

## **PROPOSTA DE PROCEDIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DE FAIXAS REVERSÍVEIS EM VIAS URBANAS**

**Luiz Afonso Penha de Sousa**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ

**Marina Leite de Barros Baltar**

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

**Paulo Cezar Martins Ribeiro**

**Christiano Lima Machado**

Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ

### **RESUMO**

Esse trabalho constitui um estudo sobre as faixas reversíveis e pretende contribuir sugerindo uma metodologia para sua implantação. A pesquisa identificou a ausência de um procedimento padrão a ser seguido pelos órgãos responsáveis pelo controle de tráfego com intuito de avaliar a possibilidade de implantar e monitorar a eficiência das faixas reversíveis. Foi constatado que a tomada de decisão é baseada em poucos parâmetros e na experiência do especialista responsável. A pesquisa identificou os parâmetros que precisam ser analisados para fundamentar a decisão de suprimir uma faixa. Observando os critérios destacados e seguindo o protocolo proposto, espera-se que os benefícios da adoção de uma faixa reversível sejam maximizados e os impactos na região minimizados.

### **ABSTRACT**

This work constitutes a study on the reversible lanes and intends to contribute suggesting a methodology for its implantation. The research identified the absence of a standard procedure to be followed by traffic control agencies in order to evaluate the possibility of implementing and monitoring the efficiency of the reversible lanes. It was found that the decision making is based on few parameters and the experience of the specialist responsible. The research identified the characteristics of the reversible lanes in operation in the city of Rio de Janeiro and proposed steps to be analyzed in order to justify the adoption. In this sense, by following the proposed protocol, the benefits of adopting a reversible range are expected to be maximized and impacts on the region minimized.

### **1. INTRODUÇÃO**

A implantação de faixas reversíveis gera impactos nos motoristas e nos pedestres da região envolvida. A sua adoção exige planejamento e projeto e, muitas vezes, necessitam de controle especial e estratégias de gestão para manter o tráfego de forma segura e eficiente. Porém, há um número limitado de diretrizes publicadas e normas relacionadas com o planejamento, projeto, operação, controle, gestão e avaliação dessas medidas. Portanto, os sistemas de operações reversíveis têm sido desenvolvidos e gerenciados com base principalmente na experiência, julgamento profissional e na observação empírica.

O objetivo central da pesquisa é 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, visando estabelecer e compilar o conhecimento de forma mais abrangente em um só trabalho.

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 sua implantação. Além disso, a necessidade de se estabelecer uma metodologia para as ações relacionadas a uma reversão de faixa tem como foco a promoção de resultados mais previsíveis, sobretudo através de dados como fluxo de veículos, tempo de viagem e dos índices de acidentes.

Outro aspecto que aponta para a relevância do tema, diz respeito à carência de publicações acadêmicas e técnicas nacionais que possam subsidiar os estudos sobre os parâmetros e critérios técnicos apurados na experiência das operações já implantadas.

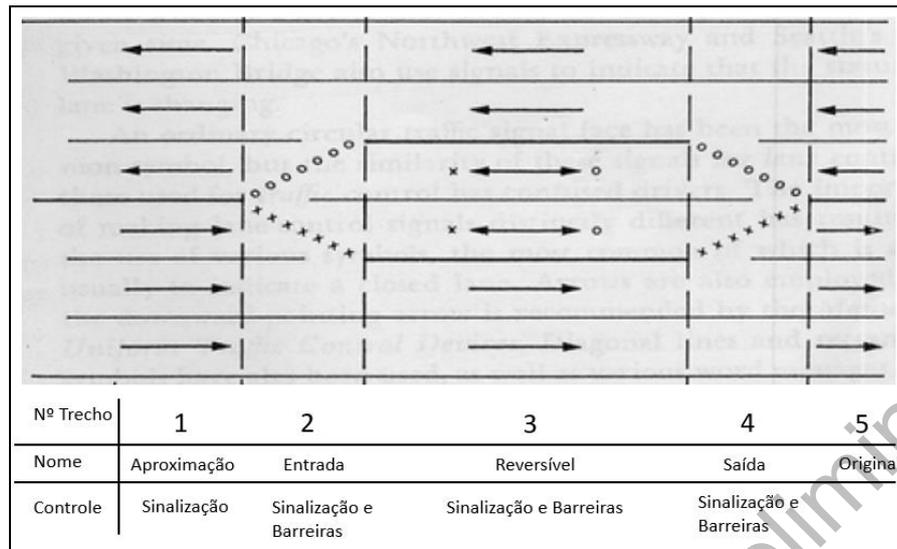
Machado (2012) destaca que há um aumento das operações reversíveis no Brasil e não há uma metodologia de referência para ser adotada pelos especialistas. A justificativa, portanto, incide em contribuir para o desenvolvimento de um estudo que preencha esta lacuna e contribua para uma melhor eficácia dessas medidas de engenharia de tráfego. Nesse sentido, a pesquisa propõe um procedimento de apoio à tomada de decisão para a identificação e escolha dos casos onde possam ser adotadas as medidas para a reversão de faixa, bem como a melhor orientação para operá-las com eficiência e segurança.

## 2. FAIXAS REVERSÍVEIS

Segundo *Dey et. al.* (2011), as faixas reversíveis ajustam a capacidade direcional das vias para adaptá-la às mudanças de condições de tráfego ao longo do dia. Historicamente, a necessidade de faixas reversíveis busca suprir a falta de capacidade das vias em horários específicos no dia, com impactos na velocidade de deslocamento, no índice de congestionamento e o no tempo de viagem.

Segundo Wolshon e Lambert (2006), a reversão do sentido do tráfego em vias urbanas são comumente utilizados para acomodar o desequilíbrio do tráfego em certos períodos do dia, mas elas também são aplicadas regularmente em obras viárias, durante grandes eventos e, mais recentemente, para a evacuação de grandes metrópoles com ameaça de desastre natural.

O arranjo das faixas reversíveis pode ser dividido em cinco trechos (Lathrop, 1972), conforme ilustra a Figura 1. O Trecho 1 é considerado a zona de aproximação. Nela, os condutores precisam ser informados que há uma pista reversível à frente. As informações fornecidas aos condutores devem incluir quantas e quais faixas estão abertas e disponíveis para eles. O Trecho 2 é a zona de entrada, através da qual os condutores podem acessar ou não as pistas reversíveis. Essa área é frequentemente considerada como a mais perigosa, já que é uma zona de decisão onde ocorre o entrelaçamento e a mudança no número de faixas disponíveis e portanto, precisa ser cuidadosamente sinalizada. Na Zona 3, os motoristas trafegam nas pistas com e sem reversíveis. Nesse local, diversos dispositivos de controle de tráfego são utilizados para advertir 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 faixas de fluxo invertido para as convencionais ocorre na Zona 4. Como é o caso do Trecho 2, o comprimento da Zona 4 deve ser adequadamente projetado, porque as manobras convergentes ocorrem dentro dessa área. Na Zona 5, o tráfego se distancia da seção reversível e continua nos padrões de fluxo normal.



**Figura 1:** Configuração geral das operações de pistas reversíveis

Fonte: Adaptado de Lathrop (1972)

Não há apenas um fator específico que justifique o emprego de faixas reversíveis. Organizações como a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e o *Institute of Transportation Engineers* (ITE) elaboraram diretrizes para a sua implantação, assim como alguns departamentos e companhias de tráfego no exterior.

Na AASHTO (2001), encontra-se que as operações reversíveis são justificadas quando 65% ou mais do tráfego se desloca em uma direção durante o horário de pico. A mesma publicação destaca a necessidade de haver no mínimo duas faixas de tráfego para a direção de menor fluxo, ou seja, uma configuração de pista com 3 faixas para cada sentido poderá ser adotada a configuração 4:2 para acomodação do tráfego, com 4 faixas para o sentido de maior fluxo e 2 para o menor. Já o ITE (1997) destaca o potencial de utilização das reversíveis em túneis e pontes, onde custo para o ganho de capacidade da via seria alto e, talvez, inviável. A mesma publicação sugere uma combinação de critérios e estudos que devem ser avaliados para garantir que as operações aconteçam. Esses critérios básicos apontados para determinar a necessidade de pistas reversíveis são:

- 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;
- O congestionamento deve acontecer de forma periódica e previsível;
- Haja proporção considerável de viagens que necessitem trafegar sem que interrupções ou paradas;
- A distribuição direcional durante os fluxos da hora pico seja de 70% no sentido predominante;
- As faixas revertidas devem ser concebidas com entrada adequada e capacidade suficiente na saída, além de fornecer facilmente transição entre as pistas de fluxo normal e reverso. Caso contrário, a pista revertida poderia ser mais uma causa de problemas de trânsito, além do congestionamento de tráfego já existente;
- Manutenção de no mínimo duas faixas abertas ao tráfego para cada sentido.

Wolshon e Lambert (2006) listam diversos fatores que influenciam no planejamento de uma reversível, além do desequilíbrio direcional do fluxo de tráfego, tais como o custo e o nível de complexidade do controle de tráfego, a classificação funcional da via, o objetivo pretendido e a visão dos responsáveis pelo planejamento e gestão da faixa reversível. Os autores destacam que técnicas aplicadas para controlar as operações nas reversíveis devem incluir a sinalização nas áreas de transição (entrada e saída das faixas reversíveis); sinalização vertical e horizontal ao longo de todo o trecho e orientações para uso de pista através de barreiras, cones e cavaletes.

Uma das preocupações na implantação de uma faixa reversível é a segurança viária. Estudo realizado por Upchurch (1975) nos Estados Unidos, mostrou que as faixas reversíveis podem aumentar a quantidade de colisões laterais e frontais. Acredita-se que isso ocorra por desconhecimento dos motoristas sobre a operação. Porém, se houver um alto fluxo de veículos utilizando a reversível, o risco de colisões é reduzido se comparado à situação com baixo fluxo. Sinalizações insuficientes aumentam a possibilidade de os motoristas estarem na faixa errada, aumentando o risco de colisão.

Em relação à percepção dos motoristas e pedestres sobre a implementação de faixas reversíveis, pesquisa da CET-SP (1995) constatou que os condutores percebem as medidas adotadas para a reversão de forma positiva, porém, os pedestres revelaram insatisfação com as mudanças das regras propostas no tráfego, seja pela dificuldade de travessia, o aumento da velocidade do tráfego ou ainda pela mudança de rotas para tráfego dos pedestres, dado há necessidade de reposicionamento de faixas de travessia em determinadas situações. De forma geral, a pesquisa detectou que em determinada via que foi objeto de implementação de faixa reversível, 82,9% condutores de veículos aprovaram a medida ante 23,0% de aprovação dos pedestres.

### 3. ESTADO DA PRÁTICA NO RIO DE JANEIRO

Machado (2012) destaca que não há uma sistematização de procedimentos voltada para o planejamento, implantação, operação e avaliação das faixas reversíveis urbanas de caráter permanente no Brasil. Dessa forma, na prática, a implantação ocorre 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 o volume de tráfego para avaliar a capacidade e o fluxo das vias. Essa abordagem resulta em imprevisibilidade dos resultados e ajustes excessivos na operação, confundindo os usuários do sistema. O autor apresenta de forma geral as fases adotadas pelos gestores de tráfego para implantação de faixa reversível, basicamente dividida em quatro etapas, que são: identificação visual do problema (contagem eventual); projeto com determinação de reversão de uma ou mais faixas com sinalização gráfica; implantação em si e por fim os ajustes necessários para o bom funcionamento.

Entretanto, na revisão bibliográfica e em consulta ao órgão responsável pela operação de trânsito na cidade do Rio de Janeiro e de São Paulo, não foi encontrado um protocolo de ação para avaliar a necessidade da faixa reversível e monitorar sua aplicação. Mesmo nesse cenário, na cidade do Rio de Janeiro, as faixas reversíveis são utilizadas desde o ano de 1982 e totalizando 13 faixas em operação em 2019. Dessas, dez foram adotadas no pico da manhã. A extensão da pista em fluxo contrário varia entre 153m e 12 km, em vias com 2 a 14 faixas de tráfego.

Além dessas treze vias com faixas reversíveis cotidianas na cidade do Rio de Janeiro, há aquelas que são utilizadas sem relação com as condições de fluxo de tráfego. Nos dias de fechamento

para manutenção do Túnel Rebouças (terça e quinta-feira entre 00:00 e 5:00 horas) é montada uma faixa reversível no sentido oposto para evitar que o acesso a um sentido seja completamente impedido. Em regime temporário, enquanto são realizadas obras de ampliação na Avenida Brasil, há implantação de uma faixa no sentido inverso com velocidade máxima é de 50km/h, sendo a velocidade máxima nos trechos sem reversível de 90km/h.

A Tabela 1 apresenta o resumo das faixas reversíveis na Cidade do Rio de Janeiro e suas principais características.

**Tabela 1:** Resumo das faixas reversíveis no Rio de Janeiro em 2019

Via	Horário	Configuração	Extensão (m)	Ano de implantação
Av. Dom Helder Câmara	6:00 às 10:00	4:2	153	2013
Av. Carlos Lacerda	6:00 às 09:00	5:3	12.300	2007
Rua Visconde de Niterói	6:30 às 10:00	3:1	1.000	1997
Avenida Lúcio Costa	6:30 às 10:00	2:1	7.000	2011
Av. Prefeito Mendes de Moraes	6:30 às 10:00	2:0	670	-
Radial Oeste	6:30 às 10:00	4:2	850	2012
Avenida Niemeyer	6:30 às 10:30	2:0	2.100	2010
Av. Prof. Manuel de Abreu	6:30 às 10:00	6:0	940	2006
Orla Zona Sul	7:00 às 10:00	6:0	7.000	1982
Av. Presidente Vargas	7:00 às 10:00	8:6	1.320	2013
Rua Teixeira Soares	16:30 às 19:30	5:3	580	2012
Rua Humaitá	17:00 às 19:00	4:2	500	2009
Rua Jardim Botânico	17:00 às 20:00	3:1	1.700	1996

#### 4. METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta compila uma síntese dos principais resultados obtidos em pesquisas internacionais e propõe um procedimento para implantação de faixas reversíveis urbanas dividido em três fases de aplicação, conforme cronograma apresentado na Figura 2.

A primeira etapa é a caracterização do problema, onde é identificado se há a condição de congestionamento ou atraso e define-se a área de abrangência. Na segunda fase ocorre a determinação da viabilidade de implantação, onde os dados são coletados, analisados, definidas as condicionantes do projeto e é feito o projeto da implantação, incluindo a definição das áreas de transição e de término. A terceira fase envolve os procedimentos necessários para execução da reversível, momento que se implementa, opera e monitora a alteração realizada no tráfego.

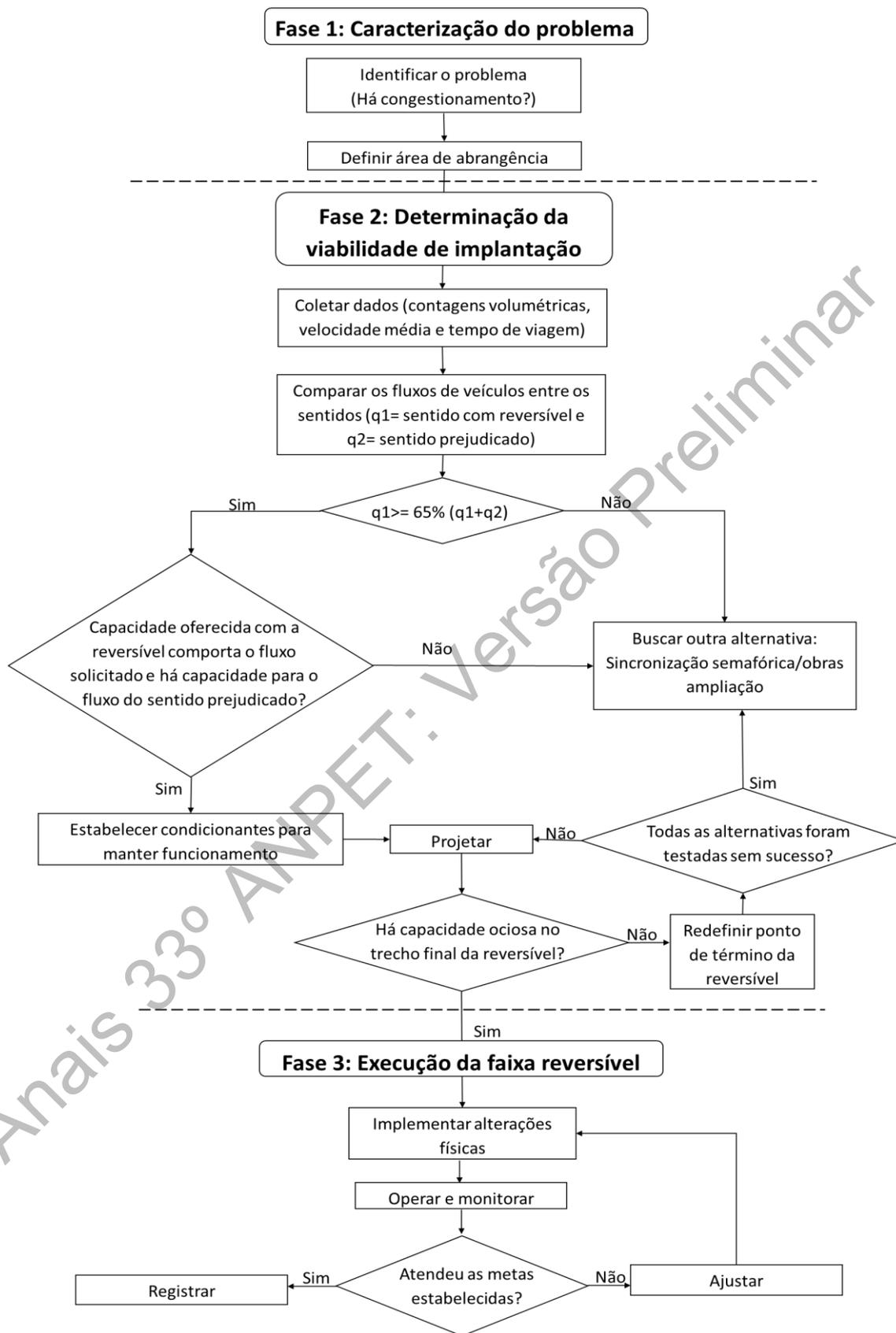


Figura 2: Protocolo proposto para implantação de faixa reversível

#### 4.1 Primeira Fase: Caracterização do Problema

Nessa etapa, os especialistas devem verificar os possíveis fatores que podem gerar problemas ao tráfego e medir o seu impacto na malha viária. Devem ser descartadas as razões dos congestionamentos que não sejam derivados do excesso de veículos, como exemplo um incidente de tráfego. Essa fase pode ser dividida em duas: Identificação do Problema e Definição da área de Abrangência.

##### a) Identificação do Problema

A identificação do problema indica se as demais etapas devem ser seguidas para a implantação de faixas reversíveis. O especialista deverá identificar as prováveis causas dos atrasos no tempo de viagem, caso o efeito causador seja pontual, como uma parada de ônibus mal dimensionada, ciclo semafórico incompatível com a realidade da via ou um Pólo Gerador de Viagem (PGV) que origine aumento do número de veículos, não deve ser considerada a implantação de faixas reversíveis e sim a busca de ações específicas para essas situações. Para que o problema seja considerado passível de solução com faixas reversíveis, deverão ser analisados:

- Se há movimentos pendulares, com fluxo veicular desbalanceado entre os sentidos, com rotina de saturação de fluxo no pico da manhã e/ou tarde (Wolshon e Lambert, 2006);
- Diminuição de 25% na velocidade média em relação à velocidade registrada no entre picos, no trecho onde se pretenda implantar a faixa reversível (Wolshon e Lambert, 2006);
- 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.

##### b) Área de Abrangência

Inclui a futura área de operação da faixa reversível, tanto no sentido que é privilegiado com a faixa adicional quanto no sentido suprimido, além de rotas alternativas. Nessa etapa é necessário determinar a extensão do congestionamento e sua área de influência. Com essas informações é possível ter uma estimativa do local de início e fim da faixa reversível a ser adotada. O levantamento inclui a escolha de novas vias que podem receber o fluxo desviado quando há uma interdição total de um sentido da via.

#### 4.2 Segunda Fase: Determinação da viabilidade de implantação

Nessa etapa é necessário que sejam coletadas informações em campo para estabelecer parâmetros que permitam conhecer melhor as características do local de implementação. A coleta de dados pode ser realizada em campo através de contadores ou ainda de detectores na pista, que fornecem o número de veículos por unidade de tempo.

##### a) Coleta de Dados e comparação dos fluxos veiculares

É necessário que sejam coletadas informações em campo para estabelecer parâmetros que permitam conhecer melhor as características do local de implementação. O seguinte procedimento deve ser adotado (TRB, 2004):

- Estender a coleta dos dados uma hora antes e uma hora após o horário de pico;
- Realizar coleta de dados relativos ao tempo de viagem com a utilização de veículo sonda, observação das placas dos veículos (filmagem) ou detectores na pista;
- Com o mesmo mecanismo utilizado no tópico anterior, coletar dados referentes à velocidade média praticada não só no trecho da via onde se pretende implantar a operação de faixa reversível, como em trechos a montante e a jusante, de acordo com a área de influência;

- Realizar contagem do número de veículos na via que terá uma faixa invertida e na beneficiada pela adição de uma faixa adicional de tráfego.

Com essas informações é possível 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. Pesquisas (AASTHO, 2001; ITE, 1997 e Bretherton e Elhaj, 1996) indicam que o fluxo no sentido de maior movimento deve ser no mínimo entre 65 e 75% maior que o somatório do fluxo em ambos os sentidos. Caso não seja adotado esse critério, a implementação da faixa adicional implicará em prejuízo ao tráfego na via que teve a faixa invertida.

Caso o tráfego não apresente esse desequilíbrio, a implantação da faixa deverá ser suspensa e deverão ser tomadas outras medidas para mitigar o congestionamento, entre as quais se inclui a sincronização semaforica, verificação de possibilidade de ampliação de faixas, proibição de veículos pesados no horário de pico e ainda reorganização das paradas de ônibus se essas a causa da perda da capacidade da via.

No intuito de reduzir o tempo de viagem, os estudos para adoção da faixa reversível poderão continuar caso seja atendido o critério mínimo de 65% do fluxo total esteja na via a ser beneficiada pela adição da faixa. Posteriormente será necessário observar se a capacidade da faixa invertida somada à da via já existente comporta o fluxo de veículos desejado. Além disso, é necessário analisar a capacidade no sentido suprimido para identificar se atende ao volume existente. Segundo o DNIT (2010), conforme o fluxo se aproxima da capacidade, pequenos distúrbios provocam paradas sucessivas na corrente de tráfego e conseqüente redução do fluxo, levando ao colapso.

Para analisar se há capacidade no sentido suprimido, deve ser feita a relação entre o volume e a capacidade da via, que é diretamente ligada a velocidade, as condições da via e de controle de tráfego (HCM, 2010). Segundo Roess *et al.* (1998), um fator crítico para análise de capacidade é a relação entre capacidade da via e o fluxo de tráfego atual ou projetado. Esta relação é frequentemente usada como uma medida da suficiência da capacidade existente ou proposta. A taxa real de fluxo nunca pode ser maior que sua capacidade real, pois tal situação levará a filas e atrasos extensos.

Segundo o HCM (2010), a relação  $v/c$  entre 0,75 e 0,90 corresponde ao nível de serviço D, isto é, corresponde a uma situação instável de tráfego. Portanto, a relação  $v/c$  do fluxo veicular prejudicado não pode ser igual ou maior que 0,75, pois tal situação gera atrasos no tempo de viagem.

A sugestão de escolha da variável fluxo de veículos como fator determinante para implementação da medida proposta se deve ao fato de que em pesquisa (TRB, 2004) em 20 agências de transporte dos Estados Unidos, dez adotam o fluxo como parâmetro, seis a extensão da fila de carros no congestionamento, quatro o tempo de viagem da via e três o nível de serviço. Dessa forma, na ausência de contagem de veículos, outras medidas podem ser adotadas pelo órgão responsável pela gestão do trânsito.

#### *b) Condicionantes do Projeto*

Caso a etapa anterior revele dados que viabilizem a implantação de uma faixa reversível, o passo seguinte será o de se estipular metas para a operação. Wolshon e Lambert (2006)

destacam que 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. As metas a serem estabelecidas deverão estar baseadas na observação das variáveis tempo de viagem e fluxo de veículos na via. Esses parâmetros poderão a condicionante poderá variar em função do tipo da via e o objetivo que os responsáveis pelo tráfego têm em considerar satisfatório a fluidez do tráfego, devendo dessa forma ser estipulado para cada tipo de via.

*c) Projetar a intervenção*

Caso seja definido que a melhor solução é a implantação de faixa reversível, é necessária a realização do projeto. Considerando a AASTHO (2001), o ITE (1997) e MUTCD (2009), os seguintes itens de planejamento e projeto devem ser observados a fim de serem obtidos os melhores resultados:

- Manter no mínimo 2 faixas no sentido de menor demanda em vias arteriais, permitindo ultrapassagens e evitando a interrupção da pista por ocorrência de acidentes ou problemas mecânicos;
- Restrição a veículos pesados para a obtenção de fluxo mais homogêneo;
- Restringir paradas de ônibus, ou determinar melhores locais para baias, quando estas forem indispensáveis;
- Prever áreas 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;
- Manter largura das faixas igual ou superior a 3,20m, sendo esta a largura adequada para acomodação das barreiras de canalização entre os fluxos;
- Prever ajustes semaforicos 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;
- 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;
- Sinalizar vertical e horizontalmente observando as regras contidas no manual do Departamento Nacional de Trânsito (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. Preferencialmente deve ser utilizado a sinalização luminosa em operações reversíveis em vias expressas;
- Sinalizar para alertar pedestres em relação as modificações do tráfego junto às travessias através de sinalização gráfica vertical.

*d) Áreas de Término e Transição*

O *Manual on Uniform Traffic Control Devices* (MUTCD, 2009) destaca que é necessário analisar se há capacidade ociosa no trecho final da reversível, isto é, se o trecho em que faixa reversível será reabsorvida pelo fluxo em operação normal tem capacidade suficiente. Bartelsmeyer (1962) destaca que se esses locais não forem corretamente determinados, haverá prejuízo para as operações de tráfego. Portanto, deverá ser observado se a pista oferece capacidade suficiente para atender a demanda de tráfego.

Sendo assim, é fundamental que o trecho possua uma faixa de tráfego adicional, mais largas ou ter um fluxo menor que do início da reversível devido às saídas laterais, por exemplo. Caso não

sejam observadas essas condições, a eficiência da faixa reversível será prejudicada, pois haverá um novo congestionamento no final da faixa reversível comprometendo o tempo de viagem. Se no trecho previsto para o término da reversível não existir capacidade para atender o fluxo, deverão ser analisados outros pontos da via para criação do acesso.

#### 4.3 Terceira Fase: Execução da faixa reversível

A terceira etapa considera a implementação em si da faixa reversível. A medida não exige medidas de engenharia complexas, porém, apesar de simples e barata se comparado a obras, algumas medidas devem ser tomadas visando manter a segurança dos pedestres e condutores.

##### a) Implantar, operar e monitorar

Com o projeto finalizado é necessário que sejam implementadas as alterações físicas, como abertura de agulhas e outros ajustes geométricos necessários. Esses serviços deverão ser executados em períodos anteriores ao do horário de pico para evitar prejuízo ao tráfego.

Durante a operação e monitoramento das reversíveis deve-se:

- Alertar sobre as operações através de campanhas educativas com agentes de tráfego, painel de mensagem variável ou outros dispositivos em todos os pontos de interseções e travessia de pedestres, a fim de consolidar as ações de modificação no tráfego;
- Preferencialmente manter operação permanente com agentes de tráfego em pontos estratégicos após o período de implantação, visando o monitoramento eficaz para lidar com situações imprevistas e de alerta à possíveis condutores não habituados às regras da reversão de faixa implantadas;
- Manter barreira física entre os fluxos opostos em todo o trecho da operação;
- Prever ações para a desmobilização antecipada no caso de ocorrência de acidentes ou eventos não previstos que inviabilizem a operação pela interrupção de uma ou mais faixas.

Posteriormente, para verificar se os resultados atingiram as metas especificadas, é necessário analisar os dados coletados após implantação, com o objetivo de propor os ajustes pontuais no projeto, operação e controle necessários, caso tais metas não sejam atingidas. Para esse fim, devem ser observados os seguintes critérios:

- Coletar dados como velocidade média de travessia, tempo de viagem e fluxo de veículos após a implantação;
- Identificar situações ainda passíveis de otimização nos planos semaforicos, visando adequar às modificações na oferta viária para uma melhor fluidez;
- Identificar violações das regras impostas pela reversão, como manobras não permitidas, paradas de ônibus e estacionamentos em locais proibidos;
- Observar se há prejuízo à modificação da dinâmica do fluxo de pedestres, com atenção para verificar os locais de travessia estão atendendo satisfatoriamente a demanda;
- Identificar locais onde se registrou, de forma sistêmica após a implantação, a formação de filas, dada pela restrição de capacidade imposta ao sentido de menor demanda ou por outro motivo.

Quando a reversível atender as metas estabelecidas é aconselhável o registro das informações referentes às ações e resultados visando favorecer o conhecimento para experiências futuras através da comparação com o cenário anterior às modificações.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento do tráfego em áreas urbanas sem o devido planejamento gera impactos negativos para a sociedade, como o aumento do tempo de viagem, poluição ambiental e sonora e muitas vezes aumento dos índices de acidentes. Especialistas em planejamento de transporte visam o uso mais racional do espaço viário a fim de garantir melhor qualidade de vida para a população, procurando alternativas para conseguir melhor a fluidez do tráfego e, por consequência, diminuir os custos sociais atrelados aos constantes atrasos produzidos nos congestionamentos.

Dentre as várias medidas para melhorar as condições da fluidez nas grandes cidades, a reversão de faixa é uma alternativa para os gestores do tráfego, pois apresentam como características o baixo custo financeiro, não demanda grandes obras no espaço viário, constitui em uma operação de rápida implantação, necessita de equipamentos de suporte muitas vezes já existentes nos órgãos de trânsito e apresenta resultado imediato, pois o aumento da capacidade ocorre a partir da liberação da faixa. 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.

Nesse sentido, o objetivo central de propor uma metodologia com procedimentos visando a implantação de faixas reversíveis foi proposto com base na revisão bibliográfica e na pesquisa de conhecimento da prática nacional. As etapas foram divididas em fases e ordenadas de forma a se estabelecer uma rotina de ações direcionadas aos estudos para a implantação e gestão de novas operações. Parâmetros como fluxo de tráfego e tempo de viagem são variáveis a serem observadas como referências para implantação e operação das faixas reversíveis. Foram admitidas, como hipótese, a similaridade das condições gerais de utilização dos sistemas de faixas reversíveis tanto no Brasil como no exterior.

Dessa maneira, o estudo da prática veio estabelecer quais as políticas de uso são adotadas no Brasil, possibilitando a confirmação da validade da adoção dos critérios extraídos dos estudos estrangeiros sobre o tema. 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 ações futuras tornando as implantações mais eficientes e seguras. Portanto, Entretanto, a proposta deverá ser testada e validada em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (2001) *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 4th ed., American Association of State Highway and Transportation Officials - AASHTO, Washington, D.C.
- Bartelsmeyer, R. R. (1962). *Reversible Freeway Lanes on the Northwest Expressway in Chicago*, Traffic Quarterly, Vol. 16, N° 2.
- Bretherton, W. M. e Elhaj, M. (1996). *Is a Reversible Lane System Safe?* Compendium of Technical Papers, 66th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers - ITE, Minneapolis.
- CET-SP (1995). *Pesquisa Faixa Reversível – Motoristas e Pedestres* – Gerência de Projetos Viários – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, 1995.
- Dey, S. Aden, Y. e Ma, J. (2011) *Reversible Lane Operation for Arterial Roadways: The Washington, DC, USA Experience*. Institute of Transportation Engineers, Washington D.C.
- DNIT (2010) *Manual de projeto geométrico de travessias urbanas*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Brasil.
- ITE (1997) *A Toolbox for Alleviating Traffic Congestion and Enhancing Mobility*, Institute of Transportation Engineers, Washington D.C. Disponível em: <http://www.ite.org>.
- Lathrop, W.H. (1972). *Reversible Roadway Controls* - Traffic Quarterly, Vol. 26, No. 1, pp. 133–147.

- Machado, C. L. (2012). *Procedimentos para Implantação de Faixas Reversíveis Urbanas*. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- MUTC (2009) *Manual on Uniform Traffic Control Devices-Millennium Edition*. Washington, DC: Federal Highway Administration (FHWA).
- Roess, R. McShane, W. Prassas, E. (1998) *Traffic Engineering*. Segunda Edição, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- TRB (2004). *Convertible Roadways and Lanes*. National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board of the National Academies. Disponível em: <http://nap.edu/23331>.
- Upchurch, J. E. (1971). *Characteristics of Reversible Flow on a Six Lane Urban Arterial*, M.S. Thesis, University of Illinois.
- Wolshon, B. e Lambert, L. (2006). *Planning and Operational Practices for Reversible Lanes Roadways*, 2006. Federal Highway Administration (FHWA). Disponível em: [www.fhwa.dot.gov](http://www.fhwa.dot.gov).

Anais 33º ANPET: Versão Preliminar