opções foram ordenadas conforme o número de pessoas que escolheu cada uma como melhor ou pior.

Quadro 6 – Figuras escolhidas como melhores e piores pelos entrevistados para o caso de utilização temporária do acostamento

| Entrevistado    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Melhor (figura) | 21 | 20 | 20 | 17 | 21 | 17 | 19 | 18 |
| Pior (figura)   | 16 | 15 | 18 | 20 | 16 | 18 | 16 | 19 |

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 7 – Opção de painel favorita para harmonização de velocidades e argumentos utilizados

|  |  |
|--|--|
|                                   |    |
| <p>Vantagens</p>   | <p>Desvantagens</p>  |
| <p>O painel adicional ajuda a transmitir alertas ao motorista.</p> <p>Painel suspenso facilita a visualização.</p> | <p>Excesso de informação pode confundir e desviar a atenção do motorista da via.</p> <p>O painel de mensagem variável está apenas sobre uma faixa, deixando dúvidas se a informação serve apenas para uma faixa ou para todas.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>12</sup>)

<sup>12</sup> A figura no quadro corresponde a figura 20 já citada com suas respectiva fonte nesse trabalho.

Quadro 8 – Opção de painel, também favorita, para harmonização de velocidades e argumentos utilizados

| Vantagens  | Desvantagens   |
|--|--|
| <p>Junta toda a informação num só conjunto;</p> <p>O fato de estar suspensa facilita a visualização.</p> <p>Painel bem chamativo, não passa despercebido.</p> <p>As informações adicionais ajudam a transmitir alertas ao motorista.</p> <p>Além de mostrar a velocidade limite, há também um painel de apoio que exibe mensagens variadas.</p> <p>Possui a opção de exibir sinal de proibição.</p> <p>Há diversas combinações de utilização, para o gerenciamento do tráfego.</p> | <p>Excesso de informação pode confundir e ti desviar a atenção do motorista da via.</p> <p>A placa de sinalização de localidade é exagerada e poderia ser colocada em outro suporte, separada dos painéis de mensagem variável.</p> <p>Numa rodovia de alta velocidade seria melhor dividir os painéis ao longo do curso, não deixando toda a informação no mesmo ponto.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>13</sup>)

<sup>13</sup> A figura no quadro corresponde a figura 21 já citada com sua respectiva fonte nesse trabalho.

Quadro 9 – Opção de painel, também favorita, para harmonização de velocidades e argumentos utilizados

|   |   |
|---|---|
| Vantagens   | Desvantagens  |
| <p>Possui espaço para informação adicional no mesmo painel que exibe a velocidade limite.</p> <p>Menos poluição visual.</p> <p>Informação objetiva e clara.</p> <p>Painel suspenso facilita a visualização.</p> | <p>Painéis laterais passam despercebidos por alguns motoristas.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>14</sup>)

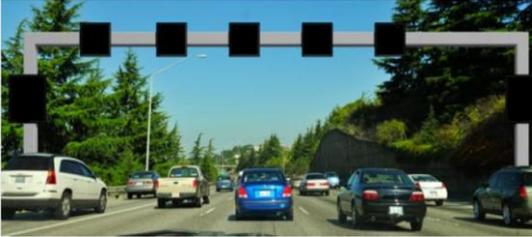
<sup>14</sup> A figura no quadro corresponde a figura 17 já citadas com suas respectivas fontes nesse trabalho.

Quadro 10 – Quarto lugar no ordenamento dos melhores painéis e argumentos utilizados

|  |   |
|--|---|
|   |   |
| <p>Vantagens</p>   | <p>Desvantagens</p>   |
| <p>As informações adicionais ajudam a transmitir alertas ao motorista.</p> <p>Painel suspenso facilita a visualização.</p> <p>Possui o estilo de cor e composição mais parecido com o utilizado nas rodovias comuns.</p> | <p>Excesso de informação misturada pode confundir e desviar a atenção do motorista da via.</p> <p>O valor da velocidade não está acompanhado de unidades, nem de texto que indique o que significa.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>15</sup>)

Quadro 11 – Utilização de harmonização de velocidades nos Estados Unidos e argumentos utilizados

|  |   |
|--|---|
|   |   |
| <p>Vantagens</p>   | <p>Desvantagens</p>   |
| <p>Painel suspenso facilita a visualização.</p> <p>Está escrito, especificamente, que os números exibidos se tratam de velocidade.</p> | <p>Números nos painéis são pequenos e difíceis de enxergar.</p> <p>Os painéis são pequenos demais.</p> <p>Os painéis laterais podem ter a visualização facilmente bloqueada por caminhões e vegetação.</p> <p>Há muitos painéis, o que dá a impressão de que há informação excessiva.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>16</sup>)

<sup>15</sup> A figura no quadro corresponde à figura 19 já citada com sua respectiva fonte nesse trabalho.

Quadro 12 – Um dos conjuntos mais apontados como ruins para sinalização de harmonização de velocidades e argumentos utilizados

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| <p style="text-align: center;"><b>Vantagens</b></p>   | <p style="text-align: center;"><b>Desvantagens</b></p>   |
| <p>Números grandes e de fácil visualização.</p> <p>A forma como é exibida a velocidade no painel é comum e já bem conhecida pelos motoristas.</p> | <p>Painéis laterais passam despercebidos por alguns motoristas.</p> <p>Os painéis laterais podem ter a visualização facilmente bloqueada por caminhões e vegetação.</p> <p>Exibem muitas informações, o fato de ter muitos painéis em separado, exibindo coisas tanto em cima quanto na lateral, deixa a visualização muito pesada.</p> <p>Exibir imagens não é tão eficiente quanto mensagens com palavras.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>17</sup>)

<sup>16</sup> A figura no quadro corresponde à figura 15 já citada com sua respectiva fonte nesse trabalho.

<sup>17</sup> A figura no quadro corresponde à figura 18 já citada com sua respectiva fonte nesse trabalho.

Quadro 13 – Pior opção de sinalização para harmonização de velocidades e argumentos utilizados

| Vantagens   | Desvantagens   |
|---|--|
| <p>Entende-se bem, pois a localização do painel é comum na sinalização.</p> <p>O tamanho dos painéis é grande, o que facilita a visualização.</p> <p>Funcionaria bem como uma sinalização de função complementar.</p> | <p>Painéis laterais passam despercebidos por alguns motoristas.</p> <p>Os painéis são pequenos e discretos demais.</p> <p>Os painéis laterais podem ter a visualização facilmente bloqueada por caminhões e vegetação.</p> <p>Se houver uma terceira faixa, quem estiver na central pode ter dificuldade em enxergar os painéis.</p> <p>Faltam informações adicionais.</p> |

(fonte: elaborado pela autora<sup>18</sup>)

### 8.3 ANÁLISE DAS OPÇÕES DE PAINÉIS NO CASO DE COMBINAÇÃO DAS DUAS TÉCNICAS

Tendo sido relatado ao motorista sobre a junção das duas técnicas descritas no início da entrevista, foi indagado se ele continua com a mesma opinião sobre os melhores e piores painéis, no caso da utilização dos mesmos para sinalizar tanto a utilização do acostamento quando a redução de velocidades.

As opiniões levantadas sobre associação das duas técnicas foram as seguintes:

<sup>18</sup> A figura no quadro corresponde à figura 16 já citada com sua respectiva fonte nesse trabalho.

- a) a opção do quadro 11 não se destaca muito, é incompleta e por isso acaba não sendo uma boa opção;
- b) a opção do quadro 10 foi uma das apontadas como melhor, porém, com a condição de ser reforçada com painéis que exibam símbolos especificamente para uso do acostamento;
- c) a opção do quadro 8 é visualmente limpa, porém informa com clareza, pois tem o painel separado para exibir a velocidade só no acostamento;
- d) a opção do quadro 9 agrada, mas seria melhor se houvesse também um painel específico informando apenas sobre o acostamento, se está sendo utilizado ou não;
- e) a opção apresentada no quadro 6 mostra a faixa que não está sendo usada (acostamento) claramente. Se estivesse acompanhada de painéis com símbolos junto seria melhor, mas apenas informando as velocidades e o proibido já é o suficiente. O X é intuitivo e natural, pode ser bem entendido no contexto utilizado.

Com base nestes comentários, as opções de painéis mais aceitas para vias com harmonização de velocidades e utilização do acostamento para o tráfego seriam as apresentadas nos quadros 8, 5 e 6 (figura 22).

Figura 22 – Modelos de painel de mensagem variável mais aceitos no caso de combinação de harmonização de velocidades com utilização temporária do acostamento



(fonte: elaborado pela autora<sup>19</sup>)

<sup>19</sup> A figura no quadro corresponde às figuras 20, 21 e 19 já citadas com suas respectivas fontes nesse trabalho.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Obtiveram-se diversas opiniões sobre painéis de mensagem variável para sinalização de utilização temporária do acostamento e harmonização de velocidades. Por meio dessas opiniões, foi possível tecer uma análise qualitativa, de forma que foram identificados os painéis que seriam mais bem recebidos pelos usuários de autoestradas.

Conforme as análises, o melhor conjunto de painéis a ser implantado para utilização temporária do acostamento é o modelo utilizado nos Países Baixos, na Rodovia A1, desde que os painéis estejam sempre exibindo uma informação. Já para a harmonização de velocidades, as melhores opções seriam as do modelo inglês, utilizadas na Rodovia M42 e o painel utilizado em Washington State, nos Estados Unidos.

Retomando os quadros anteriormente apresentados, percebe-se que diversos pontos coincidiram entre os modelos apresentados. Os principais aspectos positivos citados foram:

- a) os motoristas preferem pórticos suspensos, de fácil visualização;
- b) painéis que exibam sempre uma informação deixam os motoristas mais confiantes;
- c) os símbolos utilizados devem ser intuitivos;
- d) informações adicionais e de alerta são bem vistas;
- e) o painel deve seguir o estilo da sinalização tradicional, como cores e tipografia;
- f) os painéis devem ser explicativos, mas sem exageros.

Já os aspectos negativos levantados foram os seguintes:

- a) painéis muito discretos, com o tempo, podem passar despercebidos;
- b) quando um painel está desligado, o usuário pode desconfiar que está estragado;
- c) muita informação pode desviar o foco do motorista ou ele não conseguirá ler toda a mensagem;
- d) há preocupação relativa a custos;
- e) painéis grandes demais podem poluir a paisagem;
- f) painéis localizados na lateral das vias podem ter a visualização bloqueada por outros veículos e vegetação, além de não chamarem a atenção dos usuários;

- g) os motoristas podem não entender se os painéis mostrarem apenas símbolos ou a velocidade sem unidade de medida.

De uma forma geral, percebeu-se a preocupação dos usuários com a visibilidade dos painéis e com a quantidade de informação. Esta gerando, muitas vezes, opiniões contrárias entre os entrevistados, pois alguns preferem painéis minimalistas, que exibam poucos textos, enquanto outros se sentem mais seguros se houverem mais painéis, que sejam bastante explicativos. Geralmente os motoristas menos experientes preferem que os painéis contenham mais informação. Já entre homens e mulheres não foram observadas grandes diferenças de opinião.

Outro fator que se sobressaiu, foi a necessidade do usuário em sempre enxergar uma informação. Um painel desligado causa desconfiança no motorista, que pode pensar que está estragado. Sentimento gerado pela ideia de que a infraestrutura viária não recebe manutenção adequada. Mesmo não sendo essa a prática comum no gerenciamento ativo de tráfego, pois quando o sistema não está em vigor os painéis devem permanecer desligados, é importante adaptar-se a situação no Brasil.

Esta foi uma pesquisa que registrou apenas a visão do motorista comum, pouco, ou nada familiarizado com técnicas de gerenciamento ativo de tráfego. No entanto, existem muitos outros fatores a se considerar, que podem ser explorados em pesquisas futuras. Dentre eles, estudos de viabilidade econômica, que muitas vezes é o fator que mais se sobrepõe na escolha do equipamento ideal, e estudos de impactos ambientais que os painéis podem causar.

## REFERÊNCIAS

- BRINCKERHOFF, P.; FARRADYNE, T.; BURGESS, J. C. **Active Traffic Management Concept of Operations**. Seattle, WA: Washington State Department of Transportation, 2008.
- CALEFFI, F. **Gerenciamento Ativo de Tráfego: Estudo de Caso de Uma Autoestrada Brasileira**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- ENTERPRISE PROGRAM. **Warrants for the Installation and Use of Technology Devices for Transportation Operations and Maintenance**. Olympia, USA, 2013. Disponível em: <<http://enterprise.prog.org/itswarrants>>. Acesso em: 27 maio 2013.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Active Traffic Management: the next step in congestion management**. Alexandria, VA: American Trade Initiatives, 2007. Report FHWA-PL-07-012.
- KAVESHGAR, N.; HUYNH, N.; XIE, Y. A Decentralized Multi-Agent Systems Approach to Ramp Metering. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 90th, 2010, Washington, DC.. **Proceedings...** Washington, DC.: Transportation Research Board, 2010. Paper 11-3859. 1CD.
- KHATTAK A. J.; WANG, X.; ZHANG, H.; CETIN, M. **Primary and Secondary Incident Management: Predicting Durations in Real Time**. Norfolk, USA. Transportation Research Institute, Civil & Environmental Engineering Dept., 2011. Final Contract Report n VCTIR 11-R11. Disponível em: <[http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online\\_reports/pdf/11-r11.pdf](http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/11-r11.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2013.
- KUHN, B. T. Smart Traffic 2008: active congestion management – infrastructure and operations. In: CONFERENCE IN THE SERIES, 5th, 2008, Brisbane, Austrália. **Proceedings...** Brisbane: Transport Round Table Australasia, Session 3: Active Traffic Management, 2008.
- \_\_\_\_\_. The U.S. Experience With Temporary Use Of Shoulders As Travel Lanes. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 91st, 2012, Washington, D.C.. **Proceedings...** Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2012. p. 20
- RIBEIRO, J. L. D. Técnicas para o tratamento de dados qualitativos. In: RIBEIRO, J. L. D.; NODARI, C. T. (Org.). **Tratamento de dados qualitativos: técnicas e aplicações**. 1 ed. Porto Alegre: FEENG, 2001, v. 1, p. 9-24.
- RIBEIRO, J. L. D.; NEWMANN, C. R. Planejamento e condução de grupos focados. In: RIBEIRO, J.L.D. (Org.). **Grupos Focados: teoria e aplicações**. 1 ed. Porto Alegre: FEENG, 2003. v. 1, p. 9-23.
- RIBEIRO, J. L. D.; MILAN, G. **Entrevistas Individuais: teoria e aplicações**. 1. ed. Porto Alegre: FEENG, 2004. v. 1.
- ROAD TRAFFIC TECHNOLOGY. London, 2012. Disponível em: <<http://www.roadtraffic-technology.com/projects/m42/m425.html>>. Acesso em: 27 maio 2013.

SISIOPIKU, P. V.; SULLIVAN A.; FADEL G. **Implementing Active Traffic Management Strategies in the U.S.** Birmingham: UTCA, 2009. Report FHWA/CA/OR n. 08206.

SPARMANN, J. M. Active Traffic Management: experiences made in Hessen. In: **WORKSHOP ON ACTIVE TRAFFIC MANAGEMENT**, 2007. Seattle. **Proceedings...** Seattle: [s. n.], 2007.

TILLEY, R. **Road Photos & Information:** New South Wales. [S. l.], 2009. Disponível em: <[http://expressway.paulrands.com/gallery/roads/nsw/numbered/alphanumeric/m1/01\\_tugunby\\_pass/index.html](http://expressway.paulrands.com/gallery/roads/nsw/numbered/alphanumeric/m1/01_tugunby_pass/index.html)>. Acesso em: 27 maio 2013.

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Smarter Highways variable speed limits.** Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.wsdot.wa.gov/smarterhighways/vsl.htm>>. Acesso em: 12 jun. 2012.

ZWOLLE, C. [S. l.], 2009a. Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/chriszwolle/3426207721/>>. Acesso em: 27 maio 2013.

\_\_\_\_\_. [S. l.], 2009b. Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/chriszwolle/3858898938/>>. Acesso em: 27 maio 2013.

## **Apêndice A – Imagens Utilizadas em apresentação aos entrevistados**

Figura 10 – Primeira opção de painel para utilização do acostamento, nos Países Baixos.



Figura 11 – Alternativa da primeira opção de painel, nos Países Baixos.



Figura 12 – Segunda opção de painel para utilização do acostamento, nos Estados Unidos.



Figura 13 – Utilização do acostamento na Eslovênia, primeira alternativa



Figura 14 – Utilização do acostamento na Eslovênia, segunda alternativa



Figura 15 – Harmonização de velocidades nos Estados Unidos

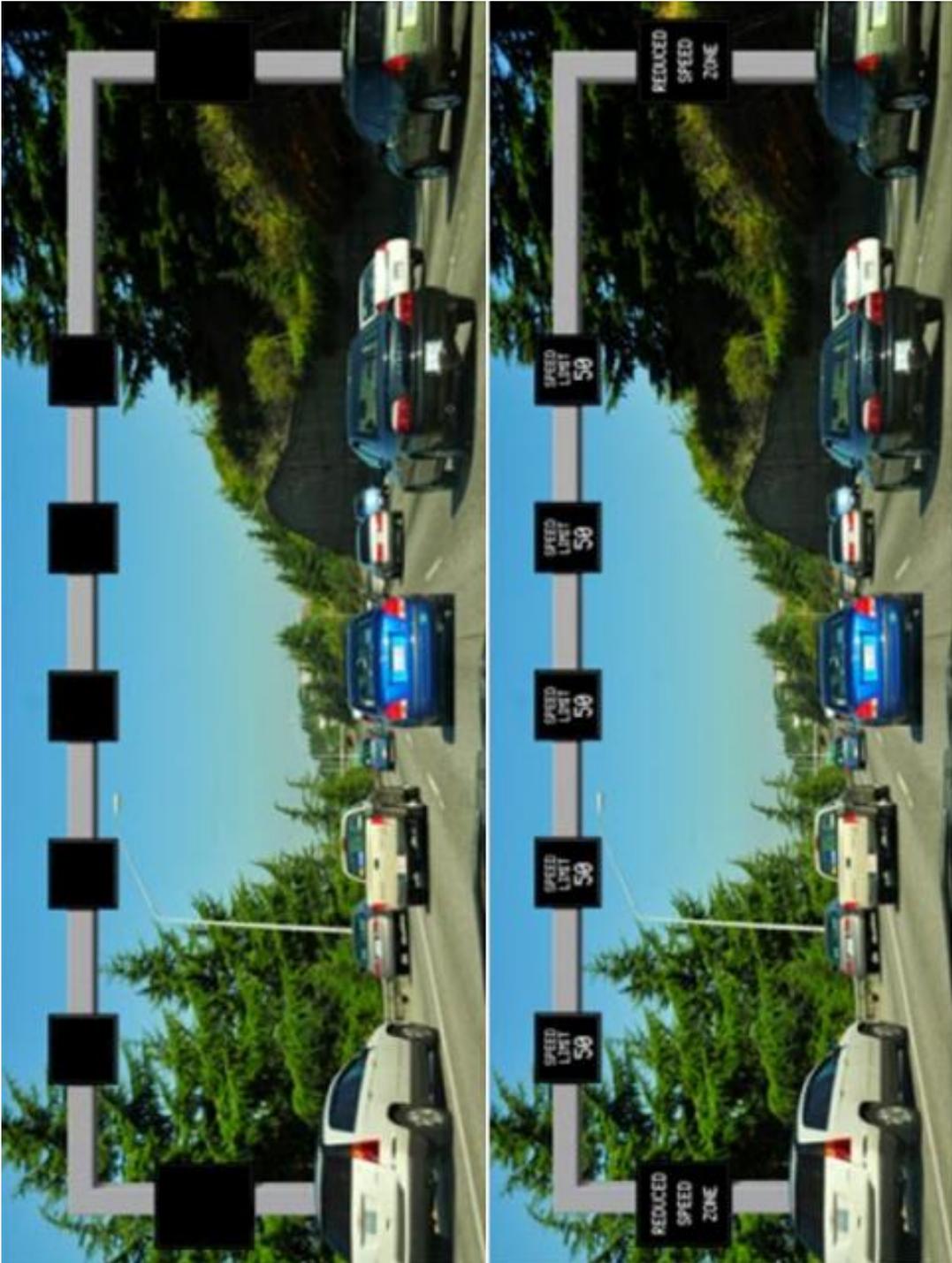


Figura 16 – Harmonização de velocidades na Rodovia M1, na Austrália



Figura 17 – Painel para harmonização de velocidades nos Estados Unidos



Figura 18 – Rodovia Alemã com harmonização de velocidades



Figura 19 – Conjunto para gerenciamento de tráfego nos Países Baixos



Figura 20 – Painéis de mensagem variável, modelo inglês



Figura 21 – Painéis de mensagem variável, conjunto mais completo, modelo inglês

