PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS REVERSÍVEIS URBANAS

Christiano Lima Machado

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientador: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Rio de Janeiro

Março de 2012

PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS REVERSÍVEIS URBANAS

Christiano Lima Machado

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

_____

Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro, Ph.D.

_____

Prof. Licínio da Silva Portugal, D.Sc.

_____

Prof. Paulo César Marques da Silva, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2012

Machado, Christiano Lima

Procedimentos para Implantação de Faixas Reversíveis Urbanas / Christiano Lima Machado. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012.

VI, 182p.: il; 29,7cm .

Orientador: Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro.

Dissertação – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2012.

Referências Bibliográficas: p. 144-149.

1. Engenharia de tráfego. 2. Faixas reversíveis. 3.Critérios de uso. I. Ribeiro, Paulo Cezar Martins. II. Universidade Federal do Rio de janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Aos meus pais, Hamilton e Ademilde.

À minha esposa Rosana

Agradecimentos

Ao professor Paulo Cezar pelos ensinamentos e incentivo.

Aos funcionários do PET, com destaque para Helena e Jane pelo carinho e parceria.

Às minhas filhas gêmeas Amanda e Gabriela que ao nascerem no meio do curso de mestrado tornaram essa jornada ainda mais desafiadora.

À minha querida e amiga avó Alda que nos deixou recentemente, a qual me dava diariamente a palavra de proteção e encorajamento.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências (M. Sc.).

PROCEDIMENTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS REVERSÍVEIS URBANAS

Christiano Lima Machado

Março/2012

Orientador: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Programa: Engenharia de Transportes

Esse trabalho se constitui num estudo sobre as faixas reversíveis urbanas e pretende contribuir sugerindo uma metodologia para adoção de procedimentos em futuras implantações através do conhecimento do cenário mais adequado para tornar estas operações eficientes e seguras. Além da revisão bibliográfica sobre o tema e de um estudo de caso, a pesquisa realizou um estudo junto aos órgãos gestores de trânsito das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, visando contribuir com o conhecimento da forma como essas operações acontecem no país.

O estudo teve foco nas faixas reversíveis de tráfego urbano, não sendo abordado aqui o aspecto temporário ou de emergência que tais operações podem assumir, sendo direcionado a pratica dessa estratégia para lidar com congestionamentos nas grandes cidades.

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

PROCEDURES FOR IMPLEMENTATION OF URBAN REVERSIBLE LANES

Christiano Lima Machado

March/2012

Advisor: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Program: Transportation Engineering

This work constitutes a study of the urban reversible lanes and intends to contribute suggesting a methodology for adoption of procedures in future deployments through knowledge of the most appropriate one to make these operations efficient and safe. In the literature review on the subject and a case study, the research conducted a study with traffic management agencies to the cities of Sao Paulo and Rio de Janeiro, to contribute to the knowledge of how these operations happen in the country.

The study focused on urban traffic lanes reversible and is not discussed here looks temporary or emergency that such operations can take, being directed to practice this strategy for dealing with congestion in big cities.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 ..... **1**

INTRODUÇÃO **1**

1.1 CONTEXTO DO TRABALHO 2

1.2 OBJETIVO 4

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA 4

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 6

CAPÍTULO 2 ..... **9**

O ESTADO DA ARTE **9**

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O TEMA 10

2.2 JUSTIFICATIVA PARA USO 13

2.3 CARACTERÍSTICAS ESPACIAIS 18

2.4 CARACTERÍSTICAS TEMPORAIS 20

2.5 GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO 22

2.5.1 Planejamento *23*

2.5.2 Técnicas e Métodos Empregados *24*

2.5.3 Políticas de Uso *27*

2.5.4 Aceitação Pública e Opinião *33*

2.6 PROJETO 34

2.6.1 Características da Seção Transversal *35*

2.6.2 Áreas de Término e de Transição *36*

2.6.3 Barreiras e Canalizações *37*

2.7 CONTROLE E OPERAÇÃO 38

2.7.1 Dados da Literatura *38*

2.7.2 Dispositivos de Controle de Tráfego *40*

2.7.3 Operação *43*

2.8 ANÁLISE E AVALIAÇÃO 44

2.8.1 Indicadores de Avaliação e Desempenho *45*

2.8.2 Segurança *46*

CAPÍTULO 3 ..... **50**

ESTUDO DA PRÁTICA NACIONAL **50**

3.1 ASPECTOS GERAIS 51

3.2 CASOS DE ESTUDO 52

3.2.1 Número de Operações *54*
3.2.2 Configurações Típicas *56*
3.3 PLANEJAMENTO 57
3.3.1 Classificação Funcional das Vias *58*
3.3.2 Extensão das Operações *58*
3.3.3 Horário de Funcionamento *60*
3.3.4 Pesquisa de Volume e Tempo *61*
3.4 PROJETO 63
3.4.1 Sinalização *63*
3.4.2 Obra Física *65*
3.5 RESTRIÇÃO E PRIORIDADE DE USO 65
3.5.1 Restrição de Veículos Pesados *66*
3.5.2 Prioridade para o Uso das Faixas *67*
3.5.3 Outras Restrições *68*
3.6 OPERAÇÃO 69
3.7 OCORRÊNCIA DE ACIDENTES 70
3.8 CONTROLE 71
3.8.1 Sinalização Gráfica Vertical *71*
3.8.2 Sinalização Gráfica Horizontal *76*
3.8.3 Sinalização Luminosa *78*
3.8.4 Barreiras e Canalizações *79*
3.9 ACEITAÇÃO PÚBLICA 81

CAPÍTULO 4 83

METODOLOGIA 83

4.1 INTRODUÇÃO 84
4.2 PROCEDIMENTO USUAL ADOTADO 86
4.3 AÇÕES PROPOSTAS 88
4.3.1 Etapas dos Procedimentos *88*
4.3.2 Metodologia Proposta *97*
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 98

CAPÍTULO 5 100

ESTUDO DE CASO 100

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 101
5.2 PLANEJAMENTO 102
5.3 PROJETO 103
5.4 APLICAÇÃO DO ESTUDO 106

5.5 MEMÓRIA DO CASO 108
5.6 ANÁLISE DOS DADOS DISPONÍVEIS 110
5.6.1 Análise do Aspecto Espacial *111*
5.6.2 Análise do Aspecto Temporal *113*
5.6.3 Resultados Obtidos *115*
5.7 LEVANTAMENTO DE CAMPO 117
5.7.1 Contagem Volumétrica *117*
5.7.2 Tamanho das Filas *121*
5.7.3 Levantamento Semafórico *122*
5.8 ANÁLISE PROPOSTA PELA PESQUISA 123
5.8.1 Análise de Dados Proposta *125*
5.8.2 Resultados Obtidos *125*
5.9 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA 127
5.10 ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS PROPOSTOS 132

CAPÍTULO 6 138

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 138

6.1 ASPECTOS GERAIS 139
6.2 CONCLUSÕES 139
6.3 RECOMENDAÇÕES 141
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 144
ANEXO A 150
ANEXO B 178

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto do Trabalho

Nota-se, sobretudo nas últimas décadas, um aumento contínuo do volume de tráfego nas cidades brasileiras, dado o alto crescimento da frota de veículos automotores e, trazendo como conseqüência, a propagação do principal efeito deste fenômeno: congestionamentos. Várias pesquisas apontam que o contínuo crescimento do volume de tráfego resultou em crescentes custos sociais e ambientais associados com atrasos permanentes nas viagens, poluição atmosférica e frustração dos usuários das vias. Apesar de uma grande quantidade de métodos terem sido propostos para resolver estes problemas, incluindo obras para o alargamento de vias, o uso de sistemas avançados de controle de tráfego e implantação da tecnologia eletrônica inteligente, os custos associados ao emprego destas técnicas são significativamente altos. O desenvolvimento de estratégias de reversão de faixas em uma infra-estrutura viária já existente, que podem ser operadas em diferentes momentos do dia, tem sido uma medida utilizada pelos órgãos de trânsito como forma de possibilitar uma melhor relação custo-benefício nas ações que visam combater o fenômeno dos congestionamentos de forma imediata, embora a reversão do fluxo de tráfego possa exigir outros investimentos significativos no controle e fiscalização. Assim, as operações reversíveis abrangem uma variedade de técnicas adotadas pela engenharia de tráfego, representando pela simplicidade das intervenções necessárias, a melhor forma de balancear o custo – benefício na ação de aumentar a capacidade de uma via já existente. O princípio das operações reversíveis é o de configurar as faixas de uma via para suportar a demanda de tráfego desequilibrada. Desta forma estas operações são particularmente eficazes, dado o aproveitamento da capacidade não utilizada nas faixas do sentido de fluxo menor, aumentando a capacidade na direção do fluxo principal em determinados horários, usando de forma mais racional a infra-estrutura viária existente. Estas operações se mostram mais eficazes quando há um acentuado desequilíbrio direcional entre os fluxos, tais como

ocorrem durante os períodos de pico identificados nas cidades pela atração de centros de interesse, normalmente os centros comerciais, os quais produzem viagens diariamente programadas.

Segundo Wolshon e Lambert (2006), nos Estados Unidos, 35% das faixas reversíveis foram implantadas com o intuito de melhorar as condições de fluidez em horários de pico, 23% das faixas foram implantadas por motivos de eventos especiais, 21% por finalidade de evacuação da área e 13% por motivo de obras na pista. O conceito relativamente simples das operações reversíveis não revela a sua real complexidade, sobretudo pelas questões operacionais envolvidas. Elas podem exigir um esforço considerável para planejar e projetar, e muitas vezes necessitam de controle especial e estratégias de gestão para manter o tráfego de forma segura e eficiente. De forma contrária ao esperado, apesar da longa história e da utilização generalizada das faixas reversíveis pelo mundo, houve poucas avaliações quantitativas e pesquisas realizadas sobre o seu desempenho. Há também um número limitado de diretrizes publicadas e normas relacionadas com o planejamento, projeto, operação, controle, gestão e avaliação. Portanto, os sistemas de operações reversíveis têm sido desenvolvidos e gerenciados com base principalmente na experiência, julgamento profissional e na observação empírica. A disponibilidade limitada de publicações sobre o tema resultou em uma variação considerável nas práticas, filosofias e políticas associadas a sua utilização. Além disso, muitos dos custos e benefícios reais proporcionados pelas faixas reversíveis permanecem ainda inexplorados, acarretando numa insuficiente compreensão dos seus efeitos, principalmente do ponto de vista das práticas operacionais e as questões relacionadas à segurança, onde um planejamento mal desenvolvido e um projeto mal executado podem acarretar em situações potencialmente perigosas para veículos e pedestres. Assim sendo, esta pesquisa foi realizada para atender

parte dessas necessidades, visando contribuir com o aumento da compreensão das operações reversíveis e melhorar o conhecimento das suas características e requisitos que devem ser observados previamente a uma implantação, bem como a melhor forma de gerir o tráfego para que estas operações se tornem mais eficazes e seguras no futuro.

1.2 Objetivo

O objetivo central da pesquisa é o de se estabelecer procedimentos relacionados ao planejamento, projeto, controle, operação, análise e avaliação das operações reversíveis, visando contribuir com a obtenção de melhores resultados nos horários de pico, evitando causar impactos negativos na rede em decorrência da implantação. Para tal, a pesquisa realizou revisão bibliográfica sobre o tema, além de promover um estudo sobre as práticas nacionais, com a realização de um estudo de caso, visando assim estabelecer e compilar o conhecimento de forma mais abrangente num só trabalho, o qual pretende servir de referência para os gestores de tráfego.

Para atingir o objetivo central, como descrito no parágrafo anterior, a pesquisa sugere como resultado central de todo esforço realizado, na elaboração de uma metodologia para a melhor abordagem dos procedimentos que a gestão de tais operações poderão se basear em prol dos melhores resultado tanto na fluidez como aos aspectos relacionados à gestão de uma forma geral.

1.3 Justificativa e Relevância

Com o aumento da utilização desta estratégia de reversão de faixas para lidar com congestionamentos, há uma natural preocupação em se entender quais os reais benefícios e quais os impactos ocasionados na rede pela implantação de uma operação reversível. Dessa

forma o conhecimento da forma como os gestores lidam com estas operações se mostrou necessária para formar o devido cenário da prática neste país. No levantamento realizado para os casos de estudo (capítulo 3), pôde ser estabelecida de forma clara a maneira como os órgãos gestores de tráfego lidam com operações reversíveis no Brasil, ou seja, planejando as ações sem a devida coleta de dados necessários sobre o tráfego. Com isso, a necessidade de se estabelecer uma metodologia para as ações relacionadas a uma reversão de faixa teve como foco a promoção de resultados mais previsíveis, sobretudo através da abordagem de dados como volume, tempo de viagem e índice de acidentes. A relevância do presente estudo se dá porque, via de regra, o planejamento para adoção de faixas reversíveis ocorre meramente pela observação em campo do fenômeno dos movimentos pendulares, sendo esta constatação suficiente para os gestores de tráfego elaborarem os projetos para a implantação das reversões de faixa. Contudo, por mais que êxitos tenham sido alcançados com essa maneira de agir, é comum observarmos como usuários do tráfego, mudanças significativas no tráfego periférico ao local onde foi implantada uma reversão de faixa, bem como são comumente percebidos impactos negativos, sobretudo na direção de menor fluxo.

Outro aspecto importante que aponta para a relevância do tema, diz respeito à pequena quantidade de publicações acadêmicas e técnicas que possam subsidiar os estudos sobre os parâmetros e critérios técnicos apurados na experiência das operações já implantadas. Tais publicações se restringem a uns poucos estudos estrangeiros, sobretudo nos Estados Unidos, realizados na maior parte das vezes direcionados às operações rodoviárias, não estabelecendo um estado de procedimentos visando formatar as ações para implantação, gestão e avaliação das modificações no tráfego urbano. Segundo uma publicação do *ITE Journal*, artigo intitulado *Plannnig and Operational Pratices for Reversible Roadways*

(Wolshon e Lambert, 2006), há uma "necessidade de mais informações para conhecimento sobre a maioria dos aspectos relacionados a estas operações, como projeto, controle e monitoramento, em função da pequena quantidade de publicações disponíveis que possibilitem as avaliações dos verdadeiros benefícios e custos". Dessa forma, a pesquisa recorrerá às publicações internacionais sobre o tema, visando obter os dados para uma análise das práticas destas operações nos Estados Unidos e Europa. A partir desse conhecimento, o enfoque será voltado para as práticas nacionais, visando um comparativo entre o que foi estudado no estado da arte e o que está sendo realizado no Brasil, estabelecendo assim a possibilidade de se apontar as melhores práticas num rol de sugestões para procedimentos visando a eficiência desta estratégia de tráfego.

A relevância para o estudo está na implicação decorrente do aumento das operações reversíveis no Brasil, com a escassez de publicações de apoio ao planejamento destas operações. A justificativa, portanto, incide em contribuir para o desenvolvimento de um estudo que preencha esta lacuna e contribua com os estudos de engenharia de tráfego sobre o tema.

1.4 Estrutura do Trabalho

Esta pesquisa foi elaborada em 6 capítulos, ordenados de forma a construir um melhor conhecimento sobre o tema abordado, sendo estes discriminados na seqüência:

No Capítulo I é apresentado o contexto do trabalho, delimitando o objetivo, sua justificativa e relevância. Este capítulo inicial visa expor a forma geral como o tema escolhido pretende preencher uma lacuna existente no estado da arte, contribuindo com um trabalho que vise balizar os procedimentos adotados para as operações reversíveis.

O Capítulo II é composto de uma revisão bibliográfica internacional sobre o assunto, e aborda questões centrais do tema, tais como planejamento, projeto, gestão, controle e operação. O capítulo se desenvolve através dos registros que compõem o estado da arte, buscando as publicações disponíveis sobre o assunto acumulada ao longo de quase um século de ocorrência das operações reversíveis no mundo.

O Capítulo III traz o estado da prática nacional. Para tanto o capítulo apresenta os resultados de um estudo realizado sobre casos de estudo junto às duas companhias gestoras do tráfego de Rio de Janeiro e São Paulo, visando formar um cenário amplo da forma como essas operações acontecem no Brasil, uma vez que estas duas capitais se utilizam, em uma quantidade expressiva, do sistema de reversão do tráfego para lidar com congestionamentos. Dessa forma, a pesquisa realizada coletou dados com o propósito de conhecer os critérios adotados desde o planejamento e projeto, passando pela forma de operar estas operações no país, registrando informações que permitiram conhecer aspectos mais gerais como as configurações típicas mais comuns, como tipo de via e horários em que elas ocorrem, restrições impostas, existência de seletividade e prioridade de uso, entre outras questões relacionadas ao projeto e a operação, como sinalização gráfica e dispositivos de controle mais utilizados.

O Capítulo IV traz uma metodologia sugerida para adoção de procedimentos baseada no que foi conhecido através da revisão bibliográfica, bem como nos casos de estudo da prática nacional. Tal metodologia é apresentada num rol de regras que devem ser seguidas objetivando a eficiência dos sistemas de reversão, desde a identificação do problema, a coleta de dados iniciais até elementos obrigatórios no projeto e cuidados na operação.

O Capítulo V apresenta um estudo de caso realizado numa faixa reversível do Rio de Janeiro com o objetivo de comparar os procedimentos e ações adotadas com o que foi sugerido pela metodologia contida neste trabalho. Além deste foco, o estudo visou conhecer os elementos utilizados para o planejamento e os impactos posteriores à implantação, passando pela investigação de ganho e atraso no tempo de viagem.

O Capítulo VI apresenta as conclusões e recomendações, sintetizando tudo o que foi conhecido durante o trabalho de pesquisa, o que foi realizado em relação aos objetivos e concluindo sobre o alcance da pesquisa como um todo, direcionando os avanços que possam ser atingidos com pesquisas complementares.

Por fim, são apresentados os anexos, contendo ficha eletrônica preenchida pelos gestores de tráfego no Brasil e as figuras ilustrativas do que foi visto na revisão internacional.

A aplicação do estudo relaciona os capítulos da seguinte forma:

a. Conhecimento prévio do tema com base em todo levantamento para o estado da arte (capítulo 2), bem como no estudo da prática nacional (capítulo 3);
b. Estabelecer uma metodologia (capítulo 4) para orientar as ações em futuras implantações;
c. Realização de um estudo de caso (capítulo 5) visando apurar o que foi feito e o que não foi feito de acordo com a metodologia recomendada;
d. Comparar os procedimentos estabelecidos pela pesquisa com as ações praticadas no estudo de caso, visando obter uma síntese do que foi ou não foi feito, avaliando os impactos e produzindo conclusões e recomendações (capítulo 6).

CAPÍTULO 2

O ESTADO DA ARTE

2.1 Considerações Iniciais sobre o Tema

Com a carência de critérios consolidados para o uso das operações reversíveis, algumas perguntas se sobressaem num universo ainda carente de publicações sobre as faixas reversíveis, como "qual o desequilíbrio direcional que um trecho de via deve apresentar para que, ao ser revertida uma ou mais faixas, possa se ter o máximo de eficiência, não só na obtenção de maior fluidez no sentido de maior demanda, como também para não causar problemas que antes inexistiam no sentido contrário?" e "quais os elementos e ações que uma reversão de faixa deve possuir para se conseguir os melhores resultados?". Mesmo estando disponíveis os estudos no HCM – *Highway Capacity Manual*, bem como técnicas de simulação computacional, não há, até então, uma sistematização de procedimentos que respondam as perguntas anteriores. Como veremos adiante, publicações do *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e do *Institute of Transportation Engineers* (ITE) apontam para justificativa de uso que trazem percentuais distintos para o desequilíbrio direcional a ser registrado nos casos em que se pretenda implantar reversões de tráfego. Porém, não só o desequilíbrio deve ser avaliado, alguns elementos importantes contidos nos estudos de planejamento e projeto se somam às ações igualmente importantes no plano de operações. Com esse foco, esse presente trabalho se desenvolve, observando as principais carências nos estudos até então realizados, visando contribuir com o conhecimento geral sobre o tema.

Com o fluxo cada vez mais saturado nas vias urbanas das grandes cidades pelo excesso de veículos, soluções antigas de engenharia de tráfego começaram a ser adaptadas e aplicadas com o intuito de minimizar os problemas advindos da saturação das vias nos horários de maior movimento. Mesmo sem se ter o registro histórico da primeira faixa reversível, sabe-se que elas existem, sobretudo em sistemas rodoviários, há pelo menos 80 anos, quando a

percepção de movimentos pendulares advindos do aumento de veículos em circulação naturalmente apontasse para uma solução através da adoção de um sistema de reversão de faixa, visando conseguir uma fluidez maior em um determinado sentido. Desde então, essa solução vem se apresentando cada vez mais como recurso capaz de reduzir os transtornos ocasionados pelo excesso de veículos no tráfego urbano, visto que as grandes cidades, invariavelmente de uma forma ou de outra, igualmente tentam lidar com os congestionamentos. No entanto, tal escolha acusa inicialmente a falta de capacidade de determinada via urbana fluir sua demanda, transformando um sistema que em sua origem foi desenvolvido como medida paliativa temporária para atender a eventos ou mesmo situações de emergência, numa operação de rotina diária, justificada como recurso de melhor custo benefício enquanto obras de ampliações do sistema definitivas não são executadas para readequar os fluxos existentes (McDowell, 2009).

Um aspecto importante sobre o tema refere-se às muitas formas das operações reversíveis serem utilizadas dadas as necessidades variadas para cada uso, sendo que tal cenário acarreta uma falta de política consolidada que padronizasse seus métodos de funcionamento. As principais formas de uso identificadas são: acomodação de um fluxo maior dado o desequilíbrio direcional registrado em horários de pico, eventos previstos que aumentam momentaneamente a demanda em um determinado sentido, condições de prioridade de emergência como evacuações e situações pontuais onde sejam registradas obras na via ou mesmo acidentes. Um dos primeiros usos registrados de pistas com reversão de faixas foi em Los Angeles em 1928, com uma variante de pista na zona central da cidade que foi revertida (Dorsey, 1948). A história norte americana conta que faixas reversíveis ganharam popularidade em vias arteriais urbanas nas décadas de 1940 a 1960, aumentando significativamente o número de operações desta natureza, coincidindo com a

produção e aquisição de veículos em larga escala naquele país. Posteriormente a utilização de faixas reversíveis, durante a década de 1970, foi associada com auto-estradas, pontes e túneis, tanto nos Estados Unidos quanto no exterior, particularmente na Europa e na Austrália. Embora não sendo registrado, sabe-se também que a operação reversível tem sido amplamente utilizada para lidar com eventos especiais onde os há a predominância de direção de fluxo previsto para o horário de chegada e saída de grandes eventos esportivos, shows e festivais. De acordo com Wolshon e Lambert (2004), o interesse mais recente em pistas reversíveis nos Estados Unidos tem sido sustentado desde 1999, sob a forma de reversão completa de auto-estradas para a evacuação de áreas propensas a tornados e furações no centro do país. Pela diferença de objetivos, o projeto específico de qualquer operação reversível em particular varia significativamente, não só pelo que se pretende atingir como meta, como também pela topografia e características de tráfego do local.

Ainda de acordo com Wolshon e Lambert (2004), um outro aspecto importante e que se configura num problema, requerendo assim um aprofundamento sobre este tema, refere-se à falta de segurança na operação das faixas reversíveis. Há uma rotina de acidentes graves, na maior parte das vezes colisões frontais, acusando uma falta de projeto e sinalização adequada, orientados à segurança destas operações, sobre as quais não se encontram na literatura publicações que efetivamente orientem o trabalho da engenharia de tráfego na adoção dos critérios de segurança, orientando para uma correta sinalização gráfica e luminosa para a eficiência das indicações de alterações dos sentidos, alertando condutores e pedestres nestas inversões de via, as quais devem ser consideradas sempre como uma operação especial, ou seja, uma operação de risco.

Desta forma, com o objetivo de se estabelecer o estado do conhecimento sobre o tema, a

revisão bibliográfica para esta pesquisa foi apoiada nas publicações internacionais, tendo o foco na *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), no *Institute of Transportation Engineers* (ITE), e sobretudo, na *Federal Highway Administration* (FHWA), onde a publicação de um trabalho intitulado *Convertible Roadways and Lanes – Synthesis 340* (Wolshon e Lambert, 2004), forneceu a base para a pesquisa apresentada adiante. O trabalho se baseou na busca do conhecimento das experiências praticadas nos Estados Unidos, uma vez que estas entidades são as de maior importância nas publicações sobre engenharia de tráfego no mundo e também por não haver, em nenhuma medida, registros das experiências destas operações no Brasil. A pesquisa irá buscar as práticas destas operações, coletando dados e informações a respeito dos critérios que exemplifiquem os métodos básicos ao lidar com as operações reversíveis norte-americanas, possibilitando assim estruturar o conhecimento do tema da pesquisa.

2.2 Justificativa para Uso

Historicamente, a necessidade de pistas reversíveis tem sido impulsionada por vários objetivos, incluindo a necessidade de aumentar a capacidade da via e a velocidade de deslocamento, bem como diminuir o congestionamento e tempo de viagem. Dessa forma, as justificativas que foram adotadas para orientar a sua aplicação têm se dado com base nesses mesmos objetivos. Atualmente, as justificativas para implantação de pistas reversíveis têm alcançado outros parâmetros e avançado ao longo dos anos, já que os engenheiros de tráfego tornaram-se mais familiarizados com as características associadas ao planejamento, operação, bem como o conhecimento da relação custo / benefício. Embora os aspectos básicos destas operações tenham mudado ao longo dos quase 80 anos de existência, os conceitos gerais que justificam o uso de faixas reversíveis não variaram significativamente. A necessidade de pistas reversíveis, muitas vezes começa por

identificar locais de congestionamento conhecido, associados às projeções de crescimento futuro em relação ao volume de tráfego. Embora não haja um único conjunto de justificativas que tenham sido universalmente adotadas, uma uniformidade geral, na prática, desenvolveu-se em avaliar a necessidade de tais vias. Organizações como AASHTO e ITE desenvolveram diretrizes consistentes para a sua utilização, assim como alguns departamentos e companhias de tráfego no exterior. Algumas dessas justificativas também variam ligeiramente, dependendo se as operações reversíveis serão adaptadas para uma infra-estrutura existente, ou se as operações estão sendo projetadas com a utilização de novos espaços, demandando obras físicas.

Em *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – Green Book* da AASHTO (2001), encontra-se que as operações reversíveis são justificadas quando "65 por cento ou mais do tráfego se desloca em uma direção durante o horário de pico". Ao ser compatível com o princípio geralmente aceito de que não é aconselhável ter menos de duas faixas para a direção do fluxo menor, que será discutido mais tarde neste capítulo, a referida publicação da AASHTO também sugere que, com "uma configuração de pista de 3:3, apresentando aproximadamente 65% a 35% de desequilíbrio direcional, poderá ser adotada a configuração de 4:2 para acomodação ideal deste tráfego".

Já o Institute of Transportation Engineers - ITE, *Traffic Engineering Handbook* (1999) descreve as pistas reversíveis de infra-estrutura existente como "potencialmente um dos métodos mais eficazes de aumentar a capacidade na hora do rush". Ainda de acordo com o ITE, esse sistema seria "particularmente útil em pontes e túneis, onde o custo para fornecer capacidade adicional seria alto e, talvez, impossível." Embora esta publicação do ITE não ofereça parâmetros específicos para o tema, ele sugere uma combinação de critérios e

estudos que devem ser avaliados para garantir que estas operações operem de forma vantajosa após a implantação. Os quatro critérios básicos apontados pelo ITE para determinar a necessidade de pistas reversíveis são as seguintes:

a) Existência de uma redução de pelo menos 25% da velocidade média durante os períodos de pico, necessitando assim de ações de otimização em campo, como por exemplo, operadores que bloqueiem o tráfego transversal dando prioridade o fluxo mais carregado. Ou seja, a demanda deve se apresentar maior do que a capacidade da via;
b) O congestionamento de tráfego observado deve acontecer de forma periódica e previsível;
c) A proporção de uma contagem de tráfego maior para menor deve ser pelo menos 2:1 e de preferência 3:1. Caso contrário, a implantação de uma faixa reversível pode ser a causa de um problema no tráfego do lado do menor fluxo da via;
d) As faixas revertidas devem ser concebidas com entrada adequada e capacidade de saída, além de fornecer fácil transição entre as pistas fluxo normal e reverso. Caso contrário, a pista revertida poderia ser a causa de estrangulamentos e outros problemas de trânsito, além do congestionamento de tráfego já existente.

O ITE - *Traffic Engineering Handbook* (1999), também sugere quatro outros critérios que devem ser analisados antes da implantação de faixas reversíveis, devendo ser observado a existência do que segue:

a) Via adjacente adequada para suportar o tráfego no sentido oposto, como condição para o emprego de operação em sentido único, quando a reversão decorrer de via operada em sentido duplo;

b) Distribuição direcional durante os fluxos da hora de pico com 70% no sentido predominante (Bretherton and Elhaj, 1996);
c) Proporção alta de viagens que necessitam trafegar sem que haja interrupções ou paradas;
d) Circunstâncias que possibilitem a plena utilização das pistas adicionais, evitando subutilização.

Os dois últimos critérios estão associados com congestionamentos. O quarto critério é a avaliação da relação entre os volumes de tráfego direcional e deve se destacado pela recomendação de serem feitas contagens de tráfego em vários locais para determinar como o volume deve ser alocado para cada sentido e onde as direções devem começar e terminar.

O ITE também pede a manutenção de no mínimo duas faixas abertas ao tráfego em cada sentido. Essa recomendação tem o objetivo de evitar congestionamentos no sentido de menor volume, prevenindo a obstrução total por conta de incidentes na via. Conclui-se também nos estudos orientados pelo ITE que poderiam ocorrer congestionamentos se houvesse a existência de giros para entrada e saída dessa faixa única original. Experiência com tráfego de ônibus em faixas reversíveis em pista única no fluxo menor mostrou que a eficiência destas operações pode ser significativamente afetada pela presença de veículos pesados que demandem de paradas e até mesmo pela incidência de pequenos incidentes (Link, 1975).

Outro critério que merece destaque é o que aborda a avaliação da capacidade dos pontos de acesso ao segmento reversível. O ITE, *Traffic Engineering Handbook* (1999) ainda sugere que a capacidade adequada deve ser mantida em ambos os lados do segmento e que a

transição do funcionamento normal para o trecho revertido deve ser de negociação fácil para os motoristas. A capacidade inadequada desses pontos, resultando na criação de gargalos, poderá diminuir ou mesmo eliminar o benefício da existência da faixa reversível.

O ITE conclui que a faixa reversível é a alternativa ideal para situações onde os custos para ampliação da infra-estrutura viária sejam elevados, ou mesmo a construção de uma nova via paralela seja inviável do ponto de vista espacial. Dessa maneira e com o reconhecimento dos engenheiros de tráfego de que o recurso da reversão de faixa é válido do ponto de vista da relação custo/benefício para solucionar os problemas de capacidade comuns às grandes cidades na maioria dos casos, temos então um formato de um cenário onde esse tipo de operação se multiplica, constituindo-se uma das melhores estratégias para solução do problema dos congestionamentos nos horários de pico no ambiente urbano.

Recomendações para a aplicação de faixas reversíveis também foram documentadas nas versões anteriores do *Manual on Uniform Traffic Control Devices* – MUTCD, ocorridas nos anos de 1996 e 1998. Embora o *Millennium Edition* do MUTCD (2000) forneça orientação para a aplicação de várias formas de controle para as instalações de operações reversíveis, esta publicação não oferece critérios específicos para quando e como elas poderiam ser usadas. As versões anteriores do manual, no entanto, sugerem que as pistas reversíveis podem ser eficazes quando o "fluxo de tráfego de veículos em uma direção em uma via de mão dupla, estrada, ponte, ou túnel de três ou mais faixas congestionadas é aceitável que a velocidade média dos veículos nos períodos de pico diminua em pelo menos 25% em relação ao período de entre picos, resultando em congestionamentos que ocorram em períodos estáveis e previsíveis. Aponta também para uma relação adequada

dos volumes de tráfego direcional, com um desequilíbrio que registre pelo menos 66% a 75% por cento na direção predominante, chamando a atenção também para a necessidade de ser observada a capacidade adequada nos pontos de ingresso e saída nos trechos para efetuar uma transição fácil de veículos entre as condições da pista normal e invertida". Um outro ponto chave da recomendação do MUTCD (2000) registra que a via tenha pelo menos três faixas, que a demanda direcional do tráfego seja consideravelmente desequilibrada e que cuidados especiais sejam exercidos em lidar com os pontos de início e término do segmento reversível.

As dificuldades operacionais foram registradas em várias ocasiões onde pôde ser observado no campo o efeito da não adoção dos critérios e recomendações dos parágrafos anteriores. Lathrop (1972) sugeriu que o sistema de faixas reversíveis deve ser projetado com redundância, de modo que se houver alguma única peça falha, ele ainda vai trabalhar com segurança. Além disso, se houver uma falha de todo o sistema, o projeto padrão permitirá que o sistema seja desmobilizado e operado no modo original imediatamente e sem prejuízos. Lathrop (1972) também aponta outras questões como a interferência das reversões de faixas na estética urbana, com a necessidade de associar os custos para a adoção do sistema aos custos operacionais associados à manutenção e segurança para que benefícios e melhorias do sistema se dê de forma abrangente e não pontual.

2.3 Características Espaciais

Lathrop (1972) generalizou a configuração de segmentos da com reversão de faixa no contexto de cinco zonas, ilustradas e numeradas na Figura 1.

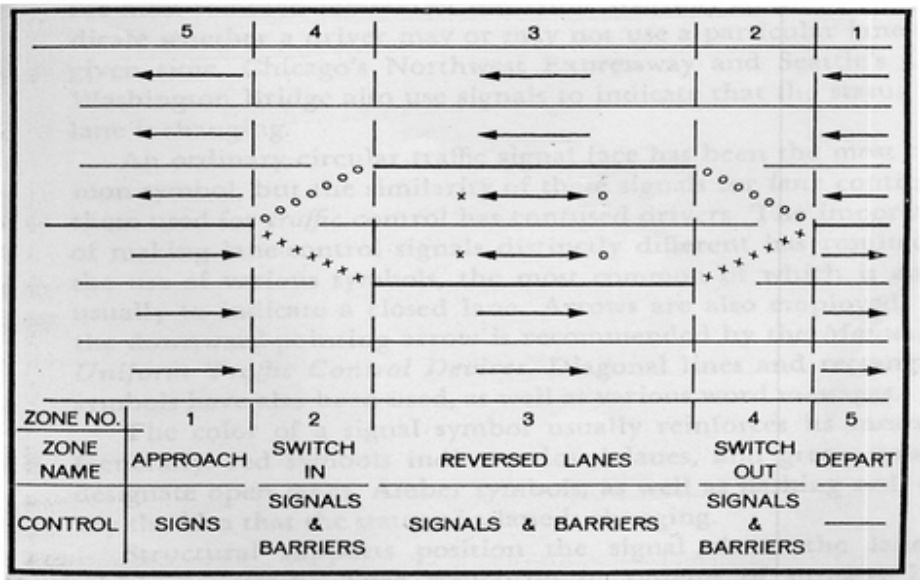


Figura 1: Configuração geral das operações de pistas reversíveis (Lathrop 1972).

(Fonte: Wolshon e Lambert, *et. al*, 2004)

A Zona 1 é considerada a zona aproximação. Nesta zona, os condutores precisam ser informados de que uma pista reversível está à frente. As informações fornecidas aos condutores devem incluir quantas e quais faixas estão abertas e disponíveis para eles. A Zona 2 é a zona de decisão através da qual os condutores devem passar para dentro ou fora das pistas reversíveis. Essa área é frequentemente considerada como a mais potencialmente perigosa, já que é uma zona de decisão onde ocorre o entrelaçamento e também a mudança no número de faixas disponíveis e, portanto, precisa ser cuidadosamente concebida. Na Zona 3, os motoristas continuam nas pistas normais e reversíveis. Normalmente, vários dispositivos de controle de tráfego são utilizados para lembrar os motoristas sobre quais as pistas estão abertas para uso em cada sentido. O controle adequado da zona 3 é crítico, porque o tráfego do sentido oposto pode operar em uma pista adjacente, aumentando o risco de colisões frontais. A transição entre as pistas de fluxo invertido para as pistas convencionais ocorre na zona 4. Como é o caso da Zona 2, o comprimento da Zona 4 deve

ser adequadamente projetado, porque as manobras convergentes estarão ocorrendo dentro dessa área. Na Zona 5, o tráfego se distancia da seção reversível e continua nos padrões de fluxo normal. Abordando a questão das distâncias atendidas pelas operações reversíveis nos Estados Unidos e Europa, a publicação da *Federal Highway Administration (FHWA)*, *Convertible Roadways and Lanes – Synthesis 340* (Wolshon e Lambert, 2004), revela a extensão curta de algumas reversões de faixa.

Do ponto de vista operacional, as áreas mais críticas das operações reversíveis são as zonas de transição. Pelo consenso da experiência norte-americana, a eficiência destas operações está diretamente relacionada à capacidade das zonas de transição que devem acomodar o aumento do volume, ou então ela perde seu efeito de proporcionar maior fluidez (Lathrop, 1972). Outra consideração importante espacial refere-se ao padrão de configuração do número de faixas numa operação reversível, onde a quantidade de pistas deixadas para a direção não revertida, ou seja, a de menor fluxo, tem especial importância, sobretudo pelo aspecto de não se transferir o problema de uma direção para outra.

2.4 Características Temporais

Por definição, a direção do fluxo de tráfego das vias reversíveis nunca é permanente. A operação reversível na pista pode, contudo, ser permanente. Como a maioria das faixas reversíveis é usada para lidar com as necessidades periódicas diariamente, ou seja, movimentos pendulares, a maioria dos regimes de configuração são usadas por períodos breves, na maioria dos casos de 1h a 3h de operação, durante os períodos de maior carregamento da manhã e da tarde. Porém, há registros de configurações de operações reversíveis que são utilizadas para uso permanente ao longo de um dia ou mesmo períodos

maiores em atendimento à demandas de obras ou situações atípicas, não sendo estas ocorrências alvo do presente estudo.

As características temporais das faixas reversíveis podem ser estudadas de acordo com o tempo gasto para efetuar a transição de faixas em zonas que antecedem e sucedem a uma reversão de faixa, como também pela duração em que estas operações permanecem em uso. Assim, ainda associada às orientações de Lathrop (1972) o tempo necessário para efetuar a transição temporal é o equivalente às Zonas 2 e 4, e o período de operação é equivalente a Zona 3. A duração total de um segmento de pista ou estrada configurado para uso em uma ou outra direção é geralmente baseada nas características temporais da demanda. Por exemplo, é prática comum o uso de faixas reversíveis em áreas urbanas de 4 horas diárias, sendo geralmente operadas de 07:00h às 09:00h durante o período de pico da manhã e de 16:00h às 18:00h durante o período de pico da tarde. Segundo a publicação da *Federal Highway Administration (FHWA)*, *Convertible Roadways and Lanes – Synthesis 340* (Wolshon e Lambert, 2004), em muitas operações em auto-estradas nos Estados Unidos implanta-se o sistema chamado *Halfday*, no qual a reversão se dá de forma completa em um sentido durante o pico da manhã, invertendo então a reversão total para atender ao pico da tarde. Certas condições, tais como construção de estradas ou operações para eventos pode exigir a reversão total de vias pelo período de ocorrência.

Os períodos mais críticos para as operações reversíveis ocorrem durante a conversão do fluxo de uma direção para outra, ou seja, o início ou o fim da operação. Esse período é de particular importância, porque, se não for realizado corretamente, tal transição pode representar acidentes pelo conflito causado, ou retenções momentâneas que podem prejudicar a fluidez. Em geral, o período de transição requer tempo suficiente para que a

totalidade dos veículos em tráfego na pista convencional deixe o segmento que será revertido, antes da liberação do tráfego a ser recebido de forma inversa na pista revertida.

De forma geral, as operações reversíveis nos Estados Unidos possuem uma característica não muito observada nas operações planejadas no Brasil, onde em grande parte, elas ocorrem em atendimento a apenas um horário de pico diário, ou pela manhã ou pela tarde, diferentemente dos Estados Unidos, onde o emprego destas operações se dá em uma direção no pico da manhã e, depois de sua desmobilização, volta a ser empregada no período de pico da tarde. Tal diferença pode ser entendida se considerarmos as questões de infra-estrutura viária envolvidas nas características urbanas entre o que se observa nas cidades americanas e o que se tem em cidades pouco planejadas no Brasil.

2.5 Gerenciamento Estratégico

A revisão do gerenciamento estratégico empregado no uso das faixas reversíveis mostra que, para a implantação destas operações se recorre a uma grande variedade de técnicas e níveis de esforço. O tamanho e a intensidade do esforço é função da freqüência com que ocorre a operação, bem como o tempo de sua permanência e às características da sua utilização. De um lado do processo encontra-se a elaboração de projeto e análise de planejamento realizado para grandes operações permanentes de faixas reversíveis, onde este tipo de emprego envolve muitas vezes uma análise de custo-benefício que incluem a reversão de faixa somada a outros recursos para melhorar a fluidez de um segmento de via, avaliando diretamente o impacto que estas operações terão sobre outros modos de transporte, bem como outros impactos na rede de uma forma geral. Pelo outro lado estão as práticas mais informais utilizadas para operações reversíveis associadas às condições de curto prazo, de dias a semanas, associadas a uma situação temporária, como por exemplo,

situações de emergência em decorrência de acidentes ou mesmo por ocasião de obras, e também de forma sazonal pela necessidade de gerir eventos previstos, como ocorre em shows e eventos esportivos.

Outra observação contida na revisão estrangeira, agora do ponto de vista da engenharia de tráfego, é que a decisão de utilizar a faixa reversível, especialmente em áreas urbanas, tende a ser relutante, normalmente sendo empregada após esgotamento de todas as alternativas.

A presente pesquisa será delimitada aos estudos referentes às faixas reversíveis de tráfego urbano que são implantadas no intuito de lidarem com os congestionamentos nos horários de pico, não sendo abordadas situações que não sejam configuradas como tal.

2.5.1 Planejamento

O processo tradicional de planejamento de transporte utiliza um conjunto de princípios desenvolvidos para analisar, avaliar e selecionar projetos adequados para atender às necessidades de uma localidade. Além de descrever os custos e benefícios de uma melhoria proposta para um sistema de transporte e de tráfego, o processo de planejamento é usado para identificar o impacto sobre a rede como um todo, seus custos e benefícios sociais, não se restringindo aos estudos técnicos referentes à operação em si com o foco apenas na via. Os elementos iniciais do processo de planejamento incluem a identificação e definição de problemas que precisam ser abordados por um mecanismo ou estratégia operacional, seguido pelo desenvolvimento de metas que seriam alcançadas com sua implantação. Com esse conhecimento antecipado, projetos e estratégias alternativas podem ser gerados para avaliar como cada um deles poderá atingir as metas estabelecidas, proporcionando a

comparação entre os métodos para um melhor enquadramento em relação aos custos associados à implantação. Embora o planejamento para alguns dos sistemas empregados para gerir uma faixa reversível tenham sido baseados em processos tradicionais, a revisão internacional indica que a maior parte do planejamento das atividades componentes destas operações aponta para uma aplicação muito menos formal. Em geral, as decisões para implantação de uma faixa reversível são tratadas de maneira expedita com base na necessidade de aumento da capacidade da via. Para os casos em que a operação reversível foi necessária para aumento de capacidade temporária e imediata, especialmente em situações de eventos ou relacionados a obras, o planejamento e o estudo de avaliação pré-implantação, apesar de necessários, têm sido raramente realizados. A exceção a essa regra, no entanto, foi concebida para novas instalações permanentes, onde são encontrados alguns exemplos de equipamentos projetados especificamente para este tipo de operações reversíveis, incluindo dispositivos luminosos e de marcas viárias visando a maior segurança. Contudo, o planejamento para as operações reversíveis passa, de forma geral, pelo estudo prioritário do custo benefício, apesar das características geralmente seguirem os processos de planejamento mais convencional.

2.5.2 Técnicas e Métodos Empregados

Apesar do uso frequente de operações reversíveis e o número crescente de novas operações, existem ainda poucos estudos registrados na literatura referente ao planejamento e operação destes sistemas de reversão. Além disso, os poucos estudos realizados se constituíam de dissertações teóricas, desenvolvidos para testar métodos de determinação dos benefícios da operação reversível ao invés de justificar a sua aplicação a partir de um conjunto de alternativas possíveis.

Glickman (1970), no *Convertible Roadways and Lanes* traz um estudo onde observa no desenvolvimento do processo de escolha e implantação de soluções com faixas reversíveis, a melhor estratégia para otimizar a alocação da capacidade das pistas existentes entre direções opostas do fluxo de tráfego. Neste estudo de Glickman (1970), uma abordagem matemática foi adotada para determinar quando uma reversão de uma direção para outra aplicada nestas operações, pode de forma mais eficiente minimizar o atraso registrado pelos veículos que circulam em um sentido ou outro num horário específico do dia. Porém, a principal limitação do estudo consiste na sua natureza de exercício teórico, sem que tenha sido aplicado às condições reais no campo.

Hemphill e Surti (1974) realizaram um outro estudo de viabilidade em Denver, Colorado, sendo este desenvolvido em uma abordagem baseada em observação empírica da reversão de pista implantada num congestionado corredor comercial existente na cidade de Denver. Para tal estudo foi usada a avaliação da curva de volume e velocidade constante do *Highway Capacity Manual* (1970) e pode ser estimado que as faixas adicionais de uma operação reversível podem dobrar a velocidade no período de pico em função do volume existente.

Mais tarde, o impacto das faixas reversíveis foi avaliado por meio de métodos mais complexos e com o auxílio de modelos de planejamento baseados em simulações computacionais. Um modelo foi desenvolvido e aplicado para a avaliação das vias de trânsito preferencial em contra fluxo para veículos com base no número de ocupantes para a definição de prioridade (Caudill e Kuo, 1983). Este estudo teve foco nas variações médias dos atrasos observadas nos sub-modelos que tentavam prever a densidade de fluxo dentro da pista privilegiada e, em seguida, estimar o atraso médio dos veículos que

esperavam para entrar na faixa liberada para fluxo contrário. Os dados de saída deste modelo puderam ser usados para prever as características de funcionamento esperado e apresentar uma justificativa para o uso de uma pista operada em contra fluxo. Apesar de não haver evidências de que esse modelo foi testado na prática, ele foi aplicado em um corredor hipotético em Washington, DC. Os resultados mostraram que, em basicamente todas as configurações testadas, houve uma significativa queda na densidade de fluxo de tráfego nas faixas privilegiadas pela reversão.

Ainda de acordo com *Convertible Roadways and Lanes*, um estudo de projeto e planejamento realizado por Markovetz et al. (1995) para avaliar a viabilidade de operações reversíveis sobre Leetsdale Drive, em Denver, Colorado, inclui tanto uma análise da necessidade de operações reversíveis, como uma avaliação da existência de alternativas, onde os critérios para se considerar o uso de operações reversíveis na localidade se baseiam em um conjunto de fatores publicados no *A Toolbox for Alleviating Traffic Congestion*, *Institute of Transportation Engineers, Washington D.C.*, (1989), mostrando uma série de limitações de emprego para este tipo de operação em função da existência de giros à esquerda, interseções com alto volume registrado e o efeito combinado de rampas íngremes e ônibus parando ao longo do trecho. Além de faixas reversíveis, três alternativas de baixo custo foram avaliadas, incluindo a reprogramação dos sinais de trânsito, a modificação das seqüências destes sinais, bem como o emprego de um plano que restringisse o giro à esquerda. Cada uma das alternativas foi avaliada através de um conjunto de simulações virtuais para a análise de tráfego que representasse a maior eficácia para o nível de serviço e atraso médio nos cruzamentos sinalizados. Foram analisadas também a razão de volume, capacidade e tempo médio de atraso para o veículo. Os

resultados do estudo mostraram que a reversão de faixa seria a melhor alternativa para a seção objeto do estudo.

Desta forma, pelo histórico inicial da pesquisa orientada para o conhecimento de operações reversíveis, nota-se que ao longo do tempo, esse recurso vem se sobrepondo e se destacando em meio às estratégias para o aumento de capacidade de vias saturadas que necessariamente deveriam passar por obras de expansão para acomodar novas demandas de alto volume de tráfego.

2.5.3 Políticas de Uso

As políticas para o uso de faixas reversíveis nos Estados Unidos foram desenvolvidas, sobretudo com o foco na segurança e na eficiência destas operações. Elas foram direcionadas para regular os níveis de mobilidade e de acessibilidade do trecho onde há a reversão de faixa, bem como das vias adjacentes. Sendo o objetivo principal destas políticas o de zelar pela mobilidade da população em geral, as ações aplicadas são comumente voltadas para a restrição de circulação e acessibilidade para os condutores individuais, ou seja, carros particulares transportando apenas o seu próprio condutor. Como outros exemplos de tais políticas, destacam-se a proibição de giro à esquerda e a proibição de estacionamento ao longo dos trechos onde se instala a operação durante os períodos de funcionamento do fluxo reverso. A seguir, o objetivo destas principais políticas é discutido juntamente com o modo como foram implementadas e geridas internacionalmente.

i. ***Atribuições das Faixas***

A política básica para a utilização de faixas reversíveis é a atribuição da capacidade disponível da pista. Políticas relativas à configuração das pistas influenciam diretamente a

capacidade da faixa e também podem afetar as operações em vias adjacentes quando fluxos direcionais são deslocados para outras vias na vizinhança e quando motoristas são forçados a usar rotas alternativas para chegar aos seus destinos. Embora seja lógico atribuir o sentido das faixas apenas com base na taxa de volume das direções, é fundamental manter a capacidade adequada para atender a demanda na direção do fluxo menor. Deve-se especial atenção quando a demanda direcional mostrar volumes que apontem para possibilidade de se atribuir um único sentido em determinados horários. Na prática, o processo de atribuição é baseado em uma série de fatores associados a localizações específicas. Existem três métodos básicos que têm sido utilizados para configurar o uso de faixas reversíveis de acordo com o *Traffic Engineering Handbook* (ITE, 1999):

a) Reversão do fluxo em todas as faixas de uma via de apenas um sentido, criando uma via de sentido único inteiramente direcional;

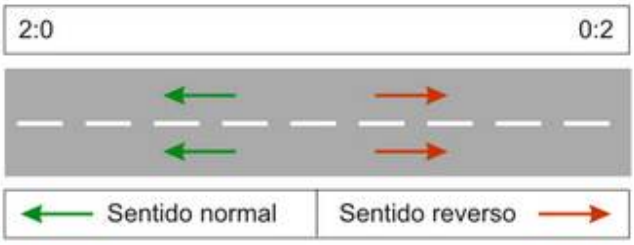


Figura 2: Configuração das alterações de operações reversíveis de 2:0 para 0:2.

b) Reversão de fluxo em uma das faixas em uma via operada com uma faixa para cada sentido, efetivamente criando uma via de mão única durante alguns períodos e funcionamento nos dois sentidos durante os demais períodos; e

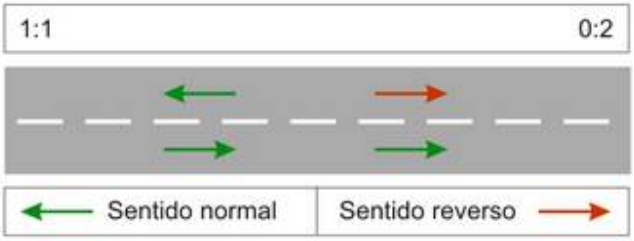


Figura 3: Configuração das alterações de operações reversíveis de 1:1 para 0:2.

c) Reversão de uma ou várias faixas de uma via em dois sentidos para criar uma operação desequilibrada durante certos períodos e uma operação em dois sentidos equilibrada durante todos períodos restantes.

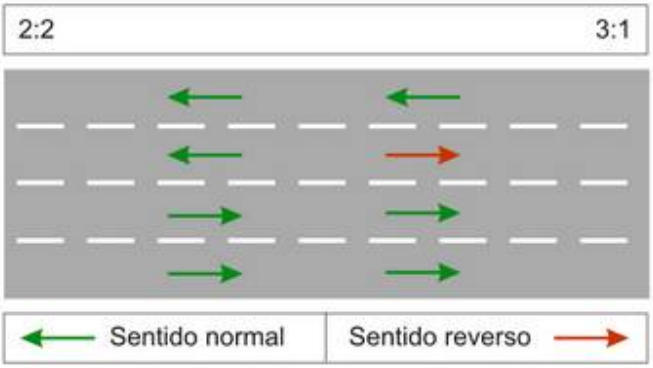


Figura 4: Configuração das alterações de operações reversíveis de 2:2 para 3:1.

O *Traffic Engineering Handbook* (ITE, 1999) também reconheceu as vantagens e desvantagens dessas várias configurações operacionais, que vão do óbvio ao sutil. A mais clara vantagem é que todas as configurações compostas fornecem capacidades adicionais para o fluxo no sentido de maior demanda. Além disso, a capacidade adicional pode ser acomodada na mesma via para ambos os picos da manhã e da tarde. Outras vantagens incluem a eliminação da necessidade de vias paralelas, como seria necessária para vias de sentido único, no caso de se pretender uma utilização mais eficiente da rede em seus

binários arteriais paralelos e a eliminação da necessidade do tráfego mudar de uma via para outra.

Entre as desvantagens, ITE (1999) cita a redução de capacidade na direção de menor fluxo e as dificuldades operacionais de se controlar e fazer cumprir as regulamentações para evitar violações das restrições de utilização da pista em estado reverso. O ITE também registra o custo mais elevado para a instalação destas operações em virtude da manutenção dos dispositivos de controle de tráfego permanentes e periódicos. No entanto, muitos operadores de vias onde se emprega esse recurso de faixa reversível acreditam que os benefícios obtidos para a sua utilização compensam tais custos adicionais.

Como discutido na seção de 2.2 – Justificativa para Uso, o processo lógico para a configuração das pistas é a alocação de capacidade da pista em função da demanda. No entanto, muitas vezes há outras preocupações que se sobrepõem a essa prática. Entre essas preocupações está a necessidade de manter um número mínimo de pistas para a direção do tráfego fora de pico e, em alguns casos, a atribuição de uma faixa não utilizada para servir de divisora entre as direções opostas de tráfego (Link, 1975).

ii. *Proibição de Giro à Esquerda*

Entre as políticas de uso geral para operações reversíveis, a proibição de giro à esquerda em operações reversíveis desequilibradas é a recomendação mais constante (Dorsey, 1948). Tal proibição de giro se mostra importante não só pelo aspecto da segurança, mas também pela eficiência da operação, já que a permissão destes giros retarda ou mesmo pára frequentemente a corrente do tráfego, pela necessidade das negociações do espaço e brechas para o giro, interferindo diretamente assim na fluidez.

Pelo aspecto da segurança, estudos realizados nos Estados Unidos mostraram um aumento significativo no índice de acidentes pela ação permitida dos motoristas virarem à esquerda cruzando uma pista que tem sentido contrário. Foi observado na maioria dos acidentes que os condutores que trafegavam na faixa do sentido de menor fluxo não estavam cientes de que a pista à sua esquerda não estava sendo usado pelo tráfego na mesma direção, fazendo com que eles observassem apenas o veículo que trafegava atrás, não observando assim os veículos que vinham em sentido contrário. Tal situação se mostrou potencialmente perigosa nas operações implantadas no meio urbano, onde essa possibilidade de giro é mais comum.

Além disso, acidentes graves podem ocorrer pela permissão de giro à esquerda em interseções sinalizadas em reversões implantadas em um segmento rodoviário. A causa comum de certa confusão está no conflito entre a sinalização horizontal com a sinalização vertical, sobretudo aérea, nas aproximações de interseções na rodovia, onde mesmo placas rebatidas com o verso para um lado podem causar confusão em condutores de veículos trafegando em velocidades maiores. Uma forma eficiente de resolver tais problemas de confusão com os equipamentos e sinalizações existentes na estrutura viária foi a utilização de blocos luminosos que indicam com um "X" vermelho para faixa operada em sentido reverso e uma seta verde indicando a faixa revertida liberada, como implantada no sistema reversível implantado na Linha Amarela, Rio de Janeiro.

iii. *Proibição de Estacionamento na Via*

Tal como acontece com outras políticas de uso, a proibição de estacionamento na via urbana onde se operam faixas reversíveis pode ter um impacto misto. A principal razão para proibir o estacionamento é a aquisição de mais espaço trafegável para a circulação de

veículos. Dependendo da largura da faixa de estacionamento, duas vias adicionais podem ser obtidas, uma em cada direção de fluxo de tráfego. A vantagem óbvia é incrementar o sistema com uma capacidade adicional no sentido maior e garantir mais uma faixa para direção do fluxo menor, evitando ter apenas uma faixa neste sentido. A prestação de um mínimo de duas faixas na direção do fluxo menor tem sido considerada como fundamental para evitar o deslocamento de problemas de um sentido para o outro, pela limitação óbvia de um tráfego operando apenas em uma faixa (Arnold, 1962). Com no mínimo duas faixas no sentido de menor fluxo permite-se espaço para a realização de ultrapassagens em virtude da existência de veículos mais ou menos ágeis no tráfego, como também pela ocorrência de acidentes e parada de uma faixa por problemas mecânicos.

Outro benefício da proibição de estacionamentos na via é redução na ocorrência de acidentes. Um estudo realizado em um segmento reversível em via de Michigan, onde o estacionamento foi eliminado, mostrou uma diminuição significativa em todos os acidentes durante o horário de funcionamento da operação (DeRose, 1966). De certa forma esse resultado não foi inesperado, já que muitos dos acidentes ocorridos antes da operação reversível estavam relacionados aos conflitos entre veículos em marcha e veículos em manobra para estacionar. Apesar das proibições de estacionamento terem um efeito globalmente positivo sobre a circulação do tráfego, outro aspecto dessa proibição aponta para uma recorrente desaprovação dos moradores locais e donos de estabelecimentos comerciais adjacentes a uma pista reversível, por razões óbvias, sendo que tal decisão pode ser tomada após um estudo aprofundado dos impactos sociais que possam decorrer da falta de vagas de estacionamento, sobretudo em centros comerciais.

iv. *Política de Seletividade*

Outro grupo de políticas que tem impacto sobre a utilização das operações reversíveis é aquele associado com os requisitos para seletividade que visa restringir o tráfego de determinados veículos ou orientar a sua utilização. Essas políticas são implementadas na maioria das vezes para dar prioridade a determinados veículos em utilizar as pistas reversíveis e para restringir o tráfego de outros veículos. Uma das políticas mais comuns empregadas no gerenciamento para acessibilidade das operações reversíveis é a de limitar o seu uso por veículos pesados e lentos, como caminhões e ônibus. Embora tais políticas possam limitar o número total de veículos que se utilizam da operação, tais restrições podem ajudar a aumentar a eficiência do sistema em geral pelo fato de veículos mais ágeis possibilitarem uma homogeneidade desejável para este tipo de operação.

2.5.4 Aceitação Pública e Opinião

As avaliações da compreensão do público e aceitação das operações reversíveis vêm sendo realizadas praticamente desde as primeiras instalações, tendo mais recentemente o benefício dos modernos dispositivos de controle de tráfego a serviço da comunicação das informações operacionais importantes, contribuindo favoravelmente para a aceitação pública ao longo dos anos. Apesar de não se ter o registro histórico da primeira reversão de faixa implantada, estas operações vêm sendo implantadas ao longo de pelo menos 80 anos, porém ainda são tidas como uma prática relativamente incomum para uma parcela significativa dos motoristas ainda não familiarizados com seu funcionamento e estratégias de gestão. O resultado é um padrão consistente de confusão dos motoristas que têm a primeira experiência nestas operações e uma certa aversão que normalmente se transforma rapidamente para a aceitação e entusiasmo quando percebem o benefício de tal estratégia na redução do tempo de viagem ao passarem por uma pista adicional que automaticamente

faz a sensação do congestionamento diminuir significativamente ou até desaparecer (DeRose, 1966).

2.6 Projeto

Os elementos que compõem projetos destinados às operações reversíveis são semelhantes aos empregados em projetos de vias convencionais. A revisão mostra que as características do projeto de operações reversíveis incluem elementos como raios de giro, distâncias de visibilidade, larguras de faixa, entre outros, idênticos aos das normas usuais comumente seguidas como publicadas no ITE, na AASHTO e na MUTCD, uma vez que as características do veículo são as mesmas, independentemente da operacionalidade instalada na via. Uma outra justificativa para a similaridade de parâmetros de projeto está no fato de que a grande maioria das operações reversíveis tem sido implantada em vias que inicialmente foram projetadas com parâmetros desenhados e dimensionados para o uso convencional.

Por outro lado, a natureza única das operações reversíveis muitas vezes exige tratamento especial para o projeto e operação, exigindo divisão física, mantendo balizadores entre os fluxos de tráfego opostos. Projetos especiais também têm sido utilizados em vias segregadas por canteiro divisor, as quais foram adaptadas para permitir operações reversíveis, necessitando assim de projetos para a realização de obras físicas, sobretudo para o trecho que permite transpassar o canteiro. O projeto de operações reversíveis com uma abordagem mais abrangente e considerando o efeito estendido para a via como um todo também difere filosoficamente dos atributos tratados nas vias que não possuem segmentos revertidos. Essas diferenças estão principalmente associadas com a necessidade de incorporar áreas de transição, trecho de by-pass, curva de entrada e saída, como também

referente à largura da secção transversal adequada. O *The Guide for the Design of High Occupancy Vehicle Facilities* (AASHTO, 1992), propôs alguns parâmetros para concepção e diretrizes operacionais para diversos tipos de configurações de operações reversíveis. O Guia AASHTO também publicou recomendações de projeto para interseções existentes em vias artérias que operam faixa reversível.

2.6.1 Características da Seção Transversal

Em geral, como já citado anteriormente, as características do projeto horizontal e vertical orientados para as faixas reversíveis não diferem dos projetos viários convencionais. Isto se dá principalmente porque os parâmetros de projeto observados na seção transversal são os mesmos na atribuição de cuidados com a visibilidade, segurança, drenagem, entre outros elementos típicos. No entanto, uma pequena exceção se dá para a largura da via, onde as condições necessárias para separar o tráfego de forma segura e eficiente, incluindo a necessidade expressa de separar o tráfego de fluxos opostos com largura suficiente, são estudadas de forma mais minuciosa no projeto. São comumente utilizados nos projetos de operações reversíveis, grades, amortecedores de impacto entre outros dispositivos de separação temporária que são projetados para atender a quesitos de segurança, sobretudo quando a via é operada em dois sentidos de direção.

Outro elemento da seção transversal que tem variado em muitos sistemas de faixas reversíveis é o que diz respeito à largura da via. Embora a norma contida no *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* **-** *Green Book* (AASHTO, 2001**)** permita algumas variações, a largura indicada de faixa padrão adequada da via é de 3,60m, pois esta largura acomoda a maioria das larguras dos veículos e permite alguns movimentos

laterais enquanto se está dirigindo e também representa uma separação aceitável entre a oposição entre sentidos, quando há a reversão de faixas.

Um outro aspecto a ser cuidado em operações reversíveis adaptadas de configurações convencionais é o da redefinição da largura a ser projetada para as faixas após a incorporação da largura da pista destinada ao estacionamento ao longo, quando estes são extintos. É comum adotar o conceito de se encaixar mais uma faixa pelo fato de se incorporar à capacidade a largura do estacionamento extinto, em média 1,80m. Dessa forma, pela média ponderada na readequação da largura, as faixas tornam-se mais estreitas do que a recomendação de 3,60m. Apesar dos esforços feitos para manter a largura de 3,60m, é comum o projeto propor faixas de 3,20m, largura limite para se ter impactos aceitáveis na fluidez das faixas (Link, 1975).

2.6.2 Áreas de Término e de Transição

As áreas de término do segmento revertido, bem como o trecho de transição para o acesso, são dois aspectos importantes que podem afetar significativamente a eficácia do fluxo nas operações (Bartelsmeyer, 1962). A adequada capacidade da seção transversal dentro dessas áreas é crucial para o bom funcionamento das operações, porque elas podem ditar as condições do nível de serviço em todo o segmento onde se instala a operação. Dessa forma a otimização de uma operação de faixa reversível só poderá ser alcançada se não houver restrição que limite o fluxo de veículos em algum ponto do segmento, seja no meio, no acesso à faixa revertida ou mesmo na saída do segmento, evitando a formação de congestionamentos que podem inviabilizar o investimento para se operar tal sistema. De um modo geral, as configurações das áreas de entrada e de término dos segmentos revertidos variam de acordo com a natureza do uso da faixa, bem como o tipo de

instalações em que ela é utilizada. Porém, a solução a ser projetada deve cuidar para que haja um correto dimensionamento dos comprimentos dessas áreas, evitando a descontinuidade do fluxo, devendo favorecer a fluidez sem que haja prejuízos à segurança. Dessa forma o projeto para essas áreas específicas deve cuidar para que não haja conflitos entre a sinalização gráfica vertical e horizontal a ser implantada, com a existente, evitando prejuízos para a correta acomodação do tráfego em curso, adotando barreiras e canalizações posicionadas adequadamente.

2.6.3 Barreiras e Canalizações

Mesmo com a necessidade de se ter uma divisão física dos fluxos opostos existentes em uma operação reversível de forma estável, os dispositivos utilizados ainda devem ser portáteis e de fácil manuseio para a desmobilização. Com essas propriedades, muitos dispositivos têm surgido visando adequação mais específica para serem implantadas nas operações reversíveis, sendo que em sua maioria são utilizados elementos padronizados de tráfego, como cones de balizamento, grades e cavaletes. Um dos sistemas de barreira mais inovador que vem ganhando popularidade dentre as operações reversíveis de maior extensão nos Estados Unidos é a chamada barreira móvel, que vêm sendo utilizadas de um modo geral para canalizações temporárias proporcionando flexibilidade no uso do espaço.

Dessa forma, o caráter temporário das faixas reversíveis fez com que estas barreiras móveis fossem adotadas preferencialmente nestas operações, substituindo o uso predominante até então dos cones de balizamento de tráfego. A principal característica dessas barreiras é que, pela capacidade de se enchê-las com água ou mesmo com outro tipo de material que atribua peso, permite que estes dispositivos possam ser deslocados e transportados facilmente com a utilização de veículo especialmente projetado que atua

reposicionando a linha de barreiras de acordo com a configuração de pista desejada, como visto em figura disposta no ANEXO B.

A característica singular de uma barreira móvel é o fato de permitir que os órgãos de tráfego melhorem significativamente o desempenho, a eficiência e a segurança de seus sistemas viários. A segurança se dá pela baixa deflexão sob impacto devido a seu formato e composição de plástico com a introdução de água no seu interior, assim a barreira absorve a energia do impacto, em vez de transferi-la aos ocupantes do veículo.

2.7 Controle e Operação

Devido à natureza variável das faixas reversíveis, um controle de tráfego eficaz é vital para a sua operação segura. Além de orientar os veículos dentro e fora dos segmentos reversíveis, os recursos de controle devem ser usados para comunicar eficazmente informações importantes, tais como onde e quando as operações reversíveis começam e terminam, e que pistas estão à disposição dos motoristas. Em alguns casos, essas informações vitais evitam a entrada e saída indevida e, além de evitar acidentes, colaboram para a fluidez nas áreas de transição das operações.

2.7.1 Dados da Literatura

A revisão da literatura e a prática mostram que existem cinco técnicas básicas através das quais as operações reversíveis de tráfego são controladas:

1. Sinalização de guia nas zonas de transição;
2. Placas verticais;
3. Orientação para de uso da pista;

4. Sinalização horizontal;
5. Dispositivos portáteis tais como barreiras, cones e cavaletes.

No entanto, também há uma variação considerável na maneira com que os dispositivos dentro destas cinco categorias foram aplicados. Os dispositivos vão desde o uso de sinais gráficos de rotina com que os motoristas são familiarizados, até marcações mais complexas no pavimento. Além dos métodos mais tradicionais de controle, existe ainda a possibilidade de se controlar tais operações de forma dinâmica, lançando mão da tecnologia para monitoramento e implantação de estratégias de gestão. O tipo específico de controle, assim como no caso dos projetos, também é baseada na natureza e freqüência das operações reversíveis, sendo dispensado o controle de tráfego para operações menos complexas.

De um modo geral, observa-se na revisão sobre o controle das operações reversíveis, uma particular ênfase sobre as práticas nas áreas de transição dos segmentos revertidos, por ser evidente a ocorrência de confusão dos condutores pela incidência de movimentos conflitantes nos horários em que a operação acontece. Outro foco foi sobre os locais mais críticos, do ponto de vista do controle de tráfego, como as interseções, calçadas e faixas de pedestres ao longo dos trechos revertidos. Nessas localidades, os riscos múltiplos e conflitos podem recair sobre os veículos que trafegam na própria faixa reversível, como também por veículos e pedestres que cruzam transversalmente estas pistas. Uma situação potencialmente perigosa é a aproximação de uma corrente de tráfego no contra fluxo sob o ponto de vista do pedestre. Além da necessidade do controle dos movimentos, é essencial uma comunicação de informação eficaz para que os pedestres saibam qual a direção que devem esperar chegar tráfego transversal. Dessa forma, os projetos devem ser

desenvolvidos de forma a contemplar tal situação, visando a definição da informação de forma clara para os pedestres que se utilizam das travessias.

2.7.2 Dispositivos de Controle de Tráfego

A sinalização gráfica vertical, horizontal e semafórica, se constitui na forma predominante de controle de tráfego dentro e nas aproximações das faixas reversíveis. A revisão da prática, não só da experiência passada como também na atualidade, mostra que a especificação de sinalizações próprias para orientar o controle nas operações reversíveis se dá pela necessidade de elaboração de uma sinalização gráfica vertical que informe o horário de vigência da operação, orientação de itinerário, ou mesmo para a regulamentação para enfatizar a operacionalidade das mãos de direção em uma determinada operação. Em geral a forma de se controlar o tráfego através da sinalização gráfica, mesmo no caso de operações reversíveis é a mesma contida nos manuais do DENATRAN no Brasil, ou em aplicações orientadas pelo *Manual on Uniform Traffic Control Devices* – MUTCD (2009) nos Estados Unidos. A história das operações reversíveis também mostra uma faceta interessante, pela observação de que muitos dos avanços obtidos na atualidade foram conseguidos através do método da tentativa e erro, tendo ao longo dos anos o aperfeiçoamento da melhor prática.

2.7.2.1 Sinalização Gráfica Vertical

A informação transmitida pela sinalização gráfica não se alterou significativamente desde o primeiro registro de faixa reversível há pelo menos oito décadas. A sinalização necessária para transmitir informações, como horários de funcionamento, dias da semana, faixas disponíveis e os locais de transição do tráfego convencional para o fluxo revertido pouco se alterou ao longo tempo. Elas foram se ajustando ao longo dos anos para melhor

transmitir as mensagens que informam e controlam sobre as regras modificadas para o uso das reversões de faixa e são implantadas ao longo do bordo lateral dos segmentos, bem como implantadas de forma aérea, por sobre a via, apresentando cores e símbolos variados, sendo condicionados às mensagens que se pretenda transmitir através destes sinais. Estes símbolos foram registrados no *Manual on Uniform Traffic Control Devices* – MUTCD (2009), órgão normativo norte-americano que trata das questões referentes à simbologia a ser utilizado nos projetos de sinalização vertical.

Pela especificidade da questão temporal, os sinais são comumente compostos por textos variáveis pela necessidade de informação pontual a cerca do período da operação, não havendo a possibilidade de passar tal informação com apenas símbolos. A cor usual mais utilizada é a amarela, incluindo tal sinalização no grupo de advertência, sendo admitidas combinações com símbolos de regulamentação e lay out para informar sobre o uso das áreas de transição.

Algumas das recomendações do MUTCD (2009) referentes aos símbolos verticais e a forma como eles devem estar dispostos na pista encontram-se no ANEXO B.

2.7.2.2 Sinalização Gráfica Horizontal

Tal como a sinalização vertical, as marcas no pavimento mudaram ao longo dos anos para se ajustarem a melhor forma de compreensão para utilização das operações reversíveis. As primeiras marcações eram executadas com linha continua branca ou amarela idêntica às marcações convencionais e evoluíram. As orientações referentes à sinalização gráfica horizontal no MUTCD (2009) estabelecem que elas sejam formadas por "uma linha dupla amarela seccionada visando informar que uma faixa opera em sentido inverso". O MUTCD

também dá orientações sobre a padronização e dimensionamento para o uso de sinalização horizontal para as operações reversíveis, tais como espaçamentos longitudinais e comprimento das linhas.

Encontra-se no ANEXO B exemplo de sinalização gráfica horizontal implantada de acordo com as orientações do MUTCD (2009).

2.7.2.3 Sinalização Luminosa

A sinalização luminosa indicativa do uso da pista é usada para indicar quais as faixas de uma via reversível estão disponíveis ou bloqueadas para uma determinada direção. Em alguns casos, elas indicam que pistas podem estar no processo de mudança de operação.

Orientação para aplicação de sinalização luminosa a ser empregada em pistas reversíveis também está registrada no MUTCD (2009). As diretrizes indicam três principais símbolos mostrados por este tipo de sinalização:

a) Uma seta verde apontando para baixo posicionada sobre uma pista para indicar que os condutores estão autorizados a trafegar nesta faixa;
b) Um "X" amarelo posicionado sobre uma pista para indicar que uma mudança de controle está prestes a ocorrer e os condutores devem começar a deixar a faixa;
c) Um "X" vermelho posicionado sobre uma pista para indicar que os motoristas não estão autorizados a trafegar nesta faixa.

O manual também oferece orientações sobre como e onde localizar esses dispositivos ao longo da pista, indicando que eles devem ser visíveis a uma distância de 700m. As

condições de visibilidade da sinalização luminosa são semelhantes ao da sinalização gráfica vertical, com a orientação de que precisam ser instalados para que pelo menos um e, de preferência dois sinais sejam visíveis à frente.

Encontra-se no ANEXO B exemplo de sinalização luminosa implantada de acordo com as orientações do MUTCD (2009).

2.7.3 Operação

As operações reversíveis de tráfego nos Estados Unidos têm sido controladas por dispositivos que vão além da sinalização gráfica e elementos físicos implantados na via. Os métodos de controle que incluem barreiras portáteis e fixas, bem como canalizadores, são influenciados diretamente pelas características e funções do segmento reversível, por exemplo, de uso provisório ou permanente, ocasional ou de uso freqüente, pela sua classificação funcional, etc. Porém, a operação realizada com agentes de trânsito se constitui desde a implantação das primeiras faixas reversíveis como a condição básica para que haja segurança. Nos Estados Unidos, pelo empenho em desenvolver projetos de faixas reversíveis com a utilização de mecanismos de controle automatizados, a operação de tráfego com agentes de trânsito acontece apenas de maneira ocasional ou temporária, sem maiores problemas para a segurança. Em locais onde a operação de inversão do fluxo pode ser necessária para eventos especiais, não é economicamente viável instalar recursos de controle permanente, sendo empregado o método de operação por agentes principalmente no início e término do evento, sobretudo para orientar os condutores e direcionar o tráfego com suas alterações implantadas pela operação reversível. No entanto os esforços podem ser ampliados para a integração de dispositivos de controle material com o suporte do controle humano, sendo esta condição desejável para operações complexas, onde envolvam

muitas aproximações e interseções ao longo de um trecho revertido, comum em faixas reversíveis urbanas. Nestas configurações o índice de vias bloqueadas ou com sentido de giro proibido pode determinar a necessidade expressa de ter operadores de tráfego distribuídos pelos pontos críticos em todo o período enquanto a operação reversível perdurar. Ao término do segmento convertido, a operação com agentes muitas vezes se faz necessária para regular o fluxo que usa a faixa de transição para o modo convencional, atuando no controle das interseções a jusante e também no ordenamento do tráfego através da determinação de prioridades do local.

A utilização de agentes de trânsito nas operações reversíveis pode também assumir o papel de monitorar o segmento com o objetivo de atuar na ocorrência de acidentes ou panes. Estas operações são dificultadas em função de grandes extensões a serem monitoradas, como em faixas operadas em trechos rodoviários, onde a ocorrência de acidentes se constitui em situação crítica, sobretudo em operações de evacuações como nos Estados Unidos. Naquele país há a previsão inclusive de patrulhamento aéreo e vigilância por vídeo. Uma outra vantagem da operação com agentes em pistas reversíveis é coibir manobras não autorizadas por condutores infratores, favorecendo a disciplina implantada como regra para a operação como um todo.

2.8 Análise e Avaliação

Fator essencial referente à utilização de pistas reversíveis é a sua avaliação de desempenho. A revisão da literatura e da prática atual aponta para a iniciativa comum aos departamentos de tráfego no sentido de analisar e avaliar os benefícios e os custos das operações reversíveis. As avaliações mostram que os benefícios de desempenho destes sistemas têm sido bastante consistentes ao longo de sua história de quase 80 anos. No entanto, os custos

têm variado ao longo do tempo com os sistemas de controle e estratégias operacionais que se tornaram cada vez mais complexas. Outra área de variação significativa refere-se à avaliação que o público que se utiliza destas operações faz dos benefícios e custos, abordagem esta que visa conhecer a medida de desempenho aplicada para avaliação, como, por exemplo, qual índice do seu desempenho foi medido, quais as técnicas que têm sido utilizados para avaliá-las, quais os custos associados à sua utilização, e como essas técnicas de análise e de avaliação tem sido utilizadas para apoiar decisões de alterar, continuar ou cessar a utilização do sistema.

2.8.1 Indicadores de Avaliação e Desempenho

A meta geral que norteia a justificativa de manutenção de uma faixa reversível tem sido bastante consistente ao longo de sua história, ou seja, aumentar a capacidade em uma direção de uma via durante um determinado período para favorecer a uma demanda desequilibrada de tráfego, sem a necessidade de construir vias adicionais ou mesmo de obras para aumento da capacidade. Portanto, a medida mais comum para a aferição da eficácia dos sistemas de faixas reversíveis foi o volume de tráfego, principalmente no período de pico. Outros esforços de avaliação são orientados para medidas como o tempo de viagem, velocidade de deslocamento, nível de serviço de uma via como um todo e não só do trecho revertido, bem como a observação e monitoramento para detecção de falhas pós implantação do sistema.

Para uma avaliação de um segmento reversível em Dearborn, Michigan, foram usados quatro critérios em momentos distintos da concepção do estudo: antes e depois (DeRose, 1966). Os critérios de comparação entre os momentos foram volume, tempo de viagem, velocidade da viagem e acidentes nos horários de picos identificados. Os resultados

obtidos foram de aumento de 7,1% no fluxo, diminuição de 16,5% no tempo de viagem e aumento de 21,6% na velocidade média. O resultado foram considerados satisfatórios, uma vez que os indicadores da melhora foram compatíveis com as metas estabelecidas para a operação e também por não ter sido registrado aumento no número de acidentes.

2.8.2 Segurança

Entre as áreas de estudo que dispensam a maior preocupação com as operações reversíveis está a que se refere a acidentes de trânsito. As preocupações de segurança se relacionam com vários fatores, incluindo os conflitos entre oposição de veículos, giros e manobras de acesso e saída dos trechos revertidos, acessos e saída de garagens de prédio dentro da área de trechos revertidos, confusão na sinalização gráfica e semafórica, entre outras associadas à falta de familiaridade com as operações reversíveis, seus sistemas de controle e os movimentos permitidos e proibidos. Três principais tipos de acidentes são normalmente associados a operações reversíveis nas vias arteriais (Markovetz, 1995):

a) Giro à esquerda transversalmente ao tráfego. Estes acidentes ocorrem quando os motoristas não percebem que as faixas de tráfego à sua esquerda estão operando na mesma direção em que trafegam, cuidando apenas do que vêem a sua frente, quando têm a intenção de entrar em uma via à sua esquerda, conflitando assim com outros veículos que trafegam atrás e à sua esquerda;

b) Giros para esquerda ou direita em interseções transversais quando há a entrada de veículos na pista revertida. Estes acidentes ocorrem quando os motoristas não são alertados corretamente da existência de uma reversão de faixas em uma

via transversal, fazendo com que girem entrando em um segmento que opera em sentido contrário;

c) Giros de saída proibidos causando colisões traseiras. Estes acidentes ocorrem quando um condutor desavisado tenta e não consegue sair do trecho revertido e, ao parar o veículo ao se deparar com o bloqueio da via, sofre colisão traseira dos condutores que já têm a experiência de que o trecho revertido não oferece possibilidades de giro.

Apesar das preocupações com a segurança nas faixas reversíveis, encontram-se poucas referências que avaliam os efeitos da segurança aplicados a estas operações.

A avaliação estatística de acidentes relacionados com a segurança na Michigan Avenue, em Dearborn, Michigan, mostrou uma diminuição global de acidentes durante o uso da faixa reversível (DeRose, 1966). A freqüência de acidentes diminuiu 11,25% num período de dois anos da realização da pesquisa, embora alguns tipos de acidentes não relacionados à reversão da pista tenham aumentado durante o mesmo período. Concluiu-se também que a redução global significativa dos acidentes resultou da proibição de estacionamento ao longo da via durante no horário de funcionamento da reversão do tráfego. Já a ocorrência de acidentes relacionada ao estacionamento, no período que a operação reversível não está em funcionamento, permaneceu inalterada.

A operação da Graham Host Avenue, no condado de Gwinnett, na Geórgia, realizou uma pesquisa mais abrangente no que se refere a segurança das faixas reversíveis (Bretherton e Elhaj, 1996). Neste estudo, quatro hipóteses foram desenvolvidas e testadas, sendo

observados os acidentes atribuídos à confusão do motorista, manobra de giro à esquerda, sinalização de controle de faixas e, por fim, as manobras de parada ao longo da via para estacionamento ou desembarque. O estudo forneceu resultados interessantes e informativos que incluíram o seguinte:

a) Há em média um período de 1 mês para a consolidação das modificações relacionadas a uma faixa reversível junto aos condutores. Nesse período é importante um controle e monitoramento eficaz para que haja a correta absorção das novas regras para utilização da via;

b) As manobras de giro à esquerda foram responsáveis pelo maior número de acidentes registrados, 43 no total por um período de estudo de 6 meses. A dinâmica dos acidentes desta natureza faz com que haja colisões transversais atribuídas ao movimento de giro à esquerda, causadas por condutores que trafegam em faixas centrais e, inadvertidamente efetuam a operação de giro á esquerda sem observar que na faixa a sua esquerda estão trafegando outros veículos na sua mesma direção;

c) Há comumente uma confusão relativa aos semáforos existentes na via, sendo responsável por 16 acidentes durante o período de 6 meses de estudo. Os condutores podem ser confundidos de duas maneiras, seja pela indicação contraditória de um semáforo, seja pelo desligamento deste dispositivo de controle;

d) Os movimentos de manobras para estacionamento no trecho revertido foram responsáveis pelo aumento de 12% de colisões traseiras, proporcionadas pela

parada do tráfego de forma repentina ocasionadas pelos movimentos de entrada ou saída de vagas, dispostas ao longo do trecho onde se opera a faixa reversível.

Ainda segundo Bretherton e Elhaj (1996) os esforços para a correta informação da existência de novas regras de tráfego impostas pela operação reversível devem ser cuidadosamente direcionados aos pedestres, principalmente em centros comerciais, sendo difícil conseguir uma total eficiência apenas através de sinalização, sobretudo em avenidas largas e com a existência de canteiro central, onde pela existência dessa divisão física das pistas, faz com que os pedestres acreditem que a via é operada de forma convencional, ou seja, com dois sentidos.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DA PRÁTICA NACIONAL

3.1 Aspectos Gerais

Neste capítulo serão mostrados os resultados da pesquisa realizada através da coleta de dados, a qual teve como objetivo conhecer as faixas reversíveis operadas no Brasil, visando compor um cenário sobre o estado da prática que pudesse revelar suas características comuns e especificidades, bem como comparar com aspectos da experiência internacional, vista no capítulo 2.

No país é crescente o número de operações reversíveis urbanas com um funcionamento diário e de rotina, sobretudo nos últimos 10 anos, sendo a maior quantidade de ocorrências nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, o que preliminarmente aponta para necessidade das duas maiores metrópoles em lidarem com as suas grandes frotas de veículos. Mesmo sem o apoio de um estudo prévio, podemos apontar para os congestionamentos nas duas cidades como o motivo principal para que estas operações apareçam cada vez mais como resposta aos problemas provocados pelo excesso de veículos. Como veremos adiante, a questão principal a ser atendida pelas faixas reversíveis é quase que em sua totalidade tentar lidar melhor com o problema da capacidade, que cada vez mais se apresenta insuficiente para suportar o número crescente de veículos nestas duas regiões metropolitanas.

Para melhor ilustrar o fenômeno do crescimento de veículos e suas conseqüência para a infra-estrutura viária, pode-se considerar o que ocorre na Grande São Paulo para formar o cenário atual no que se refere ao tema. No Gráfico 1 observamos que o número máximo de autos que circulam em uma hora na Região Metropolitana de São Paulo ocorre no pico manhã e, hoje é de cerca de 1 milhão de veículos (Cardoso, 2007).

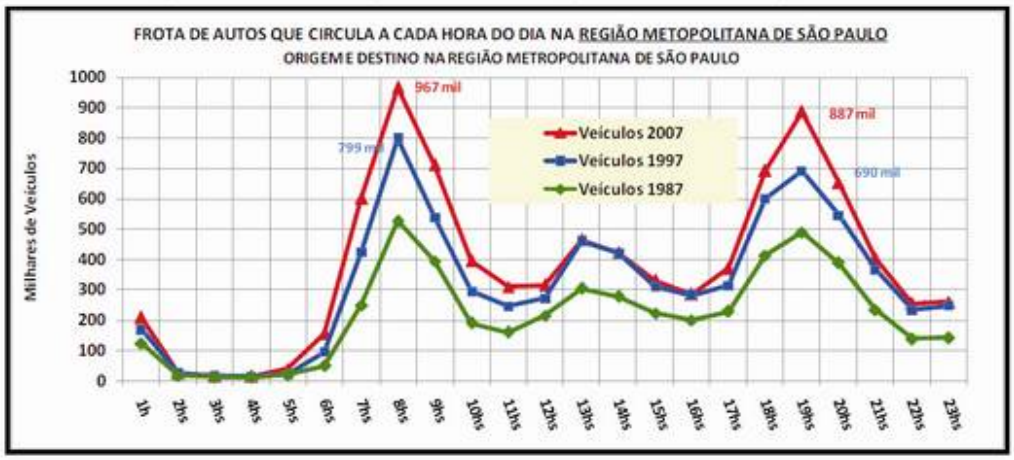


Gráfico 1: Veículos que circulam em 1 hora na região metropolitana de São Paulo

(Fonte: Cardoso, 2007)

Cabe ressaltar que o fenômeno do aumento da frota está diretamente ligado à expansão econômica de países em desenvolvimento como é o caso do Brasil, porém cabendo diferenciação do que ocorre, sobretudo nos Estados Unidos, onde as faixas reversíveis são empregadas para lidar com grandes congestionamentos históricos, ocorridos sem que houvesse um expressivo aumento da frota. Dessa forma, a experiência nacional aponta para formatos tipicamente urbanos, onde os elementos que compõem as operações, por mais que sejam replicados da experiência internacional, mostram características próprias, principalmente pela diferença de estrutura viária disponível existente.

3.2 Casos de Estudo

Através da pesquisa dos dados fornecidos pela CET SP e CET Rio, órgãos gestores do tráfego nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, respectivamente, pôde ser formado um amplo cenário sobre a prática da reversão de faixa nas duas cidades brasileiras que mais se utilizam deste recurso. Com um número de 28 faixas implantadas nas duas maiores capitais do país, representando um horizonte significativo de informações, a pesquisa foi realizada

através de coleta de dados de casos de estudo, onde o objetivo foi o de apurar as principais características destas operações que compõem o quadro nacional.

Nas seções seguintes iremos abordar as informações contidas na pesquisa referentes às configurações mais comuns, o planejamento e projeto, onde e quando elas acontecem, forma de operação, existência de restrições, dados sobre ganho e perda de tempo, entre outras considerações importantes extraídas das respostas dos gestores. A Tabela 1 registra todos os 28 casos de estudo, sendo 11 operações na cidade do Rio de Janeiro e outras 17 na capital paulista.

Tabela 1: Listagem das faixas reversíveis operadas no Brasil.

VIA	TRECHO
RUA PROFESSOR MANOEL DE ABREU	RUA PEREIRA NUNES ATÉ RUA RADIALISTA WALDIR AMARAL
AV. NIEMEYER	AV. PREF. MENDES DE MORAIS ATÉ AV. DELFIM MOREIRA
AV. RODRIGUES ALVES	RUA PROF. PEREIRA REIS ATÉ AV. RIO DE JANEIRO
RUA HUMAITÁ	RUA DAVID CAMPISTA ATÉ RUA MIGUEL PEREIRA
AV. VISCONDE DE NITERÓI	RUA POTERI ATÉ AV. BARLOLOMEU DE GUSMÃO
RUA JARDIM BOTÂNICO	RUA GEN. GARZON ATÉ RUA FREI VELOSO
ORLAS LEBLON, IPANEMA E COPACABANA	PÇA. RUBEM DÁRIO ATÉ AV. PRINCESA PRINCESA ISABEL
AV. PRINCESA ISABEL E TÚNEIS	AV. ATLÂNTICA ATÉ AV. REP. NESTOR MOREIRA
AV. LÚCIO COSTA	AV. DO CONTORNO ATÉ EDIFICAÇÃO Nº 9.500
AUTO ESTRADA LAGOA BARRA	Nº 600 DA AV. MIN. IVAN LINS ATÉ Nº 298 DA ESTR. DO JOÁ
LINHA AMARELA	PRAÇA DO PEDÁGIO ATÉ VIADUTO DE MANGUINHOS (SAÍDA B)
PONTE DAS BANDEIRAS - AV. SANTOS DUMONT	PRAÇA CAMPO DE BAGATELE E ATÉ RUA DOS BANDEIRANTES
AV. LUIZ DUMONT VILARES	RUA VIRI ATÉ PRAÇA ORLANDO SILVA
PONTE DA CASA VERDE	AV. BRAZ LEME ATÉ RUA BARONESA DE PORTO CARREIRO
PONTE DA CASA VERDE	RUA BARONESA DE PORTO CARREIRO ATÉ AV. BRAZ LEME
PONTE DOS REMÉDIOS	AV. DOS REMÉDIOS ATÉ RUA MAJOR PALADINO
PONTE DO PIQUERI - AV. GAL. EDGAR FACÓ	AV. PAULA FERREIRA ATÉ AV. ERMANO MARCHETTI
AV. RADIAL LESTE	VIADUTO PIRES DO RIO ATÉ RUA DO GLICÉRIO
AV. RADIAL LESTE	RUA DO GLICÉRIO ATÉ RUA VILELA
AV. CELSO GARCIA	RUA TUIUTI ATÉ RUA JAIRO GÓES
AV. CELSO GARCIA	RUA JOAQUIM NABUCO ATÉ RUA DUARTE DE CARVALHO
AV. PENHA DE FRANÇA	RUA CAQUITO ATÉ RUA HENRIQUE SOUZA QUEIROZ
R. MELO PEIXOTO / R. CATIGUÁ	RUA AIAMÁ ATÉ AV. ÁLVARO RAMOS
TÚNEL JÂNIO QUADROS	TODA EXTENSÃO
AV. MORUMBI - AV. GIOVANNI GRONCHI	RUA JOSÉ PEPE ATÉ RUA ALBERTO PENTEADO
PONTE JOÃO DIAS	PONTE JOÃO DIAS (INCLUÍDA) ATÉ RUA BENTO BRANCO DE A. FILHO
AV. M´BOI MIRIM	RUA DANIEL KLAIN ATÉ AV. GUIDO CALOI
AV. ORDEM E PROGRESSO	PRAÇA DEL. AMOROSO NETO ATÉ PRAÇA LUÍS CARLOS MESQUITA

O início da pesquisa de conhecimento, porém, se deu nos arquivos da Secretaria Municipal de Transportes do Rio de Janeiro, onde são expedidos os registros de regulamentação viária em forma de portarias, documentos onde constam alguns dados que compõem o universo de diretrizes de uma operação reversível, tais como a via e o trecho onde se dá a reversão, seu horário de funcionamento, e se há restrições ou prioridades para o uso da faixa. Além dos dados conseguidos nas portarias expedidas no Rio de Janeiro, foi desenvolvido um formulário eletrônico no Access e enviado aos responsáveis pela gestão destes recursos na CET SP e CET Rio. Este formulário, contendo 22 campos, consta do ANEXO A e visou levantar os dados que pudessem revelar como a engenharia de tráfego no Brasil lida com este tipo de operação.

3.2.1 Número de Operações

Através da data da implantação pode ser percebida a evolução das operações nas duas capitais em 40 anos. Com um total de 17 operações na capital paulista e outras 11 na capital fluminense, há de se destacar não ter havido resposta sobre a data de implantação de 2 operações em São Paulo apenas (Ponte da casa Verde e Av. Morumbi).

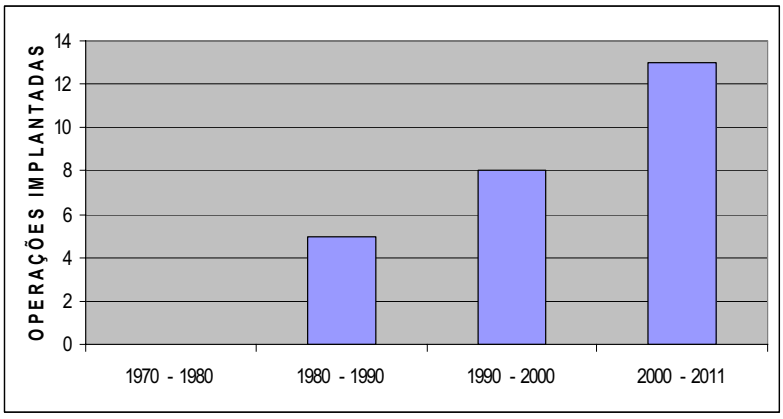


Gráfico 2: Evolução das implantações em quatro décadas no Brasil.

A pesquisa não obteve nenhuma resposta que indicasse a adoção de uma faixa reversível antes de 1982, apenas 5 delas foram implantadas na década de 1980, 8 no decorrer da década de 1990 e 13 registros entre o ano de 2000 até 2011. Se considerarmos, para efeito comparativo, com a experiência americana, houve um atraso de 40 anos entre as duas primeiras experiências em ambientes urbanos. Os primeiros registros de reversíveis urbanas em vias arteriais norte americanas datam da década de 1940, momento em que houve um aumento significativo de veículos automotores no período de pós-guerra (Dorsey, 1948). No Brasil, o registro das primeiras operações no início da década de 1980 está associado ao expressivo aumento na venda de veículos na última metade da década de 1970, muito em função do aumento da capacidade de produção no ABC Paulista e do estabelecimento de novas montadoras de automóveis nessa região..

Por não ter havido resposta para o item ano de implantação em duas faixas reversíveis de São Paulo, foram apuradas 26 de 28 respostas, ficando a faixa reversível da orla de Copacabana com o registro da primeira faixa reversível implantada dentre as demais pesquisadas.

Cabe ressaltar que a pesquisa teve abrangência apenas nas faixas reversíveis urbanas, descartando as duas operações que são realizadas em auto estradas que deixam a região metropolitana de ambas as cidades, sendo estas a da Rodovia dos Imigrantes na saída da região metropolitana de São Paulo e a da Auto Pista Fluminense na saída da região metropolitana do Rio de Janeiro, onde são realizadas operações para melhorar a fluidez em direção às regiões litorâneas em finais de semana prolongados. O descarte foi dado em função destas operações fugirem aos conceitos alvo que esta pesquisa pretende abordar.

3.2.2 Configurações Típicas

Das 28 faixas reversíveis nacionais, 17 delas, ou seja, 60% apresentam em suas configurações de pistas originais a formação 2:2 (duas faixas em cada sentido) ou 3:3 (três faixas em cada sentido), esta última a estrutura viária de maior incidência. Outras 4 vias recebem a reversão na configuração original de 4:4 (quatro faixas em cada sentido) e apenas 2 apresentam uma reversão total com a configuração de 1:1 (uma faixa em cada sentido), existindo ainda outros tipos de configurações de pista, como podemos observar no Gráfico 3.

Das 11 operações no Rio de Janeiro, 4 delas ocorrem em vias de configuração 2:2 (duas faixas em cada sentido) e outras 4 em vias que apresentam formação 3:3 (três faixas em cada sentido). Já em São Paulo, das 17 operações, 4 delas ocorrem em vias 2:2 (duas faixas em cada sentido) e outras 5 são registradas em vias 3:3 (três faixas em cada sentido).

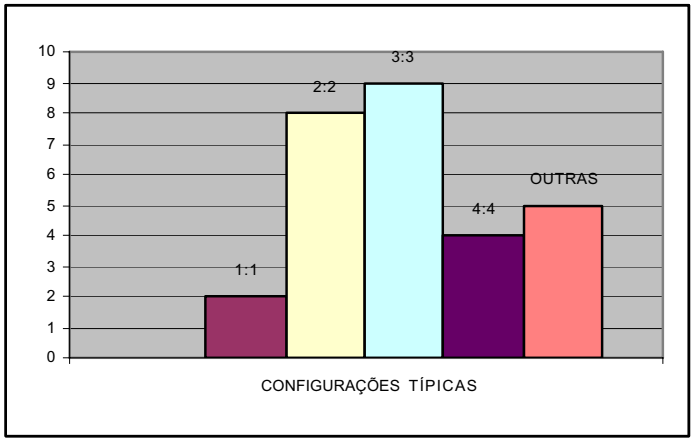


Gráfico 3: Configurações típicas mais comuns registradas no Brasil.

Destas 17 operações estudadas, apenas três não são revertidas parcialmente, sendo para estas registradas reversões totais de todas as pistas, ou seja, 4:0 (quatro faixas num mesmo

sentido) na Rua Professor Manoel de Abreu, 2:0 (duas faixas num mesmo sentido) na reversão ocorrida na Av. Niemeyer e 6:0 (seis faixas num mesmo sentido) na reversível que compreende a Av. Atlântica, Av. Vieira Souto e Av. Delfim Moreira. Ainda podemos destacar que algumas configurações não puderam ser enquadradas em um formato específico, já que ou apresentam mais de uma configuração original ao longo do trecho da operação, como é o caso da Av. Radial Leste em São Paulo, ou por apresentarem uma configuração original de 2:0 que se reverte integralmente em 0:2, caso do Túnel Jânio Quadros em São Paulo. Por fim, ainda podemos destacar a existência de reversão atípica ocorrida na Av. Lúcio Costa no Rio de Janeiro, onde originalmente a pista é configurada em 1:2 e o sistema de reversão inverte para 2:1 favorecendo o sentido com duas faixas de prioridade no pico da manhã.

Comparativamente com o cenário norte americano, a diferença do porte da estrutura viária, tendo em vista a maior demanda por capacidade, faz com que seja importante apenas registrar ocorrência de 3 operações em São Paulo que acontecem nos dois picos diários, revertendo no sentido bairro centro pela manhã e depois no sentido centro bairro pela tarde, situação típica praticada nos Estados Unidos, sem nenhuma ocorrência desta reversão total nos dois picos na capital fluminense.

3.3 Planejamento

Para melhor conhecer aspectos do planejamento, a pesquisa visou coletar duas famílias de dados, sendo uma referente ao universo temporal e espacial das operações reversíveis, como a classificação funcional das vias, extensão dos trechos revertidos e horário de funcionamento, e outro referente à investigação feita pelos gestores no que diz respeito à contagens volumétricas e determinação de ganho e atraso de tempo.

3.3.1 Classificação Funcional das Vias

No que se refere à classificação funcional, podemos ver no Gráfico 4 como fica a divisão das vias que operam faixas reversíveis no Brasil.

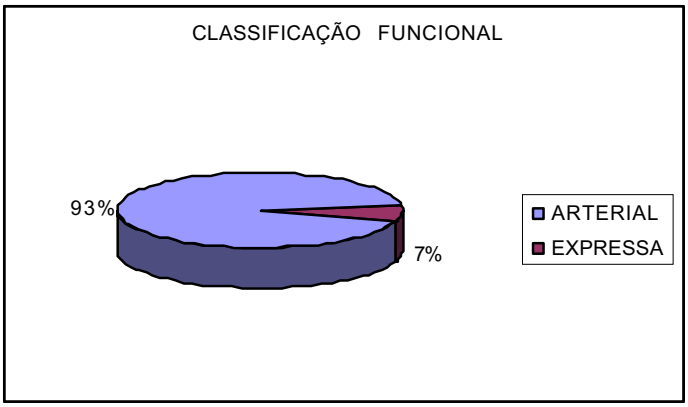


Gráfico 4: Divisão da classificação funcional das vias com faixas reversíveis no Brasil.

Em relação ao aspecto hierárquico temos que 93%, ou seja, 26 vias estão classificadas como arteriais e apenas 2 delas são vias expressas. Podemos destacar que 100% das faixas reversíveis existentes em São Paulo são operadas em vias classificadas como arteriais, com as 2 vias expressas registradas no Rio de Janeiro, sendo elas a Linha Amarela e Auto-Estrada Lagoa Barra, ambas inteiramente em área urbana. A situação norte americana, da mesma forma, registra a totalidade de suas operações reversíveis em vias arteriais (26,5%) e expressas (73,5%), como registrado na pesquisa Wolshon e Lambert (2004) de título *Convertible Roadways and Lanes – Synthesis 340.*

3.3.2 Extensão das Operações

Para melhor conhecer aspectos espaciais relacionados às operações reversíveis nacionais, a pesquisa visou registrar dados referentes à extensão dos trechos revertidos, sendo classificados como mostrado no Gráfico 5. São Paulo apresenta no total 37.870m de vias

operadas em reversão de pista, enquanto o Rio de Janeiro tem 33.350m, o que, dada a proporcionalidade pela malha viária muito maior existente na capital paulista, mostra que a capital fluminense utiliza trechos mais extensos em suas reversões.

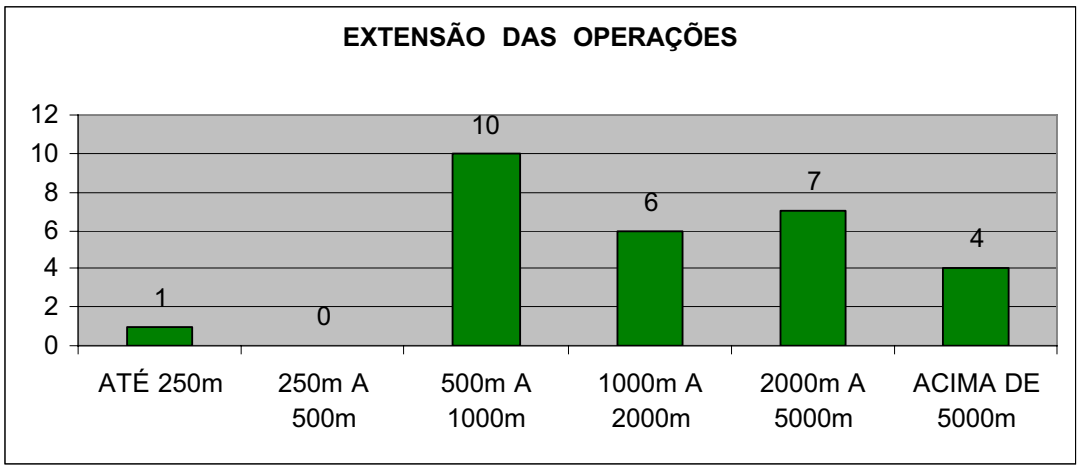


Gráfico 5: Extensão das faixas reversíveis operadas em SP e RJ.

Vale registro da operação reversível mais extensa, com 7.100m, é operada no Rio de Janeiro, nas orlas de Copacabana, Ipanema e Leblon, configurada pela junção de três faixas revertidas visando mesmo benefício na corrente de tráfego, assim como acontece com a Av. Radial Leste em São Paulo, que é formada por três vias distintas e que apresenta no total a extensão 6.900m. A faixa reversível mais longa em termos absolutos é a operada na Linha Amarela, com 6.800m, porém se trata de uma via expressa. Das vias arteriais, a mais longa é Av. Celso Garcia em São Paulo que apresenta 4.870m de extensão. Já o registro da faixa reversível mais curta fica por conta da operada na Av. Penha de França em São Paulo, com apenas 100m de extensão.

3.3.3 Horário de Funcionamento

No que se refere ao horário de funcionamento, as operações são divididas nas que operam no pico da manhã para atender a demanda do sentido bairro – centro, e as que operam no pico da tarde para atender ao fluxo do sentido centro – bairro, como melhor demonstrado no Gráfico 6.

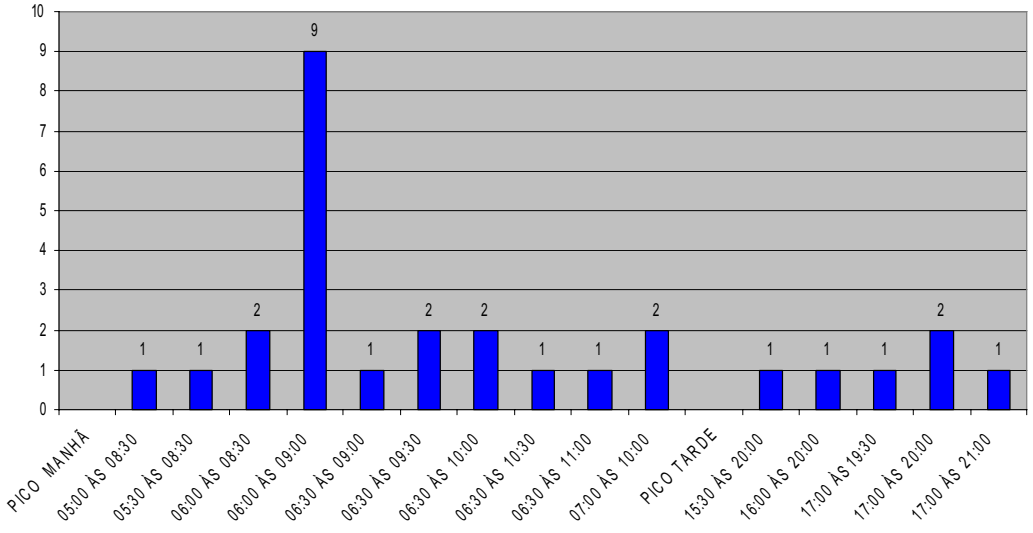


Gráfico 6: Horários de funcionamento das faixas reversíveis operadas no Brasil.

Podemos destacar, entre os dados da pesquisa realizada, a diferença expressiva entre as operações que ocorrem no pico da manhã e da tarde. São 22 operações, ou seja, 78% delas para atender a maior demanda do pico da manhã, contra 6 ou 22%, para atender ao horário de tráfego mais intenso da tarde. Deve ser dado destaque para um formato exclusivo de 3 operações na capital paulista que prevêem duas reversões por dia, uma em cada pico, sendo elas ocorridas na Ponte da Casa Verde, na Av. Radial Leste e na Av. Celso Fonseca.

Com referência ao período de tempo estipulado para as operações, temos que o período mais comum é o de 06:00h às 9:00h com 9 ocorrências, ou 40% de todas as operações do

pico da manhã. Já a reversão que permanece pelo maior tempo em operação é a registrada no pico da tarde na Av. Celso Garcia em São Paulo, a qual funciona de 15:30h às 20:00h, ou seja, 4:30h de funcionamento, sendo as de período mais curto as operações da Av. Penha de França e na Ponte João Dias em São Paulo, ambas realizadas de 06:00h às 08:30h, ficando em funcionamento por 02:30h apenas, mesmo prazo registrado na operação do pico da tarde da Av. Radial Leste, que ocorre entre 17:00h e 19:30h.

Outro dado a se destacar é o que se refere aos dias da semana, já que 100% das operações são realizadas apenas em dias úteis.

3.3.4 Pesquisa de Volume e Tempo

Sendo um dos itens de maior relevância para os estudos que envolvem a adoção de um sistema reversível, a pesquisa realizada perguntou aos gestores sobre as contagens realizadas, bem como a investigação para se conhecer o ganho e atraso de tempo antes da tomada de decisão. As respostas deveriam basear algumas conclusões a respeito da questão que envolve o desequilíbrio direcional, bem como um índice que pudesse apontar para um estudo de eficiência, porém, pela escassez de dados informados para este item, ficou evidenciado que os gestores de tráfego não têm como hábito a coleta destes dados para compor o processo de planejamento das operações reversíveis, salvo algumas exceções como é o caso da faixa reversível do Humaitá, onde foi realizada pesquisa de tempos de viagem no processo de planejamento da operação e onde já existia contagem de volume de tráfego prévio utilizado para os estudos iniciais. Dessa forma, com a falta de dados sobre volume e tempo de viagem, fez com que a pesquisa recorresse à coleta de dados de contagens volumétricas realizadas anteriormente pela CET Rio para atendimento a estudos diversos, permitindo assim a complementação de dados que puderam viabilizar o

conhecimento do universo que se refere ao desequilíbrio direcional anotado em uma hora de pico com as faixas reversíveis já em operação. Em 3 casos de reversão total no Rio de Janeiro (Rua Professor Manoel de Abreu, a existente nas orlas de Copacabana, Ipanema e Leblon, bem como na Av. Niemeyer), foi preciso considerar os dados volumétricos referentes ao menor fluxo na hora seguinte ao encerramento da operação, já que no horário de funcionamento apenas uma direção estava ocorrendo.

Dentre as 28 operações pesquisadas, foi possível obter dados de volume em 14 casos, sendo 10 referindo-se às operações no Rio de Janeiro e apenas 4 às operações em São Paulo, o que se constitui numa situação inesperada, já que o aparato da CET SP, bem como sua própria atuação representativa nas operações reversíveis, sugeria uma maior disponibilidade de dados de volume e tempo de viagem.

Visando identificar os resultados apurados no que diz respeito ao desequilíbrio direcional, foi proposta uma divisão do referido dado em duas faixas distintas para melhor concluir sobre o item, desequilíbrios maiores ou menores que 75%, como mostrado no Gráfico 7.

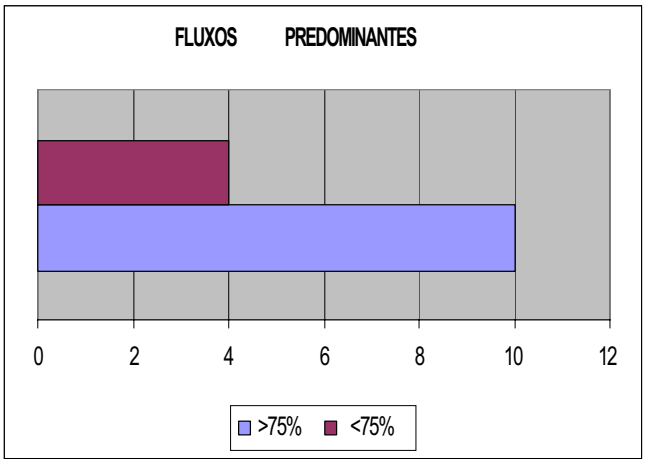


Gráfico 7: Incidência percentual dos fluxos predominantes.

Dentre as 14 operações com dados informados, 10 delas apresentaram um desequilíbrio direcional com o maior fluxo registrando 75% ou mais de predominância, sendo o maior desequilíbrio registrado na faixa reversível da Av. Visconde de Niterói no Rio de Janeiro, com os percentuais apurados em 14% - 86%. Dentre as 4 operações que tiveram o desequilíbrio direcional acusando menos de 75% no sentido predominante, temos a faixa reversível da Rua Humaitá como o número mais significativo, apresentando um desequilíbrio de 45% - 55%, o que constitui valores muito próximos e inadequados, se formos considerar o que sugere o ITE (1997) e a ASSHTO (2001), que registram o fluxo predominante em torno de 30% - 70% e 35% - 65%, respectivamente, como o adequado.

Apenas para registro, foram somente 3 respostas na pesquisa sobre a variação no tempo pelo ganho e o atraso provocado pela reversão, o que não permitiu avaliar as implicações deste item nos aspectos referentes ao planejamento das operações.

3.4 Projeto

Para melhor conhecer aspectos relacionados com o projeto, constaram da pesquisa itens que visavam apurar dados como a existência ou não de projetos de sinalização, a necessidade de execução de obra física para adequação da operação e a restrição para uso existentes nos trechos revertidos como expostos nos itens a seguir.

3.4.1 Sinalização

Este item da pesquisa perguntou sobra a existência de projeto de sinalização para adequar todas as modificações na via necessárias. O objetivo foi o de conhecer a prática no que diz respeito à previsão de implantação de sinalização gráfica vertical, horizontal e até mesmo a semafórica e luminosa de advertência, para o funcionamento seguro do sistema de

reversão. O Gráfico 8 mostra a incidência de respostas positivas contra as negativas dentre as 28 operações pesquisadas.

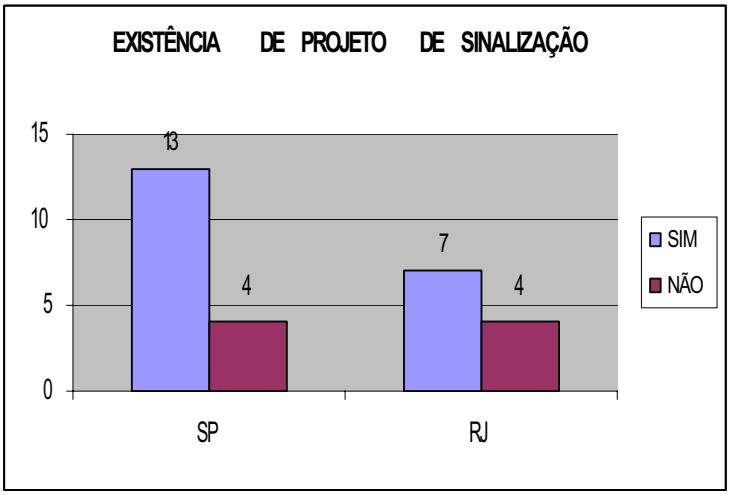


Gráfico 8: Incidência de projetos de sinalização dos fluxos predominantes entre as faixas reversíveis pesquisadas.

Das 11 faixas reversíveis no Rio de Janeiro, foram registradas 4 respostas negativas, justamente as que foram implantadas a mais tempo, todas entre 1982 e 1987, precedendo à criação da Companhia de Engenharia de Tráfego da cidade em 1988, o que sugere não ter havido transmissão do projeto realizado pelo gestor do trânsito à época, Detran RJ, para a CET Rio.

São Paulo também registra 4 respostas negativas, num universo de 17 faixas reversíveis, com destaque para duas delas, as quais se referem a 2 operações realizadas no mesmo dia para atendimento aos picos distintos que ocorrem na Av. Celso Garcia, operação relativamente recente, implantada no ano de 2008.

3.4.2 Obra Física

Neste item a pesquisa dos casos de estudo objetivou conhecer a questão que envolve a necessidade de serem realizadas obras físicas para adequação geométrica para a transposição dos sentidos necessária para uma reversão de pista. Obteve-se 27 retornos das 28 faixas pesquisadas e o resultado pode ser visto no Gráfico 9.

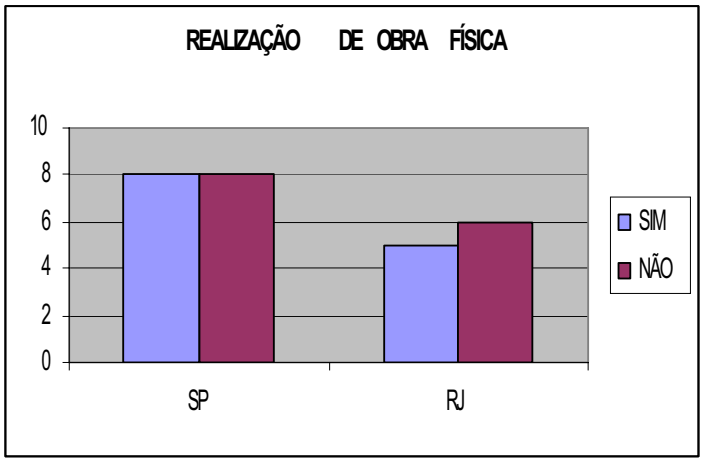


Gráfico 9: Incidência de casos que precisaram de obras físicas para transposição entre sentidos.

Das 13 respostas positivas, 5 são referentes às operações no Rio de Janeiro e 8 às ocorridas em São Paulo. Já as 14 respostas negativas são divididas em 6 ocorrências na capital fluminense e 8 ocorrências em São Paulo.

3.5 Restrição e Prioridade de Uso

Um aspecto importante registrado pela pesquisa diz respeito à restrição de uso e à seletividade das faixas reversíveis com regulamentação de prioridade. Tais medidas de regulamentação são empregadas visando três aspectos básicos: a preservação da fluidez, a priorização do tráfego do transporte coletivo e a segurança.

3.5.1 Restrição de Veículos Pesados

Foi exposta no Gráfico 10 a divisão apurada pela pesquisa no item que se refere à restrição de veículos pesados, como prática nas operações nacionais. Foram preenchidos os 28 campos referentes a todas as operações pesquisadas e os resultados do citado gráfico são apresentados a seguir.

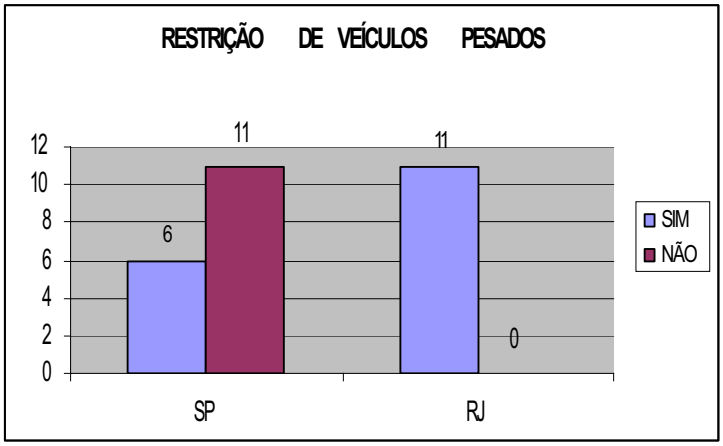


Gráfico 10: Divisão da restrição de veículos pesados nas operações nacionais.

Mesmo não havendo restrição de veículos pesados em 6 reversíveis na capital paulista em decorrência da priorização do tráfego de coletivos, um registro comparativo importante entre a prática de São Paulo e do Rio de Janeiro diz respeito a maior tolerância com veículos pesados pela CET SP, já que não há restrição de tráfego de veículos de grande porte em 11 operações, sendo responsável por 100% das respostas negativas registradas na pesquisa. Já o Rio de Janeiro não permite, em nenhuma das reversões que opera, o tráfego de veículos pesados, estando de acordo com a prática norte americana. Em dados gerais, há a restrição para veículos pesados em 61% dos casos se considerarmos as 28 operações existentes. Esta consideração refere-se até o ano de encerramento desta pesquisa, dezembro de 2011.

3.5.2 Prioridade para o Uso das Faixas

Uma característica encontrada na revisão bibliográfica internacional também foi objetivo da pesquisa, no que diz respeito à prioridade de uso para faixa, visando conhecer a quantidade de faixas reversíveis criadas para priorizar o tráfego de coletivos. Como dito no item anterior, 5 operações reversíveis permitem apenas o tráfego de coletivos, restringindo o uso por quaisquer outros tipos de veículos. Essas operações acontecem todas em São Paulo, onde é comum a prática de corredores exclusivos para ônibus, sugerindo uma política de seletividade mais apurada no que diz respeito ao assunto.

Figura 5: Faixa reversível exclusiva para coletivos na Av. Ordem e Progresso – São Paulo

(Fonte: Google Image, 2011)

Outro aspecto relacionado à prioridade de uso, mas que se refere à questão da segurança viária, é a restrição de tráfego de motos em duas faixas reversíveis. Uma dessas restrições ocorre na Linha Amarela no Rio de Janeiro, onde o tráfego se dá em via expressa com velocidade máxima regulamentada em 100 km/h e a reversão de faixa é feita de forma

segregada, do outro lado da mureta divisora de pista, o que representa um risco para o tráfego de motocicletas. A outra operação que restringe esse tipo de veículo é a operada na Ponte das Bandeiras na Av. Santos Dumont em São Paulo, onde o tráfego de motos é obrigatório pela pista convencional. Cabe ressaltar que não há na literatura internacional registro de proibição desta natureza, evidenciando a necessidade de algumas medidas direcionadas para as motocicletas, dada a maior quantidade deste tipo de veículo circulando nas vias de São Paulo e Rio de Janeiro.

3.5.3 Outras Restrições

Outra prioridade estabelecida na política de uso com ocorrência somente na capital paulista se refere à utilização da "faixa solidária", que é o nome dado à faixa reversível eventual, de caráter educativo e que tem como prioridade de uso dada pela condição de trafegar apenas com veículos com, no mínimo, uma pessoa além do condutor. O funcionamento desta estratégia se dá como ocorreu recentemente, por exemplo, no dia mundial sem carro, onde só puderam trafegar veículos com mais de um ocupante por faixas reversíveis previamente determinadas. A medida visa sempre privilegiar a prática de promover o ato de um condutor convidar ao menos um passageiro que faça o mesmo itinerário, com o objetivo de minimizar os congestionamentos.

Tomando-se como base o que foi revelado pela prática internacional no capítulo 2, cabe apenas o registro de que a prática de proibição de estacionamento ao longo do trecho revertido, bem como a proibição de giros à esquerda, são igualmente praticados no Brasil, ficando a importância de tais restrições referenciadas com as características da via e especificidades do projeto.

3.6 Operação

Com relação à operação, a pesquisa visou conhecer a prática de operação permanente no local durante todo o período de funcionamento da faixa reversível. Os dados registrados são expostos no Gráfico 11.

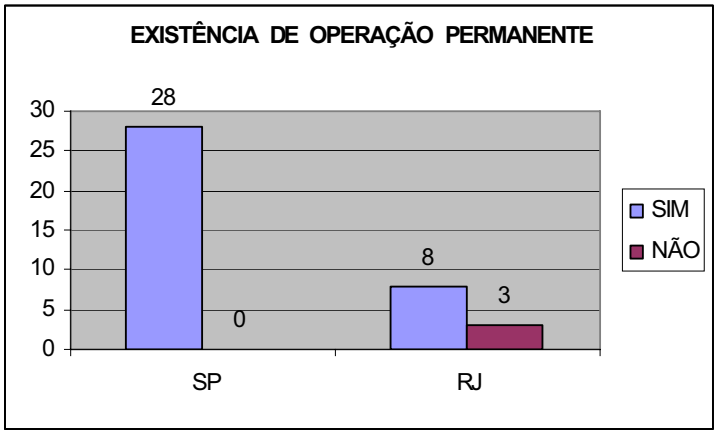


Gráfico 11: Prática de operar de forma permanente as faixas reversíveis.

Das 28 faixas operadas pela CET SP, 100% delas recebem o apoio operacional de agentes de trânsito durante todo o período de vigência da reversão, diferentemente do que ocorre no Rio de Janeiro, onde existem 3 operações das 11 operadas não dispõe da presença integral dos operadores, sendo apenas os momentos de mobilização e desmobilização cobertos pelo pessoal operacional.

É importante registrar que Bretherton e Elhaj (1996) apontam a necessidade de se manter operação permanente e monitoramento por período de 1 mês. Já McDowell (2009) cita a operação permanente com agentes de tráfego como fundamental sempre que estiverem em funcionamento, uma vez que as medidas adotadas para a segurança nas faixas reversíveis devem ser extremas, para a garantia da segurança integral de operações dessa natureza,

como também para se dar resposta imediata pelo agente de trânsito a ocorrências de situações imprevistas, como acidentes que possam requerer a desmobilização antecipada da operação. Outro aspecto destacado por McDowell (2009) se refere à necessidade da presença de operadores de tráfego visando impedir enganos de pessoas vindas de fora da cidade e não acostumadas com o tráfego local, bem como pela não familiaridade dos condutores locais com esse tipo de operação. No Brasil, diferentemente dos Estados Unidos, estas operações vêm sendo empregadas em maior número recentemente, carecendo ainda de uma maior consolidação das regras adotadas para reversão pelos condutores que se deparam pela primeira vez com esse tipo de sistema.

3.7 Ocorrência de Acidentes

Outro aspecto importante registrado na pesquisa refere-se ao aumento de acidentes registrados vinculados à adoção das faixas reversíveis. Foram obtidas 18 respostas, todas dizem não ter sido registrado aumento no número de acidentes. Das 18 respostas, 7 são do Rio de Janeiro e 11 referem-se à São Paulo. No entanto, tal dado pode não ter consistência efetiva, uma vez que o registro de acidentes se dá pela Polícia Militar e Corpo de Bombeiros, não havendo uma metodologia estabelecida em ambas as gestoras para o registro de acidentes específicos advindos da implantação das faixas reversíveis.

Para ilustrar o tipo de acidente que pode decorrer da utilização de uma faixa reversível, foi destacada matéria jornalística sobre uma ocorrência no ano de 2009 no Rio de Janeiro: *"Hoje, dia 2 de março, pela manhã, houve um gravíssimo acidente na faixa reversível do Elevado do Joá, sentido São Conrado, envolvendo um carro e três motos. Um dos motociclistas foi lançado sobre as pedras e morreu. Os outros dois ficaram gravemente feridos e foram levados para o hospital. Ainda hoje, outro acidente, dessa vez o*

atropelamento de um homem ocorreu na estréia da faixa reversível da Rua Humaitá, no sentido Lagoa. No passado, houve outros acidentes tão graves quanto esses, como, por exemplo, aquele no início da Av. Niemeyer, sentido Leblon, quando um táxi colidiu de frente com um ônibus, com mortos e feridos....", como publicado no site http://g1.globo.com/Noticias/Rio/0,,MUL1325216-5604,00.html em 2 de março de 2009.

De um modo geral, os acidentes, sobretudo os de maior gravidade, decorrem de ingresso não autorizado ou não sinalizado adequadamente nos trechos em que operam o sentido revertido, surpreendendo comumente motoristas não familiarizados com a operação reversível vigente. A premissa de que os condutores se "acostumam" com tais operações ao longo do tempo faz com que condutores que não estão familiarizados com a área estejam expostos sempre a um maior risco, colaborando com a orientação de se manter operadores de tráfego de forma permanente em posições estratégicas, evitando estes movimentos conflitantes.

3.8 Controle

Pela similaridade dos dispositivos de controle nacionais e internacionais, identificada pela experiência da prática americana mostrada no capítulo 2, os itens relativos ao controle fizeram parte da pesquisa dos casos de estudo apenas para identificação dos elementos básicos que os compõem, cabendo assim algumas considerações sobre o tema no que se refere à prática nacional.

3.8.1 Sinalização Gráfica Vertical

A sinalização gráfica vertical utilizada no Brasil segue a tendência da experiência internacional, permitindo a criação de elementos gráficos e textos para atender de forma

específica às necessidades de alertas e regulamentações para uma determinada operação. No entanto, o Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, responsável pelas resoluções normativas do Código de Trânsito Brasileiro, através da publicação do DENATRAN no seu anexo II em seu item 6 do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007), cita especialidades que visam atender a determinadas situações onde não possa ser aplicado nenhum dos sinais pré-estabelecidos, favorecendo assim a criação de uma sinalização para uso específico. O item 6 é denominado "Sinalização Especial de Advertência" e traz como exemplo, placa que adverte faixa para o uso exclusivo de ônibus, Figura 6, como acontece em São Paulo. O Manual diz que "*tais placas são constituídas de texto e/ou símbolos e podem ser desenvolvidas especialmente para cada situação, alertando os usuários da via para situações potencialmente perigosas, indicando sua natureza em ocasiões especificas, sendo recomendável que haja uniformidade da sinalização empregada em situações semelhante."*

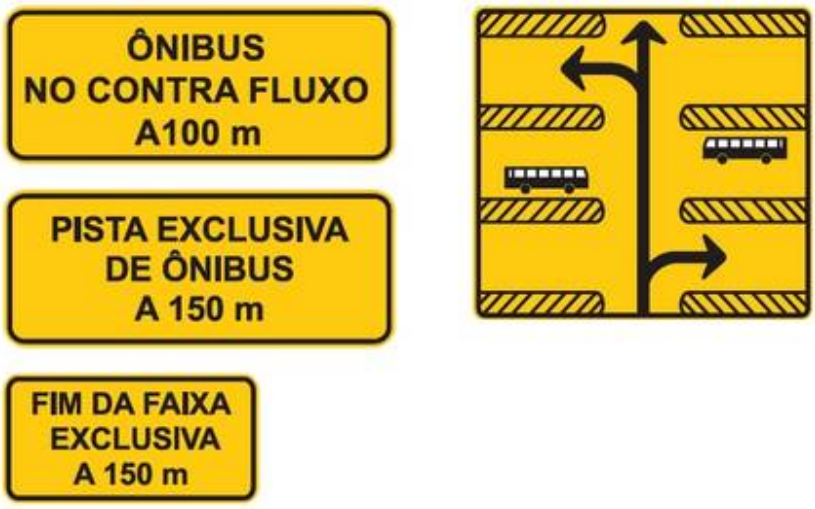


Figura 6: Exemplo de sinalização gráfica vertical especial de advertência

(Fonte: Denatran, 2007)

Não consta na literatura nacional nenhum tipo de manual específico para estabelecer um padrão de placas utilizadas em operações reversíveis, porém, há na experiência do uso, um determinado padrão de aplicação. Dessa forma, foram registrados a seguir, alguns exemplos de ocorrências das informações e diagramações mais comuns que aparecem na sinalização gráfica vertical visando alertar ou regulamentar sobre o uso das faixas reversíveis.

- Informações que são passadas com texto informativo sobre fundo de advertência amarelo, visando informar sobre horários e dias de funcionamento.

Figura 7: Sinalização gráfica vertical empregada na Linha Amarela – Rio de Janeiro.

- Informações que são passadas através de placas compostas de gráfico e textos sobre fundo branco, visando estabelecer a regulamentação para a vigência do período da operação.

Figura 8: Sinalização gráfica vertical empregada na Av. Niemeyer – Rio de Janeiro. (Fonte Google Street View, 2011).

- As que se utilizam da forma gráfica, com o lay-out das pistas no horário de funcionamento das faixas reversíveis.

Figura 9: Sinalização gráfica vertical na Rua Visconde de Niterói – Rio de Janeiro. (Fonte: Google Street View, 2011).

- As que advertem para o fluxo revertido, empregadas sempre à montante do início da reversão e que visam chamar atenção dos condutores para uma situação não prevista usualmente.

Figura 10: Sinalização gráfica vertical empregada na Rua Humaitá – Rio de Janeiro.

(Fonte: Google Image, 2011).

- As sinalizações conjugadas com sinalização luminosa. Este tipo de sinalização está sendo empregado em São Paulo e se caracteriza com uma boa solução para dar maior visibilidade à ocorrência da operação.

Figura 11: Sinalização gráfica vertical conjugada na Av. Ordem e Progresso – São Paulo.

(Fonte: YouTube, 2011)

3.8.2 Sinalização Gráfica Horizontal

Assim como a sinalização gráfica vertical, a sinalização gráfica horizontal empregada no Brasil segue os conceitos das marcas no pavimento utilizadas pela experiência internacional para o controle adequado dos sistemas de reversão. Dessa forma, através da instituição de ocorrências de uso em repetição dos métodos empregados no mundo, o CONTRAN deliberou e incorporou em 2007 no anexo IV do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (DENATRAN, 2007), o item que trata das "Marcações de Faixas Reversíveis no Contra Fluxo (MFR)", regulamentando os parâmetros a serem utilizados na utilização das marcas de pavimento a serem empregadas nas operações reversíveis no Brasil. O Manual define a MFR como *"a sinalização que delimita a faixa que pode ter seu sentido de circulação invertido temporariamente, em função da demanda do fluxo de veículos"*, consagrando a cor amarela para a pintura de tais marcações.

A seguir vemos as orientações normativas expedidas que relacionam a largura, o espaçamento, o traço e a cadência com a velocidade utilizada pela classificação funcional da via.

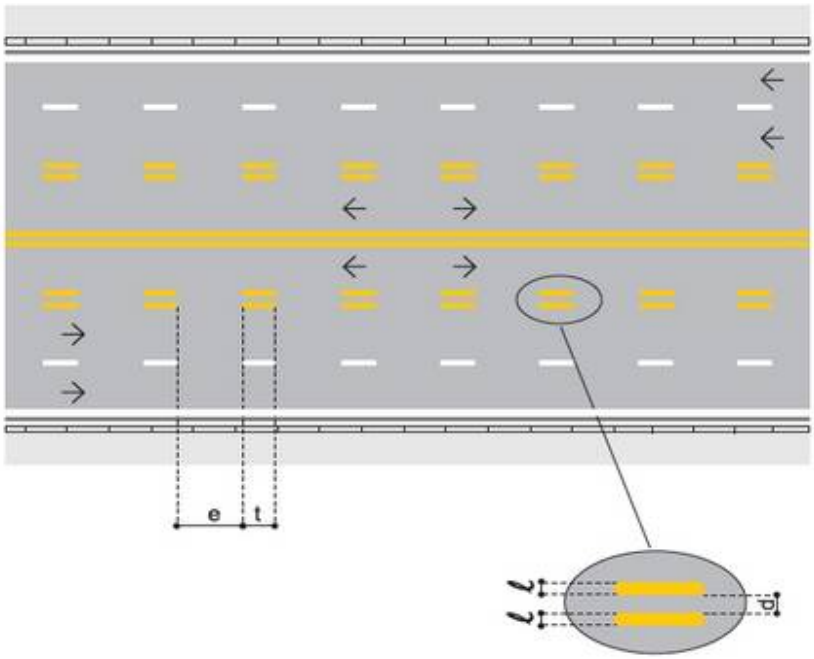


Figura 12: Relação entre largura, espaço, cadência e traço para faixas reversíveis.

(Fonte: Denatran, 2007)

A MFR é demarcada por duas linhas seccionadas paralelas. A largura deve ser de 0,10 m ou 0,15 m, com igual espaçamento entre elas, conforme a Tabela 2 mostrada a seguir:

Tabela 2: Relação de proporção entre largura, cadência, traço e espaçamento de acordo com a velocidade.

(Fonte: Denatran, 2007).

VELOCIDADE v (km/h)	LARGURA ℓ (m)	CADÊNCIA t : e	TRAÇO t (m)	ESPAÇAMENTO e (m)
vias urbanas	0,10	1 : 2	2,00	4,00
vias trânsito rápido	0,15	1 : 2	4,00	8,00
rodovias	0,15	1 : 2	4,00	8,00

Ao contrário do que acontece com a sinalização gráfica vertical, onde a variação de elementos informativos é dada pela especificidade de cada operação, a sinalização gráfica horizontal não apresenta variações significativas, sendo sempre empregada como descrito no manual brasileiro, estando também de acordo com o praticado internacionalmente.

3.8.3 Sinalização Luminosa

No Brasil tal sinalização foi implantada numa das primeiras faixas reversíveis implantadas, a que ocorre na Av. Princesa Isabel, Túnel Novo, Av. Lauro Sodré, Túnel do Pasmado e Av. das Nações Unidas, porém, tal sinalização encontra-se desativada. A companhia gestora pelo tráfego na cidade do Rio de Janeiro implantou tal sinalização na operação reversível na Av. Niemeyer, instalada recentemente, no mês de junho de 2011, como visto na Figura 13. A LAMSA S/A, concessionária responsável pela gestão da Av. Governador Carlos Lacerda, conhecida popularmente como Linha Amarela, utiliza também na pista reversível operada por ela a sinalização luminosa nos padrões de costume, ou seja, seta verde e "X" vermelho, porém ela lança mão de um outro tipo de sinalização luminosa que é utilizada no bloqueio existente no sentido que teve a faixa suprimida, como na Figura 14, em que a seta direcional é utilizada como sentido obrigatório no formato da padronização da sinalização gráfica cód. R24-b de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro – CTB.

Figura 13: Exemplo de sinalização luminosa na Av. Niemeyer – Rio de Janeiro.

(Fonte: Google Image, 2011)

Figura 14: Exemplo de sinalização gráfica luminosa implantada no bloqueio para a faixa reversível na Linha Amarela – Rio de Janeiro.

3.8.4 Barreiras e Canalizações

No Brasil, não é usual dividir fluxos opostos com barreiras físicas nas operações reversíveis, como cavaletes ou mesmo de elementos plásticos que desempenham a função de barreiras móveis de variadas formas, estando o uso destes limitados em casos onde seja

necessário impor restrições de movimentos. Comumente encontra-se o emprego de cones balizadores, sendo estes usados com predominância de uso para as canalizações ao longo do trecho revertido, uma vez que a utilização eficiente da colocação destes não requer maiores investimentos ou especializações, diferentemente das barreiras móveis, onde há a necessidade de se ter um transporte dotado de sistema mecânico para a realização do serviço de colocação e retirada dos dispositivos. Na cidade do Rio de Janeiro, a CET Rio vem adotando como padrão a implantação do balizador flexível tubular com base fixa em intervalos de 50m, como na Figura 15 adiante, que permite ser abalroado e voltar para a posição original sem danos ao veículo. Esse dispositivo foi implantado inicialmente na Linha Amarela e, segundo a companhia municipal informou, todas as faixas reversíveis operadas hoje na cidade teriam o mesmo balizador flexível até o fim de 2011, o que resultará numa homogeneização desejável para identificação destas operações. Além da maior estabilidade no local onde é alocado, a principal vantagem do balizador flexível tubular está na forma de ser fixado no pavimento, construído de maneira a funcionar como um pêndulo invertido, sendo de encaixe e desencaixe simples na base fixada no solo.

Figura 15: Balizador flexível tubular no Elevado do Joá – Rio de Janeiro.

(Fonte: Google Image, 2010)

3.9 Aceitação Pública

No Brasil, assim como nos Estados Unidos, o saldo da aceitação pública é positivo. Apesar de escassos estudos terem sido realizados abordando questões relacionadas à satisfação de usuários, observa-se em notas registradas na internet logo após uma nova faixa ter sido implantada que, em sua maioria, a aprovação dos usuários se mostra através de comentários favoráveis à reversão de faixa. Como exemplo, o caso da mais recente operação reversível implantada no Rio de Janeiro operada na Av. Lúcio Costa no trecho da Reserva Biológica, temos que o pedido inicial do estudo para a implantação dessa reversão foi feito pela AIB – Associação de Imprensa da Barra da Tijuca, o qual foi acatado pela Prefeitura do Rio e desenvolvido pela CET Rio – Companhia de Engenharia de Tráfego municipal. A proposta também foi encaminhada à subprefeitura do bairro da Barra da Tijuca, para que fosse dada a devida publicidade e o reconhecimento da aceitação dos usuários da Av. Lúcio Costa, como publicado em nota na Revista Digital Barrazine, www.barrazine.com.br/noticias.htm, no dia 1º de fevereiro de 2011.

A aceitação púbica referente às operações reversíveis, porém, são geralmente divididas por opiniões que divergem se as perguntas sobre a percepção pessoal sobre o sistema forem direcionadas para condutores de veículos e pedestres. Geralmente há opiniões contrárias sobre os reais benefícios quando a abordagem é feita sobre estes dois enfoques. O primeiro, o qual diz respeito à forma como os condutores de veículos percebem as medidas adotadas para a reversão é sempre positivo, porém, o segundo revela insatisfação com as mudanças das regras propostas no tráfego, seja pela dificuldade de travessia pelo aumento da velocidade do tráfego ou pela mudança de rotas para tráfego dos pedestres, dada pelo reposicionamento de faixas de travessia. Uma antiga, porém única, pesquisa realizada abordando este assunto foi feita pela CET SP, intitulada “Pesquisa Faixa Reversível –

Motoristas e Pedestres" (CET SP, 1995) e que traz números bastante representativos sobre essa divergência de opiniões. Num dos pontos pesquisados, a Ponte da Casa Verde, a faixa reversível obteve 82,9% de aprovação dos condutores de veículos, contra 23,0% de aprovação entre os pedestres.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

4.1 Introdução

Fazendo uma reflexão sobre o que foi possível apurar na revisão bibliográfica, sobretudo em relação aos estudos que atribuíram critérios e parâmetros técnicos às reversões de faixa, constata-se uma lacuna representada pela inexistência de trabalho científico que orientasse uma abordagem metodológica sobre as técnicas aplicadas a este tipo de operação. Sendo assim, esta pesquisa pretende incorporar uma contribuição no sentido de compilar uma síntese dos critérios de planejamento, projeto e operação extraídos do que foi apreendido no estado da arte. Para tal, foram observadas as especificidades encontradas no estudo da prática nacional, visando adequar as ações orientadas nos poucos estudos publicados, com a realidade brasileira. Dessa forma, será proposta uma sistematização dos procedimentos para implantação de faixas reversíveis, visando preencher uma lacuna existente com relação à prática destas operações.

Neste capítulo será proposto um procedimento de apoio à tomada de decisão para a identificação e escolha de casos onde possam ser adotadas as medidas para a reversão de faixa, bem como a melhor orientação no que prever no projeto e na operação, visando torna-las eficientes e seguras. Como dito, a elaboração da metodologia será apoiada na pesquisa realizada até nos capítulos dois e três, propondo uma abordagem que permita lidar com operações reversíveis desde a identificação do problema até a documentação das ações realizadas.

Os recursos utilizados no tráfego urbanos requerem um planejamento objetivo das ações que impõem novas regras para o uso das vias. Assim, a regulamentação do sentido de operação, da velocidade máxima permitida, bem como da definição de prioridade e permissões de estacionamento e parada na via, obedecem a critérios de uso que visam a

melhor utilização da via ou trecho, fazendo com que questões relacionadas com a fluidez e segurança sejam sempre alvo dos estudos que resultam na adoção de tais regras. Sendo assim, a operação de reversão de faixa apresenta uma faceta que aponta para uma necessidade ainda mais premente de se planejar, pois neste tipo de operação, as regras já estabelecidas são modificadas com a pretensão de se conseguir melhores resultados relacionados à capacidade da via, sendo óbvio que as alterações impostas necessitam de um plano de ação onde sejam adotados procedimentos técnicos que tragam não só uma maior previsibilidade dos resultados, mas também cuidados relacionados à segurança.

Como visto nos capítulos 2 e 3, a pesquisa não encontrou nenhum estudo que estabelecesse uma rol de procedimentos como metodologia a ser aplicada às reversões de tráfego. Porém, a revisão bibliográfica internacional, bem como a pesquisa realizada para conhecimento da prática nacional revelaram dados que permitiram a formação de um cenário onde podem ser orientados novos procedimentos pela melhor prática registrada em estudos anteriores. Desta forma, espera-se, por meio deste procedimento a ser proposto, o auxílio para as seguintes ações:

a) A identificação do problema e escolha de casos onde a reversão de faixa seja a solução mais indicada. Tal abordagem será dada em função da coleta de dados que registrem a existência de movimentos pendulares e diminuição da fluidez em um dos sentidos. O conhecimento do problema permitirá a escolha das ações referentes à melhor configuração de pista e a definição de metas a serem atingidas como resultado das melhorias pretendidas;

b) A orientação de se prever elementos no planejamento e no projeto com foco na obtenção dos melhores resultados, não só para a fluidez como para a segurança de um modo geral;

c) As orientações em relação ao plano de operações a ser estabelecido para a reversão de faixa. Da mesma forma como o item anterior, os procedimentos para adoção de critérios na gestão da operação é essencial para a obtenção de melhores resultados;

d) Avaliação do desempenho das ações impostas, visando apurar os resultados conseguidos comparando com as metas pré-estabelecidas, sendo necessária a documentação das ações e resultados para subsidiar estudos futuros.

4.2 Procedimento Usual Adotado

Apesar de ITE e ASSHTO terem publicado alguns estudos sobre faixas reversíveis, e até haver estudos com base em simulações virtuais (Caudill e Kuo, 1983), não há uma sistematização de procedimentos voltada apenas para o planejamento, implantação, operação e avaliação das faixas reversíveis urbanas de caráter permanente. Dessa forma, como foi apurado no capítulo 3, a prática para implantação de reversões de faixa no Brasil se dá de forma simplificada, sendo exceções os casos onde se dá a coleta prévia de dados que permitam a identificação do problema de forma a conhecer mais profundamente o volume de tráfego com o intuito de serem avaliados a capacidade e o fluxo. Também não é comum o registro dos dados do cenário anterior às modificações nas regras de tráfego, bem como a adoção de metas pré-estabelecidas para a avaliação da eficiência, somando-se

ainda a falta de previsão de elementos essenciais tanto no planejamento e projeto quanto no plano de operações, revelando uma cultura baseada em ações empíricas, com poucos elementos técnicos para suporte das decisões. O Gráfico 12 apresenta de forma resumida as fases para a implantação de uma faixa reversível, na forma usual adotada pelos gestores de tráfego.

Gráfico 12: Fluxograma do procedimento usual.

Com a insuficiência de dados que compõe o planejamento, fica evidente a forma simplificada com que os gestores de tráfego lidam com operações reversíveis no Brasil, evidenciando que tal fragilidade resulta em ônus acarretados pela imprevisibilidade de resultados e ajustes excessivos.

4.3 Ações Propostas

Pautada nas recomendações contidas no capítulo 2 – "O Estado da Arte", foram selecionados os itens adequados a uma formatação de procedimentos, baseados no que ficou conhecido no capítulo 3 – "Estudo da Prática Nacional". Dessa forma, as recomendações da literatura internacional foram orientadas para o a melhor utilização das reversões de faixa no Brasil, sendo relacionados na Tabela 3 os componentes essenciais para a sistematização dos procedimentos para a metodologia a ser proposta:

Tabela 3: Lista de procedimentos propostos para implantação.

LISTA DE PROCEDIMENTOS	PERÍODO
i) Identificar Problema	PRÉ-IMPLANTAÇÃO
ii) Coleta prévia de dados	
iii) Analisar o desequilíbrio direcional	
iv) Estabelecer metas	
v) Elaboração de projeto com previsão de elementos essenciais	
vi) Elaborar plano de operações	
vii) Analisar desempenho	PÓS IMPLANTAÇÃO
viii) Documentar	

4.3.1 Etapas dos Procedimentos

A seguir, foram discriminadas e detalhadas as componentes de cada item da lista de ações propostas para a metodologia.

i. Identificar Problema

Para a identificação de caso onde possa ser implantada uma faixa reversível, inicialmente deverá ser identificado:

a) Movimentos pendulares, com demanda desequilibrada em determinados horários, com rotina de saturação de fluxo no pico da manhã e/ou tarde;
b) Diminuição de 25% na velocidade média em relação à velocidade registrada no entre picos, no trecho onde se pretenda implantar a faixa reversível;
c) Verificar a existência de alternativas para o problema, como ajustes semafóricos, redistribuição de larguras com acréscimo de faixa, proibição de estacionamentos e outras medidas que favoreçam a capacidade e a fluidez.

ii. Coletar Dados Previamente

Para estabelecer parâmetros que permitam conhecer melhor o problema, sugere-se a prévia coleta de dados, constando das seguintes etapas:

a) Determinação da extensão do congestionamento, sua área de influência e locais de ações de possíveis ajustes após a implantação;
b) Determinação do horário onde tais fluxos direcionais desequilibrados ocorrem. Para tal, sugere-se estender a coleta dos dados uma hora antes e uma hora após o horário de pico;
c) Coleta de dados relativos ao tempo de viagem utilizando veículo sonda. Para tal, sugere-se estender a coleta dos dados uma hora antes e uma hora após o horário de pico;
d) Coleta de dados referentes à velocidade média praticada não só no trecho da via onde se pretende implantar a operação reversível, como em trechos a montante e a jusante, de acordo com a área de influência.

iii. Analisar o Desequilíbrio Direcional

Analisar o desequilíbrio direcional de forma a confrontar a capacidade oferecida com o fluxo solicitado, como ponto de partida para os estudos relativos à reversão de faixa. Como exemplo inicial, podemos tomar como base a maior ocorrência do desequilíbrio direcional de 75% - 25% associada à configuração de pista 2:2, segunda mais praticada. Assim, temos na Figura 16 e 17 o formato desejável para o cenário apresentado, ou seja, a divisão em partes percentuais iguais e proporcionais representativas do volume de tráfego, visando melhor adequar o volume com a redistribuição da capacidade por sentidos.

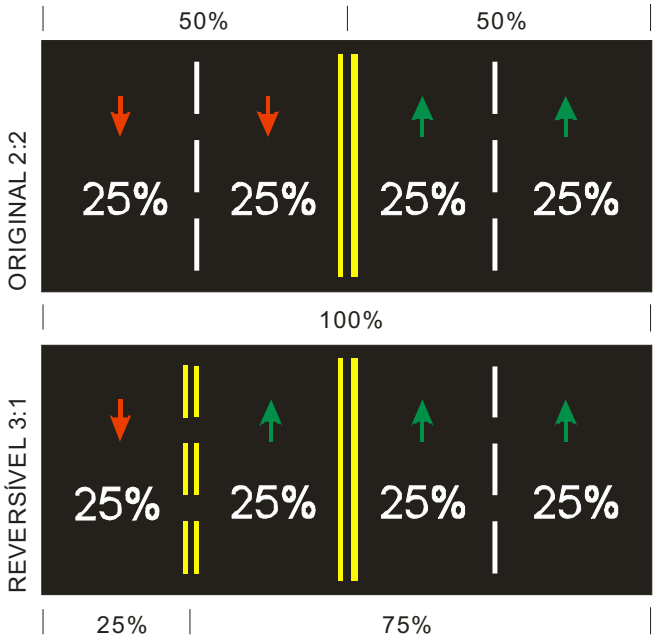


Figura 16: Configuração 2:2 – 3:1 com percentuais associados ao volume de tráfego.

Analisando a Figura 16 temos que uma configuração 2:2 só pode ser transformada em 3:1 no caso de implantação de reversível que mantenha os dois sentidos. Dessa forma, podemos entender que cada uma das 4 faixas apresenta oferta de 25% do volume de tráfego, com o equilíbrio inicial de 50% de oferta viária para cada sentido. Desta maneira podemos concluir que a inversão de uma faixa, representará o acréscimo de 25 pontos

percentuais no sentido de maior demanda, ou seja, uma condição adequada para um desequilíbrio direcional que registre 75% - 25%.

Noutro cenário onde a estrutura viária seja mais ampla, mantendo o mesmo princípio de divisão proporcional, podemos então analisar a Figura 25, onde temos uma configuração 3:3 transformada em 4:2, onde temos que a divisão percentual proporcional foi aproximada para 16,6% para cada uma das 6 faixas disponíveis, 3 para cada sentido. Assim, podemos concluir que na inversão de apenas uma faixa, um percentual menor, 16,6% de oferta viária é retirado do sentido de menor demanda e somado ao sentido de maior demanda, fazendo com que os percentuais de desequilíbrio fique em 67% - 33%, sensivelmente menor do que o apresentado na configuração 2:2.

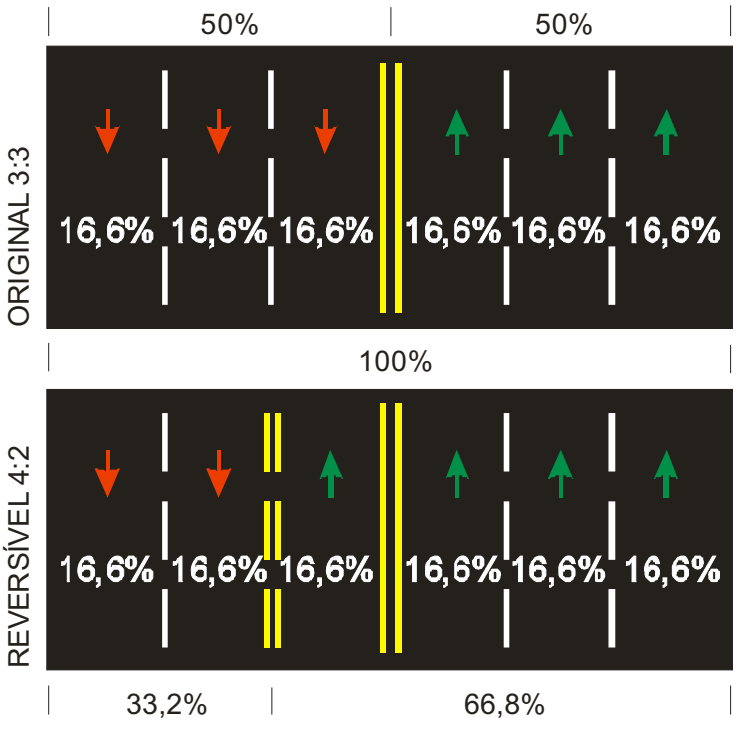


Figura 17: Configuração 3:3 – 4:2 com percentuais associados à capacidade.

Com esta análise poderíamos concluir também de forma objetiva que, quanto maior o número de faixas, menor é o percentual associado à capacidade, sendo também menor o desequilíbrio direcional permitido para atender a demanda. No entanto, devemos analisar a Figura 18, ainda com referência à configuração 3:3.

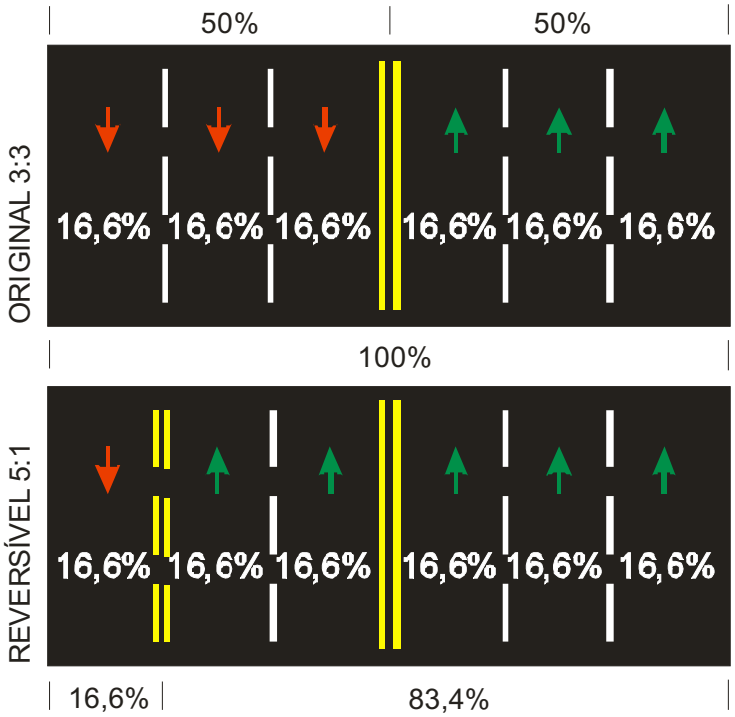


Figura 18: Configuração 3:3 – 5:1 com percentuais associados à capacidade.

Com a inversão de 2 faixas ao invés de apenas uma, temos um cenário adequado a um desequilíbrio muito maior, ou seja 83% - 17%, sugerindo que as demandas' com estes percentuais poderão ser adequadas de maneira desejável. Com a análise deste método de reequilibrar a demanda pela oferta viária, considerando ambas as direções, podemos concluir:

a) É imprescindível a contagem volumétrica na hora pico para a identificação do volume de tráfego em ambas as direções da via em pelo menos 10 amostras

subdivididas em 2 semanas típicas, objetivando conhecer o desequilíbrio direcional existente, atribuindo valores percentuais;

b) Possibilidade de atribuir divisão proporcional dos valores percentuais por cada faixa de ambos os sentidos da via;

c) Possibilidade de identificar a melhor configuração que seja adequada à reversão de faixa (s), observando os valores percentuais de acordo com os sentidos de maior e menor demanda.

Ao final desta etapa, com base nos resultados, deve ser tomada a decisão de implantar, caso o resultado seja favorável, ou de recorrer aos indicadores contidos no *Highway Capacity Manual* – HCM. Deverão também ser consideradas, caso ocorra esta etapa, as técnicas de simulação computacional disponíveis para apoio a identificação da adequada capacidade, visando viabilizar a implantação ou mesmo concluir que deverá ser buscada outra alternativa para o caso.

iv. Estabelecer Metas

Caso a etapa anterior revele dados que viabilize a implantação de uma faixa reversível, o passo seguinte será o de se estipular metas para a operação. Com base na literatura, o estabelecimento de metas é necessário para avaliação dos resultados conseguidos através das alterações impostas pelas novas configurações de pista com o reequilíbrio da oferta. Os itens a seguir constituem metas possíveis apuradas no estudo de DeRose (1966). Os valores estipulados são exemplos, já que podem variar de acordo com cada caso.

a) Aumento do fluxo em 7,1% no sentido atendido pela reversão;
b) Diminuição do tempo de viagem em 16,5% no sentido atendido pela reversão;
c) Aumento da velocidade média em 21,6% no sentido atendido pela reversão;
d) Manutenção da velocidade média e tempo de viagem no sentido oposto ao da reversão;
e) Diminuição ou manutenção do número de acidentes registrados.

As metas a serem estabelecidas deverão estar baseadas nas ações específicas para cada caso. A utilização de cada uma delas deverá ser em função dos objetivos específicos da operação.

v. Prever no Planejamento e no Projeto

Com base no que foi apurado na revisão internacional e delimitado à realidade nacional, pelo que foi conhecido através do estudo da prática no Brasil, alguns itens de planejamento e projeto devem ser obrigatoriamente observados a fim de serem obtidos os melhores resultados:

a) Observar para manter, quando houver disponibilidade, ao menos 2 faixas no sentido de menor demanda em vias arteriais, permitindo ultrapassagens e evitando a interrupção imediata da pista por ocorrência de acidentes ou problemas mecânicos;
b) Restrição a veículos pesados para a obtenção de fluxo mais homogêneo;
c) Restringir paradas de ônibus, ou determinar melhores locais para baias, quando estas forem indispensáveis;

d) Prever área de transição com dimensionamento suficiente para evitar estrangulamentos agudos a montante da operação reversível. Deve ser prevista sinalização gráfica horizontal, canalizando o fluxo gradativamente para a nova configuração de pista;
e) Manter largura das faixas igual ou superior a 3,20m, sendo esta a largura adequada para acomodação das barreiras de canalização entre os fluxos;
f) Prever ajustes semafóricos necessários visando não só proporcionar uma readequação dos ciclos em função das aproximações de menor importância que possam existir, como também com o reposicionamento dos blocos e previsão de retenções na faixa revertida;
g) Estabelecer a proibição de estacionamentos e giros à esquerda ao longo do trecho em que será operada faixa reversível, visando evitar interrupções no fluxo e a ocorrência de acidentes;
h) Sinalizar vertical e horizontalmente observando as regras contidas no manual do Denatran. Variações na sinalização vertical devem manter a padronização de advertência na cor amarela. Implantar obrigatoriamente faixas de retenção nas aproximações semaforizadas nas faixas revertidas. Sempre que possível, utilizar a sinalização luminosa em operações reversíveis em vias expressas;
i) Sinalizar para alertar pedestres em relação as modificação do tráfego junto às travessias através de sinalização gráfica vertical.

vi. Prever no Plano de Operações

Ainda de acordo com os estudos realizados nos capítulos 2 e 3, serão listados a seguir as ocorrências a serem observaddas para o plano de operações:

a) Prever um mês de operações intensivas e educativas com agentes de tráfego em todos os pontos de interseções e travessia de pedestres, a fim de consolidar as ações de modificação no tráfego;
b) Manter operação permanente com agentes de tráfego em tempo integral em pontos estratégicos após o período de 1 mês, visando o monitoramento eficaz para lidar com situações imprevistas e de alerta à possíveis condutores não habituados às regras da reversão de faixa implantadas;
c) Manter barreira fixa entre os fluxos opostos em todo o trecho da operação. Sempre que possível utilizar balizador fixo flexível ao invés dos tradicionais cones móveis, a fim de evitar os deslocamentos dos mesmos;
d) Prever ações para a desmobilização antecipada no caso de ocorrência de acidentes ou eventos não previstos que inviabilizem a operação pela interrompção de uma ou mais faixas.

vii. Analisar Desempenho

Analisar os resultados apurados através da coleta de dados pós implantação, submetendo-os à avaliação das metas previamente estipuladas no item **iv**, com o objetivo de propor os ajustes pontuais no projeto, operação e controle necessários, caso tais metas não sejam atingidas. Para tal, devem ser observados os seguintes critérios:

a) Coletar dados semanalmente nos cinco dias úteis semanais pelas 4 primeiras semanas após a implantação;
b) Identificar situações ainda passíveis de otimizações nos planos semafóricos, visando adequar às modificações na oferta viária para uma melhor fluidez;

c) Identificar violações das regras impostas pela reversão, como manobras não permitidas, paradas de ônibus e estacionamentos em locais proibidos;
d) Identificar prejuízo à modificação da dinâmica do fluxo de pedestres, com atenção para a verificação se os locais de travessia estão atendendo satisfatoriamente a demanda;
e) Identificar locais onde se registrou, de forma rotineira após a implantação, a formação de filas, dada pela restrição de capacidade imposta ao sentido de menor demanda;

viii. Documentar

É aconselhável o registro das informações referentes às ações e resultados visando favorecer o conhecimento para experiências futuras. Com o registro das informações do cenário anterior às modificações, das ações referentes ao planejamento e implantação, bem como dos resultados conseguidos pós- implantação. Os resultados conseguidos poderão ser discutidos e aperfeiçoados, favorecendo as melhores práticas das futuras operações reversíveis.

4.3.2 Metodologia Proposta

De acordo com a necessidade de sistematizar os procedimentos essenciais para utilização das faixas reversíveis, foi elaborado um fluxograma para expor como as ações listadas anteriormente deverão ser encadeadas, apontando as etapas e o caminho a ser percorrido pelo gestor de tráfego. Contudo, a adoção deste caminho é apresentada de maneira geral, podendo ocorrer variações de acordo com a complexidade de cada caso. Porém, buscou-se sintetizar a dinâmica básica de eventos necessários a serem realizados através das etapas que orientem a tomada de decisão, favorecendo o planejamento, visando atingir a

eficiência para cada caso de aplicação. Vemos no Gráfico 13 o fluxograma com as etapas da metodologia proposta.

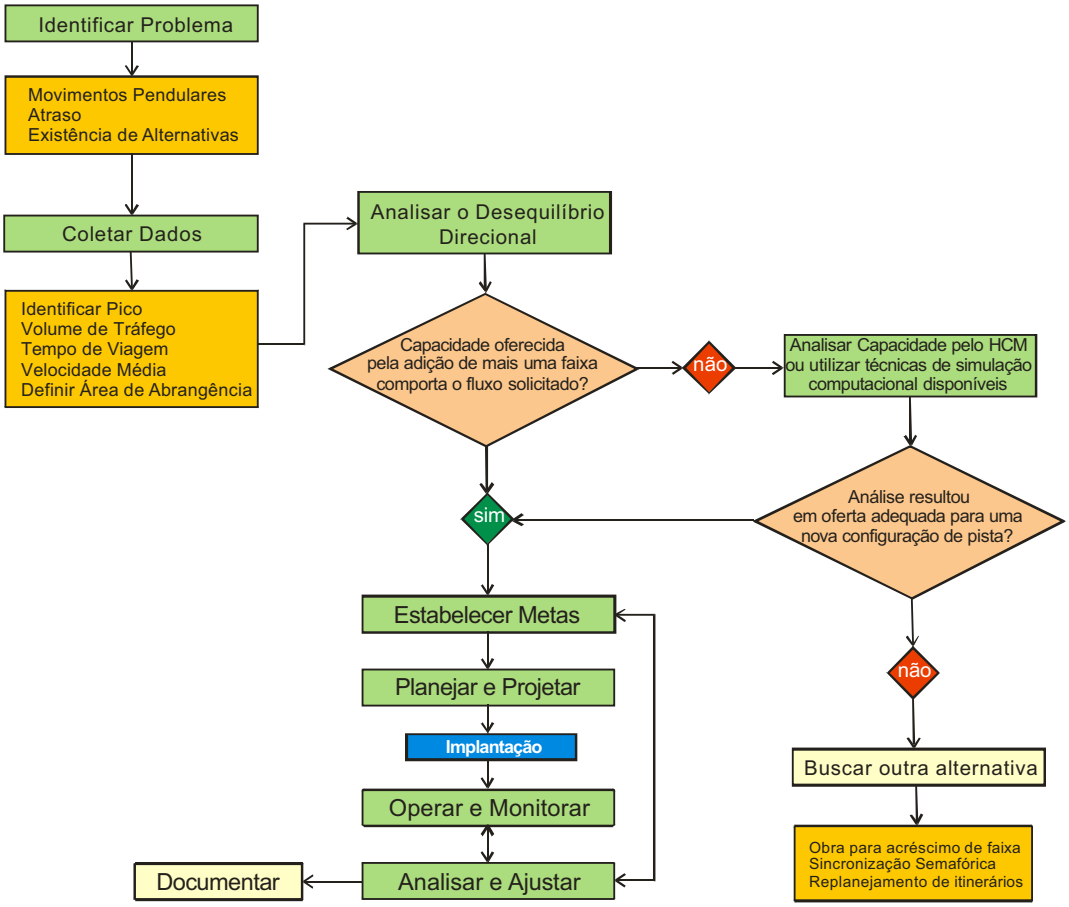


Gráfico 13: Fluxograma da dinâmica sugerida para adoção dos procedimentos propostos.

4.4 Considerações Finais

Na metodologia proposta, buscou-se salientar a necessidade de existir um procedimento sistematizando as ações pré-implantação e pós-implantação, apontando para a adoção de critérios tanto para a coleta prévia de dados, visando às ações para implantação, quanto para a elaboração do projeto e plano de operações, considerando as etapas essenciais como levantado na revisão bibliográfica e na pesquisa junto aos gestores nacionais.

Cabe ressaltar que a proposição dos procedimentos tem a intenção também de chamar a atenção para a preocupação de definir critérios que possibilitem a melhor prática destas operações. Tal definição visa alertar os gestores de tráfego para aplicarem as recomendações gerais trazidas por esta metodologia de forma a detalhar mais profundamente as ações de acordo com as especificidades de cada operação, como forma de produzir respaldo técnico nas ações.

A adequação das recomendações estrangeiras à prática nacional estabelece a necessidade de serem realizados estudos de caso onde possam ser comparados e analisados os elementos componentes de toda a ação para as alterações nas regras do tráfego. Sendo assim, elaborou-se no capítulo 5 um estudo de caso numa via da cidade do Rio de Janeiro, visando identificar divergências entre o que foi proposto nesta metodologia e o que foi praticado pela Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro, possibilitando estabelecer o que foi e o que não foi feito na coleta de dados, planejamento, projeto e operação.

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE CASO

5.1 Considerações Iniciais

Com o objetivo de melhor entender o funcionamento de uma operação reversível, seu planejamento e seus benefícios e possíveis impactos negativos, neste capítulo será abordado como estudo de caso a faixa reversível implantada na Rua Humaitá, no bairro de mesmo nome, situada na zona sul da cidade. Tal operação reversível foi implantada no ano de 2009 e escolhida para o estudo por apresentar os seguintes atributos:

a) Esta operação apresentou o menor desequilíbrio direcional, 45% - 55%, pelo que ficou apurado na pesquisa dos casos de estudo, como visto no capítulo 3;
b) Foi realizado um estudo de tempos de viagem antes e depois, pelo órgão gestor do trânsito na cidade, CET Rio;
c) Apresentou em vistorias posteriores uma sensação de ganho muito pequeno em relação ao cenário anterior à implantação;
d) O registro de filas e congestionamentos em locais onde antes da operação inexistiam.

Esta operação reversível teve como principal ação, a reversão de uma faixa na Rua Humaitá, favorecendo o sentido Botafogo – Jardim Botânico, passando a ter quatro faixas neste sentido e duas no sentido oposto, de segunda a sexta-feira, entre 17h e 20h. O planejamento da reversão desta faixa tem como objetivo principal a diminuição do tempo perdido na direção de maior carregamento no horário de pico da tarde e tem início no Largo dos Leões, na altura da Rua Cesário Alvim e se estende até a Rua Miguel Pereira. As mudanças foram originadas em um estudo da CET Rio, que apontou esta via como um dos pontos mais críticos da região, onde cerca de quatro mil carros circulam por hora nas principais vias em direção ao Jardim Botânico e tiveram como objetivo desatar o conflito

existente nos horários de pico, em trechos como o do encontro da Rua Humaitá com a Rua Macedo Sobrinho e no acesso ao Túnel Rebouças.

5.2 Planejamento

O planejamento da operação reversível do Humaitá passou inicialmente pela crítica dos usuários que sempre reclamavam do tráfego lento desde o bairro de Botafogo, passando pelo Largo dos Leões até a chegada ao Jardim Botânico. Congestionamento antigo e com causa reconhecida no alto fluxo de tráfego convergente em uma área geográfica estreitada por formações montanhosas, a CET Rio começou no início de 2009 medições para conhecer os tempos de viagens em trechos segmentados a fim de apurar o atraso real registrado no eixo composto pelas ruas São Clemente e Humaitá. Cabe aqui apontar com ênfase para o fato de que a realização de tais medições a fim de apurar os tempos de viagens não é prática comum nos órgãos gestores de tráfego, tanto nacionalmente como pelo observado na revisão realizada anteriormente da prática internacional. O que a gestora do tráfego do Rio de Janeiro realizou neste caso específico da faixa reversível da Rua Humaitá pode representar um começo de mudança na forma de abordar o planejamento destas operações. Por outro lado, apesar da preocupação com os tempos de viagens antes e depois, não foi utilizado como critério na fase de planejamento o levantamento do percentual de desequilíbrio direcional conseguido através de contagens volumétricas, dado básico tido pelos departamentos internacionais de gestão de tráfego como o primeiro indicador para a escolha deste tipo de operação. Assim, sem poder determinar qual o percentual de desequilíbrio que existia antes da implantação e, não havendo maneira de se comparar com os resultados atuais, as tarefas que envolvem as ações posteriores à implantação como monitoramento da formação de filas e retenções em novos pontos e ajustes semafóricos nas interseções da região ficaram prejudicados, notabilizando a falta de

adoção de critérios sólidos que baseasse no planejamento as melhores decisões para a realização desta modificação no tráfego local.

Como exemplo específico relacionado à falta de planejamento, está a não incorporação de medidas de caráter urbanístico envolvidas, como o cuidado para a realocação de rampas para travessia de portadores de necessidades especiais, uma vez que algumas faixas de pedestres foram movidas dos seus locais originais sem a previsão de construção de rampas nestes novos pontos, como ocorrido nas proximidades da Rua Macedo Sobrinho. Além disso, com a diminuição do tempo para travessia de pedestres pela readequação dos ciclos semafóricos, as pessoas com dificuldades de deslocamento não conseguem cumprir a distância total da travessia no tempo que foi calculado para tal.

Contudo, nota-se ainda no costume dos gestores do tráfego no Brasil uma maior preocupação na fase de planejamento para questões propriamente de engenharia de tráfego de veículos, conceito que vem sendo mudado em cidades como Londres, Barcelona e Bogotá, onde as prioridades são envidadas aos pedestres e não aos veículos.

5.3 Projeto

Esta operação reversível hoje em funcionamento tem o objetivo de desafogar o trânsito dos bairros de Botafogo e Humaitá pela reversão de uma faixa para o sentido Jardim Botânico no período do pico da tarde. Com a mudança, a Rua do Humaitá passou a ter quatro faixas no sentido Jardim Botânico e duas no sentido Botafogo, de segunda a sexta-feira, entre 17h e 20h. O planejamento da reversão desta faixa teve como objetivo principal a diminuição do tempo perdido na direção de maior carregamento no horário de pico da tarde e tem início no Largo dos Leões, na altura da Rua David Campista e se estende até a Rua Miguel

Pereira como pode ser observado na Figura 19. As mudanças foram originadas de um estudo da CET Rio, que apontou esta via como um dos pontos mais críticos da região, onde cerca de quatro mil carros circulam por hora nas principais vias em direção ao Jardim Botânico e tiveram como objetivo desatar o conflito existente no horário de pico vespertino, principalmente na interseção entre as ruas Humaitá e Macedo Sobrinho, bem como a jusante pelo interesse da rota em direção ao acesso ao túnel Rebouças.

Figura 19: Panorama geral do trecho onde foi implantada a faixa reversível da Rua do Humaitá.

O trecho da operação apresenta uma malha viária densa e, mesmo com sua pequena extensão de 550 metros e dispondo de canteiro central dividindo os sentidos, apresenta 9 interseções no sentido da prioridade e 2 interseções no sentido inverso, o que acarreta

interferências pela existência de 3 aproximações semaforizadas ao longo do trecho, sendo sinalizada a faixa de retenção na única aproximação da pista revertida.

A via é classificada como arterial e apresenta dois setores distintos da pista revertida. O projeto prevê no trecho inicial que vai da Rua David Campista até a Rua Voluntários da Pátria, a ocupação de todo o espaço viário disponível revertido para o sentido de maior fluxo ao longo dos primeiros 210 metros. O segundo trecho da reversão, compreendido entre a Rua Voluntários da Pátria e a Rua Miguel Pereira que perfaz os restantes 340 metros, é trafegada com os fluxos opostos compartilhando o mesmo espaço viário, sendo utilizado para isso a faixa dupla divisória amarela seccionada e balizamento de cones separando os sentidos como mostrado na Figura 20.

Na Figura 21 podem ser notados alguns aspectos relevantes da operação, como a obra para a transição, bem como a sinalização vertical empregada em cancela e placas especiais de advertência.

Figura 20: Divisão de fluxos na faixa reversível da Rua Humaitá.

(Fonte: Google Image, 2011)

Figura 21: Sinalização e cancela como dispositivo de controle na faixa reversível da Rua Humaitá.

(Fonte: Google Street View, 2011)

5.4 Aplicação do Estudo

Tal estudo será orientado para o conhecimento do índice percentual do ganho de tempo no sentido priorizado e no atraso provocado no sentido que teve a faixa suprimida, anotando a variação da velocidade média do momento antes e após a implantação. Para tal a pesquisa recorrerá aos dados referentes à sondagem dos tempos de viagem colhidos e fornecidos pela CET Rio no cenário anterior e posterior à operação, bem como pelos dados colhidos e observados no campo no momento atual. A avaliação dos dados será realizada com a construção de dois cenários distintos:

a) Análise do tempo de viagem conduzindo a exploração dos dados da forma como a CET Rio abordou, com referência à abrangência, área de influência e sem a associação das contagens volumétricas para a determinação do ganho e atraso totais;

b) Análise do tempo de viagem com associação das contagens volumétricas realizadas no campo e adotando o descarte de anotações de tempos de viagem de alguns trechos, pela fundamentação da não representatividade de tais dados para um resultado com maior precisão.

A CET Rio realizou apenas pesquisa de tempo de viagem com veículo sonda, não realizando contagens volumétricas para a determinação do desequilíbrio direcional no trecho onde implantou a faixa reversível. Esta falta do conhecimento do percentual de desequilíbrio nas pistas que compõem os dois sentidos pode, em parte ser substituída pela memória recente do momento antes da implantação, já que a reversão da faixa tem menos de 2 anos de operação, a qual remete a uma percepção de congestionamento constante nos dois sentidos no horário de pico da tarde. Essa percepção empírica e sem embasamento comprobatório serve meramente para efeito de construção de um cenário anterior pouco modificado em relação ao cenário atual pós-implantação. No sentido de elaborar uma investigação que comprove ou não essa percepção comum dos usuários, os trabalhos de análise de dados disponíveis e coleta de dados no campo foram orientados.

Com a implantação da faixa reversível, foi imediatamente sentida pelos usuários da alça de descida do Túnel Rebouças e do eixo formado pelas ruas Rua Professor Abelardo Lobo, Av. Alexandre Ferreira e Av. Lineu de Paula Machado uma significativa alteração no comportamento do tráfego representado pelo aumento da fila. Para tanto, como método de pesquisa do estado atual e investigação da relação dessas filas com a operação, foi realizada verificação do tamanho de tais filas e dos impactos provocados na rede.

Cabe registrar que as pesquisas de campo referente às contagens volumétricas, ao tamanho

das filas e o tempo semafórico, foram realizadas de forma atemporal, servindo apenas para a determinação de um parâmetro que atue na mensuração de valores que sirvam para a discussão da eficiência desta operação.

5.5 Memória do Caso

Como trataremos a seguir de dados que foram levantados no passado (ano de 2009), a pesquisa lançará mão da publicação de 03/03/2009 no site www.g1.globo.com para melhor abordar a análise do caso no que tange à percepção à época das modificações implantadas, dos ajustes necessários realizados para a região e da manutenção e aumento dos congestionamentos no período que seguiu a implantação.

"Faixa reversível no Humaitá tem ajustes para melhorar o tráfego".

Semáforos terão intervalos alterados para desafogar o trânsito. Guardas municipais vão orientar os motoristas nos cruzamentos.

"...A Rua Humaitá ficou congestionada no sentido Zona Sul durante a faixa reversível, das 17h às 20h".

"...A faixa reversível na Rua Humaitá, que funciona nos dias úteis, das 17 às 20h, sofrerá alguns ajustes para melhorar o fluxo de veículos que seguem para a Zona Sul. Segundo a Secretaria Municipal de Transportes, algumas medidas começarão a valer a partir desta terça-feira (3), após a experiência do primeiro dia da faixa reversível, na segunda-feira (2), que causou lentidão no trânsito".

"...De acordo com a secretaria, os sinais de trânsito funcionarão com intervalos diferenciados e os guardas municipais ficarão próximos aos cruzamentos para evitar que os motoristas avancem o sinal e prejudiquem a fluidez do tráfego".

"...A secretaria informou ainda que o secretário Alexandre Sansão está fazendo vários trajetos durante o horário da faixa reversível para testar outras estratégias para melhorar

o tráfego. Uma das soluções para desafogar o trânsito no sentido Botafogo, segundo Sansão, é o uso de outras ruas com acesso à Voluntários da Pátria, uma das principais vias de acesso do bairro".

"Trânsito Complicado"

"...O trânsito ficou congestionado na segunda-feira (2) com a implantação da nova faixa reversível na Rua Humaitá. A faixa foi implantada no sentido Jardim Botânico e apenas duas faixas estavam disponíveis em direção a Botafogo. Os motoristas encontravam tráfego lento inclusive no Túnel Rebouças, na pista sentido Zona Sul, por volta das 19h30, de acordo com a CVE".

*"... No mesmo horário, segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET Rio), o trânsito estava lento no Jardim Botânico, na pista sentido Humaitá. No sentido oposto, o grande fluxo de veículos deixava o tráfego intenso, com retenções na altura do Largo dos Leões, na Zona Sul". (*http://g1.globo.com/Noticias/Rio/).

Outra matéria do mesmo dia 03/03/2009 foi publicada pelo jornalista Sidney Rezende em http://www.sidneyrezende.com e relata problemas com o aumento do congestionamento no sentido que teve a faixa suprimida.

"...A faixa reversível na Rua Humaitá já começou a funcionar nesta segunda-feira (2). Uma das faixas da via, no sentido Botafogo, está funcionando no sentido Gávea, na altura da Rua Cesário Alvim (próximo à Cobal), até a altura da Rua Miguel Pereira. De acordo com a Prefeitura, o objetivo é dar maior fluidez ao tráfego. Nesses primeiros minutos, o objetivo parece estar sendo cumprido, já que o fluxo é bom".

"...O problema é que a nova modificação no trânsito, que vai durar até às 20h, está causando um grande congestionamento na pista sentido Botafogo. Alguns motoristas estão demorando até trinta minutos para seguir da Av. Lineu de Paula Machado no Jardim

Botânico até a Rua Voluntários da Pátria em Botafogo. O congestionamento está na altura da Rua Maria Angélica, já que neste horário não é permitido o tráfego de veículos na pista sentido Humaitá da Rua Jardim Botânico".

Podemos notar na publicação que a percepção comum era de que a fluidez não melhorou significativamente no sentido privilegiado, e piorou o sentido que teve uma faixa suprimida, além de causar reflexos na descida do Túnel Rebouças e em outros pontos da região.

Mesmo sendo aceitável a existência de um período de ajustes pós-implantação em muitas intervenções da engenharia de tráfego, a matéria jornalística colabora com a necessidade ignorada de investigação prévia do desequilíbrio direcional que pudesse revelar o peso do fluxo de tráfego em ambas as direções, apontando para uma dinâmica de movimentos pendulares que pudesse justificar ou não a implantação do sistema de faixa reversível.

5.6 Análise dos Dados Disponíveis

Para traçar um parâmetro entre os dados e resultados obtidos pela CET Rio e pelos resultados obtidos através da proposta de associar às contagens volumétricas para conhecimento do real ganho e atraso na operação reversível do Humaitá, a pesquisa propõe primeiramente a análise dos dados que foram disponibilizados pela gestora do tráfego. Tais dados foram disponibilizados pela Diretoria de Desenvolvimento da CET Rio (DES) e receberam aqui um tratamento visando uma melhor formatação, com a elaboração de um desenho onde se pode compreender melhor o que foi realizado.

5.6.1 Análise do Aspecto Espacial

A pesquisa foi realizada através de carro sonda para obtenção dos tempos de viagem em onze trechos para a identificação da alteração da fluidez do tráfego antes e depois da implantação da faixa reversível, sendo este o único indicador da eficiência da operação ora proposta. Para a melhor compreensão dos dados levantados e disponibilizados para esta investigação, foi proposta a divisão destes onze trechos em três grupos distintos, a saber:

a) Grupo 1 – formado por quatro trechos que estão diretamente relacionados com o sentido privilegiado que recebeu uma faixa adicional no sentido Jardim Botânico;
b) Grupo 2 – formado pelos quatro trechos que fazem parte do corredor que teve uma faixa suprimida no sentido de menor demanda suposta;
c) Grupo 3 – formado por outros três trechos relacionados indiretamente com a faixa reversível implantada por fazerem parte de um corredor também no sentido Jardim Botânico, porém paralelo ao principal, sem o ganho de faixa adicional.

A Figura 22 mostra esta divisão em grupos e traz um panorama das alterações implantadas pela operação reversível na Rua Humaitá, localizando o trecho pesquisado espacialmente em relação à rede.

Figura 22: Panorama geral dos trechos de levantamento de tempo de viagem realizada pela CET Rio para faixa reversível da Rua do Humaitá.

5.6.2 Análise do Aspecto Temporal

As Tabelas 4, 5 e 6 mostram os dados de tempo de viagem obtidos no campo separados por cada um dos três grupos. Através da série estatística com a realização de contagens de tempo por dez semanas subseqüentes à implantação, pôde-se extrair o tempo médio de viagem que permite conhecer avaliação de eficiência e desempenho geral da operação praticado pela CET Rio.

Tabela 4: Dados dos tempos de viagem referentes ao Grupo 1.

(Fonte: CET Rio)

TRECHO-1B		V. MÁX	EXTENSÃO											
		60 Km/h	270m											
RUA SÃO CLEMENTE ENTRE:			ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA REAL GRANDEZA E RUA CONDE DE IRAJÁ	TEMPO	MÉDIO	0:02:32	0:00:45	0:00:46	0:00:26	0:00:23	0:01:02	0:00:29	0:00:49	0:00:45	0:03:06	0:01:38	0:01:01
		MAX	0:17:16	0:03:32	0:03:26	0:00:50	0:00:30	0:01:02	0:00:56	0:03:39	0:01:22	0:15:16	0:02:57	0:03:21
		MIN	0:00:16	0:00:17	0:00:17	0:00:20	0:00:18	0:01:02	0:00:20	0:00:15	0:00:16	0:00:21	0:00:19	0:00:23
		DESV PAD	0:02:29	0:01:03	0:00:55	0:00:11	0:00:05		0:00:13	0:00:53	0:00:34	0:05:59	0:01:52	0:01:18

TRECHO-1C		V. MÁX	EXTENSÃO											
		60 Km/h	650m											
RUAS SÃO CLEMENTE E CDE. DE IRAJÁ ENTRE:			ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA HUMAITÁ E RUA MACEDO SOBRINHO	TEMPO	MÉDIO	0:05:23	0:02:41	0:01:42	0:01:46	0:01:34	0:01:05	0:01:42	0:01:57	0:02:15	0:02:38	0:02:36	0:02:00
		MAX	0:14:48	0:05:06	0:02:30	0:02:30	0:02:54	0:01:05	0:02:25	0:04:35	0:03:09	0:05:58	0:03:31	0:03:22
		MIN	0:01:23	0:01:11	0:01:01	0:00:58	0:00:57	0:01:05	0:01:12	0:00:55	0:01:31	0:01:31	0:01:40	0:01:12
		DESV PAD	0:02:08	0:01:28	0:00:29	0:00:36	0:00:44		0:00:30	0:01:01	0:00:50	0:01:54	0:01:18	0:00:59

TRECHO-1D		V. MÁX	EXTENSÃO											
		60 Km/h	400m											
RUA HUMAITÁ ENTRE:			ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA MACEDO SOBRINHO E RUA FONTE DA SAUDADE	TEMPO	MÉDIO	0:01:19	0:01:04	0:00:54	0:00:53	0:01:00	0:01:09	0:00:45	0:01:02	0:00:50	0:01:05	0:01:01	0:00:58
		MAX	0:05:34	0:02:01	0:01:49	0:01:30	0:01:36	0:01:41	0:01:10	0:02:09	0:00:56	0:02:08	0:01:18	0:01:38
		MIN	0:00:29	0:00:37	0:00:33	0:00:36	0:00:38	0:00:36	0:00:25	0:00:31	0:00:44	0:00:34	0:00:44	0:00:36
		DESV PAD	0:00:51	0:00:33	0:00:19	0:00:20	0:00:23	0:00:46	0:00:17	0:00:30	0:00:06	0:00:38	0:00:24	0:00:25

TRECHO-1A		V. MÁX	EXTENSÃO											
		60 Km/h	580m											
RUA SÃO CLEMENTE ENTRE:			ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA GUILHERMINA GUINLE E RUA REAL GRANDEZA	TEMPO	MÉDIO	0:02:19	0:01:26	0:01:48	0:01:34	0:01:50	0:02:06	0:01:38	0:01:38	0:01:23	0:03:03	0:01:40	0:01:49
		MAX	0:11:59	0:01:39	0:04:14	0:02:06	0:02:48	0:02:06	0:01:51	0:03:10	0:01:24	0:10:40	0:02:01	0:03:12
		MIN	0:00:48	0:01:08	0:01:18	0:01:14	0:01:21	0:02:06	0:01:21	0:01:04	0:01:22	0:01:22	0:01:20	0:01:22
		DESV PAD	0:01:40	0:00:09	0:00:46	0:00:16	0:00:32		0:00:12	0:00:29	0:00:01	0:03:44	0:00:29	0:00:44

Tabela 5: Dados dos tempos de viagem referentes ao Grupo 2.

(Fonte: CET Rio)

TRECHO-2B	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	750m

RUAS HUMAITÁ E VOL. DA PÁTRIA ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA MACEDO SOBRINHO E RUA REAL GRANDEZA	TEMPO	MÉDIO	0:02:06	0:02:04	0:01:55	0:02:15	0:02:15		0:02:18	0:02:12	0:01:52	0:01:58	0:01:56	0:02:05
		MAX	0:09:44	0:02:59	0:02:29	0:03:11	0:03:21		0:03:28	0:07:27	0:02:03	0:02:34	0:02:21	0:03:19
		MIN	0:00:45	0:01:13	0:01:12	0:01:20	0:01:48		0:01:32	0:00:59	0:01:36	0:01:06	0:01:28	0:01:22
		DESV PAD	0:01:26	0:00:26	0:00:26	0:00:38	0:00:35		0:00:28	0:01:13	0:00:12	0:00:28	0:00:27	0:00:33

TRECHO-2C	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	470m

RUA VOLUNTÁRIOS DA PÁTRIA ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA REAL GRANDEZA E RUA DONA MARIANA	TEMPO	MÉDIO	0:02:00	0:01:09	0:01:11	0:01:10	0:01:08		0:01:20	0:01:16	0:01:16	0:01:14	0:02:59	0:01:25
		MAX	0:25:05	0:01:59	0:02:00	0:01:39	0:02:56		0:02:05	0:02:21	0:01:50	0:02:33	0:05:02	0:02:29
		MIN	0:00:26	0:00:39	0:00:38	0:00:33	0:00:35		0:00:37	0:00:35	0:00:49	0:00:41	0:01:49	0:00:46
		DESV PAD	0:02:35	0:00:26	0:00:27	0:00:26	0:00:51		0:00:27	0:00:29	0:00:31	0:00:40	0:01:47	0:00:40

TRECHO-2D	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	100m

RUA VOLUNTÁRIOS DA PÁTRIA ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA DONA MARIANA E RUA GUILHERMINA GUINLE	TEMPO	MÉDIO	0:00:17	0:00:12	0:00:15	0:00:11	0:00:10		0:00:10	0:00:11	0:00:12	0:00:16	0:00:12	0:00:12
		MAX	0:01:22	0:00:18	0:00:28	0:00:12	0:00:13		0:00:14	0:00:56	0:00:14	0:00:34	0:00:21	0:00:23
		MIN	0:00:06	0:00:08	0:00:08	0:00:09	0:00:08		0:00:03	0:00:01	0:00:11	0:00:00	0:00:03	0:00:06
		DESV PAD	0:00:11	0:00:03	0:00:06	0:00:02	0:00:02		0:00:04	0:00:12	0:00:02	0:00:12	0:00:09	0:00:06

TRECHO-2A	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	410m

RUA HUMAITÁ ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA FONTE DA SAUDADE E RUA MACEDO SOBRINHO	TEMPO	MÉDIO	0:01:01	0:01:56	0:02:34	0:02:35	0:01:51	0:01:25	0:02:38	0:02:35	0:03:25	0:02:21	0:03:14	0:02:27
		MAX	0:09:08	0:04:12	0:04:24	0:05:29	0:03:31	0:01:25	0:04:24	0:05:40	0:04:02	0:04:43	0:05:00	0:04:17
		MIN	0:00:21	0:01:05	0:01:30	0:01:25	0:01:10	0:01:25	0:01:27	0:01:10	0:02:38	0:00:44	0:02:03	0:01:28
		DESV PAD	0:00:55	0:00:54	0:00:58	0:01:18	0:00:48		0:01:00	0:00:59	0:00:30	0:01:18	0:01:34	0:01:02

Tabela 6: Dados dos tempos de viagem referentes ao Grupo 3.

(Fonte: CET Rio)

TRECHO-3B	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	720m

RUAS MENA BARRETO E VISC. DE SILVA ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA REAL GRANDEZA E RUA MACEDO SOBRINHO	TEMPO	MÉDIO	0:08:48	0:08:25	0:08:39	0:09:08	0:10:41	-	0:08:29	0:09:48	0:10:37	0:13:49	0:13:45	0:10:22
		MAX	0:09:20	0:10:43	0:13:37	0:09:49	0:13:53	-	0:11:11	0:15:05	0:13:19	0:23:55	0:13:45	0:13:55
		MIN	0:08:15	0:06:07	0:05:59	0:08:18	0:06:27	-	0:06:17	0:05:50	0:07:55	0:05:43	0:13:45	0:07:22
		DESV PAD	0:00:46	0:01:27	0:02:47	0:00:40	0:03:45	-	0:01:41	0:03:07	0:03:49	0:09:16		0:03:19

TRECHO-3C	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	130m

RUA MACEDO SOBRINHO ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA VISCONDE DE SILVA E RUA HUMAITÁ	TEMPO	MÉDIO	0:02:26	0:02:49	0:02:25	0:03:24	0:03:07	-	0:02:04	0:02:35	0:02:33	0:02:41	0:04:31	0:02:54
		MAX	0:03:02	0:03:38	0:03:24	0:04:30	0:05:35	-	0:02:55	0:04:18	0:03:02	0:04:08	0:04:31	0:04:00
		MIN	0:01:50	0:01:39	0:01:02	0:02:08	0:01:50	-	0:01:46	0:01:37	0:02:05	0:01:50	0:04:31	0:02:03
		DESV PAD	0:00:51	0:00:48	0:00:52	0:00:59	0:01:43	-	0:00:24	0:00:55	0:00:40	0:01:15		0:00:57

TRECHO-3A	V. MÁX	EXTENSÃO
	60 Km/h	350m

RUA MENA BARRETO ENTRE:		ANTES	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana	9ª Semana	10ª Semana	MÉDIA APÓS
RUA SOROCABA E RUA REAL GRANDEZA	TEMPO	MÉDIO	0:03:17	0:04:02	0:04:12	0:05:11	0:05:02	0:06:07	0:04:25	0:04:02	0:04:12	0:05:42	0:02:50	0:04:35
		MAX	0:04:05	0:06:00	0:06:25	0:07:52	0:08:31	0:06:07	0:07:18	0:08:50	0:05:19	0:09:05	0:02:50	0:06:50
		MIN	0:02:30	0:02:41	0:01:50	0:03:43	0:02:45	0:06:07	0:02:26	0:01:18	0:03:12	0:03:47	0:02:50	0:03:04
		DESV PAD	0:01:07	0:01:02	0:01:49	0:01:50	0:02:27		0:01:46	0:02:41	0:01:04	0:02:56		0:01:57

5.6.3 Resultados Obtidos

- Grupo 1 (1.900 m) – Sentido favorecido com acréscimo de uma faixa.

Tabela 7: Resumo dos tempos e velocidades pesquisados no Grupo 1.

	ANTES	DEPOIS	GANHO
Tempo (s)	0:11:33	0:05:48	0:05:45
Velocidade (km/h)	9,87	19,65	9,78

.

O resultado obtido para esta corrente de tráfego aponta para um ganho de tempo de 5 minutos e quarenta e cinco segundos para se percorrer o trecho entre a Rua Guilhermina Guinle até a Rua Fonte da Saudade no sentido que teve o acréscimo de uma faixa. Esse valor corresponde a um aumento efetivo na velocidade de 9,78 km/h.

- Grupo 2 (1.730 m) – Sentido que teve uma faixa suprimida.

Tabela 8: Resumo dos tempos e velocidades pesquisados no Grupo 2.

	ANTES	DEPOIS	ATRASO
Tempo (s)	0:05:24	0:06:09	0:00:45
Velocidade (km/h)	19,22	16,80	2,42

O resultado obtido nesta corrente de tráfego no sentido contrário ao favorecido aponta para um atraso de 45 segundos para percorrer o trecho compreendido entre a Rua Fonte da Saudade e Rua Guilhermina Guinle, correspondendo a uma diminuição de 2,42 km/h na velocidade antes registrada.

- Grupo 3 (1.200 m) – Trecho indiretamente relacionado ao sentido favorecido.

Tabela 9: Resumo dos tempos e velocidades pesquisados no Grupo 3.

	ANTES	DEPOIS	ATRASO
Tempo (s)	0:14:31	0:17:51	0:03:20
Velocidade (km/h)	4,95	4,03	0,92

O resultado obtido para os trechos do Grupo 3 revelam um atraso de 3 minutos e vinte segundos para se percorrer um itinerário paralelo ao eixo principal favorecido, correspondendo a uma diminuição da velocidade em 0,92 km/h. O resultado de atraso no tempo de viagem registrado neste trecho aponta para uma situação indesejável, pois há um prejuízo significativo para rotas auxiliares existentes na rede. Cabe registrar que muito da piora da fluidez deste itinerário representado pelo GRUPO 3 advém dos ajustes semafóricos realizados para sanar problemas identificados logo após a implantação da operação reversível, como relatam as matérias jornalísticas abordadas no item 8.5.

O resultado apurado entre ganho e atraso considerando os 3 grupos aponta para um ganho no tempo de viagem de 1 minuto e trinta e nove segundos, o que representa um resultado positivo, apesar de pouca expressão, se for referenciado o aumento irrisório de 0,51 km/h na velocidade anotada.

Tabela 10: Resumo final apurado dos tempos e velocidades pesquisados nos 3 grupos.

	ANTES	DEPOIS	GANHO
Tempo (s)	0:31:27	0:29:48	0:01:39
Velocidade (km/h)	9,21	9,72	0,51

5.7 Levantamento de Campo

Para realização da proposta de pesquisa sugerida no item 5.8, adiante, foi necessário, além da pesquisa diretamente realizada nos arquivos da Companhia de Engenharia de Tráfego, realizar levantamento de campo para conhecimento de alguns dados necessários. Este levantamento foi realizado no dia 20/09/2011, terça feira, e colheu os seguintes dados no campo:

a) Fluxo de veículos que passa em uma hora em três pontos de dois sentidos da operação reversível;
b) Tamanho das filas formadas na alça de descida do Túnel Rebouças e no eixo formado pelas ruas Professor Abelardo Lobo, Av. Alexandre Ferreira e Av. Lineu de Paula Machado;
c) Tempo de vermelho dos semáforos que compõem o Grupo 2 em toda a sua extensão.

5.7.1 Contagem Volumétrica

Foram realizadas das 17 às 18 horas no dia 20/09/2011, contagens volumétricas em três pontos visando, além do conhecimento do volume de tráfego atualmente registrado, dados que pudessem ser comparados com o volume de tráfego indicado por pesquisa realizada pela CET Rio no ano de 2007 através de contagem pneumática, as quais contemplavam os

três pontos que receberam a contagem da pesquisa como descrito abaixo e de acordo como ilustrado na Figura 23:

a) Rua Humaitá: ponto de contagem na altura da Rua Macedo Sobrinho, registrando tráfego no sentido Jardim Botânico;
b) Rua Humaitá: ponto de contagem na altura da Rua Macedo Sobrinho, registrando o tráfego no sentido Botafogo;
c) Rua Macedo Sobrinho: ponto de contagem no semáforo da interseção com a Rua Humaitá.

Figura 23: Localização dos pontos onde foram realizadas as contagens volumétricas.

O resultado da contagem efetuada no campo apresentou resultados próximos à contagem realizada pela CET Rio no ano de 2007. Cabe ressaltar que tal pesquisa realizada pela gestora não objetivava o planejamento da faixa reversível. Foi realizado levantamento de 6 correntes de tráfego como mostrado na Figura 24. Foram isolados e destacados na Tabela 11 os dados referentes à mesma hora de contagem de tráfego para a comparação com a investigação realizada recentemente pela pesquisa.

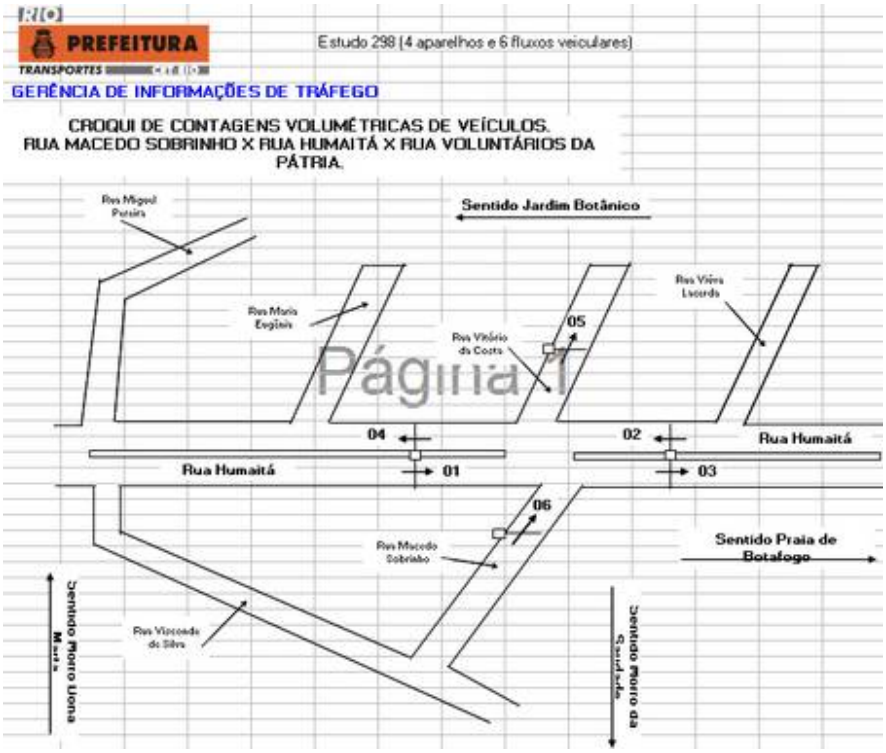


Figura 24: Pontos de contagens volumétricas da CET Rio.

(Fonte: CET Rio, 2007)

Tabela 11: Dados das contagens volumétricas da CET Rio.

(Fonte: CET Rio, 2007)

Horário (h)	10/4/2007	10/4/2007	10/4/2007	10/4/2007	10/4/2007	10/4/2007
	Terça-feira	Terça-feira	Terça-feira	Terça-feira	Terça-feira	Terça-feira
	Fluxo01	Fluxo02	Fluxo03	Fluxo04	Fluxo05	Fluxo06
	N. veic.	N. veic.	N. veic.	N. veic.	N. veic.	N. veic.
00:00 às 01:00						
01:00 às 02:00						
02:00 às 03:00						
03:00 às 04:00						
04:00 às 05:00						
05:00 às 06:00						
06:00 às 07:00						
07:00 às 08:00						
08:00 às 09:00						
09:00 às 10:00	2.187	1.893	2.180	3.257	120	1.482
10:00 às 11:00	2.143	1.817	2.123	3.081	210	1.458
11:00 às 12:00	2.019	1.782	2.036	3.060	148	1.451
12:00 às 13:00	2.080	1.963	2.088	3.228	189	1.469
13:00 às 14:00	2.025	1.973	2.069	3.290	191	1.569
14:00 às 15:00	2.071	1.787	2.063	3.211	162	1.589
15:00 às 16:00	1.891	2.118	1.881	3.514	205	1.607
16:00 às 17:00	2.021	2.024	1.963	3.435	298	1.663
17:00 às 18:00	2.016	2.090	1.992	3.588	108	1.589
18:00 às 19:00	1.908	2.136	1.890	3.501	220	1.587
19:00 às 20:00	1.754	2.148	1.747	3.619	165	1.649
20:00 às 21:00	1.683	2.055	1.701	3.443	152	1.575
21:00 às 22:00	1.595	1.591	1.567	2.855	209	1.457
22:00 às 23:00	1.353	1.391	1.312	2.510	165	1.254
23:00 às 24:00	1.317	771	1.272	1.349	132	683
SOMA	**28063**	**27539**	**27884**	**46941**	**2674**	**22082**
P. DA MANHÃ	**2187**	**1893**	**2180**	**3257**	**120**	**1482**
ENTREPICO	**2143**	**2118**	**2123**	**3514**	**298**	**1663**
P. DA TARDE	**2016**	**2148**	**1992**	**3619**	**220**	**1649**

Cabe registrar que a escolha do horário da contagem realizada no dia 20/09/2011 entre 17:00h e 18:00h foi baseada na possibilidade de se fazer uma hora de registros sem que houvesse saturação de tráfego. Vistorias feitas nos dias anteriores apontavam para períodos de saturação entre as 18 e 20 horas, sendo descartado tal período pela possibilidade de causar imprecisão no resultado final.

A Tabela 12 apresenta os resultados das contagens realizadas pela CET Rio comparados com os valores apurados pela pesquisa através da equivalência dos pontos, indicando o cenário de alto fluxo de tráfego em registros mais antigos, o que se mantêm nos dias atuais.

Tabela 12: Dados das contagens volumétricas comparados.

2011	CONTAGEM PESQUISA	CONTAGEM CET Rio	2007
PONTO 1	2.240	2.090	**PONTO 02**
PONTO 2	1.903	2.016	**PONTO 01**
PONTO 3	**1.715**	**1.589**	**PONTO 06**

5.7.2 Tamanho das Filas

Com o objetivo de apurar o impacto associado às modificações impostas pela faixa reversível, foi realizado o levantamento para conhecer o tamanho das filas no encerramento da primeira hora de funcionamento da faixa reversível. No horário de 18:00 horas foram registradas formações de filas, como mostrado na Figura 25.

Figura 25: Formação de filas decorrente do impacto causado pela faixa reversível.

(Fonte: Google Earth, 2011)

Cabe registrar que o aumento destas filas decorre da diminuição da capacidade e, por conseqüência da fluidez do trecho da Rua Humaitá que teve uma faixa suprimida, segundo

constam nas publicações jornalísticas da época, conforme item 5.5. Para tentar identificar o estado atual, o levantamento de campo identificou 3 filas e suas extensões:

a) 900 metros no eixo formado pelo pela Av. Lineu de Paula Machado, Av. Alexandre Ferreira e Rua Professor Abelardo Lobo, até a chegada à Rua Humaitá;

b) 690 metros desde a saída do Túnel Rebouças até a chegada no semáforo existente, no final da Rua Professor Abelardo Lobo;

c) 740 metros na Rua Jardim Botânico, desde a Rua Dr. Neves da Rocha até a chegada à Rua Humaitá.

5.7.3 Levantamento Semafórico

Com o objetivo de identificar o atraso dado pelo controle de tráfego semaforizado ao longo do eixo composto pelo Grupo 2, selecionado pela CET Rio como itinerário a ter pesquisado o tempo de viagem no sentido oposto ao da reversão, foi realizado levantamento do tempo de vermelho dos onze pontos controlados por semáforo como na Tabela 13 a seguir:

Tabela 13: Tempos de parada em vermelho nos semáforos no trecho estudado

	LOCALIZAÇÃO	VERMELHO (seg)
1	Rua Humaitá, 229	22
2	Rua Humaitá X Rua Macedo Sobrinho	44
3	Rua Humaitá, 129	45
4	Rua Voluntários da Pátria X Rua General Dionísio	21
5	Rua Voluntários da Pátria X Rua Capitão Salomão	23
6	Rua Voluntários da Pátria X Conde de Irajá	25
7	Rua Voluntários da Pátria X Rua Real Grandeza	45
8	Rua Voluntários da Pátria X Rua São João Batista	44
9	Rua Voluntários da Pátria X Rua Sorocaba	37
10	Rua Voluntários da Pátria X Rua Dona Mariana	37
11	Rua Voluntários da Pátria X Rua Guilhermina Guinle	37
	TOTAL	361

Este levantamento será utilizado adiante para melhor entender o tempo de viagem neste eixo, visando concluir sobre os indícios de que todo o trecho composto pelo Grupo 2, já apresentava períodos de saturação antes mesmo da implantação da faixa reversível em março de 2009.

5.8 Análise Proposta Pela Pesquisa

Com a finalidade de melhor apurar a média de tempo de viagem, a pesquisa deste estudo de caso propõe o descarte de alguns trechos computados pela gestora, visando dirimir distorções pela diluição dos tempos, uma vez que alguns cômputos não fazem parte da área de contribuição efetiva. Dessa forma os trechos 1-A, 2-B, 2-C, 2-D e 3A foram descartados por estarem fora da área de influência que contribuiria para o real conhecimento do ganho e atraso dos tempos de viagem. Assim, a nova avaliação espacial será considerada como apresentado na Figura 26.

Figura 26: Panorama geral dos trechos do levantamento de tempo de viagem proposta pela pesquisa para a faixa reversível da Rua do Humaitá.

5.8.1 Análise de Dados Proposta

As Tabelas 14, 15, 16 e 17 mostram os dados de tempo de viagem recalculados pela proposta da pesquisa após o descarte de 5 trechos considerados anteriormente, ou seja, 1-A, 2-B, 2-C, 2-D e 3ª, visando extrair o tempo médio de viagem sem a interferência de tempos de trechos que não contribuíam efetivamente para a obtenção da média total de cada grupo.

5.8.2 Resultados Obtidos

- Grupo 1 (1.320 m) – Sentido favorecido com acréscimo de uma faixa.

Tabela 14: Resumo dos tempos e velocidades pesquisados no Grupo 1.

	ANTES	DEPOIS	GANHO
Tempo (s)	0:09:14	0:03:59	0:05:15
Velocidade (km/h)	8,57	19,88	11,31

- Grupo 2 (410 m) – Sentido que teve uma faixa suprimida.

Tabela 15: Resumo dos tempos e velocidades pesquisados no Grupo 2.

	ANTES	DEPOIS	ATRASO
Tempo (s)	0:01:01	0:02:27	0:01:27
Velocidade (km/h)	24,19	10,04	14,15

- Grupo 3 (850 m) – Trecho indiretamente relacionado ao sentido favorecido.

Tabela 16: Resumo dos tempos e velocidades pesquisados no Grupo 3.

	ANTES	DEPOIS	ATRASO
Tempo (s)	0:11:14	0:13:17	0:02:03
Velocidade (km/h)	4,54	3,83	0,71

O resultado apurado entre ganho e atraso considerando os 3 grupos, aponta para um ganho no tempo de viagem de 1 minuto e quarenta e seis segundos, o que representa, no dado GANHO, um resultado muito parecido com a investigação proposta pela CET Rio, apenas 5 segundos a mais em relação aos 0:01:39 registrados. Porém, a variação da velocidade horária revela que o tempo um resultado negativo de 0,65 km/h a menos do que na pesquisa proposta pela CET Rio.

Tabela 17: Resumo final apurado dos tempos e velocidades pesquisados nos 3 grupos.

	ANTES	DEPOIS	DIFERENÇA
Tempo (s)	0:21:29	0:19:43	0:01:46
Velocidade (km/h)	7,20	7,85	0,65

Contudo, devemos aplicar a razão proporcional para termos um percentual que indique a real diferença entre as duas investigações. O resultado final da investigação da CET Rio diz que, num universo de 0:31:27, o tempo de viagem foi diminuído em 0:01:39, enquanto o resultado da investigação proposta pela pesquisa diz que, num universo de 0:21:29, o ganho de tempo ficou em 0:01:46. Desta forma, podemos constatar através de um índice

percentual que, enquanto a investigação da CET Rio diminui o tempo de viagem em apenas 5,24%, a investigação proposta economizou 8,22% do tempo de viagem.

Já o dado que se refere à alteração da velocidade média mostra que na pesquisa da CET Rio teve um aumento da velocidade de 5,53% e que na investigação proposta revela um dado negativo, com a velocidade reduzindo em 9,02%.

5.9 Avaliação da Eficiência

Historicamente, o bairro do Humaitá registra alto fluxo por estar situado no meio da ligação dos bairros de Botafogo com os bairros de Jardim Botânico e Lagoa, fazendo parte de um eixo que é composto por um tráfego que tem uma significativa variedade nas origens e destinos, amplificada ainda mais pela presença do Túnel Rebouças que faz com que este eixo da zona sul, já muito saturado, seja a porta de entrada e saída para as zonas norte e central da cidade, canalizando no pequeno trecho de sua área geográfica um alto fluxo de tráfego vindo e indo para várias regiões de interesse, onde não se pode determinar uma região geradora de viagens que caracterize uma maior procura num sentido em detrimento de outro.

Podemos, através dos valores levantados no campo, bem como os dados registrados e disponibilizados pela CET Rio como no item 5.7.1, conhecer o desequilíbrio direcional existente na Rua Humaitá. Para tanto, devemos apenas comparar a corrente de tráfego de ambas as direções pelos dados volumétricos das duas pesquisas como mostrado na Tabela 18.

Tabela 18: Desequilíbrio direcional apurado na faixa reversível da Rua Humaitá.

DADOS	SENTIDO FLUXO MENOR	SENTIDO FLUXO MAIOR	DESEQUILÍBRIO
CET Rio	2016	2090	49% - 51%
PESQUISA	**1903**	**2240**	45% - 55%

Com a análise dos dados da pesquisa realizada pela CET Rio, podemos concluir que há um equilíbrio nas duas direções, enquanto os dados do levantamento realizado pela pesquisa apontam para um desequilíbrio pequeno, variando apenas 10 pontos percentuais entre os sentidos. Dessa forma, tomando-se como referência o valor de desequilíbrio direcional com 70% do fluxo predominante na hora de pico sugerido pelo ITE (Bretherton e Elhaj, 1996), podemos concluir que o cenário não era favorável para o estabelecimento de um sistema reversível eficiente.

Para melhor entender este cenário adverso, podemos tomar como base uma publicação da CET SP intitulada "Operação Faixa Reversível – Eficiência e Economia na Radial Leste" (1996), a qual revela um aumento na velocidade média de 18 km/h para 25 km/h na operação reversível da Av. Radial Leste, representando uma melhora de 39% (CET SP, 1996). Mesmo tomando-se como base o valor apurado pela CET Rio no que se refere ao ganho de 5,53% de velocidade média na operação do Humaitá, comparativamente com o acréscimo de 39% conseguido na operação da Av. Radial Leste, podemos concluir que a operação carioca atingiu um benefício muito aquém do que se espera de operações desta natureza.

Tomando-se ainda como hipótese que a indicação de desequilíbrio direcional de 70% no sentido predominante e 30% noutro sentido, tem por finalidade reequilibrar o tráfego, fazendo com que a capacidade da via em ambos os sentidos possa ser otimizada, é válido

concluir que resultados desejáveis para uma operação reversível fiquem em torno de melhorias que tenham índices se aproximando dos 30%, seja pelo aumento da velocidade média ou pela diminuição do tempo de viagem, estando estes indicadores diretamente relacionados ao aumento da capacidade num sentido, sem provocar prejuízos no outro, havendo assim um cenário de congestionamento obrigatoriamente unidirecional.

Cabe aqui confirmar os dados que apontam para um equilíbrio de fluxos existente na Rua Humaitá no período de levantamento de dados pré-implantação, inclusive indicando que ambos os sentidos eram congestionados. Para isso podemos utilizar como pior cenário o Grupo 2, que representa a corrente de tráfego que cedeu uma faixa para o favorecimento do outro sentido. Este Grupo 2 tem a extensão 1.730 m e velocidade máxima regulamentada em 60 km/h e apresentou um tempo de viagem de 0:05:24 antes da implantação. Como exercício teórico, caso a velocidade máxima pudesse se manter constante com todo o percurso livre de interferências e desconsiderando período de aceleração, o tempo gasto para realizar todo o percurso seria de apenas 0:01:44.

Para melhor entender o tempo gasto para percorrer estes 1.730 m, foram identificadas as onze interseções semaforizadas em toda a extensão do percurso e levantados os tempos de vermelho como visto anteriormente no item 5.7.3, o que resultou em 0:06:01 de atraso na viagem. Assumindo a hipótese que este é um eixo importante e que dispõe de sincronização entre os ciclos semafóricos e que o tempo perdido parado pode, num pior cenário representar 50% desse tempo de vermelho, ainda assim teríamos de perda 0:03:00, o que se somados aos 0:01:44 segundos daria um tempo de viagem para se percorrer o Grupo 2 de 0:04:44, ainda assim inferior aos 0:05:24, o que aponta para a existência de um fluxo saturado.

Desta forma, fica evidenciado o cenário de alto fluxo nos dois sentidos antes da implantação da faixa reversível da Rua do Humaitá, no trecho compreendido entre as ruas Alfredo Chaves até o acesso do Túnel Rebouças, para quem acessa da Rua São Clemente no sentido Jardim Botânico, como no trecho compreendido entre a Rua Jardim Botânico até a Rua Voluntários da Pátria para quem acessa pelo bairro do Jardim Botânico, bem como da Rua Professor Abelardo Lobo até a mesma Rua Voluntários da Pátria para quem vem do bairro Lagoa.

Cabe ainda o exercício teórico de se atribuir o verdadeiro atraso e ganho, referenciados aos volumes de tráfego levantados no campo, uma vez que todos os dados de tempo de viagem trabalhados até então foram obtidos por um veículo sonda. Desta forma, para se chegar ao valor real das variações de tempo, devemos conseguir o produto do resultado da viagem de um veículo pelo fluxo de tráfego real, obtido através de contagens volumétricas no campo. Temos assim, baseados nas contagens realizadas no campo conforme item 5.7.1 (Tabela 12), e nos resultados de tempo de viagem apurado pela investigação proposta pela pesquisa, os seguintes resultados conforme Tabela 19:

Tabela 19: Resumo final apurado dos tempos associados aos fluxos durante 1 hora.

	GANHO / ATRASO (s)	FLUXO (veic/h)	GANHO / ATRASO TOTAL (s)
GRUPO 1	315 (00:05:15)	2.240	705.600 (196:00:00)
GRUPO 2	87 (00:01:27)	1.903	165.561 (45:59:21)
GRUPO 3	123 (00:02:03)	1.715	210.945 (58:35:45)
		TOTAL GERAL	329.094 (91:24:54)

Dessa forma, concluímos que o ganho de tempo total conseguido pela implantação da faixa reversível da Rua do Humaitá gira em torno de 90 horas. Considerando o fluxo anotado na

via, este número representa uma pequena modificação na fluidez registrada no tráfego local, o que se for somado com o impacto de formação de filas na alça de descida do Túnel Rebouças e no eixo formado pelo eixo formado pelas ruas Professor Abelardo Lobo, Av. Alexandre Ferreira e Av. Lineu de Paula Machado, como visto anteriormente na Figura 25, expõe tal interferência viária a críticas da opinião pública, sobretudo no momento inicial pós implantação. O fato destas operações serem estabelecidas com periodicidade diária, faz com que a rotina, ao longo do tempo, consolide as modificações realizadas num cenário onde não se perceba o real benefício ou prejuízo que elas representam, fazendo com que a opinião pública aos poucos se manifeste de forma neutra.

Com os indícios inicialmente observados que apontavam para um equilíbrio de fluxos opostos na faixa reversível do Humaitá, a pesquisa confirmou, através dos resultados obtidos:

a) Que a operação proporcionou pequeno ganho de tempo aos usuários em uma direção, além de provocar atrasos na direção contrária;

b) Que mesmo com a implantação da faixa reversível num cenário não favorável, ao longo do tempo, as operações tendem a apresentar melhorias na fluidez proporcionada pelos ajustes impostos que visam adequar o novo cenário às novas regras.

Assim, fica evidenciada a necessidade primária de serem sistematizados procedimentos tanto para a tomada de decisão, como para favorecer a eficiência ao ser implantada uma reversão de faixa.

5.10 Análise dos Procedimentos Propostos

Visando analisar os critérios de uso na reversão de faixa da Rua Humaitá, serão verificadas de forma resumidas nas tabelas a seguir, as ações praticadas pela CET Rio, visando compará-las com as sugestões apontadas na metodologia apresentada.

Tabela 20: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	***REALIZADO***
IDENTIFICAÇÃO DO DESEQUILÍBRIO DIRECIONAL	**SIM**
Identificação se deu com base em levantamentos dos fluxos direcionais através de contador eletrônico.	
IDENTIFICAÇÃO DE ATRASO NA VELOCIDADE MÉDIA	**SIM**
Identificação da diminuição da velocidade se deu por meio de viagens de carro sonda.	
VERIFICAÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA O PROBLEMA	**NÃO**
Não foi registrada a verificação de alternativas.	

Tabela 21: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

COLETA DE DADOS	REALIZADO
DETERMINAÇÃO DA EXTENSÃO DO CONGESTIONAMENTO	SIM
Dado levantado no campo.	
DETERMINAÇÃO DO HORÁRIO DE PICO	SIM
Dado identificado com base nos levantamentos dos fluxos direcionais através de contador eletrônico.	
DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM	SIM
Identificação do tempo de viagem se deu por meio de viagens de carro sonda.	
COLETA DE TEMPO DE VIAGEM – MONTANTE / JUSANTE	SIM
Identificação do tempo de viagem se deu por meio de viagens de carro sonda.	

Tabela 22: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

AVALIAÇÃO DO DESEQUILÍBRIO DIRECIONAL	REALIZADO
DETERMINAÇÃO PERCENTUAL DO DESEQUILÍBRIO DIRECIONAL	NÃO
Não foi registrado nenhum dado percentual sobre as contagens realizadas referente aos fluxos levantados.	
VERIFICAÇÃO CAPACIDADE OFERICIDA X FLUXO SOLICITADO	NÃO
Não foi registrada informação referente a esta verificação.	
ANÁLISE DA MELHOR CONFIGURAÇÃO DE PISTA	NÃO
Não foi registrada informação referente a esta análise.	

Tabela 23: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

DEFINIÇÃO DE METAS	REALIZADO
AUMENTO DO FLUXO	NÃO
Não foram estabelecidas metas para a operação.	
DIMINUIÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM	NÃO
Não foram estabelecidas metas para a operação.	
AUMENTO DA VELOCIDADE MÉDIA	NÃO
Não foram estabelecidas metas para a operação.	
MANUTENÇÃO DA VELOCIDADE NO SENTIDO DE MENOR DEMANDA	NÃO
Não foram estabelecidas metas para a operação.	
DIMINUIÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES REGISTRADOS	NÃO
Não foram estabelecidas metas para a operação.	

Tabela 24: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

ELEMENTOS NO PLANEJAMENTO E PROJETO	REALIZADO
MANUTENÇÃO DE 2 FAIXAS NO SENTIDO DE MENOR DEMANDA	SIM
A configuração original de 3:3 foi alterada para 4:2.	
RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS	SIM
Restrição prevista em portaria de regulamentação n° 7.996/2009, no artigo 1°, em seu parágrafo único.	
RESTRINGIR PARADAS DE ÔNIBUS OU REALOCÁ-LAS	SIM
Restrição prevista em portaria de regulamentação n° 7.996/2009, no artigo 3°.	
ÁREA DE TRANSIÇÃO EVITANDO ESTRANGULAMENTO	NÃO
Área de transição na área de subtração de faixa no sentido de menor demanda não apresenta sinalização gráfica horizontal que previna o estrangulamento de forma aguda.	
LARGURA DAS FAIXAS IGUAL OU SUPERIOR A 3,20m	SIM
A largura da faixa mais estreita ao longo de todo o trecho da reversão é de 3,20m.	
PREVISÃO DE AJUSTES SEMAFÓRICOS	NÃO
Os ajustes semafóricos foram feitos posteriormente à implantação, não foi realizado nenhum estudo prévio.	
PROIBIÇÃO DE ESTACIONAMENTO	SIM
Proibição prevista em portaria de regulamentação n° 7.996/2009, no artigo 2°.	
SINALIZAÇÃO GRÁFICA HORIZONTAL DE ACORDO COM DENATRAN	SIM
Sinalização gráfica implantada com linha dupla amarela seccionada, de acordo com o manual do Denatran	
SINALIZAÇÃO DE ALERTA PARA PEDESTRES JUNTO ÁS TRAVESSIAS	NÃO
Não foi realizada sinalização gráfica vertical para pedestres junto às travessias.	

Tabela 25: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

ELEMENTOS NO PLANO DE OPERAÇÕES	REALIZADO
PREVISÃO DE 1 MÊS DE OPERAÇÕES INTENSIVAS E EDUCATIVAS	NÃO
A operação intensiva em todos os pontos de interseção e travessias de pedestres foi realizada por um período de uma semana.	
OPERAÇÃO PERMANENTE COM AGENTES DE TRÁFEGO	SIM
A operação é realizada de forma efetiva, com presença de agentes em locais estratégicos em tempo integral.	
BARREIRA FIXA SEPARANDO OS FLUXOS OPOSTOS	SIM
A separação de fluxos é feita com a utilização de cones ao longo de todo o trecho de faixa revertida.	
PREVISÃO DE AÇÕES PARA A DESMOBILIZAÇÃO ANTECIPADA	NÃO
Não foi registrada a realização deste plano.	

Tabela 26: Resumo comparativo entre os procedimentos propostos e o estudo de caso.

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	REALIZADO
COLETA DE DADOS PÓS IMPLANTAÇÃO POR 4 SEMANAS	SIM
Foi registrada a realização de coleta de dados referente ao tempo de viagem por 10 semanas.	
IDENTIFICAR LOCAIS PARA POSSÍVEIS REAJUSTES SEMAFÓRICOS	SIM
Foram realizados ajustes semafóricos no dia seguinte à implantação da operação.	
IDENTIFICAR SITUAÇÕES DE VIOLAÇÃO DAS NOVAS REGRAS	NÃO
Não foi registrada informação em relação à violação das regras da operação.	
IDENTIFICAR PREJUÍZOS AOS PEDESTRES	NÃO
Não foi registrada informação a respeito.	
IDENTIFICAR E ATUAR NA FORMAÇÃO DE NOVAS FILAS NO SENTIDO DE MENOR DEMANDA APÓS A IMPLANTAÇÃO	NÃO
Não foi registrado nenhum plano para diminuir as filas formadas em vias onde antes não se registravam congestionamentos.	

Como pôde ser observado, os procedimentos adotados pela CET Rio não contemplaram 19 de 33 das etapas (57%) do procedimento proposto pela metodologia. É importante registrar que a negligência de um determinado estudo associado a uma determinada componente, pode desencadear outras interferências e impactos negativos na rede. Assim, o registro de formação de filas em vias onde antes não aconteciam, ou mesmo a sensação de pouco ganho resume bem a situação posta nesta operação, ou seja, promoveu a melhora de fluidez num determinado sentido e impôs prejuízos no sentido oposto. Dessa forma, pode-se concluir que a operação reversível do Humaitá foi implantada após um processo de planejamento não apoiado nas orientações registradas na literatura, o que produziu as deficiências observadas ao longo do estudo de caso.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Aspectos Gerais

Esta pesquisa preconiza a discussão no Brasil sobre o tema, e tem também o intuito de despertar para a importância em avançar com os estudos que visem a obtenção de resultados mais favoráveis no futuro, bem como estabelecer a melhor prática adequada à realidade nacional.

Mesmo havendo controvérsias entre os especialistas em trânsito e transportes sobre a grandeza dos benefícios das faixas reversíveis, são evidenciados os benefícios que estas operações podem proporcionar ao trafego cada vez mais saturado em grandes cidades. Mesmo elas se constituindo como um recurso para melhor lidar com o problema de oferta e demanda, os quais deveriam ser definitivamente resolvidos com obras de infraestrutura viária e investimentos em transporte público de massa, como trens, metrôs e corredores exclusivos de ônibus, as operações reversíveis são cada vez mais utilizadas com a justificativa do custo – benefício favorável.

De acordo com o apurado pela pesquisa realizada neste trabalho, serão julgadas neste capítulo final as conclusões referente aos objetivos previamente estabelecidos, bem como aspectos relevantes da dissertação como um todo, visando finalizar com recomendações e sugestões que favoreçam o avanço dos estudos sobre o tema.

6.2 Conclusões

O crescimento do tráfego em áreas urbanas tem sido motivo de preocupação em todo o mundo. Tem-se procurado um uso mais racional do espaço viário a fim de garantir melhor qualidade de vida para a população, procurando-se alternativas para se conseguir melhor

fluidez do tráfego e, por conseqüência, diminuir os custos sociais atrelados ao atraso constante produzido nos congestionamentos.

Dentre as várias medidas para melhorar as condições da fluidez nas grandes cidades, a reversão de faixa vem se tornando a preferida dentre os gestores do tráfego pelos baixos custos associados e por não demandar grandes obras no espaço viário, constituindo-se numa operação de fácil implantação, necessitando de equipamentos de suporte já existentes nos órgãos de trânsito. Porém, mesmo com o número crescente de operações reversíveis, a carência de respaldo técnico faz com que não haja maiores avanços na utilização deste sistema, provocando incertezas quanto aos resultados possíveis de serem alcançados, afetando diretamente a tomada de decisão dos gestores de tráfego.

O objetivo central de propor uma metodologia para adoção de procedimentos para implantação de faixas reversíveis foi alcançado com base na revisão bibliográfica e na pesquisa de conhecimento da prática nacional. Os procedimentos foram ordenados de forma a se estabelecer uma rotina de ações direcionadas aos estudos para a implantação e gestão de novas operações. É claro que, pela carência de publicações e estudos nacionais, o desenvolvimento de alguns procedimentos foi baseado em experiências internacionais, sendo admitida, como hipótese, a similaridade das condições gerais de utilização dos sistemas de reversão, tanto no Brasil como no exterior. Dessa maneira, o estudo da prática veio a estabelecer quais as políticas de uso adotadas no Brasil, possibilitando a confirmação da validade da adoção dos critérios extraídos dos estudos estrangeiros sobre o tema. Com o estudo de caso, foi possível avaliar com dados mais precisos, os procedimentos adotados para uma faixa reversível já implantada, decorrendo daí algumas situações que não puderam ser exploradas na medida desejada, como por exemplo, o plano

de ajustes necessários pós implantação. Contudo, foi possível comparar os procedimentos indicados na metodologia com o que foi e o que não foi feito no estudo de caso, revelando assim uma considerável parcela da ausência de procedimentos sugeridos pela literatura, expondo a fragilidade das ações. É de se destacar o fato constatado no estudo de caso, onde a falta de um desequilíbrio direcional adequado, acabou provocando turbulências não só na via onde foi implantada a faixa reversível, como também na rede como um todo, dadas as retenções no sentido prejudicado, as quais provocaram fugas por vias adjacentes.

Com resultados obtidos na pesquisa, sobretudo pelo que pode ser estabelecido como avanço no assunto, este trabalho pode se constituir numa base inicial de apoio, visando balizar as ações relacionadas ao planejamento, projeto e operação de futuras implantações destas operações no Brasil.

6.3 Recomendações

Decerto, o resultado desta pesquisa teve a pretensão de ser orientado para um tema que pouco se estudou, sobretudo no Brasil, recaindo sobre ele grande responsabilidade. Porém, o desafio de se consolidarem as operações reversíveis como uma prática de resultados previsíveis ainda requer muitos avanços. Este trabalho apresenta limitações no que diz respeito ao maior detalhamento das etapas que compõe a metodologia, fato que tem como principal fundamento a inexistência de estudos anteriores que respaldassem com uma análise mais aprofundada dos critérios que são comumente utilizados nas operações. Dessa forma, esta pesquisa pode ser utilizada como início de uma discussão mais ampla e detalhado sobre o tema.

Ficou estabelecida a clara necessidade de se empregar os métodos de simulações computacionais, visando contribuir com a previsibilidade dos resultados, orientando o planejamento e o projeto de forma a prever as respostas necessárias às interferências surgidas pela alteração das regras impostas ao tráfego. Assim, uma modelagem direcionada às modificações na configuração de pista em função da reversão de uma ou mais faixas é recomendada, representando um avanço importante para se estabelecerem ações que não puderam ser mensuradas neste trabalho. De acordo com o que foi visto no estudo de caso, impactos na rede como a formação de filas onde antes elas inexistiam, poderão ser melhor avaliados em estudos de simulação, visando evitar que haja a migração do problema.

Podem ser relacionadas outras duas recomendações que teriam importância na complementação deste tema. A primeira refere-se à validade das metas orientadas na metodologia, uma vez que as ações foram extraídas de estudo sobre a prática e experiência norte-americana, sendo necessário o embasamento mais específico em estudos nacionais, sobretudo no que se refere à infra-estrutura viária. A segunda se refere à necessidade de se realizar um estudo de caso na cidade de São Paulo, visando investigar as razões da ausência de informações registradas para essa pesquisa, pois não ficou claro o motivo pelo qual tão poucos dados puderam ser obtidos.

Outro aspecto importante, que foi observado na pesquisa, mas que não teve o aprofundamento que se faz necessário, diz respeito à sinalização gráfica empregada. A liberdade de se criarem novas mensagens e formas para o alerta e regulamentação de operações reversíveis pode ser prejudicial a uma interpretação única de todos os usuários. Assim, a familiarização com os símbolos, formas e cores dos gráficos destinados a uma

operação reversível deveria requerer uma padronização mais específica em prol da segurança e até mesmo para consolidação das regras impostas por este tipo de operação. Recomenda-se a padronização da sinalização gráfica no que se refere aos sinais verticais, não só os destinados ao alerta e regulamentação de uso aos condutores, como também a criação de sinais indicativos aos pedestres. Recomendam-se também critérios para a implantação de sinalização gráfica horizontal, não só a que se refere à divisão de pista, mas também as marcas de pavimento na área de transição, como as canalizações e extensão das linhas que induzam à diminuição de faixa no sentido de menor demanda.

Com o resultado da comparação do que foi e o que não foi feito no estudo de caso, ficou evidenciada a necessidade de se conhecer melhor os ajustes que devem ser realizados no momento da avaliação de resultados pós implantação. Ações como a reprogramação semafórica, reposicionamento de blocos semafóricos e marcação de faixa de retenção na faixa revertida, além de estudos sobre dinâmica do tráfego de coletivos nos trechos de operação, podem ser melhor explorados, resultando outras considerações importantes que complementem o que foi tratado nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

***"A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (*Green Book*)"**, 4th ed., American Association of State Highway and Transportation Officials - AASHTO, Washington, D.C., 2001. Disponível em: http://bookstore.transportation.org/. Acessado em: 17 abr. 2011.

"A Toolbox for Alleviating Traffic Congestion and Enhancing Mobility", Institute of Transportation Engineers, Washington D.C., 1997. Disponível em: http://www.ite.org. Acessado em: abr. 2011.

"A Toolbox for Alleviating Traffic Congestion", Institute of Transportation Engineers, Washington D.C., 1989. Disponível em: http://www.ite.org. Acessado em: 15 abr. 2011.

"Traffic Engineering Handbook" Institute of Transportation Engineers, , 5th ed., J.L. Pline, Ed., Prentice–Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1999, Disponível em: http://www.ite.org. Acessado em: 15 abr. 2011.

AGENT, K. & CLARK, J., **Evaluation of Reversible Lanes** (Nicholasville Road; Lexington Kentucky), Research Report 549, Kentucky Department of Transportation, Lexington, 1980.

ARNOLD, S.R., **Tidal Flow Traffic** - Traffic Engineering and Control, Vol. 4, No. 8, pp. 452 - 456, 1962.

BARTELSMEYER, R.R., **Reversible Freeway Lanes on the Northwest Expressway in Chicago**, Traffic Quarterly, Vol. 16, No. 2, 1962.

BLACK, A., **Urban Mass Transportation Planning**, McGraw - Hill, New York, N.Y., 1995.

BRETHERTON, W.M. & ELHAJ, M., **Is a Reversible Lane System Safe?**, 1996 Compendium of Technical Papers, 66th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers - ITE, Minneapolis, Minn., 1996.

CARDOSO, C. Paiva, **Qual o Número de Veículos que Circula em São Paulo?**, 2007. Disponível em: http://www.cetsp.com.br/consultas/notas-tecnicas.aspx. Acessado em: 17 jun. 2011.

CAUDILL, R.J. & KUO N.M, **Development of an Interactive Planning Model for Contraflow Lane Evaluation**, Transportation Research Record 906, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1983.

Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro – Coleta de dados direta na Gerência de Planejamento em ago. 2011.

CONTRAN (2007) – **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol.II e IV**, DENATRAN. Disponível em: www.denatran.gov.br. Acessado em: 2 jun. 2011.

DEROSE, F., **Reversible Center-Lane Traffic System - Directional and Left-Turn Usage**, Highway Research Record 151, Highway Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1966.

DEY, S. & ADEN, Y., Institute of Transportation Engineers (ITE) – **Reversible Lane Operation for Arterial Roadways: The Washington, DC, USA Experience**, 2005. Disponível em: www.ite.org/. Acessado em 2 mar. 2011.

DORSEY, R.T., **The Use of the Off-Center Lane Movement in Los Angeles, Traffic Quarterly**, Vol. 2, No. 3, p. 291–302, 1948.

ELVIK, R. *et al*, **The Handbook of Road Safety Measures**, Esmeral Group Publishing, Bingley U.K. 2004.

G1 (site): **"Acidente na Faixa Reversível da Av. Niemeyer"**, 2009. Disponível em http://g1.globo.com/Noticias/Rio/0,,MUL13216-5604,00.html. Acessado em: 4 mar. 2011.

GLICKMAN, T.S., **Optimal Periodic Control of Reversible Traffic Operations**, Ph.D. dissertation, Johns Hopkins University, Baltimore, Md., 1970.

HART, A., **Reversible Lane on US 78 in Gwinnett Going Away**, The Atlanta Journal-Constitution, Geórgia USA, 2009.

HEMPHILL, J. & SURTI, V.H, **A Feasibility Study of a Reversible - Lane Facility for a Denver Street Corridor**, Transportation Research Record 514, 1974.

LAMSA VIA EXPRESSA (site) - **Boletim Informativo ano 7 N° 29**, 2007. Disponível em: www.lamsa.com.br. Acessado em: 4 abr. 2011.

LATHROP, W.H., **Reversible Roadway Controls - Traffic Quarterly**, Vol. 26, No. 1, pp. 133–147, 1972.

LEIB, J., **Reversible lane on I-70 would have mixed effects**, The Denver Post, Denver USA, 2010.

LINK, D., **Freeway Contraflow Bus Lanes: Some Policy and Technical Issues**, Traffic Engineering, Vol. 44, No. 1, 1975.

MACDORMAN, L.C., **Case Study in Sensitivity of Highway Economic Factors**, Highway Research Record 100, Highway Research Board, Washington, D.C., 1965.

"Managed Lanes at Texas Transportation Institute", Texas Transportation Institute, College Station, Texas., 2002. Disponível em: http://managed-lanes.tamu.edu. Acessado em: 25 jun. 2011.

"Manual on Uniform Traffic Control Devices" (MUTCD). U.S. Departament of Transportation – Federal Highway Administration, Washington D.C., 2009. Disponível em: http://mutcd.fhwa.dot.gov/. Acessado em: 15 mai. 2011.

MARKOVETZ, S. & R. Dorroh, **Leetsdale Drive Reversible Lane Design** Study: Denver, Colorado, 1995.

McDOWELL, F., Entrevista concedida ao site Zero Hora - **Inversão de via é operação de risco,** 2009. Disponível em: http://zerohora.com.br/zerohora. Acessado em: 12 nov. 2010.

"Operação Faixa Reversível – Eficiência e Economia na Radial Leste" – Gerência de Engenharia de Tráfego / 3 – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, 1996.

"Pesquisa Faixa Reversível – Motoristas e Pedestres" – Gerência de Projetos Viários – Pesquisa – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, 1995.

Revista Digital Barrazine (site): **"Implantada Faixa Reversível na Reserva"**, 2011, Disponível em: www.barrazine.com.br/noticias.htm. Acessado em: 30 set. 2011.

"The Guide for the Design of High Occupancy Vehicle Facilities", Departament of Transportation, Alabama - American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1992.

THORPE, J.D., **Off-Centre Street Operation in Melbourne,** Traffic Engineering, Vol. 36, No. 11, 1966.

TUCSON, G., **Grant Road Reversible Lane Traffic Flow and Crash Analysis With Update of The Broadway Reversible Lane Study – Tucson**, Arizona, USA 2005.

UPCHURCH, J.E., **Characteristics of Reversible Flow on a Six Lane Urban Arterial**, M.S. thesis, University of Illinois, Urbana, 1971.

URBANIK, T. & HOLDER, R.W., **Evaluation of Priority Techniques for High-Occupancy Vehicles on Arterial Streets**, Research Report Number 205-5, 1977.

URBINA, E. & WOLSHON, B., **National Review of Hurricane Evacuation Plans and Policies: A Comparison and Contrast of State Practices**, Transportation Research, Part A: Policy and Practice, Vol. 37, No. 3, 2003.

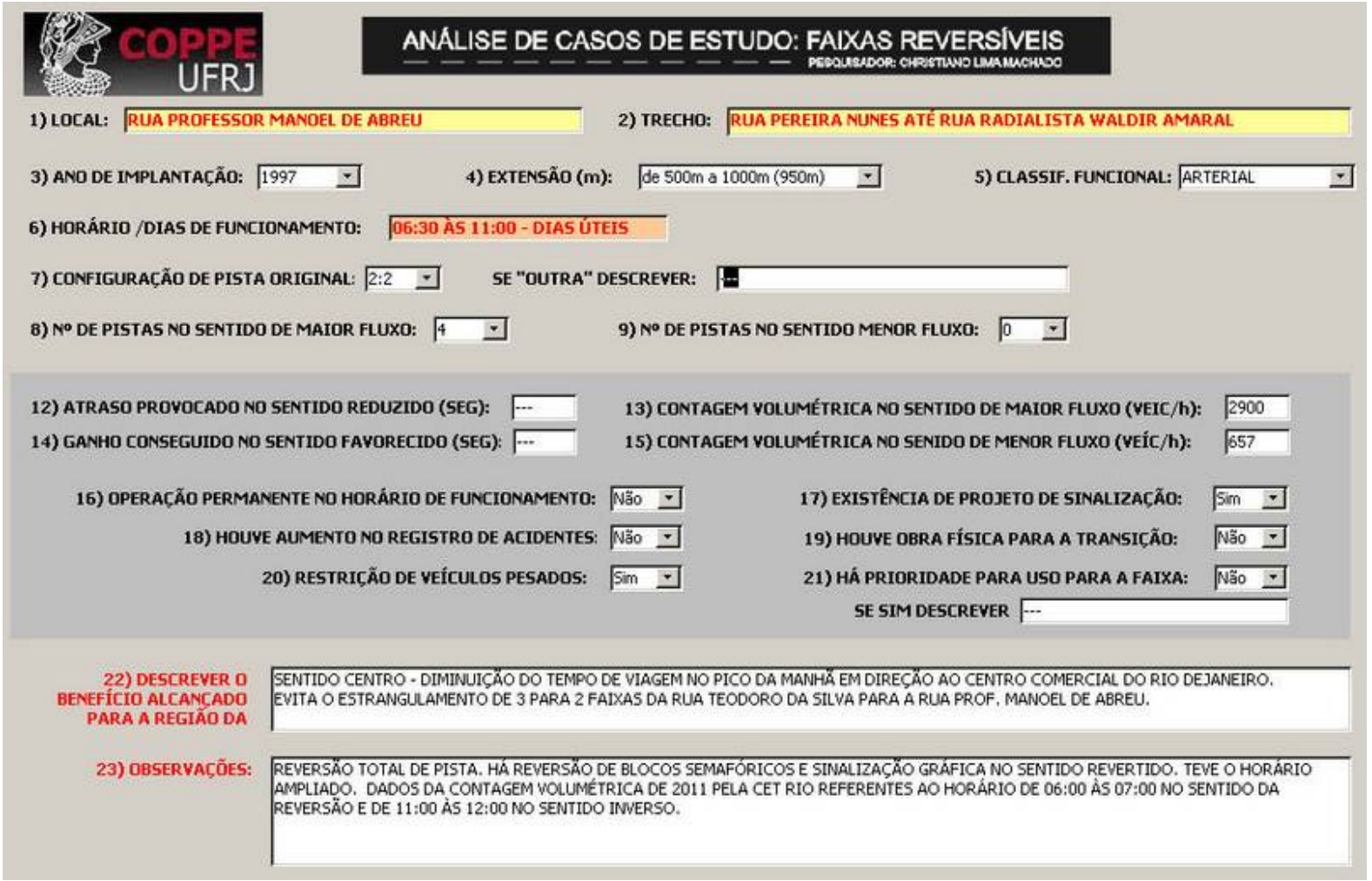
WOLSHON, B. & LAMBERT, L., **Characterization and comparison of traffic flow on reversible roadways**, Journal of Advanced Transportation, Los Angeles, USA, 2010.

WOLSHON, B. & LAMBERT, L., *et. al* , Federal Highway Administration (FHWA) – **National Cooperative Highway Research Program, *Convertible Roadways and Lanes* – "Synthesis 340"**, 2004. Disponível em: www.fhwa.dot.gov/. Acessado em 20 jan. 2011.

WOLSHON, B. & LAMBERT, L., Federal Highway Administration (FHWA) – **Planning and Operational Pratices for Reversible Lanes Roadways**, 2006. Disponível em: www.fhwa.dot.gov/. Acessado em 23 fev.2011.

WOLSHON, B., **Analysis of Reverse Flow Traffic Operations Phase I: Urban Sporting Event Measurement and Evaluation**, Califórnia, 2002.

ANEXO A



COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: RUA PROFESSOR MANOEL DE ABREU

2) TRECHO: RUA PEREIRA NUNES ATÉ RUA RADIALISTA WALDIR AMARAL

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1997

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (950m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 11:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 0

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 2900

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 657

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Não

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO CENTRO - DIMINUIÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM NO PICO DA MANHÃ EM DIREÇÃO AO CENTRO COMERCIAL DO RIO DEJANEIRO. EVITA O ESTRANGULAMENTO DE 3 PARA 2 FAIXAS DA RUA TEODORO DA SILVA PARA A RUA PROF. MANOEL DE ABREU.

23) OBSERVAÇÕES: REVERSÃO TOTAL DE PISTA. HÁ REVERSÃO DE BLOCOS SEMAFÓRICOS E SINALIZAÇÃO GRÁFICA NO SENTIDO REVERTIDO. TEVE O HORÁRIO AMPLIADO. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2011 PELA CET RIO REFERENTES AO HORÁRIO DE 06:00 ÀS 07:00 NO SENTIDO DA REVERSÃO E DE 11:00 ÀS 12:00 NO SENTIDO INVERSO.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. NIEMEYER

2) TRECHO: AV. PREF. MENDES DE MORAIS ATÉ AV. DELFIM MOREIRA

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2001

4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (3750m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 10:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 1:1

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 2

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 0

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 2739

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 715

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO CENTRO. MELHORAR O TEMPO DE VIAGEM NO PICO DA MANHÃ DIMINUINDO OS CONGESTINAMENTOS NA CHEGADA À PRÓPRIA AV. NIEMEYER E NO TRECHO DE CHEGADA À AV. DELFIM MOREIRA.

23) OBSERVAÇÕES: REVERSÃO TOTAL DE PISTA. ESTA FAIXA REVERSÍVEL SE UNE À FAIXA REVERSÍVEL DA ORLA, DESDE A AV. DELFIM MOREIRA AÉ O TÚNEL DO PASMADO. SINALIZAÇÃO LUMINOSA IMPLANTADA EM JUNHO DE 2011. TEVE O HORÁRIO AMPLIADO. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2008 PELA CET RIO REFERENTES AO HORÁRIO DE 07:00 ÀS 08:00 NO SENTIDO DA REVERSÃO E DE 11:00 ÀS 12:00 NO SENTIDO INVERSO.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. RODRIGUES ALVES

2) TRECHO: RUA PROF. PEREIRA REIS ATÉ AV. RIO DE JANEIRO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1999

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (800m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 16:00 ÀS 20:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 3922

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 1191

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO AV. BRASIL (ZONA OESTE). MELHORAR O TEMPO DE VIAGEM NO PICO DA TARDE SAINDO DO CENTRO DO RIO DE JANEIRO EM DIREÇÃO À AV. BRASIL, SENTIDO ZONA OESTE. AJUDA A DESAFOGAR O TRÂNSITO QUE SE COMPLICA AINDA MAIS PELA EXISTÊNCIA DE PONTO DE ÔNIBOS DE FRENTE PARA A RODOVIÁRIA NOVO RIO.

23) OBSERVAÇÕES: TEVE O HORÁRIO AMPLIADO PARA O HORÁRIO ATUAL EM 2007. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2009 PELA CET RIO REFERENTES AO HORÁRIO DE 18:00 ÀS 19:00.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: RUA HUMAITÁ

2) TRECHO: RUA DAVID CAMPISTA ATÉ RUA MIGUEL PEREIRA

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2009

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (550m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 17:00 ÀS 20:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): 45

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 2240

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): 345

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 1903

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO JARDIM BOTÂNICO. DIMINUIR O TEMPO DE VIAGEM NA RUA HUMAITÁ NO PICO DA TARDE MINIMIZANDO CONGESTIONAMENTOS DO CORREDOR RUA SÃO CLEMNTE - RUA HUMAITÁ.

23) OBSERVAÇÕES: HÁ RESTRIÇÃO PARA TRÁFEGO DE ÔNIBOS E VEÍCULOS DE CARGA. HÁ RESTRIÇÃO DE ESTACIONAMENTO AO LONGO DO TRECHO. HÁ PROIBIÇÃO DE GIRO NO CANTEIRO CENTRAL EXISTENTE. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2011 PELA PESQUISA REFERENTES AO HORÁRIO DE 17:00 ÀS 18:00.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. VISCONDE DE NITERÓI

2) TRECHO: RUA POTERI ATÉ AV. BARLOLOMEU DE GUSMÃO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1997

4) EXTENSÃO (m): de 1000m a 2000 (1400m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 1660

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 252

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Não

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO CENTRO. DIMINUIR O TEMPO DE VIAGEM NO PICO DA MANHÃ MINIMIZANDO CONGESTIONAMENTOS NA CHEGADA À QUINTA DA COA VISTA.

23) OBSERVAÇÕES: TRANSIÇÃO DE VOLTA À CONFIGURAÇÃO TRADICIONAL TEVE OBRA PARA ABERTURA DE CANTEIRO CENTRAL EXISTENTE. RESTRIÇÃO PARA VEÍCULOS DE CARGA E ÔNIBUS. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2005 PELA CET RIO REFERENTES AO HORÁRIO DE 07:00 ÀS 08:00.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: RUA JARDIM BOTÂNICO

2) TRECHO: RUA GEN. GARZON ATÉ RUA FREI VELOSO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1987

4) EXTENSÃO (m): de 1000m a 2000 (1800m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 17:00 ÀS 21:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 2445

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 553

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Não

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA

SENTIDO GÁVEA. DIMINUIR TEMPO DE VIAGEM NA RUA JARDIM BOTÂNICO NO PICO DA TARDE PARA QUEM DEIXA O CENTRO DO RIO ATRAVÉS DO TÚNEL REBOUÇAS, COMO TAMBÉM QUE VEM DE BOTAFOGO.

23) OBSERVAÇÕES:

APESAR DAS MUITAS INTERSEÇÕES, ALGUMAS SEMAFORIZADAS, AO LONGO DO TRECHO, NÃO HÁ IMPLANTAÇÃO DE FAIXA DE RETENÇÃO LOCALIZADA NA ÁREA DE PISTA REVERTIDA. SINALIZAÇÃO DEFICIENTE NAS INTERSEÇÕES. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2008 PELA CET RIO REFERENTES AO HORÁRIO DE 18:00 ÀS 19:00.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: ORLAS LEBLON, IPANEMA E COPACABANA

2) TRECHO: PÇA. RUBEM DÁRIO ATÉ AV. PRINCESA PRINCESA ISABEL

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1982

4) EXTENSÃO (m): acima de 5000m (7100m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 07:00 ÀS 10:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 6

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 0

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 4169

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 1392

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO LEME (CENTRO). DIMINUIR O TEMPO DE VIAGEM NO PICO DA MANHÃ PELA ADOÇÃO DE MÃO ÚNICA DAS VIAS: AV. DELFIM MOREIRA, AV. VIEIRA SOUTO E AV. ATLÂNTICA, AS QUAIS CORRESPONDEM ÀS ORLAS DAS PRAIAS DO LEBLON, IPANEMA E COPACABANA, RESPECTIVAMENTE.

23) OBSERVAÇÕES: A RUA JOAQUIM NABUCO FAZ PARTE DO CORREDOR, TENDO O SENTIDO REVERTIDO NA HORA DA OPERAÇÃO. HÁ TAMBÉM UMA DIFERENÇA NO NÚMERO DE FAIXAS. NA JOAQUIM NABUCO SÃO 2 FAIXAS AO INVÉS DE 3, NÃO HAVENDO PROBLEMA PELA DIMINUIÇÃO DE FAIXAS, POIS A RUA FRANCISCO OTAVIANO TAMBÉM OPERA NO SENTIDO DA PRIORIDADE. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2009 PELA CET RIO REFERENTES À MEDIA DO EIXO COMPOSTO PELAS TRÊS VIAS NO HORÁRIO DE 08:00 ÀS 09:00 NO SENTIDO DA REVERSÃO E DE 10:00 ÀS 11:00 NO SENTIDO INVERSO.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. PRINCESA ISABEL E TÚNEIS

2) TRECHO: AV. ATLÂNTICA ATÉ AV. REP. NESTOR MOREIRA

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1983

4) EXTENSÃO (m): de 1000m a 2000 (1900m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 07:00 ÀS 10:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 4:4

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 6

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 6200

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 4015

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Não

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO BOTAFOGO (CENTRO). DIMINUIR O TEMPO DE VIAGEM NO PICO DA MANHÃ PELA ADOÇÃO DE MÃO ÚNICA DAS VIAS: AV. PRINCESA ISABEL, TÚNEL ENG. COELHO CINTRA, AV. LAURO SODRÉ, TÚNEL DO PASMADO E AV. DAS NAÇÕES UNIDAS.

23) OBSERVAÇÕES: OBRA FÍSICA REALIZADA NA CHEGADA À AV. REP. NESTOR MOREIRA. SENTIDO DE MAIOR FLUXO É SEGREGADO PELO CANTEIRO CENTRAL, POR ESSE MOTIVO NÃO HAVENDO INTERSEÇÕES NO TRECHO. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2010 PELA CET RIO REFERENTES APENAS À AV. PRINCESA ISABEL NO HORÁRIO DE 08:00 ÀS 09:00.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. LÚCIO COSTA

2) TRECHO: AV. DO CONTORNO ATÉ EDIFICAÇÃO Nº 9.500

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2011

4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (5000m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 10:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: ---

SE "OUTRA" DESCREVER: 1:2

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 2

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 1036

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 362

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

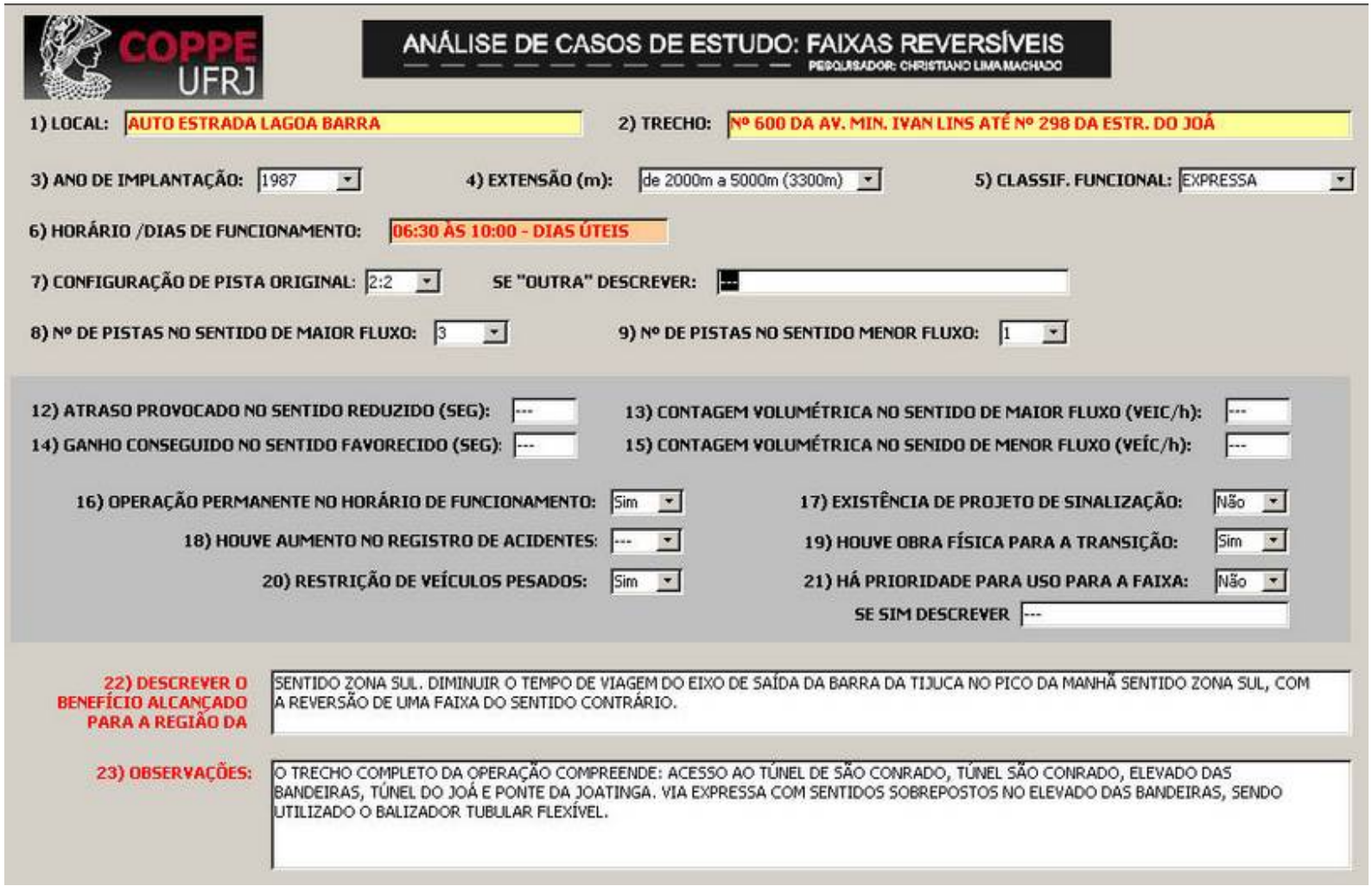
SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA

SENTIDO QUEBRA MAR. INVERTE A CONFIGURAÇÃO DESEQUILIBRADA QUE JÁ EXISTE BENEFICIANDO O PICO DA TARDE. FAZ A INVERSÃO DO SENTIDO DE PRIORIDADE, OPERANDO DUAS FAIXAS NO PICO DA MANHÃ EM DIREÇÃOÀ BARRA DA TIJUCA.

23) OBSERVAÇÕES:

NÃO HÁ INTERSEÇÕES DURANTE TODO O TRECHO DESTA OPERAÇÃO. DADOS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DE 2010, COLETADOS ANTERIORMENTE À IMPLANTAÇÃO DA OPERAÇÃO REFERENTES AO HORÁRIO DE 08:00 ÀS 09:00.


COPPE
UFRJ
ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS
PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO
1) LOCAL: AUTO ESTRADA LAGOA BARRA
2) TRECHO: Nº 600 DA AV. MIN. IVAN LINS ATÉ Nº 298 DA ESTR. DO JOÁ
3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1987
4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (3300m)
5) CLASSIF. FUNCIONAL: EXPRESSA
6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 10:00 - DIAS ÚTEIS
7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2
SE "OUTRA" DESCREVER: ---
8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3
9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1
12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---
13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---
14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---
15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---
16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim
17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não
18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---
19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim
20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim
21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não
SE SIM DESCREVER ---
22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA
SENTIDO ZONA SUL. DIMINUIR O TEMPO DE VIAGEM DO EIXO DE SAÍDA DA BARRA DA TIJUCA NO PICO DA MANHÃ SENTIDO ZONA SUL, COM A REVERSÃO DE UMA FAIXA DO SENTIDO CONTRÁRIO.
23) OBSERVAÇÕES:
O TRECHO COMPLETO DA OPERAÇÃO COMPREENDE: ACESSO AO TÚNEL DE SÃO CONRADO, TÚNEL SÃO CONRADO, ELEVADO DAS BANDEIRAS, TÚNEL DO JOÁ E PONTE DA JOATINGA. VIA EXPRESSA COM SENTIDOS SOBREPOSTOS NO ELEVADO DAS BANDEIRAS, SENDO UTILIZADO O BALIZADOR TUBULAR FLEXÍVEL.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: LINHA AMARELA

2) TRECHO: PRAÇA DO PEDÁGIO ATÉ VIADUTO DE MANGUINHOS (SAÍDA B)

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2007

4) EXTENSÃO (m): acima de 5000m (6800m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: EXPRESSA

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): 70

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 7853

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): 600

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 4232

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: SENTIDO FUNDÃO. DAR MAIOR FLUIDEZ AO TRAFEGO QUE TEM ORIGEM NA ZONA OESTE - JACAREPAGUÁ, BARRA E RECREIO DOS BANDEIRANTES.

23) OBSERVAÇÕES: VIA EXPRESSA OPERADA PELA CONCESSIONÁRIA LAMSA. POSSUI, ALÉM DA OPERAÇÃO PERMANENTE, SINALIZAÇÃO LUMINOSA E BALIZADOR TUBULAR FLEXÍVEL. HÁ PROIBIÇÃO PARA O TRÁFEGO DE MOTOS.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: PONTE DAS BANDEIRAS - AV. SANTOS DUMONT

2) TRECHO: PRAÇA CAMPO DE BAGATELE E ATÉ RUA DOS BANDEIRANTES

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1997

4) EXTENSÃO (m): de 1000m a 2000 (1500m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 4:4

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 5

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 3

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): 10

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 5200

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): 50

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 1800

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: ---

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER: ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO

23) OBSERVAÇÕES: HÁ PROIBIÇÃO PARA O TRÁFEGO DE MOTOS.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. LUIZ DUMONT VILARES

2) TRECHO: RUA VIRI ATÉ PRAÇA ORLANDO SILVA

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1998

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (780m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 4:4

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 5

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 3

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO

23) OBSERVAÇÕES:

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: PONTE DA CASA VERDE

2) TRECHO: AV. BRAZ LEME ATÉ RUA BARONESA DE PORTO CARREIRO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: ---

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (850m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

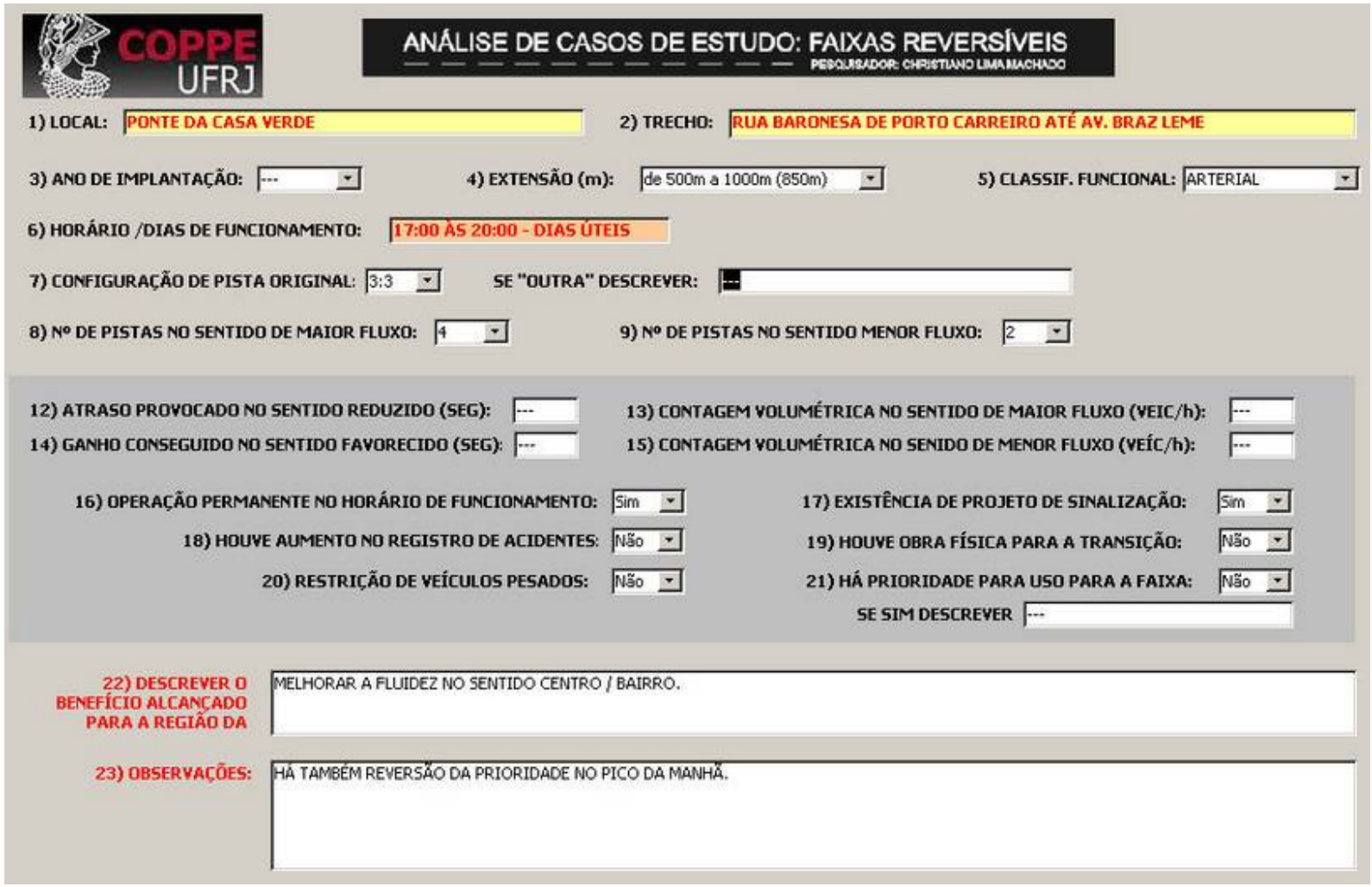
20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: HÁ TAMBÉM REVERSÃO DA PRIORIDADE NO PICO DA TARDE.


COPPE
UFRJ
ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS
PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO
1) LOCAL: PONTE DA CASA VERDE
2) TRECHO: RUA BARONESA DE PORTO CARREIRO ATÉ AV. BRAZ LEME
3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: ---
4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (850m)
5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL
6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 17:00 ÀS 20:00 - DIAS ÚTEIS
7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3
SE "OUTRA" DESCREVER: ---
8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4
9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2
12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---
13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---
14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---
15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---
16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim
17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim
18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não
19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não
20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não
21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não
SE SIM DESCREVER ---
22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA
MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO CENTRO / BAIRRO.
23) OBSERVAÇÕES:
HÁ TAMBÉM REVERSÃO DA PRIORIDADE NO PICO DA MANHÃ.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: PONTE DOS REMÉDIOS

2) TRECHO: AV. DOS REMÉDIOS ATÉ RUA MAJOR PALADINO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2003

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (630m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

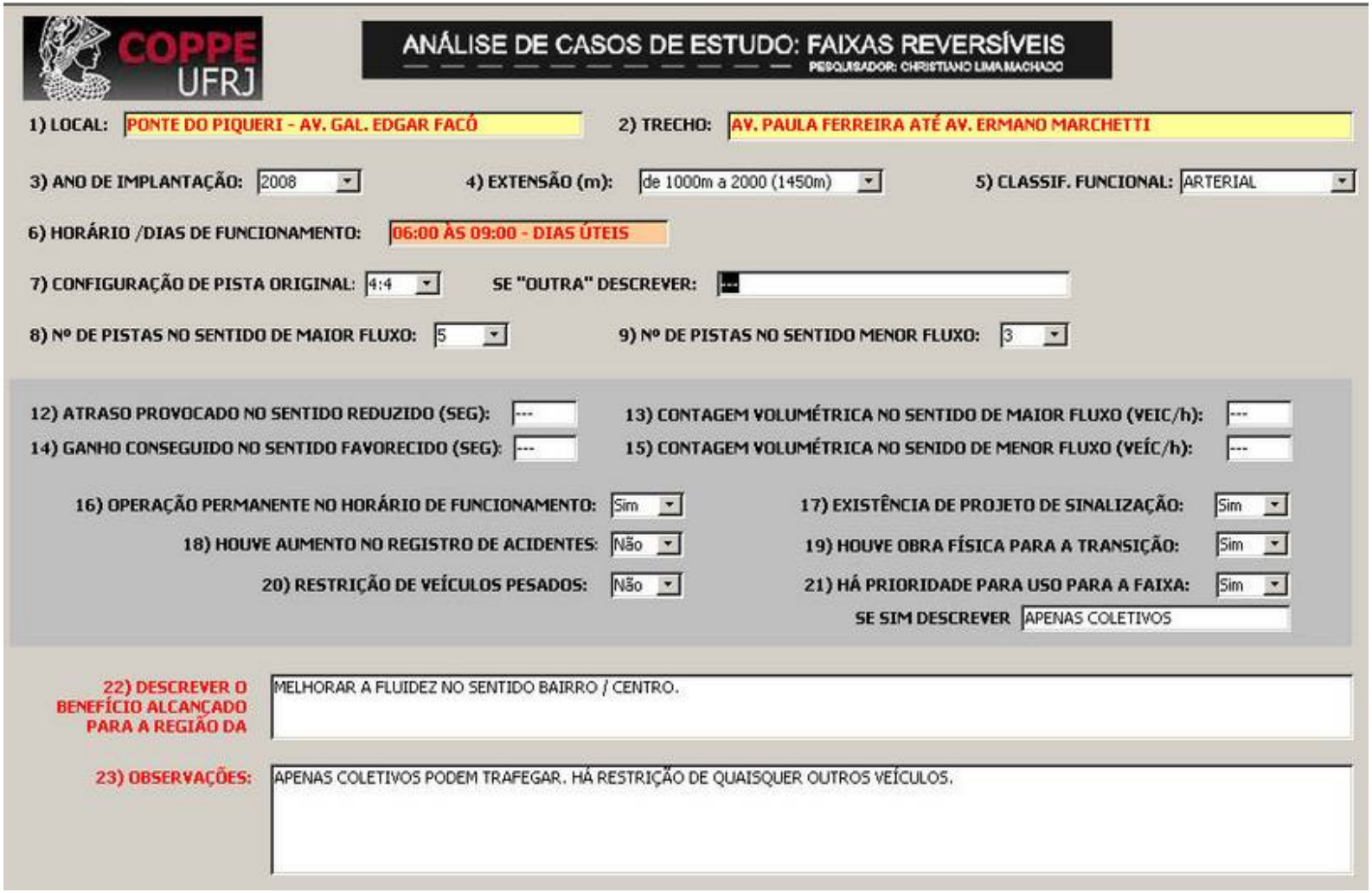
20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES:



COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: PONTE DO PIQUERI - AV. GAL. EDGAR FACÓ

2) TRECHO: AV. PAULA FERREIRA ATÉ AV. ERMANO MARCHETTI

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2008

4) EXTENSÃO (m): de 1000m a 2000 (1450m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 4:4

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 5

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 3

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Sim

SE SIM DESCREVER: APENAS COLETIVOS

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: APENAS COLETIVOS PODEM TRAFEGAR. HÁ RESTRIÇÃO DE QUAISQUER OUTROS VEÍCULOS.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. RADIAL LESTE

2) TRECHO: VIADUTO PIRES DO RIO ATÉ RUA DO GLICÉRIO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1997

4) EXTENSÃO (m): acima de 5000m (5850m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: ---

SE "OUTRA" DESCREVER: VÁRIAS CONFIGURAÇÕES

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: ---

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: ---

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 12000

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: VIA POSSUI CONFIGURAÇÕES DE 3 A 5 FAIXAS POR SENTIDO, SENDO REVERTIDA 1 OU DUAS FAIXAS AO LONGO DO TRECHO. HÁ TAMBÉM REVERSÃO DA PRIORIDADE NO PICO DA TARDE.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. RADIAL LESTE

2) TRECHO: RUA DO GLICÉRIO ATÉ RUA VILELA

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1998

4) EXTENSÃO (m): acima de 5000m (6900m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 17:00 ÀS 19:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: ---

SE "OUTRA" DESCREVER: VÁRIAS CONFIGURAÇÕES

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: ---

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: ---

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 12000

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO CENTRO / BAIRRO.

23) OBSERVAÇÕES: VIA POSSUI CONFIGURAÇÕES DE 3 A 5 FAIXAS POR SENTIDO, SENDO REVERTIDA APENAS UMA FAIXA AO LONGO DO TRECHO. HÁ TAMBÉM REVERSÃO DA PRIORIDADE NO PICO DA MANHÃ.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. CELSO GARCIA

2) TRECHO: RUA TUIUTI ATÉ RUA JAIRO GÓES

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2008

4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (4870m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 05:00 ÀS 08:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): 900

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Sim

SE SIM DESCREVER: APENAS COLETIVOS

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: APENAS COLETIVOS PODEM TRAFEGAR. HÁ RESTRIÇÃO DE QUAISQUER OUTROS VEÍCULOS. HÁ TAMBÉM REVERSÃO DA PRIORIDADE NO PICO DA TARDE.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. CELSO GARCIA

2) TRECHO: RUA JOAQUIM NABUCO ATÉ RUA DUARTE DE CARVALHO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2008

4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (4570m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 15:30 ÀS 20:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): 900

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO CENTRO / BAIRRO.

23) OBSERVAÇÕES: NÃO HÁ PRIORIDADE DE USO PARA COLETIVOS COMO ACONTECE NA OPERAÇÃO QUE OCORRE NO SENTIDO INVERSO NO PICO DA MANHÃ.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. PENHA DE FRANÇA

2) TRECHO: RUA CAQUITO ATÉ RUA HENRIQUE SOUZA QUEIROZ

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2008

4) EXTENSÃO (m): até 250m (100m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 08:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: ---

SE "OUTRA" DESCREVER: 2:0 - SENTIDO ÚNICO

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 1

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Sim

SE SIM DESCREVER: APENAS COLETIVOS

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: VIA ORIGINALMENTE EM MÃO DUPLA QUE REVERTE AS DUAS FAIXAS FICANDO SENTIDO ÚNICO. VIA ORIGINALMENTE EM MÃO ÚNICA DE DUAS PISTAS QUE REVERTE UMA PARA TRÁFEGO EXCLUSIVO DE COLETIVOS. APENAS COLETIVOS PODEM TRAFEGAR. HÁ RESTRIÇÃO DE QUAISQUER OUTROS VEÍCULOS.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: R. MELO PEIXOTO / R. CATIGUÁ

2) TRECHO: RUA AIAMÁ ATÉ AV. ÁLVARO RAMOS

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2002

4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (3230m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 1:1

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 2

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 0

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: VIA ORIGINALMENTE EM MÃO DUPLA QUE REVERTE UMA FICANDO SENTIDO ÚNICO.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: TÚNEL JÂNIO QUADROS

2) TRECHO: TODA EXTENSÃO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1994

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (930m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 09:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: ---

SE "OUTRA" DESCREVER: 2:0

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 0

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 2220

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: VIA DE DUAS PISTAS EM SENTIDO ÚNICO TOTALMENTE REVERTIDA NO HORÁRIO DA OPERAÇÃO.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. MORUMBI - AV. GIOVANNI GRONCHI

2) TRECHO: RUA JOSÉ PEPE ATÉ RUA ALBERTO PENTEADO

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: ---

4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (760m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:30 ÀS 09:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 2:2

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 3

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 1

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Não

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Não

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Sim

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não

SE SIM DESCREVER ---

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES:

COPPE
UFRJ
ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS
PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO
1) LOCAL: PONTE JOÃO DIAS
2) TRECHO: PONTE JOÃO DIAS (INCLUSIVE) ATÉ RUA BENTO BRANCO DE ANDRADE FII
3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 1997
4) EXTENSÃO (m): de 500m a 1000m (950m)
5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL
6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 08:30 - DIAS ÚTEIS
7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3
SE "OUTRA" DESCREVER: ---
8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4
9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2
12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---
13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): 5000
14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---
15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): 3000
16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim
17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim
18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: Não
19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim
20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não
21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Não
SE SIM DESCREVER ---
22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA
MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.
23) OBSERVAÇÕES:

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. M´BOI MIRIM

2) TRECHO: RUA DANIEL KLAIN ATÉ AV. GUIDO CALOI

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2010

4) EXTENSÃO (m): de 2000m a 5000m (2430m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 05:30 ÀS 08:30 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): 660

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Sim

SE SIM DESCREVER: APENAS COLETIVOS

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

23) OBSERVAÇÕES: APENAS COLETIVOS PODEM TRAFEGAR. HÁ RESTRIÇÃO DE QUAISQUER OUTROS.

COPPE UFRJ

ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO: FAIXAS REVERSÍVEIS

PESQUISADOR: CHRISTIANO LIMA MACHADO

1) LOCAL: AV. ORDEM E PROGRESSO

2) TRECHO: PRAÇA DEL. AMOROSO NETO ATÉ PRAÇA LUÍS CARLOS MESQUITA

3) ANO DE IMPLANTAÇÃO: 2011

4) EXTENSÃO (m): de 1000m a 2000 (1220m)

5) CLASSIF. FUNCIONAL: ARTERIAL

6) HORÁRIO /DIAS DE FUNCIONAMENTO: 06:00 ÀS 09:00 - DIAS ÚTEIS

7) CONFIGURAÇÃO DE PISTA ORIGINAL: 3:3

SE "OUTRA" DESCREVER: ---

8) Nº DE PISTAS NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO: 4

9) Nº DE PISTAS NO SENTIDO MENOR FLUXO: 2

12) ATRASO PROVOCADO NO SENTIDO REDUZIDO (SEG): ---

13) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENTIDO DE MAIOR FLUXO (VEIC/h): ---

14) GANHO CONSEGUIDO NO SENTIDO FAVORECIDO (SEG): ---

15) CONTAGEM VOLUMÉTRICA NO SENIDO DE MENOR FLUXO (VEÍC/h): ---

16) OPERAÇÃO PERMANENTE NO HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO: Sim

17) EXISTÊNCIA DE PROJETO DE SINALIZAÇÃO: Sim

18) HOUVE AUMENTO NO REGISTRO DE ACIDENTES: ---

19) HOUVE OBRA FÍSICA PARA A TRANSIÇÃO: Sim

20) RESTRIÇÃO DE VEÍCULOS PESADOS: Não

21) HÁ PRIORIDADE PARA USO PARA A FAIXA: Sim

SE SIM DESCREVER: APENAS COLETIVOS

22) DESCREVER O BENEFÍCIO ALCANÇADO PARA A REGIÃO DA: MELHORAR A FLUIDEZ NO SENTIDO BAIRRO / CENTRO.

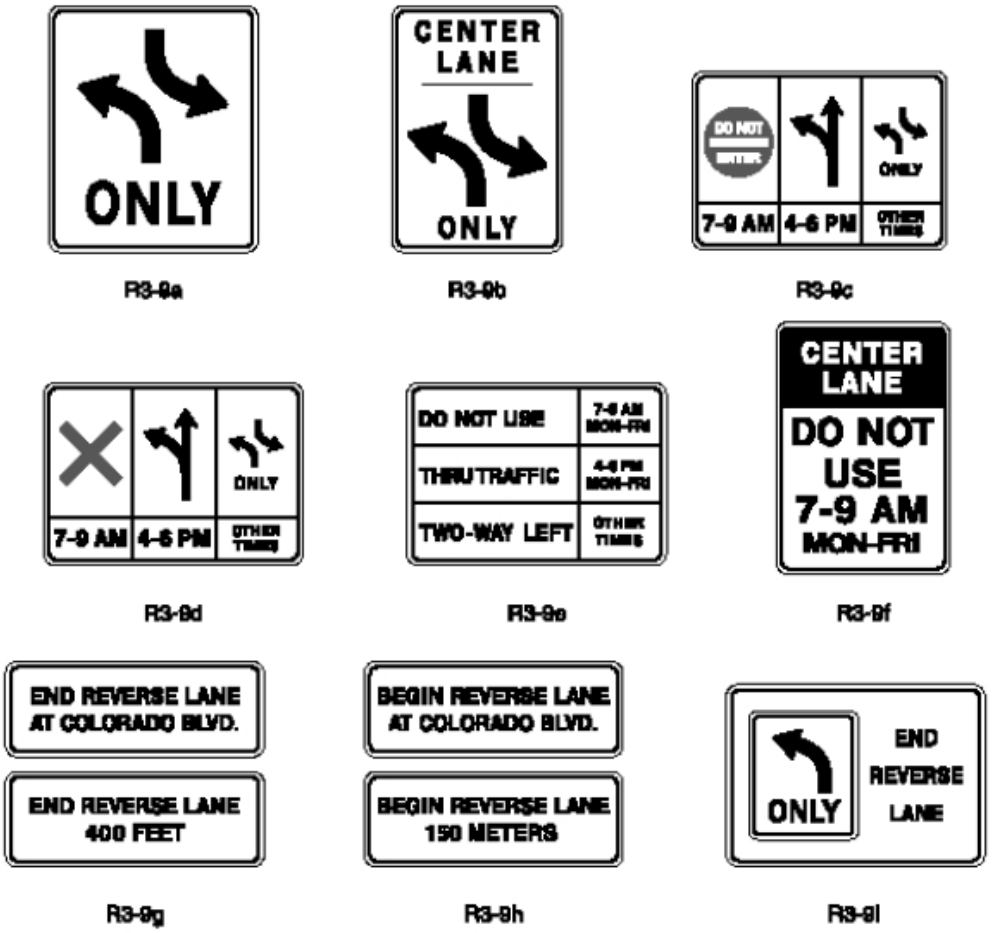
23) OBSERVAÇÕES: APENAS COLETIVOS PODEM TRAFEGAR. HÁ RESTRIÇÃO DE QUAISQUER OUTROS.

ANEXO B

Barreiras móveis movidas por veículos nos Estados Unidos.

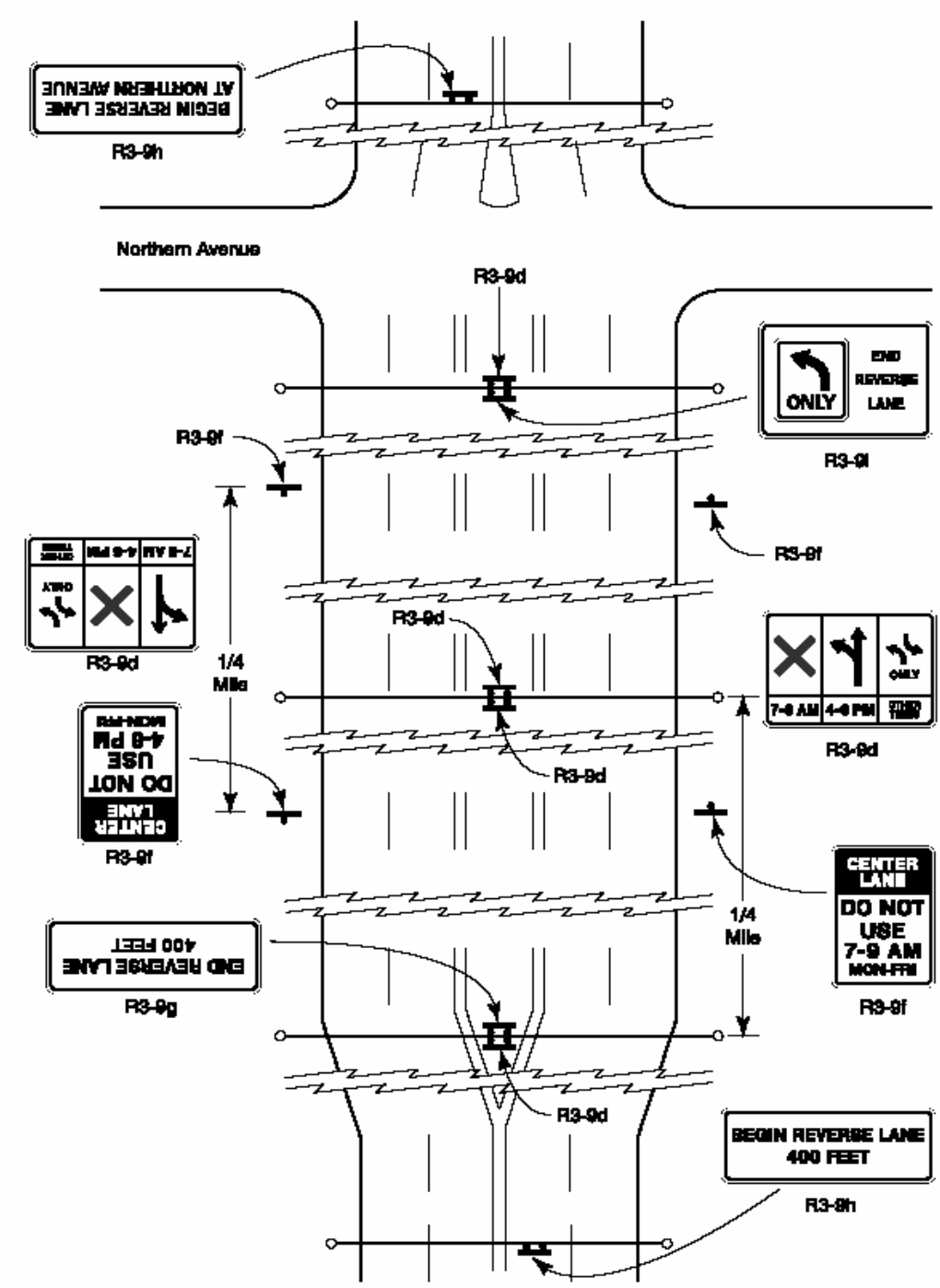
(Fonte: www.fhwa.dot.govfreewaymgmtpublications_mgmt_handbookchapter8.htm)

Sinalização gráfica vertical padrão (MUTCD 2009).



(Fonte: http://mutcd.fhwa.dot.gov/kno_2009.htm)

Exigências para instalação de sinalização gráfica (MUTCD 2009).



(Fonte: http://mutcd.fhwa.dot.gov/kno_2009.htm)

Exemplo de sinalização gráfica horizontal na Tyvola Road - Charlotte, Carolina do Norte.

(Fonte: Wolshon e Lambert, *et. al*, 2004)

Exemplo de sinalização horizontal em Opdyke Road - Michigan.

(Fonte: Wolshon e Lambert, *et. al*, 2004)

Exemplo de sinalização luminosa na Tyvola Road - Charlotte, Carolina do Norte.

(Fonte: Wolshon e Lambert, *et. al*, 2004)