

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Carlos Cardoso dos Santos

**O VALOR DO TEMPO NA AVALIAÇÃO DE
PROJETOS DE TRANSPORTES**

Porto Alegre
2012

Carlos Cardoso dos Santos

O Valor do Tempo na Avaliação de Projetos de Transportes

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Transportes.

Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna, PhD.

Porto Alegre
2012

Carlos Cardoso dos Santos

O Valor do Tempo na Avaliação de Projetos de Transportes

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, PhD.
Orientador PPGE/UFGRS

Prof^a. Carla Schwengber ten Caten, Dra.
Coordenadora PPGE/UFGRS

Banca Examinadora:

Professora **Ana Maria Volkmer de Azambuja, Dra.** (IMEF/FURG)

Professora **Helena Beatriz Bettella Cybis, Ph.D.** (PPGE/UFGRS)

Professor **João Fortini Albano, Dr.** (PPGE/UFGRS)

FICHA CATALOGRÁFICA

Cardoso, Carlos

O Valor do Tempo na Avaliação de Projetos de Transportes / Carlos Cardoso. Porto Alegre, 2012. 78 p.

Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Porto Alegre, BR, RS, 2012.

1. Economia de Transportes. 2. Valor do Tempo. 3. Congestionamentos. 4. Externalidades. 5. Avaliação de Projetos. I. Senna, Luiz Afonso dos Santos, Orient.

Há ladrões que não se castigam, mas que nos
roubam o mais precioso: o tempo."

Napoleão Bonaparte

Dedico este trabalho a minha mãe, pelo apoio
que sempre me deu e à memória de meu pai,
pelos valores que me passou enquanto
estivemos juntos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela saúde que tenho.

A minha família, especialmente a minha mãe, pelo apoio que sempre tive ao longo dessa caminhada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEP, especialmente aos do LASTRAN: Albano, Christine (Piti), Helena, Lindau e Michel, que são os que mais contribuíram para minha formação, especialmente ao meu orientador, Luiz Afonso dos Santos Senna.

A minha namorada Patrícia, pelo apoio demonstrado, entendendo que os momentos de ausência eram necessários para que eu concluísse este trabalho, além das importantes correções que fez.

Aos colegas que tive e os amigos que conquistei, especialmente ao João Paulo Cardoso Joaquim e à Raquel Holz, pelas importantes contribuições.

À UFRGS e à CAPES, pela estrutura e pelos recursos que viabilizaram a realização desse estudo.

Aos (às) funcionários (as) do PPGEP e do LASTRAN, pelo auxílio em tudo que necessitei.

A todos aqueles que contribuíram para meu desenvolvimento, tornando-me um profissional mais bem preparado e um cidadão mais consciente e mais capaz de contribuir para o desenvolvimento da sociedade.

RESUMO

Este estudo apresenta uma discussão sobre os congestionamentos, especialmente sobre os fatores estruturais, permitindo que seja visualizado o cenário para os próximos anos. Destaca a possibilidade de adoção de medidas para combater esse problema que afeta as cidades brasileiras de médio e grande portes. São citadas medidas de restrição à circulação de veículos, lembrando que, em países em desenvolvimento, esse tipo de medida enfrenta dificuldades para serem implantadas. A partir disso chama a atenção para as deseconomias que os congestionamentos imputam à sociedade, especialmente em relação ao tempo perdido. Destaca ainda a necessidade de se quantificar essas perdas, pois quando projetos de transportes são analisados, leva-se em conta sua capacidade de reduzir ou eliminar essas perdas, fazendo-se uso de indicadores, como o valor do tempo de viagem. São analisados alguns estudos brasileiros que estimaram os valores de tempo de viagem, comparando-se esses valores a fim de encontrar relações entre eles, discutindo também os fatores que influenciam a atribuição do valor do tempo de viagem. Por fim, o estudo analisa os impactos do uso do valor do tempo na avaliação de projetos, fazendo uso de cinco sistemáticas de cálculo, nas quais o valor do tempo de viagem é obtido através de fórmulas diferentes. Os resultados apresentados indicam uma diferença de mais de 69% entre o menor e o maior valor calculado.

Palavras-chave: congestionamento, deseconomias, valor do tempo, avaliação de projetos.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyse road congestion, especially considering structural aspects and the scenarios for the future. It emphasizes the possibility of using special tools for facing these problems which affect medium and biggest cities. Although traffic restrictions are major tools to face congestion, they have presented some problems when used in emerging countries. The study also consider the externalities caused by congestion, especially in terms of travel time spent on queues. The main methods for quantifying the travel time losses were identified in order to estimate the benefits coming from transport projects. Some Brazilian cases that estimate the value of travel time are analysed and the values obtained are compared in order to found relationships amongst them. The main factors affecting the value of time in each study are also considered. Finally, the impacts of the value of time on the appraisal of transport project are analysed based on five ways for calculating such impacts. Thus the value of time is obtained from the five different approaches. The results show a different of more than 69% between the smallest and the biggest value.

Key words: congestion, diseconomies, value of travel time, projects appraisal.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRO ARTIGO

Figura 1: Taxa de juros para operações de crédito a pessoas físicas.....	26
Figura 2: Valor nominal das operações de crédito para pessoas físicas.....	27
Figura 3: Evolução da população urbana e rural no Brasil.....	28
Figura 4: Síntese da discussão apresentada.....	33

SEGUNDO ARTIGO

Figura 1: Estudos analisados.....	46
Figura 2: Classificações utilizadas nos estudos analisados e as indicadas na literatura.....	51

TERCEIRO ARTIGO

Figura 1: Valores básicos a serem utilizados.....	62
Figura 2: Valores implícitos do tempo por faixas de renda e distância da viagem.....	63
Figura 3: Valores recomendados para o tempo de viagem.....	65
Figura 4: Valores recomendados para o tempo de viagem (em relação aos salários).....	66
Figura 5: Mapa de localização do trecho da rodovia em estudo.....	67
Figura 6: Fator de crescimento – veículos leves.....	68
Figura 7: Perdas (atrasos) totais – em horas.....	69
Figura 8: Valor total das perdas (valores referentes a janeiro de 2012).....	72

LISTA DE ABREVIATURAS

CBA – *Cost-Benefit Analysis* (ou Análise Custo Benefício)

CIDE-Combustíveis – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico Incidente sobre Combustíveis

EUA – Estados Unidos da América

GPS – *Global Positioning System* (ou Sistema de Posicionamento Global)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo

PEA – População Economicamente Ativa

PGV – Polos Geradores de Viagens

PIB – Produto Interno Bruto

RMPA – Região Metropolitana de Porto Alegre

TIR – Taxa Interna de Retorno

TRC – Tempo de Retorno do Capital

VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ASPECTOS GERAIS	16
2.1. Objetivos	16
2.1.1. <i>Objetivo Geral</i>	16
2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	16
2.2. Justificativa e relevância do tema proposto	17
2.3. Delimitação do estudo	18
2.4. Limitações	18
2.5. Estrutura	18
3. ARTIGOS PROPOSTOS	19
3.1. Primeiro Artigo	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. FATORES ESTRUTURAIS DOS CONGESTIONAMENTOS	22
2.1. Automóvel particular versus transporte público	22
2.2. Investimentos em infraestrutura de transporte	24
2.3. Facilidade de aquisição de automóveis	25
2.4. Concentração urbana	27
3. MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA REDUZIR OS CONGESTIONAMENTOS	28
3.1. Necessidade de mais investimentos em transporte público	28
3.2. Planejamento de longo prazo para os entornos dos Polos Geradores de Viagens	29
3.3. Deseconomias causadas pelos congestionamentos	30
3.4. Medidas de restrição à circulação	30
3.5. Conceito de <i>Congestion Pricing</i>	31
3.6. Necessidade de adoção de um conjunto de medidas	32
3.7. Medição dos benefícios das políticas adotadas	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	35

3.2. Segundo Artigo	38
1. INTRODUÇÃO	39
2. BASE TEÓRICA	40
2.1. Custo de Oportunidade.....	41
2.2. Valor do Tempo de Viagem.....	41
2.3. Modelos de Escolha Discreta.....	42
2.4. Preferência Declarada.....	42
3. FATORES QUE INFLUENCIAM A ATRIBUIÇÃO DE VALOR AO TEMPO.....	43
4. ESTUDOS ANALISADOS.....	46
4.1. Observações sobre os dados encontrados.....	47
4.2. Comparação das classificações utilizadas nos estudos analisados e classificações indicadas na literatura.....	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS.....	52
3.3. Terceiro Artigo	55
1. INTRODUÇÃO	56
2. BASE TEÓRICA	58
2.1. Os custos de um projeto de transporte.....	58
2.2. Os benefícios de um projeto de transporte.....	58
2.3. Avaliação de projetos.....	59
2.4. Indicadores de viabilidade.....	60
2.5. O uso do valor do tempo de viagem na avaliação de projetos.....	60
3. ESTUDOS QUE SISTEMATIZARAM O CÁLCULO DO VALOR DO TEMPO.....	61
4. ANÁLISE DAS PERDAS	66
4.1. Caracterização do cenário de estudo.....	66
4.2. Parâmetros utilizados.....	67
4.3. Cálculo das perdas (atrasos) totais (em horas).....	69
4.4. Cálculo do valor monetário das perdas.....	69
4.5. Comentários gerais sobre os valores encontrados.....	72
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
REFERÊNCIAS.....	73
4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
5. REFERÊNCIAS	77

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico, aliado a uma melhor distribuição de renda, vem permitindo que uma maior parcela da população tenha acesso a determinados bens que até há alguns anos não tinha, como o automóvel, por exemplo. Soma-se a isso, a concentração da população em áreas urbanas, que tem exigido um número maior de deslocamentos. Assim, como há restrições tanto físicas como orçamentárias para a ampliação da infraestrutura viária, tem-se uma situação de desequilíbrio, evidenciada pelos crescentes índices de congestionamento.

Os congestionamentos imputam diversas perdas à sociedade, tais como redução nas velocidades médias, com o conseqüente aumento nos tempos de deslocamento e redução na confiabilidade do tempo de viagem. Em situações de congestionamento, também há maior consumo de combustível, aumento da poluição sonora e ambiental.

Para administrar essas externalidades, os gestores públicos dispõem de diversas medidas restritivas, sem que haja a necessidade de ampliação do sistema viário. May (1986) define medidas de restrição de tráfego como aquelas que impõem restrição à utilização de veículo, para conseguir alteração significativa no modo, tempo, rota ou destino das viagens. May (1986) também destaca que as medidas que têm maior potencial de resultados são as fiscais, pois fazem com que os indivíduos avaliem a real necessidade de seus deslocamentos. O principal exemplo desse tipo de medida é o *Congestion Pricing* ou Tarifação de Congestionamento. Esta medida já foi adotada em diversas cidades, como Singapura, Londres, Estocolmo, Roma, entre outras, sempre apresentando resultados positivos em termos de redução dos congestionamentos e da emissão de poluentes.

Embora o *Congestion Pricing* tenha apresentado importantes resultados onde foi implantado, em países em desenvolvimento esse tipo de medida apresenta dificuldades para sua adoção, pois pode imputar custos políticos ao governante que instituir esse novo “imposto” (Joaquim, 2011). Em alguns países em desenvolvimento da América Latina, os principais exemplos de medidas de restrição adotadas são as administrativas, e não fiscais, como é o caso das medidas adotadas em Bogotá (Colômbia), Santiago do Chile, Cidade do México e São Paulo (Brasil). Elas consistem na restrição de circulação de veículos, de acordo com os últimos dígitos da

placa, em alguns dias da semana. Mahendra (2008) destaca que essas medidas podem apresentar resultados perversos, pois algumas pessoas podem “contornar” o sistema, adquirindo um segundo veículo, geralmente menos eficiente, reduzindo ou eliminando os benefícios que foram objeto da implantação da medida.

Além da dificuldade de implantação de medidas restritivas, outros aspectos fazem com que o uso indiscriminado do automóvel particular em detrimento do transporte público venha contribuindo para o agravamento e ampliação dos congestionamentos. No Brasil, o transporte público, por sua vez, não conseguiu se apropriar de uma imagem positiva, já que, em muitos casos, não oferece um serviço com a qualidade desejada pelos usuários. Neste sistema, a cobrança da tarifa, na maioria dos casos, apresenta algumas distorções, pois parte dos usuários é isenta de pagamento, imputando maior custo aos demais usuários. Isso contribui para a redução das receitas desse sistema, o que dificulta a implantação de melhorias, gerando um círculo que desincentiva seu uso.

Por outro lado, a aquisição de automóveis está cada vez mais facilitada. A abertura econômica brasileira, que aconteceu a partir dos anos 1990, contribuiu para o aumento do número de fornecedores de automóveis que passaram a oferecer produtos melhores e a preços mais acessíveis. Além disso, o aumento do volume de crédito e a queda nas taxas de juros (para financiamento desse tipo de bem) que se acentuou nos últimos anos, ampliando ainda mais as possibilidades de aquisição. Por tudo isso, o cenário que se apresenta é de elevação dos níveis de congestionamento nas médias e grandes cidades brasileiras.

Este cenário apresentado exige, cada vez mais, atenção dos governantes, pois ainda maiores serão as perdas imputadas à sociedade, especialmente em relação às deseconomias decorrentes das horas que as pessoas perderão estando em congestionamentos. Assim, como os recursos são escassos, ao analisar projetos de transportes, os governantes devem avaliar quais projetos apresentam maiores benefícios para a sociedade. Um dos indicadores que contribui para essa análise é a economia de tempo de viagem que o projeto pode apresentar. Essa economia, conforme destaca Ortúzar e Willumsen (2011) é o benefício mais importante nos projetos de transporte, sendo que em alguns deles pode representar até 80% do total de benefícios (Mackie et al, 2003; Brito e Strambi, 2007).

Para calcular o total de benefícios, é necessário, primeiro, estimar o valor do tempo de viagem atribuído pelos usuários. Diversos são os fatores que contribuem ou interferem nessa atribuição de valor. Vários estudos estimam esses valores para cidades e regiões brasileiras. Para contribuir com essa discussão, este trabalho analisa alguns desses valores encontrados, fazendo comparações entre eles. Este estudo também discute a importância do uso do valor do tempo de viagem na avaliação de projetos. Neste sentido, usando dados em estudos publicados, estima o total de perdas que são imputadas à sociedade em um trecho da BR-116, na Região Metropolitana de Porto Alegre, fazendo uso de cinco sistemáticas diferente de cálculo para o valor do tempo de viagem.

2. ASPECTOS GERAIS

Nesta seção serão descritos os aspectos gerais, tais como, objetivos, justificativa e relevância do tema proposto, delimitações, limitações e a forma como foi estruturada esta dissertação.

2.1. Objetivos

Os objetivos deste estudo estão relacionados à situação das médias e grandes cidades brasileiras no que tange a mobilidade urbana. O aumento dos congestionamentos tem-se tornado cada vez mais visível, demonstrando a impossibilidade de o crescimento da infraestrutura viária acompanhar o crescimento da frota e, também, a necessidade de um grande rigor na avaliação dos projetos de transporte.

2.1.1. Objetivo Geral

Apresentar os fatores estruturais dos congestionamentos e simular diferentes sistemáticas de cálculo para obtenção do valor do tempo de viagem usado na avaliação de projetos de transportes.

2.1.2. Objetivos Específicos

Objetivo principal deste trabalho foi dividido nos seguintes objetivos específicos:

- a) Apresentar os fatores estruturais dos congestionamentos;
- b) Estudar a existência de relação entre os valores do tempo de viagem calculados em

alguns estudos brasileiros;

c) Discutir os fatores que influenciam na atribuição do valor do tempo de viagem;

d) Evidenciar a importância do uso do valor do tempo de viagem na avaliação de projetos de transportes;

e) Apresentar as distorções causadas pelo uso de sistemáticas diferentes no cálculo do valor do tempo.

2.2. Justificativa e relevância do tema proposto

O cenário de agravamento da situação dos congestionamentos nas cidades brasileiras de médio e grande portes, com a dificuldade do transporte público em se apropriar de uma imagem positiva e de oferecer um serviço de qualidade que atenda as necessidades dos usuários e, por outro lado, com a ampliação das facilidades para aquisição de automóveis, além da redução da disponibilidade de recursos para investimentos em infraestrutura viária, há exigência de racionalização quando da decisão de investir em um projeto de transporte. Como esta decisão se dá pela ótica do Estado, ela não leva em conta o lucro do projeto, como ocorre no setor privado, mas sim os benefícios socioeconômicos que o projeto apresenta.

Como a quantificação de parte dos benefícios de um projeto de transporte é sua capacidade de reduzir tempos de deslocamento, e que o indicador que permite essa quantificação é o valor de tempo de viagem, é importante uma ampla discussão acerca desse tema. Como, também, o valor do tempo de viagem geralmente é maior para os usuários de automóveis do que para os usuários de transporte coletivo, deve-se ter o cuidado de não se fazer uma análise simplista que priorize o primeiro grupo e que incentive ainda mais o uso do automóvel.

É importante, portanto, que sejam priorizados os projetos que apresentem os maiores benefícios para a sociedade, especialmente em termos de redução de tempos de viagem. Pois, conforme estudo da Confederação Nacional dos Transportes – CNT (2002), em cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes, os custos com combustíveis, poluição ambiental e aumento nos tempos de viagem, devido aos congestionamentos, chegaram a 2,4% do PIB no ano de 2002. Caso esse percentual tenha se mantido, para o ano de 2011 equivale a R\$ 99,4 bilhões.

O tempo perdido poderia ser utilizado para produzir mais bens, gerar mais renda e para que as pessoas tenham mais horas de lazer e convívio com suas famílias. Conforme Litman (2011), as perdas geradas pelos congestionamentos trazem impactos sobre a saúde, a riqueza e a felicidade das pessoas afetadas.

2.3. Delimitação do estudo

As considerações apresentadas neste estudo referem-se à realidade das cidades brasileiras de médio e grande portes e à realidade econômica do Brasil. Os estudos analisados, nos quais buscam-se relações entre os valores de tempo de viagem, também são estudos brasileiros. Os cálculos feitos, em termos de perdas ou deseconomias advindas dos congestionamentos, referem-se à Região Metropolitana de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul, especificamente para os usuários da BR-116 no trecho entre Porto Alegre e Novo Hamburgo.

2.4. Limitações

É pequeno o número de estudos brasileiros analisados, o que não permite que generalizações sejam feitas. Além disso, deve-se considerar que, para a realização dos cálculos que são apresentados, foram feitas simplificações para facilitar a análise e para potencializar o efeito didático.

2.5. Estrutura

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: além da introdução, feita na seção 1, a seção 2 apresenta os aspectos gerais do trabalho, como os objetivos, a justificativa e relevância do tema, delimitações e limitações do estudo. A seção 3 apresenta os artigos propostos na composição desta dissertação e, finalmente, a seção 4 apresenta as conclusões e considerações finais deste estudo.

3. ARTIGOS PROPOSTOS

Obedecendo às diretrizes sugeridas pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, este trabalho foi elaborado no formato de artigos que têm previsão de serem submetidos a publicação. Na sequência deste documento são apresentados os três artigos que compõem esta Dissertação.

Primeiro Artigo:

CONGESTIONAMENTOS: FATORES ESTRUTURAIS, TENDÊNCIAS E POLÍTICAS MITIGADORAS

Apresenta os fatores estruturais dos congestionamentos, as medidas mitigadoras e introduz a discussão sobre a importância do valor do tempo.

Segundo Artigo:

FATORES QUE INFLUENCIAM O VALOR MONETÁRIO ATRIBUÍDO AO TEMPO

Analisa estudos brasileiros que calcularam o valor do tempo de viagem, faz comparações entre esses valores e discute as classificações utilizadas.

Terceiro Artigo:

O USO DO VALOR TEMPO NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE TRANSPORTES

Evidencia a importância do uso do valor do tempo avaliação de projetos de transporte, apresenta cálculos referentes às perdas decorrentes dos congestionamentos em um trecho da BR-116 através de cinco sistemáticas.

3.1. Primeiro Artigo

CONGESTIONAMENTOS: FATORES ESTRUTURAIS, TENDÊNCIAS E POLÍTICAS MITIGADORAS

CONGESTIONAMENTOS: FATORES ESTRUTURAIS, TENDÊNCIAS E POLÍTICAS MITIGADORAS

Carlos Cardoso

Luiz Afonso dos Santos Senna

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

RESUMO

A evolução recente, tanto econômica quanto social, tem trazido melhorias na qualidade de vida da população. Essa mesma evolução, por outro lado, tem gerado externalidades: o crescimento populacional aliado ao aumento da renda tem feito com que o número de automóveis nas ruas tenha aumentado de forma desordenada, provocando congestionamentos, poluição sonora e atmosférica. Estas são algumas das dificuldades a se enfrentar. Este artigo analisa esta evolução e as medidas para gerenciar esses problemas, apresentando exemplos de medidas adotadas em alguns países que mostraram resultados importantes em termos de redução dos congestionamentos.

ABSTRACT

Recent developments, economic and social, have brought improvements in life quality. This development, however, has brought problems: population growth coupled with rising incomes has caused increase in number of cars on the streets has increased in a disorderly manner, causing congestion, noise and air pollution. These are some of the difficulties to face. This article studies the evolution and measures to manage these problems, citing examples of measures taken in some countries, which reduce congestion.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico, juntamente com uma melhor distribuição de renda, faz com que uma parcela maior da população tenha acesso a bens como o automóvel, por exemplo. Além disso, o crescimento populacional nas cidades brasileiras de médio e grande portes tem exigido um maior número de viagens, o que aumenta o desequilíbrio entre o volume de tráfego e a capacidade da infraestrutura viária. Esse desequilíbrio gera os congestionamentos: como a possibilidade de ampliação das vias é limitada e como o número de veículos aumenta cada vez mais, essa capacidade é atingida, provocando o acúmulo de veículos.

O aumento do tempo de viagem ocasionado pela redução das velocidades e a diminuição de confiabilidade no tempo de viagem, são apenas alguns exemplos do que o acúmulo de veículos pode gerar. Em situações de congestionamento também ocorre maior consumo de combustível, poluição ambiental e alteração do horário de preferência de viagem do usuário ou, até mesmo, a mudança de rotas com objetivo de não passar por vias congestionadas.

Os gestores públicos dispõem de várias ferramentas para administrar essas externalidades como, por exemplo, os impostos sobre combustíveis, permissão ou proibição de circulação de acordo com o nível de emissão veicular, sistemas de informação aos usuários e medidas fiscais ou administrativas. No entanto, a medida que tem-se mostrado mais eficiente e apresentado importantes resultados em termos de redução dos congestionamentos é o *Congestion Pricing* ou Tarifação de Congestionamento (TfL, 2009), mas existem outras medidas que podem ser adotadas e que também podem apresentar redução nos níveis de congestionamento. Contudo, medidas como as adotadas em alguns países, baseadas apenas na combinação dos números de placa do veículo com o dia da semana, podem não ser justas tanto do ponto de vista social quanto econômico e, além disso, podem ter seus resultados diminuídos ao longo do tempo, apresentando apenas efeitos paliativos.

Este artigo tem o objetivo de entender os motivos do aumento da posse e do uso de automóveis, o que tem levado à formação de congestionamentos nas cidades brasileiras, e relacionar esse aumento com medidas de restrição de circulação, destacando seus efeitos nas cidades onde foram implantadas. Para isso, este trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 2 levanta questões que ajudam a entender os motivos do uso do automóvel em detrimento dos meios de transporte coletivo. A seção 3 apresenta as discussões acerca de algumas medidas e instrumentos que o poder público pode adotar para melhorar o gerenciamento da infraestrutura viária e, por fim, a seção 4 apresenta as considerações finais e indicações para estudos futuros.

2. FATORES ESTRUTURAIS DOS CONGESTIONAMENTOS

Nesta seção são abordadas questões relacionadas ao comportamento humano e sua relação com o automóvel, ao transporte público e aos fatores que têm contribuído para o aumento do volume de tráfego.

2.1. Automóvel particular versus transporte público

O conforto, a flexibilidade do uso, a privacidade que um automóvel proporciona são alguns dos motivos que levam as pessoas a adquiri-lo, mas, além desses, existem outros motivos que talvez sejam ainda mais importantes. Um deles é o *status* que sua posse representa. Conforme salienta McLuhan (1964), nos Estados Unidos da América “o carro se tornou uma peça de

roupa sem o qual nos sentimos inseguros, despidos e incompletos no complexo urbano”. Isso destaca a importância que o carro tem na cultura do povo americano. Para Specht et al (2009), os países em desenvolvimento da América Latina têm os mesmos traços da cultura americana naquilo que diz respeito ao uso do automóvel.

O *status* que o automóvel confere está relacionado ao alto preço de aquisição desse meio de transporte nas primeiras décadas de sua produção, período em que as empresas fabricantes tinham poucos competidores, altos custos de produção e baixa produtividade. Para ilustrar essa ideia, McLuhan, ainda na década de 1960, escreve que “há a inclinação de aceitar o carro como único símbolo de status, limitando sua forma mais expansiva ao desfrute dos executivos de alto escalão” (McLuhan, 1964). Por outro lado, o transporte público, cujo desenvolvimento e utilização se deram antes do surgimento do automóvel particular, não conseguiu se apropriar de uma imagem positiva. No início de seu desenvolvimento, ele permitiu a expansão das cidades, pois as pessoas poderiam morar mais longe do seu local de trabalho (Ferraz e Torres, 2004). Mesmo nesse período inicial, em que ele era praticamente o único meio de transporte, sua utilização era feita especialmente pelos trabalhadores, e seu uso não conferia *status*.

Embora o transporte público não confira *status*, se comparado ao automóvel particular, ele apresenta diversas vantagens. Ferraz e Torres (2004) apontam algumas delas. Além de seguro e confortável, o transporte público pode apresentar menor custo unitário. Mesmo que seja, para muitas pessoas, a única opção, contribuindo para a democratização da mobilidade, para muitas outras ele pode ser uma alternativa em substituição ao automóvel, o que contribuiria para diminuir a necessidade de ampliação do sistema viário, de estacionamentos, sistemas de controle, enfim, contribuiria para o uso mais eficiente dos recursos, tanto físicos quanto financeiros.

Ferraz e Torres (2004) também apontam as desvantagens do transporte público em relação ao uso dos automóveis. Dentre elas está a rigidez de horários, uma vez que no uso do automóvel o proprietário tem total liberdade para escolher o horário de deslocamento. Outra desvantagem é a falta de flexibilidade no percurso, o que faz com que o usuário não seja transportado até o exato local de destino. Quando se utiliza o automóvel a flexibilidade é maior, embora deva ser destacado que mesmo escolhendo o percurso, o destino exato pode

não ser garantido, sendo necessário deixar o veículo em um estacionamento. Nos dois casos pode ser necessário caminhar até o ponto de destino, mas os autores salientam que a caminhada tende a ser maior se for utilizado o transporte público. Além disso, ao exigir tempo de espera, deixa o usuário exposto às condições climáticas, como calor ou frio excessivo, chuva, vento, ou outros fenômenos.

Por tudo isso e, especialmente por ter um custo baixo para o usuário, o transporte público ainda é visto como transporte daqueles que não têm condições para adquirir um automóvel particular.

2.2. Investimentos em infraestrutura de transporte

As fontes de financiamentos para investimentos em infraestruturas viárias são os orçamentos públicos e a cobrança direta dos usuários. Esta última tem sido cada vez mais utilizada tanto no Brasil como em outros países (Lacerda, 2005).

Os exemplos de cobrança direta dos usuários são as praças de pedágios, nas rodovias. Como não há, especialmente no Brasil, um sistema eletrônico de cobrança com uso de GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global), por exemplo, os custos para a instalação da infraestrutura para cobrança tornam-se elevados. A solução encontrada tem sido a criação de tributos incidentes sobre bens ou serviços complementares, como combustíveis, serviços de transporte e sobre a propriedade de veículos (Lacerda, 2005). Como exemplo, tem-se a Cide-Combustíveis – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico Incidente sobre Combustíveis, que foi criada em 2001. Embora a lei nº 10.336 (Brasil, 2001) indique que estados e municípios apliquem os recursos oriundos da CIDE na melhoria da infraestrutura de transportes, ela não vincula, ou seja, a lei não obriga que isso seja feito. Assim, os recursos podem ser destinados a outros fins, tornando ineficaz o objetivo da lei.

No meio urbano, os recursos para investimento em infraestruturas viárias dependem quase que exclusivamente dos orçamentos públicos. A Constituição Federal de 1988 aumentou a centralização da arrecadação dos tributos em nível federal, reduzindo a participação das administrações municipais no total de tributos arrecadados. A opção pela criação de tributos para financiamento de infraestrutura viária em nível municipal ficou reduzida. Com isso,

reduziu também a disponibilidade de recursos para ampliação ou melhoria do sistema de transporte público ou para outras medidas que tornariam mais racional o uso do automóvel.

2.3. Facilidade de aquisição de automóveis

Se por um lado temos a dificuldade de ampliação ou melhoria do sistema de transporte público, o que permitiria que usuários de automóveis migrassem para esse tipo de transporte, por outro temos a facilidade de aquisição de automóveis, fazendo com que usuários do transporte público passem a usar automóveis. Vários são os fatores que têm contribuído nesse sentido. A abertura econômica, o aumento do crédito e a queda nos juros são alguns deles.

2.3.1. Abertura econômica

A economia brasileira, até o final da década de 80, foi marcada pelas restrições à importação. Após esse período inicia lentamente a fase de abertura econômica. Em 1988 foram adotadas as primeiras medidas, como a redução de alíquotas de importação e a adoção de medidas que reduziam determinadas barreiras não tarifárias.

A consolidação dessa tendência deu-se a partir do Governo Collor que, já em seu primeiro ano de mandato, em 1990, eliminou grande parte das barreiras não tarifárias e, além disso, elaborou um cronograma de redução das alíquotas de importação (Azevedo e Portugal, 1998). Neste contexto, a indústria automobilística brasileira, que até então havia deixado em um segundo plano as questões relacionadas às estratégias de negócio, passou por uma profunda transformação para acompanhar as mudanças e as exigências de um mercado cada vez mais competitivo (Silva, 2001). Essa indústria rapidamente elevou seu padrão tecnológico e passou a ser tão ou mais competitiva que a dos países desenvolvidos.

Esse acréscimo de competitividade se estendeu para toda a cadeia de produção e também para outros setores (Haguenauer et al., 2001). Além disso, essa indústria buscou cooperação com fornecedores, fortalecendo a importância da cadeia de valor e priorizou o mercado de carros populares. O resultado foi a ampliação da quantidade de veículos vendidos (Silva, 2001).

2.3.2. Aumento do crédito e queda dos juros

Embora o Brasil tenha uma das taxas reais de juros mais altas do mundo (Modenesi e Modenesi, 2010), ela caiu ao longo dos últimos anos. Assim, com o aumento da renda e com a maior disponibilidade de recursos em nível mundial, houve aumento na oferta de crédito.

As operações de crédito para compra de veículos têm juros, em taxas anualizadas, abaixo das taxas praticadas para operações de crédito pessoal, sendo que a diferença é ainda maior quando se compara a operações para compra de outros bens, conforme pode ser observado na Figura 1. Essa diferença de taxas pode estar associada à garantia oferecida nas operações. Quando um veículo é adquirido através da utilização de operações de crédito, ele geralmente fica alienado à instituição financeira que realizou a operação. Em caso de inadimplemento, o bem, neste caso o automóvel, pode ser retomado para que o valor devido à instituição financeira seja ressarcido. Isso aumenta a garantia de recebimento do valor emprestado, o que contribui para que seja praticada uma menor taxa de juros.

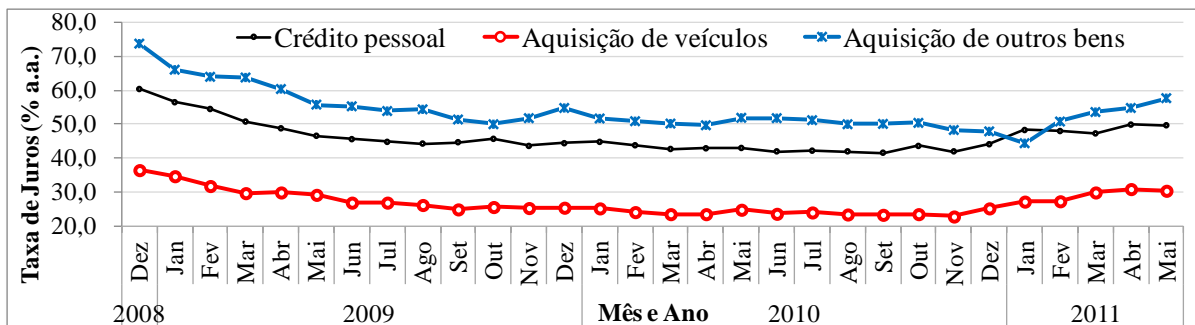


Figura 1: Taxa de juros para operações de crédito a pessoas físicas (% a.a.)

Fonte: Banco Central do Brasil (2011)

O amadurecimento das instituições políticas e econômicas, fez com que o sistema financeiro nacional se consolidasse, passando a ser reconhecido com um dos mais confiáveis do planeta. As empresas brasileiras também evoluíram e passaram a ser competidoras em nível internacional, exportando cada vez mais e trazendo recursos para o País. Além disso, um fenômeno crescente em nível mundial é o aumento da liquidez, que exige ou motiva os bancos a aumentarem a oferta de crédito para manterem sua lucratividade (Romero, 2008).

A Figura 2 mostra a evolução do saldo das operações de crédito para pessoas físicas (já excluídas as operações de crédito rural e habitacional) no Brasil. Esse aumento, conforme destaca Romero (2008), faz com que se estabeleça um círculo virtuoso. Nos últimos anos os índices de crescimento do PIB do Brasil, mesmo estando abaixo do esperado e desejado, têm sido positivos e sucessivos. Esse crescimento gera otimismo entre os agentes econômicos que, com o aumento na oferta de crédito, motiva novos investimentos, levando novamente à elevação nos índices de crescimento.

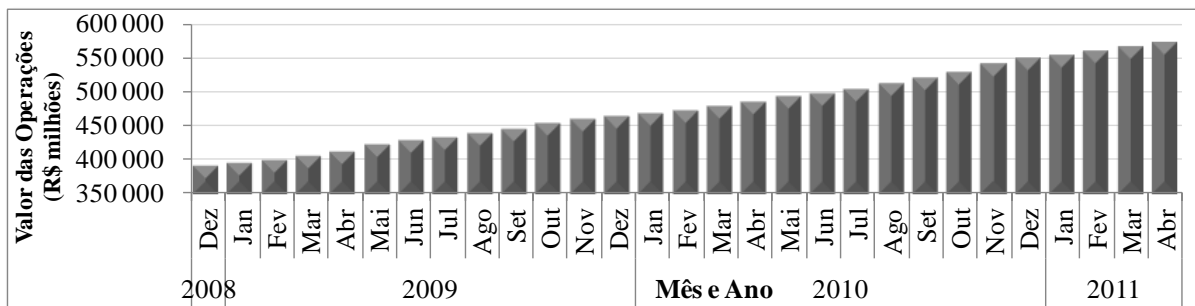


Figura 2: Valor nominal das operações de crédito para pessoas físicas (R\$ milhões)

Fonte: Banco Central do Brasil (2011)

2.4. Concentração urbana

Além dos fatores econômicos, um fenômeno que acontece de forma acentuada desde a década de 1980, é a concentração da população em áreas urbanas. Historicamente, o desenvolvimento de áreas urbanas se deu com base no sistema de transporte. Assim, os espaços com grande acessibilidade tornam-se os mais valorizados. Porém, a saturação das áreas centrais, com a consequente redução da acessibilidade, essas áreas são desvalorizadas, favorecendo o processo de descentralização rumo às áreas periféricas mais acessíveis (Kneib e Silva, 2004).

A Figura 3 mostra o crescimento da população brasileira que, nas áreas urbanas, a partir da década de 1970, cresce mais de vinte milhões em cada década. Esse crescimento exige a ampliação dos espaços urbanos, com a construção de grandes polos geradores de viagens, o que aumenta o número de viagens. Kneib e Silva (2004) chamam a atenção para o fato de que esses polos geram, diretamente, um determinado número de viagens, porém, há uma alteração no uso do solo das áreas circunvizinhas, aumentando o número total de viagens ao longo do tempo.

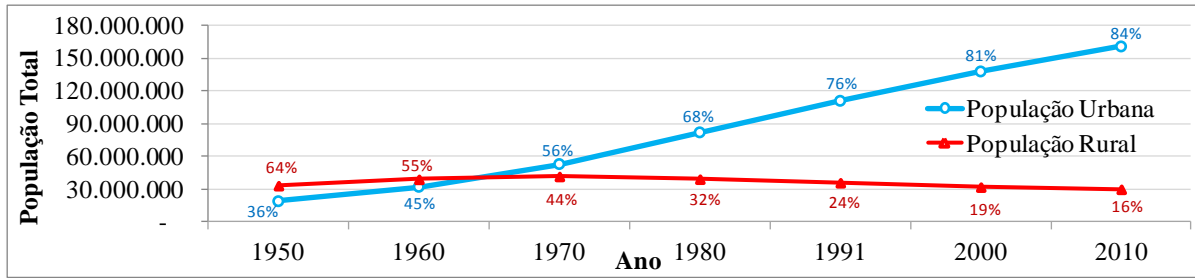


Figura 3 – Evolução da população urbana e rural no Brasil

Fonte: IBGE (2011)

3. MEDIDAS QUE CONTRIBUEM PARA REDUZIR OS CONGESTIONAMENTOS

Considerando que a evolução histórica, especialmente em relação aos fatores sociais e econômicos que acabaram desencadeando um crescimento desordenado do uso do automóvel como meio de locomoção, não é algo simples e que diversos fatores se inter-relacionam, é importante que sejam discutidas medidas que também sejam complexas a fim de contribuir para a solução desse problema que a cada dia torna-se mais urgente nos centros urbanos.

3.1. Necessidade de mais investimentos em transporte público

Um dos indicadores da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social, especialmente no ambiente urbano, pode ser a facilidade de deslocamento de pessoas, que, naturalmente, depende do sistema de transporte adotado (Ferraz e Torres, 2004). Neste sentido, o transporte público assume fundamental importância. Seu aspecto social e democrático, sendo acessível às pessoas de baixa renda e para aqueles que não podem dirigir, como crianças, adolescentes, idosos e deficientes, por exemplo, faz com que ele seja uma alternativa para amenizar os problemas de congestionamento, poluição e acidentes.

Em termos de eficiência do uso das vias, o transporte público demonstra ser uma alternativa atraente. Num exercício simples, para efeito ilustrativo, considerando uma via com duas faixas, uma destinada exclusivamente para ônibus e outra exclusivamente para automóveis, teremos uma grande diferença nas capacidades de transportar pessoas em cada uma delas. Aquela destinada a automóveis, considerando que cada automóvel transporta, em média, 1,6 passageiro (Kruesi, 1997), e que a capacidade máxima da via é de 1.200 veículos por hora (andando a uma velocidade média de 30 km/h) tem capacidade de transportar aproximadamente 1.920 pessoas por hora. Já aquela destinada para ônibus, considerando que

cada ônibus (também a uma velocidade média de 30 km/h) transporta, em média, 25 pessoas (Kruesi, (1997), tem capacidade para transportar 12.500 pessoas por hora. Fica evidente, portanto, que o transporte público usa mais eficientemente o espaço viário.

Mesmo apresentando vantagens em termos de eficiência, o transporte público não tem recebido a atenção que merece. É um sistema em que investimentos relativamente pequenos, como a implantação de corredores exclusivos para ônibus, podem trazer grandes ganhos tanto econômicos quanto sociais (CNT-UFRJ, 2002).

3.2. Planejamento de longo prazo para os entornos dos Polos Geradores de Viagens

Os polos geradores de viagens, conforme conceito da Rede PGV (2011), “são locais ou instalações de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de exercer grande atratividade sobre a população, produzir um contingente significativo de viagens, necessitar de grandes espaços para estacionamento, carga e descarga e embarque e desembarque, promovendo, conseqüentemente, potenciais impactos”. Esses empreendimentos, além dos impactos nos sistemas viários e de transportes, como os congestionamentos, acidentes e repercussões no ambiente, também influenciam o desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida da população (Rede PGV, 2011).

O uso e ocupação do solo nos espaços urbanos, com a implantação desses polos, são alterados significativamente. Esses empreendimentos, em alguns casos, são capazes de alterar as centralidades das cidades. Conforme destacam Kneib et al. (2010), eles atraem um grande número de pessoas, gerando aumento no número de viagens e, além disso, atraem novas atividades e novas construções. Isso acaba formando um processo cíclico: ao aumentar a demanda por áreas, os terrenos são valorizados, atraindo mais atividades, novas construções e, conseqüentemente, gerando um número adicional de viagens.

3.3. Deseconomias causadas pelos congestionamentos

O desequilíbrio entre o volume excessivo de tráfego e a capacidade limitada das vias leva à formação dos congestionamentos. Essa situação traz deseconomias, imputando custos à sociedade. Dentre as principais deseconomias pode-se citar o aumento no consumo de combustível, a emissão de poluentes e aumento nos tempos de deslocamento.

Tanto o aumento no consumo de combustível quanto a emissão de poluentes estão relacionados à variação na velocidade. Quanto menor a velocidade maior será o consumo de combustível e a emissão de poluentes. Contudo, existe uma velocidade ótima que, a partir da qual há aumento no consumo de combustível (IPEA, 1998).

Em relação ao excesso de tempo gasto nos deslocamentos, as deseconomias referem-se ao impedimento de as pessoas produzirem algum valor para a sociedade, ou seja, os congestionamentos reduzem a capacidade (ou o tempo) que seria destinada à geração de renda. Por esse motivo é que a busca da redução do tempo de deslocamento torna-se uma das principais metas dos projetos de transporte (IPEA, 1998). A importância dessa redução é destacada por Kruesi (1997). Para esse autor o tempo economizado poderia ser utilizado em outras atividades preferidas pelos viajantes, como trabalho remunerado ou de atividades de lazer.

3.4. Medidas de restrição à circulação

Para dar maior eficiência ao sistema de tráfego, os gestores públicos podem adotar medidas restritivas, sem que haja, no entanto, a necessidade de ampliação do sistema viário. Para May (1986), medidas de restrição de tráfego são aquelas que impõem restrição à utilização do veículo, a fim de conseguir uma alteração significativa no modo, tempo, rota ou destino das viagens. May (1986) destaca ainda que as restrições podem ser de diversos tipos. Dentre os principais destacam-se as medidas físicas, regulatórias e fiscais ou financeiras.

As restrições do tipo físicas são utilizadas para impedir o acesso a determinadas áreas. As barreiras físicas tornam esse tipo de medida não flexível, podendo transferir problemas para outras áreas e gerar maiores deslocamentos. Já as medidas administrativas podem incluir o controle sobre a posse de veículos, limitando a um determinado número de veículos por residência, por exemplo. Esta medida tende a ser efetiva sobre a posse, mas não sobre o uso. Ela não impede que um grande número de viagens seja efetuado (May, 1986). O controle sobre estacionamentos também é uma medida administrativa. Contudo, é pequena a possibilidade de o poder público interferir nesse tipo de empreendimento, pois a maioria está sob controle do setor privado e, além disso, essa interferência poderia gerar impactos em áreas próximas.

Algumas das medidas adotadas em Bogotá (Colômbia), Santiago do Chile, Cidade do México e São Paulo (Brasil), que consistem na restrição de circulação de veículos, de acordo com os últimos dígitos da placa, em alguns dias da semana, são exemplos de medidas administrativas. Mahendra (2008) salienta que depois de algum tempo essas medidas apresentam resultados perversos: algumas pessoas “contornam” o sistema adquirindo um segundo veículo, geralmente menos eficiente, reduzindo ou eliminando os benefícios que foram objeto de sua implantação.

Outro exemplo de medidas administrativas são as *HOV Lanes - High Occupancy Vehicles Lanes* – existentes nos EUA. Elas são faixas, geralmente uma ou duas em cada sentido das rodovias, específicas e exclusivas para veículos que trafegam com duas ou mais pessoas a bordo. Os veículos que não respeitam a determinação pagam multas (WSDoT, 2009). Semelhante às *HOV Lanes* são as *HOT Lanes - High Occupancy Toll Lanes*. Elas têm a mesma lógica das *HOV Lanes*, só é permitido o tráfego de veículos com alta ocupação, mas nesse caso, mediante ao pagamento de um pedágio (FHWA, 2006). As *HOT Lanes*, ao exigir a cobrança pelo uso da faixa exclusiva, são um misto de medidas administrativas e fiscais.

As medidas fiscais, conforme May (1986), são as que podem apresentar os melhores resultados, pois têm a capacidade de fazer com que os indivíduos avaliem a necessidade e a importância de seus deslocamentos. Embora não sejam seletivas, pois seu impacto é percebido de forma diferente pelos usuários, ou seja, para aqueles com renda maior o efeito da cobrança é menor, elas permitem que parte do volume de tráfego seja transferida para horários fora do horário de pico. O principal exemplo desse tipo de medida é o *Congestion Pricing*.

3.5. Conceito de *Congestion Pricing*

O *Congestion Pricing* ou Tarifação de Congestionamento é uma medida que possibilita uma melhor distribuição do tráfego ao longo do dia. Vickrey (1952) foi um dos primeiros a propor esse sistema de cobrança. Inicialmente ele propôs ao sistema de metrô de Nova York que passasse a aumentar as tarifas nos horários de pico, devido aos altos índices de lotação dos trens. A proposta teve como base a ideia de que os usuários que pudessem mudar o horário da sua viagem para horários em que a tarifa fosse menor optariam pela mudança. Mais tarde a proposta foi feita para o sistema rodoviário para que houvesse a redução dos

congestionamentos, da poluição do ar, do uso de energia e a utilização de outras vias ou outros meios de transporte.

O objetivo do *Congestion Pricing* é reduzir as perdas associadas aos congestionamentos, tornando possível gerenciar a demanda sem aumentar a oferta. Ao cobrar uma tarifa para permitir o acesso a uma determinada área em um determinado horário, faz com que algumas viagens sejam transferidas para outros horários, rotas ou mesmo outros modos de transporte. A tarifação é uma forma de fazer com que os usuários paguem pelas externalidades negativas que causam, tornando-se conscientes dos custos que imputam aos outros usuários quando utilizam a via em horários onde a oferta é insuficiente para satisfazer a demanda. A tarifa de congestionamento é uma penalidade econômica que desencoraja o consumo do bem, neste caso o automóvel, nas horas de pico (Burris, 2003; FHWA, 2008).

3.6. Necessidade de adoção de um conjunto de medidas

Os efeitos positivos que o *Congestion Pricing* traz são potencializados quando outras medidas são tomadas conjuntamente. Como exemplo, pode-se destacar o que ocorreu em Londres, onde a adoção do *Congestion Pricing* foi acompanhada de diversas outras medidas. Segundo o *Transport for London* (2009), as principais estratégias adotadas foram campanhas de conscientização sobre viagens, incentivos ao ciclismo e à caminhada, concessão de gratuidade para menores de 16 anos em ônibus e *tramway*, além de outras medidas compensatórias. Isso fez com que Londres tenha hoje um dos sistemas de gestão de transporte mais bem-sucedidos que se tem conhecimento (TfL, 2009). Em Estocolmo, ao adotar o *Congestion Pricing*, também foram adotadas outras medidas, como maior investimento em transporte público, em estacionamentos e vias para transporte alternativo, contribuindo para o sucesso do programa (Eliasson e Lundberg, 2002).

A Figura 4 sumariza as discussões apresentadas, evidenciando os fatores que contribuem para a existência dos congestionamentos e das medidas necessárias para a otimização do transporte urbano.

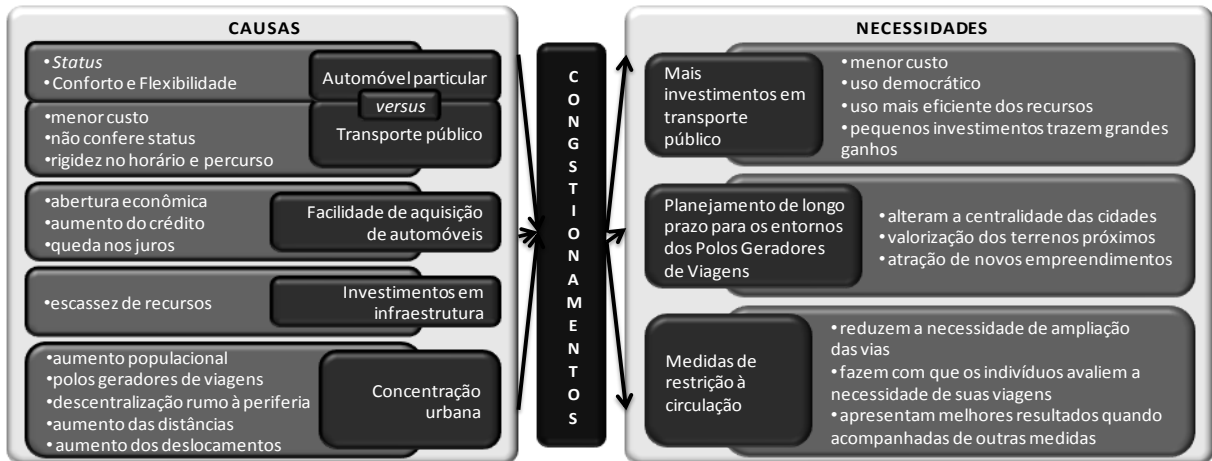


Figura 4: Síntese da discussão apresentada

3.7. Medição dos benefícios das políticas adotadas

A implantação de uma medida, seja administrativa ou fiscal, requer estudo para avaliar seus efeitos. Um dos parâmetros mais importantes quando se avalia um projeto de transportes é sua capacidade em reduzir o tempo de viagem. Para Ortúzar e Willumsen (2011), as economias de tempos de viagem são o benefício mais importante nos projetos de transporte. Mackie et al. (2003) e Brito e Strambi (2007) afirmam que em alguns projetos de transporte, a economia do tempo de viagem pode representar 80% dos benefícios sociais.

Conforme estudo da Confederação Nacional dos Transportes (2002), em cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes, os custos com combustíveis, poluição ambiental e aumento nos tempos de viagem, devido aos congestionamentos, chegaram a 2,4% do PIB no ano de 2002. Se considerarmos esse mesmo percentual para o ano de 2011, teremos o equivalente a R\$ 99,4 bilhões. Outros estudos, como Resende e Sousa (2009), Santos (2010), entre outros, também quantificam os custos dos congestionamentos. Porém, não há um consenso sobre a forma de cálculo dos impactos causados e, portanto, existe dificuldade quando se tenta quantificar os efeitos de uma medida que traga melhorias no sistema de transporte. Em grande parte isso advém da dificuldade na conceituação de congestionamento e da dificuldade de calcular o valor do tempo de viagem atribuído pelos usuários.

O conceito de congestionamento é amplo e impreciso. Para Carvalho (2007), muitos estudos optam por definir limites, gerando tabelas com valores aceitáveis. Assim, os índices de congestionamento são calculados a partir da definição de tempos de percurso, ou relações volume/capacidade, aceitáveis para cada tipo de via. Definidos estes limites, todo tempo de

percurso adicional é considerado congestionamento (Carvalho, 2007). Como não há rigidez no tempo de percurso e/ou na relação volume/capacidade, a precisão nos cálculos fica prejudicada. Além disso, essas relações são afetadas pelo tipo de veículo que utiliza a via e pelas características dos condutores, ou seja, o que pode ser considerado congestionamento para uns pode não ser considerado para outros, pois os níveis de tolerância são diferentes.

Outra questão importante a ser analisada é a atribuição de um valor ao tempo consumido ou desperdiçado por causa dos congestionamentos ou, em sentido inverso, ao tempo economizado em função de um projeto que melhorou o sistema de transporte. Embora o conceito de valor de uma economia de tempo de viagem esteja consolidado, sendo definido como o valor monetário que os indivíduos alocam a uma economia de tempo de viagem, para um dado propósito e sob dadas circunstâncias de viagem (Arruda, 1998), existem muitos fatores que influenciam a atribuição desse valor.

Diversos autores destacam os vários fatores que influenciam o valor atribuído a uma economia de tempo de viagem para um indivíduo. Arruda (1998) destaca as experiências culturais e as características socioeconômicas dos indivíduos, além do modo de transporte utilizado, extensão do percurso de viagem e o nível de conforto no veículo. Carvalho (2007) salienta que o valor subjetivo do tempo de viagem é diferente para pessoas que têm liberdade para definir sua carga horária de trabalho, e para aqueles com carga horária pré-determinada. Este autor destaca ainda, fatores como horário da viagem ou dia da semana, local da viagem, ou seja, se é urbana ou entre centros urbanos, ocupação dos veículos, propósito da viagem (trabalho, estudo, lazer), entre outros. Senna (1994) destaca que o valor do tempo de viagem é diferente para pessoas que necessitam chegar a um determinado destino em um determinado horário e para pessoas que tenham flexibilidade no horário de chegada ao destino.

Tudo isso deixa claro que estimar o custo imputado pelos congestionamentos à sociedade e/ou estimar os benefícios de uma medida que vise reduzir os congestionamentos é uma tarefa árdua que exige o uso de muitos fatores e critérios.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fazer uma análise da evolução dos fatores relacionados ao comportamento humano e sua relação com o automóvel, ao transporte público e às medidas de gerenciamento de demanda da infraestrutura viária, o artigo contribuiu com o entendimento de que a questão dos congestionamentos apresenta uma tendência de agravamento da situação atual, com a necessidade de decisões por parte do poder público para evitar uma possível saturação. A adoção de medidas como o *Congestion Pricing*, portanto, podem ser uma alternativa, desde que acompanhada de um conjunto de outras medidas. Apesar de não contarem com consenso, as medidas de restrição à circulação de veículos tornam-se necessárias para que haja maior eficiência no uso da infraestrutura viária, com ganhos econômicos e sociais.

Além disso, este artigo, ao mostrar a evolução que o sistema de transporte de pessoas teve nos últimos anos, enfatizando a redução no volume de recursos disponíveis que se teve a partir da Constituição de 1988 e da impossibilidade de ampliação da infraestrutura no mesmo ritmo do crescimento do uso ou da posse de automóveis, chama a atenção da importância da seleção adequada dos projetos de transporte. Assim, os gestores públicos, ao avaliarem um projeto, devem levar em conta os benefícios que o mesmo pode trazer para a sociedade como um todo, não especificamente a um grupo de usuários.

Sugere-se que outros estudos sejam realizados, especialmente em relação à avaliação dos impactos econômicos e sociais dos congestionamentos e, também, sobre o valor do tempo de viagem atribuído pelos indivíduos, o que contribuirá para ampliar o conhecimento nessa área a fim de que os administradores públicos tenham subsídios consistentes e para que sejam adotadas as melhores alternativas para a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, J. B. F. (1998) Valor do Tempo de Viagem para Avaliação de Projetos de Transportes no Brasil: Um Estudo Crítico-Comparativo. In: Confederação Nacional do Transporte. (Org.). *Transporte em Transformação: Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT*. 1ª ed. São Paulo: Makron Books, V. 1, p. 52-71.
- AZEVEDO, A. F. Z. e PORTUGAL, M. S. (1998) *Abertura Comercial Brasileira e Instabilidade da Demanda de Importações*. Nova Economia, Belo Horizonte, v. 8, n.1, p. 37-63, jul.
- BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL (2011). Histórico das Taxas de Juros. Disponível em <http://www.bcb.gov.br/?INDECO>. Acesso em 11/07/2011.

- BURRIS, M. W. (2003) Application of Variable Tolls on Congested Toll Road. American Society of Civil Engineers, *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 129, Nº. 4, p. 354-361. Virgínia, Estados Unidos.
- BRASIL. (2001) Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001. Institui Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide), e dá outras providências. Diário Oficial da União de 20 de dezembro de 2001.
- BRITO, A. N. e STRAMBI, O. (2007) Análise de Características Relacionadas à Variação do Valor do Tempo de Viagem de Motoristas Usando Técnicas de Preferência Declarada. *Transportes*, v. XV, n. 1, p. 50-57.
- CARVALHO, C. E. M. (2007) *O Impacto Causado por Modificações Operacionais em Uma Importante Rodovia Brasileira Sobre o Valor do Tempo de Viagem dos Usuários*. Dissertação. Universidade Federal Fluminense.
- CNT-UFRJ. (2002) *O Caminho para o Transporte no Brasil*. Rio de Janeiro.
- ELIASSON, J. e LUNDBERG, M. (2002) *Road Pricing in Urban Areas*. Swedish National Road Administration and T&E. Suécia.
- FERRAZ, A. C. P. e TORRES, G. E. (2004) *Transporte público urbano*. São Carlos: RiMa.
- FHWA – FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. (2006) *International Urban Road Pricing: Issues and Options for Increasing the Use of Tolling and Pricing to Finance Transportation Improvements*. Washington, EUA.
- FHWA – FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. (2008) *Congestion Pricing - A Primer: Overview*. Washington, EUA.
- HAGUENAUER, L. et al. (2001) *Evolução das Cadeias Produtivas Brasileiras na Década de 90*. IPEA.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2009) PNAD - 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/default.shtm>. Acesso em 11/07/2011.
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. (1998) *Redução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público: Relatório Síntese*. São Paulo.
- KNEIB, E. C. e SILVA, P. C. M. (2004) *Caracterização de Empreendimentos Geradores de Viagens: Contribuição Conceitual à Análise de seus Impactos no Uso, Ocupação e Valorização do Solo Urbano*. XVIII ANPET, Florianópolis.
- KNEIB, E. C.; SILVA, P. C. M. e PORTUGAL, L. S. (2010) Impactos Decorrentes da Implantação de Pólos Geradores de Viagens na Estrutura Espacial das Cidades. *Transportes*, v. XVIII, n. 1, p. 27-35.
- KRUESI, F. E. (1997) *The Value of Saving Travel Time: Departamental Guidance for Conducting Economic Evaluation*. USDOT.
- LACERDA, S. M. (2005) *O Financiamento da Infraestrutura Rodoviária Através de Contribuintes e Usuários*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 21, p. 141-159.
- MACKIE P. J., et al. (2003) *Valuation of Travel Time Savings in the UK*. Institute for Transport Studies. Working Paper 567, University of Leeds.
- MAHENDRA, A. (2008) Vehicle restrictions in Four Latin American cities: Is Congestion Pricing Possible? *Transport Reviews*, Volume 28, Issue 1, p. 105 - 133.
- MAY, A. D. (1986) Traffic Restraint: a Review of the Alternatives. *Transportation Research*, Part A, v. 20A n. 2, p. 109-121.

- McLUHAN, M. (1964) *Os Meios de Comunicação como Extensões do Homem*. McGraw-Hill, 17ª Ed, Nova York.
- MODENESI, A. M. e MODENESI, R. L. (2010) *Quinze Anos de Rigidez Monetária no Brasil pós Plano Real: uma Agenda de Pesquisa*. III Encontro Internacional da Associação Keynesiana Brasileira. São Paulo.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. (2011) *Modelling Transport*. 4th. ed. John Wiley and Sons, Chichester, England, 606 p.
- REDE PGV – REDE IBERO-AMERICANA DE ESTUDO EM POLOS GERADORES DE VIAGENS. (2011) O que é um PGV? Disponível em <http://redpgv.coppe.ufrj.br>. Acesso em 11 de julho de 2011.
- RESENDE, P. T. V. e SOUSA, P. R. (2009) *Mobilidade Urbana nas Grandes Cidades Brasileiras: um Estudo Sobre os Impactos do Congestionamento*. XIII SIMPOI, Fundação Getúlio Vargas, Novembro de 2009.
- ROMERO, J. P. (2008) *Os Impactos do Crédito no Desenvolvimento Regional: uma Análise dos Diferentes Tipos de Bancos que Integram o Sistema Financeiro Brasileiro (2001-2006)*.
- SANTOS, L. M. (2010) A Faceta Econômica dos Congestionamentos: um Balanço entre as Políticas de Incentivo ao Transporte Público vs Políticas de Restrição ao Transporte Individual. *Pluris 2010*. Faro, Portugal.
- SENN, L. A. D. S. (1994) *User's Response to Travel Time Variability*. Ph.D. Thesis. Institute for Transport Studies. University of Leeds, United Kingdom.
- SILVA, C. L. (2001) Competitividade e Estratégia Empresarial: um Estudo de Caso da Indústria Automobilística Brasileira na Década de 1990. *Revista FAE*, Curitiba, v.4, n.1, p.35-48.
- SPECHT, L. P.; BRANDLI, L. L. e SILVA, R. (2009) Modelagem da Preferência do Usuário para a Escolha do Transporte Público Universitário. *Revista Produção Online*, Vol. IX, nº2.
- TfL – TRANSPORT FOR LONDON. (2009) *Congestion Charging*. London.
- VICKREY, W. (1952) *Principles of Efficient Congestion Pricing*. Columbia University, EUA, 1992. Disponível em: <http://www.vtpi.org/vickrey.htm>. Acesso em 11 de julho de 2011.
- WSDoT – WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. (2009) *SR-167 HOT Lanes Pilot Project*. First Annual Performance Summary, May 2008 - April 2009. Washington, EUA.

3.2. Segundo Artigo

FATORES QUE INFLUENCIAM O VALOR MONETÁRIO ATRIBUÍDO AO TEMPO

FATORES QUE INFLUENCIAM O VALOR MONETÁRIO ATRIBUÍDO AO TEMPO

Carlos Cardoso

Luiz Afonso dos Santos Senna

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

RESUMO

Este estudo apresenta os fatores que influenciam a atribuição do valor monetário ao tempo de viagem ou, no sentido inverso, a uma redução do tempo de viagem. Além disso, faz uma análise e comparação dos valores de tempo de viagem calculados em alguns estudos brasileiros, atualizando esses valores para 1º de janeiro de 2012, analisando também as classificações utilizadas. As conclusões são de que há divergências entre os valores encontrados nos estudos analisados e que as classificações feitas também são divergentes. Em parte essas divergências decorrem da impossibilidade de captar as particularidades que envolvem a atribuição de valor ao tempo de viagem.

ABSTRACT

This study presents the factors that influence the monetary value of travel time, or a reduction in travel time. Moreover, analyzes and compare the values of travel time calculated in some Brazilian studies, updating these values to January 1, 2012, also the classifications used are analyzed. The conclusions shows differences between the values found in the analyzed studies and the classifications made are divergent too. In part these differences stem from the inability to capture the specifics involving the assignment of travel time value.

1. INTRODUÇÃO

O valor atribuído ao tempo de viagem é um importante indicador nos estudos para planejamento de transportes. Dentre suas principais aplicações, destacam-se a avaliação econômica de projetos e os estudos envolvendo previsões de escolha modal.

A obtenção desse indicador se dá através de pesquisas, geralmente utilizando a técnica de preferência declarada, e pode ser entendido como o valor monetário que os indivíduos estão dispostos a alocar a uma economia de tempo de viagem, para um dado propósito e sob dadas circunstâncias (Arruda, 1998).

A importância do estudo desse indicador pode ser destacada, pois, conforme salientam Ortúzar e Willumsen (2011), as economias de tempos de viagem são o benefício mais importante nos projetos de transporte. Mackie et al. (2003) e Brito e Strambi (2007) afirmam

que em alguns projetos de transporte, a economia do tempo de viagem pode representar 80% dos benefícios sociais. Por conta disso é que, quando se faz a priorização dos projetos de transporte, avaliam-se diversos indicadores, especialmente os benefícios econômicos decorrentes de sua capacidade de reduzir o tempo de viagem. Aqui, uma questão importante a ser destacada é a atribuição de um valor ao tempo consumido ou desperdiçado devido aos congestionamentos ou, em sentido inverso, ao tempo economizado em função de um projeto que melhorou o sistema de transporte.

Diversos estudos apresentam métodos para mensuração do valor do tempo de viagem ou da economia desse tempo. No Brasil, vários trabalhos realizados apresentam valores de tempo de viagem, mas, conforme salienta Bates (1987), os estudos empíricos fornecem estimativas de valor para grupos específicos e em situações específicas. O objetivo deste trabalho é o de buscar, nesses estudos, evidências de relação entre o valor atribuído ao tempo de viagem e os modos de transporte utilizados, motivos de viagem ou outra classificação que seja feita. Além disso, discutem-se as classificações que cada estudo utiliza.

Para cumprir o objetivo desse estudo, são utilizados dados secundários, provenientes de estudos técnicos e científicos, que realizaram pesquisas, utilizando a técnica de preferência declarada para, dentre seus objetivos, encontrar estimativas para os valores do tempo de viagem. Estes estudos são todos realizados no Brasil, informam o local da realização do estudo (cidade, região ou estado) e a data (mês e ano) em que a pesquisa foi realizada. Para ser possível a comparação, os valores de tempo de viagem foram atualizados para 1º de janeiro do ano de 2012, utilizando o Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

2. BASE TEÓRICA

Para o entendimento do tema em estudo, alguns conceitos são fundamentais. Nesta etapa do trabalho serão abordados os seguintes conceitos: i) custo de oportunidade; ii) valor do tempo de viagem; iii) modelos de escolha discreta e; iv) preferência declarada.

2.1. Custo de Oportunidade

Quando se utiliza um recurso para determinado fim, perde-se a oportunidade de utilizar este recurso para outro fim ou em outra alternativa. Para Beuren (1993), esta afirmação pressupõe a existência de duas ou mais alternativas viáveis. Além disso, a escolha de uma alternativa implica abandono ou sacrifício de outra não escolhida. Desta forma, o custo de oportunidade da alternativa escolhida é o custo da alternativa abandonada que lhe proporcionaria maior satisfação.

Para exemplificar essa situação, Joaquim (2011) comenta que para viagens, o tempo gasto no trânsito é um dos componentes mais críticos do “preço” que os usuários pagam. Esse tempo perdido poderia ser dedicado a outras atividades, como aumentar sua renda ou em atividades de lazer. O valor destas outras atividades representa o custo de oportunidade do tempo de viagem (Joaquim, 2011).

2.2. Valor do Tempo de Viagem

Becker (1965) foi um dos primeiros a contribuir com a ideia de que poderia ser atribuído um valor ao tempo gasto ou despendido em uma atividade. Em seu artigo, *A Theory of the Allocation of Time*, o autor descreve o valor do tempo como o custo de oportunidade de alocar tempo em uma atividade de não trabalho. Assim, esse tempo poderia ser convertido em dinheiro se o indivíduo passasse mais tempo trabalhando. Ainda para Becker (1965), o valor do tempo poderia ser um equivalente do valor do salário, por hora, do indivíduo.

Diversos outros estudos que sucederam o de Becker (1965), como os de Johnson (1966) e Oort (1969), tinham seus conceitos embasados na teoria microeconômica, na qual cada indivíduo busca maximizar sua satisfação, equilibrando o total de bens disponíveis e o tempo destinado ao lazer. Alinhados a esse argumento, Jara-Díaz e Guevara (2003) citam o conceito de valor subjetivo do tempo, que é a predisposição de um indivíduo em pagar (*willingness to pay*) por uma redução no tempo de viagem. Esse valor refletiria a soma da vontade de substituir o tempo perdido em uma viagem por uma atividade mais útil ou mais agradável e da percepção direta de redução no tempo de duração da viagem (Jara-Díaz e Guevara, 2003).

Em síntese, conforme salienta Kruesi (1997), o tempo economizado em viagens terá valor por duas razões principais: i) ele poderá ser utilizado em outras atividades preferidas pelos viajantes. Essas atividades podem ser o trabalho remunerado ou de lazer e, ii) o tempo gasto em viagens geralmente está associado a situações desagradáveis, como locais lotados, exposição às condições climáticas (chuva, vento, calor), esforços ou aborrecimentos. Assim, reduzir esse tempo representa ter ganhos em termos de benefícios de qualidade de vida. Com isso, o valor do tempo de viagem pode variar dependendo do motivo da viagem, das alternativas de uso do tempo, e das condições em que a viagem ocorre (Kruesi, 1997).

2.3. Modelos de Escolha Discreta

Os modelos de escolha discreta apresentam os resultados, em termos de modelagem do comportamento humano, de maneira simples e de fácil entendimento. Especificamente para os transportes, pode ser utilizado para avaliar o comportamento dos usuários em relação à concepção de um novo sistema de transporte, ou de políticas que tenham impacto sobre o sistema de transporte (Ben-Akiva e Lerman, 1985).

Diversos modelos de escolha discreta podem ser obtidos em função da distribuição que se admita para o termo aleatório, aquele que reflete os gostos particulares de cada indivíduo e os eventuais erros nas observações e medidas incorridos durante o processo de modelagem (Ortúzar e Willumsen, 2011). Os modelos mais utilizados são o Logit e o Probit, sendo o primeiro o mais amplamente utilizado em transportes (Brito e Strambi, 2007). Em planejamento de transporte, estes modelos são usados para modelar o comportamento de escolha do modo de transporte. Ao escolher uma alternativa, dentre um conjunto de alternativas, o indivíduo está indicando aquela que lhe dá maior grau de utilidade (Burris, Devarasetty e Shaw, 2011).

2.4. Preferência Declarada

Preferência declarada faz parte das técnicas que usam declarações dos indivíduos sobre suas preferências em um conjunto de opções, que podem ser situações reais – já existentes, ou cenários imaginários, hipotéticos – construídos pelo pesquisador (Brito e Strambi, 2007). Essa técnica foi desenvolvida para ser aplicada nas pesquisas de marketing nos anos 1970, sendo que logo se tornou bastante difundida. Em transportes seu uso é mais recente, sendo que um

dos primeiros estudos a utilizá-la foi o de Willumsen, realizado em 1981 (Brito e Strambi, 2007).

Utilizando a técnica de preferência declarada é possível compreender a estrutura de decisão dos usuários de um determinado sistema de transporte e, a partir disso, avaliar os efeitos de alterações nesse sistema sobre o comportamento desses usuários. A partir das informações obtidas é possível quantificar os efeitos das alterações na divisão modal com a introdução de uma nova modalidade de transporte, além de ser possível quantificar os valores monetários que os usuários atribuem aos tempos de viagem, de espera e de transbordo (PITMUrb, 2005).

A aplicação desse tipo de pesquisa se dá através da exposição dos entrevistados a alternativas a serem escolhidas. Essas alternativas podem ser reais ou fictícias, dentre elas o entrevistado declara qual é de sua preferência. É uma técnica que tem sido amplamente usada no estudo de transportes e é especialmente recomendada em casos de análises de situações novas (PITMUrb, 2005).

3. FATORES QUE INFLUENCIAM A ATRIBUIÇÃO DE VALOR AO TEMPO

Um dos parâmetros mais importantes quando se avalia um projeto em transportes é sua capacidade em reduzir o tempo de viagem. Para Ortúzar e Willumsen (2011), as economias de tempos de viagem são o benefício mais importante nos projetos de transporte. Mackie et al. (2003) e Brito e Strambi (2007) afirmam que em alguns projetos de transporte, a economia do tempo de viagem pode representar 80% dos benefícios sociais.

Assim, para se saber os benefícios de um projeto que melhorará um sistema de transporte, é importante entender os fatores que influenciam a atribuição de valor, pelos indivíduos, ao tempo de viagem ou à redução desse tempo.

O conceito de valor de uma economia de tempo de viagem está consolidado. Ele pode ser definido como o valor monetário que os indivíduos alocam a uma economia de tempo de viagem, para um dado propósito e sob determinadas circunstâncias de viagem (Arruda, 1998), mas existem muitos fatores que influenciam a atribuição desse valor. Conforme Ramos (2008), os principais fatores a serem destacados são:

Motivo da viagem: os motivos podem ser viagens a *trabalho*, nas quais os indivíduos têm destino certo e, com isso, poucas mudanças de trajeto, já que há menor flexibilidade nos tempos de viagem e as viagens de *não trabalho*. Quando o motivo da viagem for *não trabalho* existe maior liberdade para a escolha de trajeto.

Local da viagem: as viagens podem ocorrer dentro de centros urbanos ou entre centros urbanos. Isso implica diferentes distâncias a serem percorridas. Quanto maior a distância a ser percorrida, maiores são as chances de perda de tempo. E, com isso, também há atribuição de valores diferentes para cada tipo de viagem.

Modo de transporte: destaca-se que em uma viagem pode ser necessário utilizar vários modos de transporte, o que implica tempos e eficiências distintas em cada um deles. Pode ser necessária uma caminhada para o acesso a uma plataforma de embarque e, além disso, deve-se acrescentar que pode ser necessário esperar uma condução.

Ocupação do veículo: quanto maior for a ocupação de um veículo, maior também pode ser a perda de tempo. Conforme Kruesi (1997), em viagens curtas a média de ocupação dos veículos é de 1,6 passageiros, enquanto que para viagens longas, essa média sobe para 2,3. Esse mesmo autor destaca que para ônibus a média usada deve ser 25 passageiros e para caminhões considera-se apenas o motorista.

Valor gasto na viagem: quanto maior o valor investido ou pago para se chegar a um destino, caso haja ineficiência, maiores serão as perdas. Assim, entende-se que quanto maior o valor pago, menor é a tolerância a perdas. Neste caso, em viagens de avião, as perdas tendem a serem maiores, uma vez que para usuários de ônibus a tolerância pode ser maior.

Renda: o valor auferido por um indivíduo em um determinado tempo pode ter relação com a perda sofrida por esse indivíduo, pois, ao perder tempo ele deixa de produzir e, conseqüentemente, de ganhar um valor correspondente ao tempo perdido. Assim, caso haja ineficiência no modo de transporte que ele utiliza, o valor da perda de tempo é proporcional aos ganhos que ele poderia ter se estivesse produzindo.

Flexibilidade: refere-se à flexibilidade no horário de chegada a um determinado destino. Este fator é destacado por Senna (1994), que enfatiza que o valor do tempo de viagem é diferente para pessoas que necessitam chegar a um determinado destino em um determinado horário e para pessoas que tenham flexibilidade no horário de chegada.

Hora ou dia da viagem: estes são fatores que interferem de várias formas na atribuição de valor. Pode ser que usuários que utilizam com frequência uma determinada via em horários ou dias em que os níveis de congestionamento são altos já provisionem tempo adicional para o deslocamento em um determinado trajeto, atribuindo valores diferentes ao tempo de viagem do que usuários eventuais dessa via. Em outro sentido, dependendo da flexibilidade e da necessidade do usuário, o valor atribuído pode ser diferente em horários também diferentes.

Fatores pessoais: as características de cada indivíduo são fatores que também devem ser considerados. Dentre eles podem ser destacadas a ocupação, pois trabalhadores, estudantes ou aposentados podem atribuir valores diferentes para os mesmos tempos em determinadas viagens. Além disso, fatores como tolerância ou conhecimento do tempo de percurso também podem influenciar a atribuição de valor ao tempo de viagem.

Adicionalmente a esses fatores, podem ser citadas situações circunstanciais, aqueles em que não há como prever, como acidentes de trânsito que podem bloquear uma via, cujas consequências podem ser o congestionamento na via e nas vias do entorno. Caso a pesquisa seja feita em uma área próxima, isso pode interferir nas percepções do entrevistado. Conforme destaca Mackie et al. (2003), o estudo deve ser suficientemente capaz de medir a sensibilidade dos indivíduos para pequenas e grandes economias de tempo. Além disso, deve-se considerar a variabilidade no tempo de viagem. Os indivíduos evitam chegar antes ou depois do horário previsto no local de destino. O estudo de Li et al. (2012) demonstra que os valores da disposição a pagar (*willingness to pay*) para reduzir essa variabilidade, são mais influenciados pelo total de tempo reduzido (para evitar chegar antes ou depois) do que a probabilidade de ocorrência dessa variabilidade, ou seja, os usuários estão dispostos a pagar um maior valor para evitar chegar muitos minutos antes (ou depois), mesmo que a probabilidade dessa ocorrência seja pequena, do que para evitar chegar poucos minutos antes (ou depois), mesmo que a probabilidade seja grande.

Estes são alguns dos fatores que podem influenciar na valoração do tempo. Eles mostram que a tarefa de estimar um valor para o tempo de viagem é árdua e complexa e caso uma pesquisa não seja feita adequadamente, considerando os principais fatores, ela pode trazer consequências para a análise que dela dependa.

4. ESTUDOS ANALISADOS

As análises feitas consideraram os resultados de dez estudos que calcularam o valor do tempo de viagem atribuído pelos usuários. Estes estudos foram realizados em diferentes datas e, portanto, podem apresentar variações em seus resultados quando os mesmos forem comparados entre si, pois não foram consideradas as características socioeconômicas e as mudanças que elas sofreram ao longo do tempo nos locais onde os estudos foram realizados. Assim, conforme salienta Bates (1987), estudos empíricos fornecem estimativas de valor para grupos específicos e em situações específicas.

Os valores monetários do tempo de viagem, encontrados nesses estudos, foram atualizados para o mesmo período, ou seja, para 1º de janeiro de 2012. O índice utilizado para essa atualização foi o Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA. A Figura 1 apresenta os estudos analisados.

Autores	Ano	Estudo	Local
Senna, L.A.D.S.; Lindau, L.A.; Azambuja, A.M.V.	1995	Demanda potencial do Trensurb	Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí-RS
TRENSURB	1997	Estudo de viabilidade de expansão do sistema Trensurb	Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA
Brandão Filho, J. E.; Loureiro C. F. G.; Cavalcante, R. A.	2000	Avaliação de parâmetros de disposição a pagar	Fortaleza e Baturité-CE
PITMÚrb	2005	Pesquisa de preferência declarada do valor do tempo	RMPA
BNDES	2006	Viabilidade de PPP no sistema rodoviário BR-116 e BR-324 BA	Estado da Bahia
ARTESP	2006	Pesquisa de origem e destino do transporte rodoviário e aéreo do estado de São Paulo	Estado de São Paulo
Brito, A. N.	2007	Escolha de rotas em rodovias pedagiadas	Estado de São Paulo
Zignani, Rita	2007	Escolha de rotas frente à cobrança de pedágio e rodovias de qualidades distintas	RMPA
Brito, A. N.; Strambi, O.	2007	Análise de características relacionadas à variação do valor do tempo de viagem	Estado de São Paulo
Joaquim, J. P. C.	2010	Comportamento dos usuários de automóveis diante da tarifação de congestionamentos	RMPA

Figura 1: Estudos analisados

4.1. Observações sobre os dados encontrados

Dentre os estudos analisados, há uma grande diferença na forma de apresentação dos dados. Até certo ponto isso é natural, pois cada estudo tem um objetivo para atender uma demanda específica, seja ela técnica ou científica. Este fator por si só já se mostra um complicador na tarefa de comparação dos dados. Assim, e como se trata de uma análise exploratória, há a necessidade de flexibilização no rigor das comparações.

As classificações utilizadas também variam de estudo para estudo. Para citar um exemplo, os motivos das viagens de automóveis para a maioria dos estudos são apenas três: trabalho, lazer e outros. Já em alguns estudos o motivo *negócio* também é apresentado. Acontece que, dependendo da classificação, algumas viagens podem ser definidas como de trabalho ou de negócio. Brito (2005) tem a preocupação de classificar adequadamente esses dois motivos de viagem. Este autor considera que as viagens que foram classificadas pelos entrevistados como sendo de negócio, mas com frequência igual ou superior a três vezes por semana, passam a ser classificadas como viagens de trabalho.

Para uma melhor análise dos valores apresentados nos estudos, estes foram separados em categorias, conforme indicado a seguir.

4.1.1. Viagens de automóvel (classificação geral)

Para os estudos que indicam valores para o tempo de viagem para usuários de automóvel, mas que não fazem nenhum detalhamento dessa classificação, nem do motivo ou da extensão da viagem, os valores são semelhantes e têm média igual a R\$ 0,14 por minuto. Esse valor está muito inferior ao apresentado em estudos que tiveram a preocupação em fazer alguma classificação. Nesses estudos o valor fica próximo aos R\$ 0,30 por minuto.

4.1.2. Viagens de automóvel – motivo: trabalho

Esse tipo de viagem é normalmente classificado como aquele cuja origem ou destino é o trabalho e, além disso, é frequente. Para esse tipo de viagem o valor médio encontrado nos estudos foi de R\$ 0,30 por minuto, com valor mínimo de R\$ 0,11 e máximo de R\$ 0,41. Para o estudo que apresentou o menor valor, a pesquisa foi realizada na Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA e em uma rodovia em que é constante a formação de

congestionamentos. Essa diferença, portanto, pode estar associada ao fato de que os usuários estão habituados aos congestionamentos e já provisionam tempo adicional para o deslocamento, atribuindo menor valor do tempo de viagem.

4.1.3. Viagens de automóvel – motivo: lazer

Os valores médios de tempo apresentados em viagens cujo motivo é o lazer foram 8,2% superiores aos valores dos tempos das viagens de trabalho. Em parte, isso pode ser atribuído ao fato de que as pessoas que estão nesse tipo de viagem percebem menos a desutilidade de outros custos, como os pedágios, por exemplo, conforme destacado por Brito e Strambi (2007). Em todos os estudos analisados que apresentaram o lazer como motivo de viagem, o valor do pedágio era item constante na pesquisa de preferência declarada que originou seus resultados.

4.1.4. Viagens de automóvel – outros motivos

Embora grande parte dos estudos tenha realizado entrevistas com usuários de rodovias, o que pode sugerir grande heterogeneidade entre os respondentes, o valor apresenta pouca variabilidade. A média apresentada foi de R\$ 0,34 por minuto, variando 22% do menor para o maior valor. Mesmo assim, esse valor médio é bastante superior ao apresentado na classificação *geral*.

4.1.5. Viagens curtas e viagens longas

A classificação utilizada nos estudos para viagens curtas é o tempo de até 90 minutos, sendo que viagens com tempo de duração superior a 90 minutos são consideradas viagens longas. O valor médio encontrado para viagens de curta duração foram R\$ 0,37 por minutos e de R\$ 0,32 para viagens longas. Esses resultados estão alinhados aos argumentos de autores como Brownstone et al. (2003), Jiang e Morikawa (2003) e Frejinger et al. (2006) que afirmam que o valor do tempo de viagem decresce à medida em que aumenta o tempo de viagem. Já Van Zyl e Raza (2006), por outro lado, argumentam que o valor do tempo para viagens longas pode ser mais que o dobro do valor para viagens curtas. O argumento desses autores é o de que viagens curtas geralmente são realizadas com mais frequência e apresentariam menores ganhos em termos de tempo. Já as viagens longas poderiam apresentar maiores ganhos em

termos de redução de tempo e os usuários estariam mais dispostos a pagar para obter essa redução.

4.1.6. Viagens de ônibus e vans

Os valores de tempo de viagem para usuários de ônibus apresentam homogeneidade para os estudos realizados nos municípios da RMPA. Nesses estudos, o valor médio encontrado foi de R\$ 0,06 por minuto, com valores mínimos de R\$ 0,02 e máximos de R\$ 0,15. Esse valor máximo, encontrado no estudo realizado em Fortaleza e Baturité, é mais do que o dobro dos valores apresentados para a RMPA.

Em parte, essa divergência pode ser atribuída às características dos estudos. O estudo de Fortaleza e Baturité considera apenas os usuários habituais do sistema de transporte público que liga as duas cidades, distante 93 km, e a possibilidade de migração de um modo de transporte para outro, ônibus-van e van-ônibus, sendo que o sistema de ônibus é percebido como tendo melhor qualidade e seus usuários têm maior renda média (cerca de 3,7 salários mínimos) que os das vans (3,6 salários mínimos). Por outro lado, os usuários de vans destacam duas características desse meio de transporte que o torna mais atrativo em comparação ao ônibus: maior frequência e flexibilidade de itinerário. Assim, vis-à-vis, os usuários não percebem vantagens em mudar de um modo de transporte para outro, implicando menor disponibilidade em pagar por isso, o que vai impactar nos cálculos do valor de tempo de viagem.

4.1.7. Viagens de van ou lotação

Os estudos que calcularam valores de tempo de viagem para usuários de van ou lotação, apresentaram resultados semelhantes. O estudo realizado em Fortaleza e Baturité apresenta valor de R\$ 0,16 por minuto, já o realizado na RMPA apresenta R\$ 0,14. Esses valores também estão próximos da média dos valores para os usuários de automóveis (sem classificação de motivo de viagem ou renda), encontrados nos demais estudos. Porém, os usuários de van em Fortaleza e Baturité, embora percebam esse tipo de transporte como de menor qualidade e menos seguro que o ônibus, afirmam que a disponibilidade de mais horários e a maior flexibilidade no trajeto o tornam mais atrativo. Em Porto Alegre as

características dos usuários de lotação são semelhantes às dos usuários de automóveis particulares.

4.1.8. Viagens de caminhão

Dos valores de tempo de viagem analisados, os valores para esse modo de transporte são os que apresentam maior variabilidade. No estudo realizado na RMPA, o que apresenta o menor valor, R\$ 0,09 por minuto para usuários de autoestrada. Neste estudo foram entrevistados apenas motoristas de caminhões com até dois eixos. Este mesmo estudo apresenta valor de R\$ 0,13 por minuto para usuários de rodovia de pista simples, com pavimentação e sinalização de baixa qualidade, sendo que esta rodovia é uma alternativa ao uso de uma rodovia paralela, de melhor qualidade, mas que exige a cobrança de pedágio. Além disso, as viagens na rodovia de pista simples podem ser de menor duração, estando os valores alinhados aos argumentos apresentados anteriormente. O menor valor encontrado, em comparação aos valores apresentados nos demais estudos, pode ser explicado pela especificidade deste estudo, cujos motoristas preferem utilizar uma rodovia de menor qualidade para não pagarem pedágio.

No estudo realizado na Bahia o valor encontrado foi de R\$ 0,23 por minuto e grande parte dos motoristas afirma fazer viagens de curta ou média duração e a frequência das viagens, em grande maioria, é semanal. Já o estudo realizado em São Paulo apresenta o maior valor, R\$ 0,31 por minuto para caminhões de dois eixos, chegando a R\$ 0,63 para caminhões de seis ou mais eixos, evidenciando que pode haver relação do valor do tempo de viagem com o valor do veículo e da carga transportada.

4.2. Comparação das classificações utilizadas nos estudos analisados e classificações indicadas na literatura

Para uma melhor visualização e entendimento, as classificações utilizadas nos estudos serão comparadas com outras classificações indicadas na literatura, como pode ser observado na Figura 2.

Classificação	Estudos analisados	Indicações da Literatura
Faixa de renda	Poucos estudos têm a preocupação de apresentar os valores de tempo de viagem para diversas faixas de renda, chegando, em alguns casos, apresentar valores médios e para faixa de renda baixa. Nenhum estudo estabelece relação entre o valor do tempo de viagem e a renda dos pesquisados.	Mackie et al. (2003) indica a apresentação de valores de tempo de viagens para três faixas de renda e, além disso, esse autor faz cruzamentos desses valores com três distâncias de viagem. O estudo de Mackie (2003) mostra que pode haver variação de 85% entre os valores apresentados por pessoas de baixa renda e de renda alta. Concas, S.; Kolpakov, A. (2009) e World Bank (1997) estabelecem relações entre a renda dos indivíduos ou famílias e o valor a ser atribuído ao tempo de viagem.
Motivo da viagem	Geralmente os estudos apresentam valores para viagens de trabalho, negócios, lazer e outros motivos. Apenas Brito e Strambi (2007) é que, em sua pesquisa, tem a preocupação de aprofundar a análise para diferenciar os viajantes habituais e aqueles que o motivo de suas viagens é negócio. Neste caso a frequência das viagens foi determinante.	O estudo do World Bank (1997) não faz diferenciação entre "work trip" e "business trip", atribuindo o mesmo valor de tempo de viagens para ambas. Esse estudo também agrupa "commuters" e "non-work" no mesmo grupo. Assim, segundo esse estudo não há diferenciação entre viagens a trabalho e a negócio e, no segundo caso, as viagens casa-trabalho e trabalho-casa têm as mesmas características, em termos de valor de tempo de viagem, que viagens cujo motivo não é trabalho. Mackie et al. (2003) separa os motivos de viagens em apenas "commuting" e "other".
Distância da viagem	Apenas três estudos fazem essa classificação, sendo que em um deles não é citado o que é considerado viagem curta ou viagem longa. Aqueles que classificam, definem como viagem curta aquela com até 90 minutos, acima desse tempo é classificada como viagem longa.	Mackie et al. (2003) apresenta três classificações para distância da viagem. Esse autor define a distância não em tempo, mas em distância física (milhas). Para Frejinger et al. (2006) pode haver diferenças significativas somente para intervalos superiores a 60 minutos, mas que para intervalos menores, como 10 minutos, não há evidências de diferenças. Assim, de acordo com esse autor, a escala pode ser de três níveis: de 0 (zero) a 30 minutos, de 30 a 60 minutos e acima de 60 minutos.
Modo de transporte	Os estudos analisados centram a atenção em três categorias principais: automóveis, ônibus e caminhões. Alguns classificaram também vans e lotação. Destaca-se que em algumas cidades ou regiões vans/lotação, embora sejam transporte público de massa, têm características bastante diferentes de ônibus, o que fica evidenciado no estudo de Brandão Filho et al. (2006)	Wardman (1998) apresenta valores para os seguintes modais: automóveis, ônibus, trem, metrô e outros veículos sobre trilho. Embora a maioria dos estudos não sugira uma classificação para modo de transporte, parece haver consenso de que devem ser usadas os modos que utilizam as vias no local ou na região de atenção do estudo. Assim, sendo em uma rodovia, parece prudente usar a seguinte classificação: automóveis, ônibus, vans, caminhões (por eixos ou por valor do veículo) e, se for no meio urbano, além dessas categorias, devem ser incluídas: metrô ou trem (se existir), motocicleta, bicicleta e outros modos.
Características de conforto ou segurança	Em alguns dos estudos analisados este item esteve presente. Podem ser citadas as características da via, como sinalização, qualidade do pavimento, quantidade de faixas.	Concas, S.; Kolpakov, A. (2009) sugerem observar, no caso de transporte coletivo, a quantidade de usuários em pé ou sentados e nível de lotação dos veículos.

Figura 2: Classificações utilizadas nos estudos analisados e as indicadas na literatura

Além das classificações indicadas na Figura 2, outras classificações ainda podem ser feitas. Alinhado a esses argumentos, Bradley e Gunn (1990) salientam que quando se estuda a relação tempo/dinheiro em uma viagem não se pode deixar de considerar: i) o motivo da

viagem; ii) a classe de renda dos indivíduos; iii) o modo de transporte; iv) a ocupação profissional dos indivíduos; v) tempo disponível para o lazer e, vi) condições de viagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão apresentada neste estudo evidencia que podem existir divergências nos resultados apresentados em estudos que, aparentemente, são semelhantes e que não se pode desconsiderar a existência de diferentes grupos de usuários e particularidades regionais. Assim, concluir que um valor médio pode ser utilizado pode resultar em escolhas equivocadas, pois a avaliação de um mesmo projeto pode apresentar resultados diversos se ocorrer em contextos diferentes.

Difícilmente um estudo, conforme os que são tradicionalmente realizados quando da investigação de uma situação nova em um projeto de transporte, conseguirá captar todas as particularidades que envolvem a valoração do tempo de viagem, pois existem situações e particularidades difíceis de serem captadas. Como exemplo, pode ser citado o conceito de viagem curta e viagem longa. Em uma rodovia, 10 km, por exemplo, podem não representar uma longa distância, mas no meio urbano sim.

Além disso, é importante considerar que em alguns projetos de transporte, o benefício social em termos de redução de tempo, pode não ser o tempo em que o usuário estará a bordo do veículo, mas sim o tempo de espera ou de transbordo, ou seja, o projeto irá reduzir o tempo total de viagem. Adicionalmente, em uma mesma viagem diversos modos de transporte podem ser utilizados, o que pode representar maiores dificuldades em termos de obtenção de um único valor para o tempo dessa viagem.

Assim, recomenda-se que outros estudos sejam realizados para o aprofundamento dessa discussão e para o fornecimento de informações mais qualificadas aos tomadores de decisão.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, J. B. F. (1998). Valor do Tempo de Viagem para Avaliação de Projetos de Transportes no Brasil: Um Estudo Crítico-Comparativo. In: Confederação Nacional do Transporte. (Org.). *Transporte em Transformação: Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT*. 1a ed. São Paulo: Makron Books, V. 1, p. 52-71.

- ARTESP – AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2006) *Pesquisa de Origem e Destino do Transporte Rodoviário e Aéreo do Estado de São Paulo*.
- BATES, J. (1987) Measuring Travel Time Values with a Discrete Choice Model: a Note. *The Economic Journal*, 97, 493-498.
- BECKER, G. S. (1965) A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*, Vol. 75, No. 299. pp. 493-517.
- BEN-AKIVA, M. e LERMAN, S.R. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- BEUREN, I. M. (1993) *Conceituação e Contabilização do Custo de Oportunidade*. Caderno de Estudos nº 08, São Paulo, FIPECAFI.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. (2006) *Estudo de Viabilidade de PPP para o Sistema Rodoviário BR-116 / BR-324 no Estado da Bahia*. Volume I - Estudo de Tráfego.
- BRADLEY, M. A. e GUNN, H. F. (1990) Stated Preference Analysis of Values of Travel Time in the Netherlands. *Transportation Research Record*, 1285, pp 78-88.
- BRANDÃO FILHO, J. E., LOUREIRO C. F. G. e Cavalcante, R. A. (2000) *Avaliação de Parâmetros de Disposição a Pagar de Usuários de Transporte Público Intermunicipal Através de Técnica de Preferência Declarada – Um Estudo de Caso*. 318 AC. ANPET.
- BROWNSTONE, D. et al. (2003) Drivers' willingness-to-pay to reduce travel time: evidence from the San Diego I-15 congestion pricing project. *Transportation Research*, Part A: Policy and Practice. Volume 37, Issue 4, May 2003, Pages 373–387
- BRITO, A. N. (2007) *Aplicação de um Procedimento Usando Preferência Declarada para a Estimativa do Valor do Tempo de Viagem de Motoristas em uma Escolha entre Rotas Rodoviárias Pedagiadas e Não Pedagiadas*. Dissertação. Universidade de São Paulo.
- BRITO, A. N. e STRAMBI, O. (2007) Análise de Características Relacionadas à Variação do Valor do Tempo de Viagem de Motoristas Usando Técnicas de Preferência Declarada. *Transportes*, v. XV, n. 1, p. 50-57.
- BURRIS, M., DEVARASETTY, P. C., Shaw, W. D. (2011) *Managed Lane Travelers - Do They Pay for Travel as They Claimed They Would?* Texas Transportation Institute. Texas A&M University System. College Station, Texas.
- CONCAS, S., KOLPAKOV, A. (2009) *Synthesis of Research on Value of Time and Value of Reliability*. NCTR, CUTR. University of South Florida.
- FREJINGER, E. et al. (2006) *A Route Choice Model in Switzerland Based on RP and SP Data*. Transport and Mobility Laboratory, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Switzerland.
- JARA-DÍAZ, S. R. e GUEVARA, C. A. (2003) Behind the Subjective Value of Travel Time Savings – The Perception of Work, Leisure, and Travel from a Joint Mode Choice Activity Model. *Journal of Transport Economics and Policy*, vol 37, part 1, pp 29-46.
- JIANG, M. L. e MORIKAWA, T. (2003) *Variations of Value of Travel Time Savings*. 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne.

- JOAQUIM, J. P. C. (2011) *Comportamento dos Usuários de Automóveis Diante da Tarifação de Congestionamentos na Rodovia Federal BR-116*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- JOHNSON, M. (1966) Travel Time and the Price of Leisure. *Western Economics Journal*, nº 4.
- KRUESI, F. E. (1997) *The Value of Saving Travel Time: Departamental Guidance for Conducting Economic Evaluation*. USDOT.
- LI, Z.; TIRACHINI, A.; HENSHER, D. A. (2012) Embedding Risk Attitudes in a Scheduling Model: Application to the Study of Commuting Departure Time. *Transportation Science*. Articles in Advance, pp. 1-19.
- MACKIE, J. P. et al. (2003) *Values of Travel Time Savings UK*. Institute of Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 567.
- OORT, C. J. (1969) The Evaluation of Travelling Time. *Journal of Transport Economics and Policy*, 3, 279-286.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. (2011) *Modelling Transport*. 4th. ed. John Wiley and Sons, Chichester, England, 606 p.
- PITMurb - PLANO INTEGRADO DE TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA. (2005) *Pesquisa de Preferência Declarada de Valor de Tempo*. Porto Alegre.
- RAMOS, T. R. (2008) *Cálculo do Valor do Tempo para Uma Rodovia Pedagiada Utilizando Modelos de Escolha Discreta*. Dissertação. Universidade Federal Fluminense.
- SENN, L. A. D. S. (1994) *User's response to travel time variability*. Ph.D. Thesis. Institute for Transport Studies. University of Leeds, United Kingdom.
- SENN, L.A.D.S., LINDAU, L.A. e AZAMBUJA, A.M.V. (1995) *Avaliando a Demanda Potencial do Trensurb Através de Técnicas de Preferência Declarada*. IX ANPET.
- TRENSURB. (1997) *Estudo de Viabilidade de Expansão do Sistema Trensurb*. Região Metropolitana de Porto Alegre.
- VAN ZYL, N. J. W. e RAZA, M. (2006) *In Search of the Value of Time: From South Africa to India*. In Stopher, P., Stecher, C. (eds) *Travel Survey Methods – Quality and Future Directions*, Elsevier, Oxford.
- WARDMAN, M. (1998) The Value of Travel Time - A Review of British Evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*. V 32 (3), 285-316.
- WORLD BANK. (1997) *The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects*. Infrastructure Notes.
- ZIGNANI, R. C. (2007) *Avaliação da Escolha de Rota dos Motoristas Frente à Cobrança de Pedágio e Rodovias de Qualidades Distintas*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

3.3. Terceiro Artigo

O USO DO VALOR TEMPO NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE TRANSPORTES

O USO DO VALOR TEMPO NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE TRANSPORTE

Carlos Cardoso

Luiz Afonso dos Santos Senna

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

RESUMO

Este artigo discute a importância do uso do valor do tempo de viagem na avaliação de projetos de transporte. Além disso, apresenta alguns estudos que tentaram sistematizar o uso do valor do tempo em avaliações de projetos. O método utilizado foi o de, através de dados oriundos de estudos de acesso público, calcular as perdas causadas pelas reduções nas velocidades médias de deslocamento para os usuários da rodovia BR-116, no trecho entre Porto Alegre e Novo Hamburgo, no Rio Grande do Sul. A eliminação dessas perdas seria o benefício que um projeto de transporte traria caso eliminasse as deseconomias advindas do excesso de tempo gasto, pelos congestionamentos, sofridas pelos usuários daquela rodovia. As perdas totais, calculadas através de cinco sistemáticas diferentes, são de R\$ 1.527.003.275,00 (menor valor) a R\$ 2.583.645.774,00 (maior valor), o que representa uma diferença de 69,2% entre esses valores.

ABSTRACT

This article discusses the importance of using the value of travel time projects appraisal. Moreover, it presents some studies that have attempted to systematize the use of the value of time in project appraisal. The method used is based on data gained from public access studies that estimates losses caused by reductions on average travel time for users of the BR-116 highway, in the stretch between Porto Alegre and Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul state. The elimination of these losses would be the benefit that a transportation project would eliminate the diseconomies resulting from the excess time spent by the congestion experienced by users of that highway. The total losses are calculated from five different ways, reaching R\$ 1,527,003,275.00 (lowest value) to R\$ 2,583,645,774.00 (higher value), which represents a 69.2% difference between these values.

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm calculado o valor do tempo de viagem para várias regiões do Brasil. Cada estudo encontra um valor e esses valores apresentam grandes divergências entre si. Até certo ponto isso é normal, pois cada estudo satisfaz uma necessidade e se refere a uma região ou cidade, conforme destaca Bates (1987), estudos empíricos satisfazem necessidades específicas.

Como os projetos em transportes, pela ótica do Estado, não visam lucro, mas sim benefícios socioeconômicos, é importante analisar quais são esses benefícios. Um deles é a redução do

tempo de viagem¹, cujo cálculo depende do valor do tempo de viagem atribuído pelos usuários.

No setor privado, quando se analisa um projeto de investimento, verifica-se sua lucratividade e o retorno financeiro sobre o capital investido. Assim, para que o setor privado esteja disposto a investir, é importante que o projeto apresente atratividade e seja a melhor opção, apresentando, em última análise, o maior potencial de lucro.

Nos projetos na área de infraestrutura em geral, e transportes em particular, lógica semelhante pode ser utilizada. Porém, por estarem diretamente ligados às ações governamentais, a ideia de lucro é substituída pela ideia de benefícios sociais, ou seja, o atendimento das necessidades sociais, econômicas e políticas da sociedade. Quando se faz a análise de um projeto de transporte, comparam-se seus custos com os benefícios diretos e indiretos que dele decorram. Neste sentido, Ortúzar e Willumsen (2011) destacam que as economias de tempos de viagem são o benefício mais importante nos projetos de transporte. Para Mackie et al. (2003) e Brito e Strambi (2007), em alguns projetos de transporte a economia do tempo de viagem pode representar 80% dos benefícios sociais.

Com base nisso, o objetivo do presente trabalho é evidenciar a importância do uso do valor de tempo de viagem na avaliação de projetos de transporte. Serão calculados os valores, para a monetização dos benefícios em termos de redução do tempo de viagem, que um projeto de transporte pode apresentar. Para isso, serão utilizadas cinco sistemáticas, sendo que em cada uma delas o valor do tempo é obtido a partir de um método diferente.

O método utilizado nesse estudo será o de calcular as perdas causadas pelos congestionamentos na BR-116, no trecho compreendido entre Porto Alegre e Novo Hamburgo, num total de 32 km. Serão utilizados dados de estudos que apontam o número de usuários e a possível evolução para os próximos anos, bem como o percentual de usuários que enfrentam congestionamentos e das perdas em decorrência da redução da velocidade média e do conseqüente aumento no tempo de deslocamento.

¹ Alguns estudos mostram que a redução dos tempos de viagem representa cerca de 80% dos benefícios associados a projetos em transportes (MVA,TSU and ITS, 1987; Senna, 1994; e Ortuzar and Willunsem, 2011).

A organização do trabalho foi feita da seguinte forma: além desta seção introdutória, a seção 2 traz o referencial teórico, onde são abordados temas relacionados à avaliação de projetos. Na seção 3 é apresentada uma discussão acerca de estudos que tentaram sistematizar o cálculo do valor do tempo de viagem. A seção 4 apresenta os parâmetros utilizados como insumos e os resultados com a aplicação de cinco sistemáticas de cálculo. Finalmente, na seção 5, são apresentadas as conclusões e comentários finais do trabalho.

2. BASE TEÓRICA

Esta seção tratará dos principais conceitos relacionados à avaliação socioeconômica de projetos de transporte. Serão abordados os custos e os benefícios, especialmente em relação às economias de tempo de viagem, de um projeto de transporte e o uso do valor do tempo de viagem na avaliação de projetos.

2.1. Os custos de um projeto de transporte

Os custos básicos de um projeto podem ser divididos em dois grupos: o primeiro refere-se aos investimentos para a construção/viabilização do projeto e o segundo grupo é relativo à manutenção, custos necessários para manter a rodovia ou qualquer outro tipo de instalação, em perfeito estado de conservação. Pode-se ainda acrescentar outro grupo, aquele ligado aos custos de operacionalização, como iluminação, sinalização, ventilação (em túneis), energização, monitoramento, entre outros. A determinação desses custos geralmente se dá através de estudos técnicos específicos, mas na ausência da possibilidade da realização desses estudos, os valores podem ser obtidos a partir dos custos de projetos semelhantes (Pires, 2010).

2.2. Os benefícios sociais de um projeto de transporte

Os benefícios sociais de um projeto de transporte são o conjunto de vantagens, para os indivíduos e para a sociedade, que dele decorram. Os principais benefícios são: i) redução do tempo de viagem; ii) redução no número de acidentes; iii) redução nos custos operacionais dos veículos e; iv) redução das emissões de gases poluentes (World Bank, 2005).

A redução do tempo de viagem, em alguns países, pode representar 80% dos benefícios de um projeto de transporte (Mackie et al., 2003; Brito e Strambi, 2007). Esse benefício se deve ao

fato de que os indivíduos procuram maximizar a utilidade do tempo, dedicando-o ao trabalho ou ao lazer. Como parte desse tempo pode ser perdido pelo aumento no tempo de deslocamento, os indivíduos perdem a oportunidade de serem mais produtivos e ou terem maior satisfação (Dalbem, 2010).

Devido às limitações deste estudo, os benefícios relativos à redução no número de acidentes, à redução nos custos operacionais dos veículos e à redução das emissões de gases poluentes, embora sejam importantes benefícios que os projetos de transporte podem apresentar, não serão abordados.

2.3. Avaliação de projetos

A avaliação socioeconômica de projetos de transporte compreende a avaliação econômica e a avaliação financeira. Na avaliação econômica são identificados os benefícios líquidos gerados pelo projeto para a sociedade. Já na avaliação financeira o objetivo é identificar a autossustentabilidade do projeto (Senna et al., 2011).

Para Arruda (1998), os principais procedimentos para análise de projetos de transporte são:

- comparação do custo do capital investido com as economias, ao longo do tempo, referentes à redução dos custos operacionais dos veículos;
- cálculo das economias em termos de redução dos tempos de viagem, para pessoas e para cargas;
- determinação dos aumentos na produção decorrente da melhor acessibilidade regional;
- determinação de alguns benefícios incorridos pelo tráfego gerado (induzido pela implementação do projeto), evitando a dupla contagem de benefícios pela exclusão de impostos e taxas na comunidade afetada.

Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas na avaliação de projetos. Na literatura encontra-se um grande número dessas técnicas que podem ser classificadas como qualitativas ou quantitativas. Porém, a técnica que tem sido mais amplamente utilizada é a Análise Custo Benefício – CBA. Essa técnica permite avaliação detalhada do projeto, baseada na monetização dos aspectos objetivos, podendo apresentar alguns indicadores de viabilidade, tais como o Valor Presente Líquido – VPL, a análise dos Benefícios sobre os Custos – B/C, a Taxa Interna de Retorno – TIR e o Tempo de Retorno do Capital – TRC (*ou payback time*).

2.4. Indicadores de viabilidade

Os indicadores de viabilidade cumprem dois importantes papéis. O primeiro refere-se à indicação da viabilidade econômica do projeto, ou seja, as receitas (benefícios) devem ser maiores que as despesas (custos). O segundo papel está relacionado à comparação de diversas alternativas de projeto.

O VPL propõe a comparação do somatório dos fluxos (benefícios e custos) atualizados para a data atual, sendo que um VPL positivo indica que os benefícios do projeto superam os custos. Neste caso o projeto é considerado viável economicamente e, quando se compara mais de um projeto, aquele que apresentar o maior VPL é o que representa a melhor alternativa e, portanto, será mais bem classificado (Moreira, 2000).

Seguindo a mesma lógica do VPL, a análise do Benefício / Custo compara os fluxos na data presente. É o quociente entre os benefícios e os custos. Um valor positivo para esse indicador significa que o projeto é viável economicamente. Na comparação entre alternativas, aquela que apresentar maior B/C será a mais bem classificada.

A TIR e o TRC também são importantes indicadores na avaliação de projetos, mas como os projetos de transportes são geralmente vistos pela ótica do Estado, eles não são tão importantes para a tomada de decisão. Esses indicadores devem ser utilizados apenas para as situações de desempate entre alternativas, caso necessário (Pires, 2010).

2.5. O uso do valor do tempo de viagem na avaliação de projetos

Para Becker (1965) o tempo é um recurso escasso utilizado na produção de mercadorias e serviços. Para este autor, o tempo não é consumido diretamente pelo indivíduo, mas é visto como um fator de produção ou um bem intermediário.

Gonzalés (1997), que estudou o valor subjetivo do tempo, enfatiza que os aspectos mais importantes da formulação microeconômica dos modelos de alocação de tempo são as hipóteses comportamentais e o papel das restrições no processo de maximização. Esse autor enfatiza também a importância dos primeiros modelos de Becker (1965) e DeSerpa (1971),

que desenvolveram uma estrutura teórica geral que pode ser aplicada nos modelos de escolha modal.

Ortúzar e Willumsen (2011) destacam que a economia de tempo de viagem pode ser considerada um dos mais importantes benefícios de um projeto de transporte e, como o tempo pode assumir valores monetizados, esses valores podem ser usados para avaliação do comportamento de demandas e para a avaliação de projetos. Sabendo que o valor do tempo é um parâmetro importante para a avaliação de projetos, o Banco Mundial, que é agente financiador desse tipo de projeto, elaborou metodologia para o cálculo dos valores de tempo de viagem, salientando que são valores aproximados e que sempre que possível deve ser feito estudo específico para se obter esses valores (World Bank, 1997).

Outros estudos têm sido desenvolvidos e amplamente adotados na determinação do valor do tempo de viagem sob a forma monetária (Pereira, 2007). Porém, deve-se considerar que não há um consenso, pois alguns autores divergem sobre alguns aspectos, como a relação com a renda, por exemplo. Especificamente sobre esse aspecto, alguns autores sugerem que pessoas com renda alta têm um maior valor do tempo, enquanto outros afirmam que as pessoas com baixa renda podem sofrer mais com os congestionamentos, visto que estas geralmente têm menores possibilidades para decidir e evitar as horas de pico (Pereira, 2007). Além disso, existem diversos outros fatores que influenciam na determinação dos valores de tempo de viagem. A seguir serão apresentados alguns estudos que tentaram sistematizar e destacar fatores importantes na determinação do valor de tempo de viagem.

3. ESTUDOS QUE SISTEMATIZARAM O CÁLCULO DO VALOR DO TEMPO

Em todo o mundo, diversos estudos têm sido feitos na tentativa de sistematizar o cálculo do valor do tempo de viagem. A seguir são apresentados os aspectos gerais de alguns desses estudos.

3.1. Estudo 1: The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects (World Bank, 1997).

Este estudo faz uma análise sobre as particularidades de cada tipo de viagem e das implicações disso para o cálculo do valor do tempo. Faz, também, a partir de estudos

realizados em alguns países europeus, considerações sobre a possibilidade de se usar valores padrão para aqueles locais onde não é possível a realização de algum estudo específico para que se obtenham os reais valores atribuídos a uma economia de tempo. Neste sentido, esse estudo indica valores para extratos da população e, desta, extratos de acordo com o tipo de viagem e do tipo de transporte utilizado. A Figura 1 mostra os parâmetros indicados pelo Banco Mundial.

Motivo	Regra	Valor
Viagem a trabalho	Custo para o empregador	1,33 x o valor do salário
Viagem de negócios	Custo para o empregador	1,33 x o valor do salário
Pendular e não-trabalho	Valor empiricamente observado	0,3 h (para adulto) 0,15 h (para criança)
Caminhada / Espera	Valor empiricamente observado	1,5 x o valor para o propósito da viagem
Carga / Transporte público	Abordagem de custos dos recursos	Custo do tempo no veículo + custo do salário do motorista + tempo dos ocupantes

Figura 1: Valores básicos a serem utilizados

Fonte: Adaptado de World Bank (1997)

Embora o Banco Mundial indique esses valores, é ressaltado que os mesmos somente devem ser usados quando não for possível a aplicação de pesquisa local.

3.2. Estudo 2: Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público: relatório síntese (IPEA, 1998).

Este estudo apresenta a metodologia do Manual de Avaliação de Projetos de Transportes Urbanos, de 1986, da EBTU para o projeto BIRD IV. É indicado que o cálculo do valor do tempo seja feito através da fórmula:

$$CT = (RSM * ES * FA * HP) / NH \quad (1)$$

em que: CT = valor da hora (R\$/hora);

RSM = Renda média dos habitantes (PEA) da cidade;

ES = Encargos Sociais 95,02% = 1,9502;

FA = 0,3 (possibilidade de uso alternativo em quantidade útil de tempo);

HP = Percentual de uso produtivo do tempo (% viagens a trabalho + % viagens casa – trabalho * 0,75). Caso não disponível, usar 0,5.

NH = número de horas de trabalho por mês = 168 horas

Ao estabelecer o valor do tempo, utilizando a renda média da População Economicamente Ativa – PEA, desconsideram-se as particularidades de cada grupo de usuário. Com isso, o resultado pode ser superestimado ou subestimado, passando a ser apenas um valor “político”, conforme destaca Carvalho (2007), ou seja, um valor médio.

3.3. Estudo 3: Value of Travel Time Saving in the United Kingdom (ITS, University of Leeds (Mackie et al., 2003).

Este estudo analisa a realidade britânica e tenta estabelecer relações e valores de tempo de viagem considerando especialmente a renda dos usuários, a distância das viagens, o modo de transporte utilizado e o tipo de viagem (viagens a trabalho ou por outro motivo). Além disso, apresenta discussão sobre a economia de tempo de viagem para os empresários, para quem viaja a trabalho e para o transporte de carga. Adicionalmente são feitas considerações acerca das relações entre pequenas e grandes economias de tempo, economias de tempo de viagem para usuários de automóveis e para usuários de transporte público. A Figura 2 exemplifica parte dos dados e das sugestões apresentadas no estudo de Mackie et al. (2003).

Renda	Distância					
	Abaixo de 5 milhas (Abaixo de 8.047 metros)		de 5 - 25 milhas (de 8.047 - 40.233 metros)		Acima de 25 milhas (Acima de 40.233 metros)	
Abaixo de £17,500 a.a.	Pendular	1,88	Pendular	3,3	Pendular	7,17
	Outros	2,31	Outros	3,67	Outros	7,12
Entre £17,500 e £35,000	Pendular	2,57	Pendular	4,75	Pendular	10,13
	Outros	2,75	Outros	4,37	Outros	8,71
Acima de £35,000 a.a.	Pendular	3,32	Pendular	6,25	Pendular	13,23
	Outros	3,09	Outros	4,93	Outros	9,85

Figura 2: Valores do tempo por faixas de renda e distância da viagem

Fonte: Adaptado de Mackie et al. (2003), pág. 74

3.4. Estudo 4: Towards Estimating the Social and Environmental Costs of Transportation in Canada (Zhang, A. et al., 2004).

Através da análise de diversos estudos realizados no Canadá, esses autores elaboram análise acerca do valor da economia do tempo de viagem. O centro da análise são os congestionamentos. São feitas observações de diversos fatores que influenciam o valor do tempo. As principais recomendações feitas pelos autores são as seguintes:

- Não existe distinção entre viagens cujo motivo sejam não-trabalho, lazer e viagens pendulares. Assim, o valor da economia de tempo de viagem pode ser fixado em 50% do salário médio.
- Para viagens de negócio, o valor do tempo de viagem pode ser proporcional ao salário bruto acrescido das despesas (ou benefícios) relacionadas a essa viagem.
- O valor do tempo de viagem varia de acordo com a renda. Quanto maior a renda, maior será o valor do tempo. A elasticidade-renda é fixada em 0,75. Isso significa que ao se elevar a renda em uma unidade, o valor do tempo se eleva em 0,75.
- O valor do tempo de viagem também é proporcional à distância da viagem. Os autores calcularam a elasticidade-distância em 0,3.
- Não se deve fazer ajustes no valor do tempo de viagem para modos de transportes diferente. Segundo os autores, este não é um fator importante.
- A economia de tempo de viagem no tráfego congestionado deve ser valorada pelo dobro do valor da referente ao tráfego não congestionado.
- O valor do tempo de caminhada deve ser valorado pelo dobro do valor do tempo no veículo, sendo que o tempo de espera deve ser multiplicado por 2,5.

Os autores destacam que a renda e a distância são as duas mais importantes fontes de variação do valor do tempo de viagem nos estudos analisados. Eles comentam ainda que a confiabilidade no tempo de viagem é importante na determinação do valor, mas que não têm nenhuma evidência sobre isso nos estudos pesquisados.

3.5. Estudo 5: Synthesis of Research on Value of Time and Value of Reliability (Concas, S., Kolpakov, A., 2009).

Este estudo faz uma análise de diversos outros estudos realizados nos EUA. Discute as diversas abordagens teóricas sobre a definição de valor do tempo de viagem, tentando, ao mesmo tempo, conciliar e resumir as diferenças existentes. Fornece um quadro resumo dos diversos valores de tempo encontrados. A partir da análise dos diversos aspectos e diferenças entre os estudos que são analisados, os autores fazem recomendações de valores de tempo de

viagem, de acordo com o tipo de viagem, que podem ser utilizados. Salienta-se que esses valores podem ser válidos para a realidade daquele país.

Tipo de viagem	Valor do tempo
Tempo de viagem particular	50% do salário
Tempo de viagem comercial (em horário comercial)	100% do salário mais benefícios
Tempo em viagem:	
Quando sentado	de 25% a 35% do salário
Quando em pé	50% do salário
Quando o veículo está lotado	100% do salário
Esperando em condições desconfortáveis	Até 175% do salário

Figura 3: Valores recomendados para o tempo de viagem

Fonte: Adaptado de Concas, S., Kolpakov, A. (2009)

3.6. Estudo 6: Valuing Transit Service Quality Improvements. Considering Comfort and Convenience in Transport Project Evaluation (Litman, T. A., 2011).

Este estudo investiga o valor do tempo, relacionando-o com atributos de qualidade. Recomenda maneiras de medir esses valores para análises políticas e de planejamento. Indica como os valores de tempo de viagem podem ser ajustados para refletirem fatores qualitativos, como conforto, conveniência e confiabilidade, utilizando o nível de serviço da via. O autor salienta que são valores padrão que devem ser calibrados e ajustados para refletir as condições específicas e as preferências dos grupos afetados.

A Figura 4 resume as considerações, explicitando os valores de tempo de viagem recomendados, com os ajustes para refletir a qualidade e condições de transporte, de espera, de caminhada e de transferência de passageiros. Os percentuais indicados são em relação aos salários em vigor.

Categoria	Nível de Serviço				Espera		
	A-C	D	E	F	Bom	Médio	Ruim
Motorista de veículo comercial	120%	137%	154%	170%		170%	
Passageiro de veículo comercial	120%	132%	144%	155%		155%	
Motorista de ônibus	156%	156%	156%	156%		156%	
Motorista de carro particular	50%	67%	84%	100%		100%	
Passageiro de carro (adulto)	35%	47%	58%	70%		70%	
Passageiro de ônibus sentado (adulto)	35%	47%	58%	70%	35%	50%	125%
Passageiro de ônibus esperando (adulto)	50%	67%	83%	100%	50%	70%	175%
Criança (<16 anos) sentada	25%	33%	42%	50%	25%	50%	125%
Criança (<16 anos) em pé	35%	46%	60%	66%	50%	70%	175%
Pedestres e ciclistas	50%	67%	84%	100%	50%	100%	200%
Prêmio pelo Transbordo					5-min.	10-min.	15-min.

Figura 4: Valores recomendados para o tempo de viagem (em relação aos salários)

Fonte: Adaptado de Litman, T. A. (2011), pág. 25.

Deve-se deixar claro que as observações e recomendações desses estudos são mais indicadas para as realidades para as quais os estudos se referem, conforme destacado pelos diversos autores.

4. ANÁLISE DAS PERDAS

Os cálculos aqui apresentados referem-se às perdas, decorrentes dos congestionamentos, sofridas pelos atuais usuários da rodovia em estudo. Na hipótese de construção de uma rodovia ou de outro projeto ou sistema de transporte, parte dos benefícios socioeconômicos esperados seria sua capacidade de reduzir ou eliminar essas perdas.

4.1. Caracterização do cenário de estudo

As análises feitas neste estudo são referentes à BR-116, no trecho entre Porto Alegre e Novo Hamburgo (Estado do Rio Grande do Sul), especificamente os 32 km compreendidos entre o entroncamento da BR-116 e a BR-290 (*Free Way*) e a área central de Novo Hamburgo. A escolha desse trecho se deve ao fato de existirem estudos e dados disponíveis. A Figura 5 mostra a localização do trecho da rodovia em estudo.

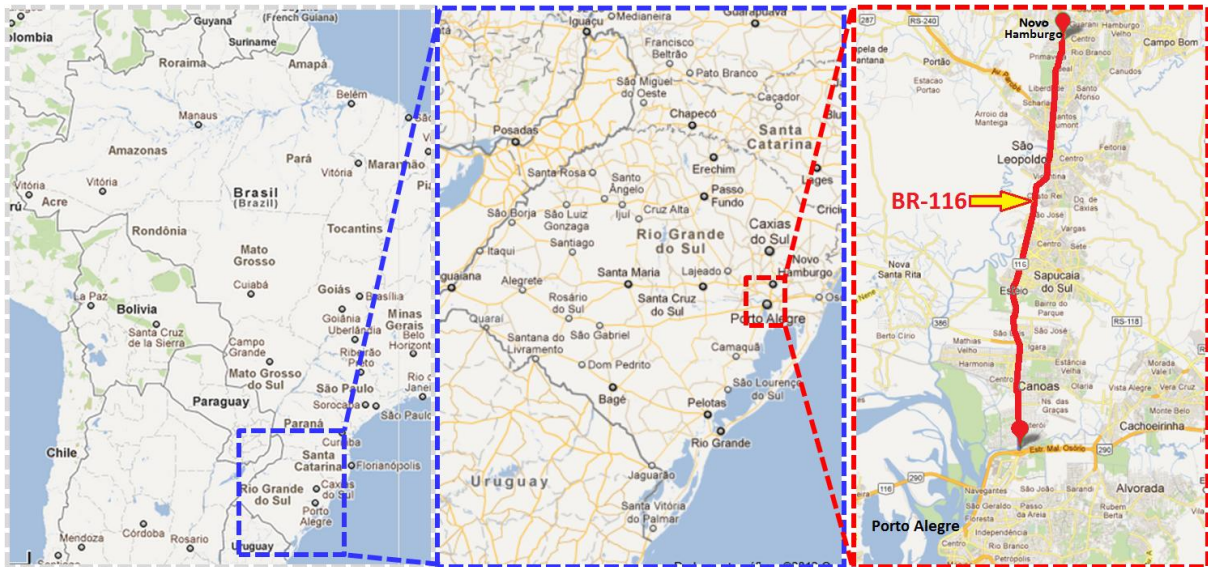


Figura 5: Mapa de localização do trecho da rodovia em estudo

Fonte: Google Maps/Maplink

Para o trecho analisado, conforme dados do DNIT (2008), o volume de tráfego diário atinge 130.000 veículos. Já o estudo de Joaquim (2011), aponta que no ano de 2007, no intervalo entre as 6 horas e as 22 horas, o volume de tráfego diário era de, aproximadamente, 95.000 veículos naquele trecho. Este será o número utilizado nas projeções e cálculos aqui apresentados.

4.2. Parâmetros utilizados

Esta seção relacionará os parâmetros que serão utilizados nos cálculos. Eles foram obtidos em estudos que refletem, de forma aproximada, a realidade do trecho da rodovia em estudo.

Partindo-se dos dados apresentados por Joaquim (2011) para o número de veículos que utilizavam aquela rodovia, será feita atualização, considerado o crescimento na frota. Para isso, serão utilizados os fatores de crescimento obtidos no estudo realizado por LASTRAN (2001), conforme Figura 6.

Ano	Fator de crescimento	Ano	Fator de crescimento
2012	1,130	2022	1,478
2013	1,162	2023	1,509
2014	1,194	2024	1,540
2015	1,228	2025	1,573
2016	1,262	2026	1,606
2017	1,298	2027	1,640
2018	1,333	2028	1,673
2019	1,370	2029	1,708
2020	1,409	2030	1,747
2021	1,447	2031	1,781

Figura 6: Fator de crescimento – veículos leves

Fonte: Adaptado de LASTRAN (2001)

O estudo de Joaquim (2011) traz ainda dois outros dados importantes que serão utilizados aqui. O primeiro deles é a informação de que 62% dos usuários daquela rodovia disseram que sempre trafegam em situações de congestionamento. O segundo é a informação de que para aqueles que enfrentam congestionamento, a velocidade média é reduzida em 40%.

Para o cálculo das perdas causadas pelos congestionamentos é necessário saber qual é a velocidade de fluxo livre daquela rodovia, no trecho considerado. O parâmetro utilizado será o informado por Pires (2010), que é de 80 km/h.

A ocupação dos veículos também é determinante para o cálculo das perdas totais. Assim, para os automóveis será utilizada a média de 1,6 passageiro e para os ônibus serão considerados 25 passageiros, conforme indicado por Kruesi (1997). Já para os caminhões, será considerado apenas o motorista. Estas são as três principais categorias de veículos que utilizam a rodovia, portanto, não serão considerados outros veículos. A distribuição entre as três categorias será de acordo com os percentuais apresentados por Joaquim (2011): i) Sentido Norte-Sul: Automóvel, 87,2%; Caminhão, 11,8%; Ônibus, 1%; ii) Sentido Sul-Norte: Automóvel, 83,9%; Caminhão, 15,1%; Ônibus, 1%. Além disso, o volume de tráfego diário será distribuído em 50% no sentido Norte-Sul e 50% no sentido Sul-Norte.

O horizonte de tempo a ser considerado é de 20 anos. Este é o tempo comumente utilizado em análises de projetos de rodovias (Albano, 2005).

4.3. Cálculo das perdas (atrasos) totais (em horas)

Para o cálculo das perdas, foi considerado que o tempo para percorrer o percurso de 32 km, à velocidade de fluxo livre, 80 km/h, é de 24 minutos. Assim, aqueles usuários que têm redução média de 40% na velocidade, para percorrer esse mesmo percurso, necessitam de 40 minutos, ou seja, há uma perda em decorrência dos congestionamentos, para cada usuário, de 16 minutos. Este foi o valor considerado para o cálculo das perdas totais.

Considerando que 62% dos usuários enfrentam congestionamentos e que eles têm a velocidade média de deslocamento reduzida em 40%, aplicando-se o fator de crescimento da frota conforme indicado na Figura 6, tem-se o total de 11.358.254 horas para o ano de 2012 e de 292.379.545 horas nos 20 anos considerados, conforme Figura 7.

Ano	Perdas (atrasos) - em Horas						Total
	Sentido Norte-Sul			Sentido Sul-Norte			
	Automóveis	Caminhões	Ônibus	Automóveis	Caminhões	Ônibus	
2012	4.519.203	382.215	809.777	4.348.178	489.105	809.777	11.358.254
2013	4.647.180	393.038	832.709	4.471.312	502.956	832.709	11.679.903
2014	4.775.157	403.862	855.640	4.594.446	516.807	855.640	12.001.553
2015	4.911.133	415.362	880.005	4.725.276	531.523	880.005	12.343.306
2016	5.047.109	426.863	904.370	4.856.106	546.240	904.370	12.685.059
2017	5.191.084	439.040	930.168	4.994.632	561.822	930.168	13.046.915
2018	5.331.059	450.878	955.250	5.129.310	576.971	955.250	13.398.719
2019	5.479.033	463.393	981.765	5.271.684	592.986	981.765	13.770.626
2020	5.635.006	476.584	1.009.713	5.421.754	609.867	1.009.713	14.162.637
2021	5.786.979	489.438	1.036.944	5.567.976	626.314	1.036.944	14.544.596
2022	5.910.957	499.923	1.059.159	5.687.262	639.732	1.059.159	14.856.194
2023	6.034.935	510.409	1.081.375	5.806.549	653.150	1.081.375	15.167.792
2024	6.158.913	520.894	1.103.590	5.925.835	666.568	1.103.590	15.479.390
2025	6.290.890	532.056	1.127.238	6.052.817	680.852	1.127.238	15.811.091
2026	6.422.867	543.218	1.150.886	6.179.799	695.135	1.150.886	16.142.793
2027	6.558.843	554.719	1.175.251	6.310.630	709.852	1.175.251	16.484.545
2028	6.690.819	565.881	1.198.900	6.437.612	724.135	1.198.900	16.816.247
2029	6.830.795	577.719	1.223.981	6.572.290	739.285	1.223.981	17.168.051
2030	6.986.767	590.911	1.251.929	6.722.360	756.165	1.251.929	17.560.061
2031	7.122.743	602.411	1.276.294	6.853.190	770.882	1.276.294	17.901.814
Total	116.331.472	9.838.814	20.844.946	111.929.020	12.590.347	20.844.946	292.379.545

Figura 7: Perdas (atrasos) totais – em Horas

4.4. Cálculo do valor monetário das perdas

A seguir serão apresentados cinco casos, utilizando métodos diferentes para o cálculo do valor desperdiçado em função dos congestionamentos na BR-116.

De acordo com o total de horas perdidas, calculadas no item 4.3. (ver Figura 7), pode-se estimar o valor monetário dessa perda. Para isso foram usados métodos e valores indicados conforme segue.

4.4.1. Primeiro Caso

Foi utilizada a metodologia do Manual de Avaliação de Projetos de Transportes Urbanos, de 1986, da EBTU para o projeto BIRD IV (IPEA, 1998).

Como o trecho da rodovia considerada é impactado por diversos municípios, existe a impossibilidade de se adotar a renda de um dos municípios apenas. Fazer uma média das rendas desses municípios também parece ser inadequado, pois são municípios com características bastante diferentes. Assim, para tentar minimizar as disparidades, calculou-se a renda média dos usuários daquela rodovia através dos percentuais indicados no estudo do Instituto Methodus de 2010 (Pires, 2010). Esse estudo indica percentuais de usuários em cada faixa de renda. A partir disso, utilizou-se a média de cada uma das faixas, chegando-se a um valor, atualizado para 1º de janeiro de 2012, de R\$ 2.990,00. Há de se destacar que este é um valor médio e que será considerado para todos os usuários, independente do modo de transporte utilizado, ônibus, caminhão ou automóvel.

Com a aplicação dessa fórmula encontra-se o valor de R\$ 5,22, que é o valor da hora dos usuários da rodovia em estudo. Multiplicando-se esse valor pelo número total de horas perdidas, chega-se a R\$ 1.527.003.275,00 para os 20 anos considerados.

4.4.2. Segundo Caso

Foram utilizados dados do estudo de Joaquim (2011), cujas entrevistas foram feitas com usuários da BR-116, no trecho analisado. Esse estudo calculou o valor do tempo de viagem em R\$ 6,44 por hora (atualizado para 1º de janeiro de 2012) para usuários que informaram que o motivo da viagem era trabalho. Este, como no Primeiro Caso, é o valor que será considerado para todos os usuários. Aplicando-se esse valor para o total de horas de perdas, tem-se R\$ 1.882.177.142,00.

4.4.3. Terceiro Caso

Para a análise de viabilidade de um projeto de transporte, algumas vezes são usados valores médios ou “políticos” (Arruda, 1998). Estes seriam valores que representariam, na média, os benefícios em termos de ganho de tempo que teria a comunidade impactada pelo projeto. Atualizando os valores de tempo encontrados nos estudos de TRENURB (1997), PITMURb (2005), ARTESP (2006), BNDES (2006), Brandão Filho et al. (2006) e Joaquim (2010) e utilizando a média desses valores, tem-se R\$ 8,64 por hora para usuários de automóvel, R\$ 16,26 para usuários de caminhão e R\$ 5,10 para usuários de ônibus. Multiplicando-se esses valores pelos respectivos números de horas perdidas em função dos congestionamentos, chega-se ao valor total de R\$ 2.549.487.264,00.

4.4.4. Quarto Caso

Utilizando a Técnica de Preferência Declarada e entrevistando usuários de diversos modos de transporte em grande parte da Região Metropolitana de Porto Alegre, o estudo do PITMURb (2005) chega ao valor (atualizado para 1º de janeiro de 2012) de R\$ 9,60 por hora para usuários de automóvel e de R\$ 3,60 por hora para usuários de ônibus. Este estudo não aponta valores de tempo para usuários de caminhão. Para as perdas referentes a esses usuários foi utilizado o mesmo valor/hora dos usuários de automóveis. Assim, o valor total das perdas é de R\$ 2.556.704.284,00.

4.4.5. Quinto Caso

O estudo de Litman (2011) diz que o valor do tempo tem relação com os salários dos usuários e com o nível de serviço da rodovia. Os percentuais indicados por Litman (2011) para o nível de serviço “C” são: i) 120% para motoristas de veículos comerciais, neste caso os caminhões; ii) 156% para motoristas de ônibus; iii) 50% para motoristas de carros particulares; iv) 35% para passageiros de ônibus (sentados) e para passageiros de automóveis. Considerou-se o nível de serviço “C” porque, de acordo com o HCM (2000), é aquele, cujo fluxo é estável, mas com algumas interrupções e porque Litman (2011) indica os mesmos percentuais para os níveis de serviço “A”, “B” e “C”. Para o valor do salário, foram utilizados dados do Instituto Methodus que, conforme indicado no item 4.4.1, é de R\$ 2.999,00 ao mês. Com isso, o valor monetário total das perdas é de R\$ 2.583.645.774,00.

As perdas totais, e por ano, obtidas através das cinco formas de cálculo estão demonstradas na Figura 8.

Ano	<i>Primeiro caso</i>	<i>Segundo caso</i>	<i>Terceiro caso</i>	<i>Quarto caso</i>	<i>Quinto caso</i>
	IPEA (1995)	Joaquim (2011)	Média de valores (seis estudos)	PITMUrb (2005)	Litman (2011)
2012	R\$ 59.320.466	R\$ 73.118.130	R\$ 99.041.550	R\$ 99.321.914	R\$ 100.368.527
2013	R\$ 61.000.337	R\$ 75.188.732	R\$ 101.846.267	R\$ 102.134.570	R\$ 103.210.822
2014	R\$ 62.680.209	R\$ 77.259.334	R\$ 104.650.983	R\$ 104.947.226	R\$ 106.053.117
2015	R\$ 64.465.072	R\$ 79.459.349	R\$ 107.630.994	R\$ 107.935.673	R\$ 109.073.055
2016	R\$ 66.249.936	R\$ 81.659.363	R\$ 110.611.005	R\$ 110.924.120	R\$ 112.092.993
2017	R\$ 68.139.791	R\$ 83.988.790	R\$ 113.766.311	R\$ 114.088.358	R\$ 115.290.574
2018	R\$ 69.977.151	R\$ 86.253.511	R\$ 116.833.970	R\$ 117.164.701	R\$ 118.399.334
2019	R\$ 71.919.502	R\$ 88.647.645	R\$ 120.076.924	R\$ 120.416.834	R\$ 121.685.737
2020	R\$ 73.966.846	R\$ 91.171.191	R\$ 123.495.172	R\$ 123.844.759	R\$ 125.149.783
2021	R\$ 75.961.693	R\$ 93.630.030	R\$ 126.825.773	R\$ 127.184.788	R\$ 128.525.008
2022	R\$ 77.589.069	R\$ 95.635.926	R\$ 129.542.842	R\$ 129.909.548	R\$ 131.278.481
2023	R\$ 79.216.445	R\$ 97.641.822	R\$ 132.259.911	R\$ 132.634.308	R\$ 134.031.954
2024	R\$ 80.843.820	R\$ 99.647.717	R\$ 134.976.980	R\$ 135.359.069	R\$ 136.785.427
2025	R\$ 82.576.188	R\$ 101.783.025	R\$ 137.869.344	R\$ 138.259.620	R\$ 139.716.543
2026	R\$ 84.308.555	R\$ 103.918.334	R\$ 140.761.707	R\$ 141.160.172	R\$ 142.647.659
2027	R\$ 86.093.419	R\$ 106.118.348	R\$ 143.741.719	R\$ 144.148.619	R\$ 145.667.597
2028	R\$ 87.825.787	R\$ 108.253.656	R\$ 146.634.083	R\$ 147.049.170	R\$ 148.598.714
2029	R\$ 89.663.146	R\$ 110.518.377	R\$ 149.701.741	R\$ 150.125.513	R\$ 151.707.473
2030	R\$ 91.710.490	R\$ 113.041.923	R\$ 153.119.989	R\$ 153.553.437	R\$ 155.171.520
2031	R\$ 93.495.353	R\$ 115.241.938	R\$ 156.100.001	R\$ 156.541.884	R\$ 158.191.458
Valor Total	R\$ 1.527.003.275	R\$ 1.882.177.142	R\$ 2.549.487.264	R\$ 2.556.704.284	R\$ 2.583.645.774

Figura 8: Valor total das perdas (valores referentes a janeiro de 2012)

4.5. Comentários gerais sobre os valores encontrados

Utilizando-se os valores de tempo de viagem encontrados no estudo do PITMUrb (2005), o valor total das perdas fica 67,4% superior ao valor calculado utilizando-se a fórmula indicada pelo IPEA (1998). Quando são utilizados os percentuais indicados por Litman (2011), a diferença se eleva para 69,2%. Essa diferença entre os resultados desses dois métodos pode estar associada a dois motivos principais: i) os estudos são realizados em épocas diferentes; ii) a realidade econômica do país de cada estudo é diferente. Enquanto um (IPEA, 1998) indica uma fórmula para ser aplicada no Brasil, o outro (Litman, 2011) indica os percentuais em relação aos salários canadenses.

Chama a atenção o resultado encontrado no Terceiro Caso, em que o valor ficou apenas 0,3% inferior ao encontrado no Quarto Caso. No Terceiro Caso foram utilizados valores médios, oriundos de seis estudos realizados em épocas diferentes e em locais diferentes. O valor encontrado, embora tenha sido bastante superior (67%) ao encontrado no Primeiro Caso, poderia ser considerado um valor médio ou “político”, conforme destaca Arruda (1998).

Em todos os cinco casos foram feitas simplificações, como no Quarto Caso em que não existia valor de tempo para usuários de caminhão, sendo que para suprir essa deficiência, optou-se pelo uso do valor de tempo para os usuários de caminhão igual ao valor de tempo para usuários de automóveis. Além disso, o total das perdas pode estar subestimado, uma vez que se considerou, mesmo com o crescimento da frota, que a redução da velocidade média se mantenha em 40%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora fazendo algumas simplificações, ao evidenciar que os resultados dos benefícios de um projeto de transporte, em termos de redução do tempo de viagem, podem ter grande impacto quando da avaliação de um projeto, este artigo destaca a importância desse indicador e da necessidade de se dar atenção especial quanto à metodologia de cálculo para sua obtenção.

As estimativas do valor do tempo de viagem são necessárias para verificar se um investimento é viável ou não, e qual a magnitude dos benefícios que o mesmo irá trazer. Estimativas do valor do tempo podem variar muito, especialmente por causa dos dados e dos pressupostos utilizados para obtê-los. Mesmo quando existe grande quantidade de dados, e estes sendo de grande qualidade, sempre existirá incerteza. Assim, talvez a melhor forma de se observar os impactos e benefícios de um projeto seria através da utilização de intervalos de valores para testar o quão sensível são os resultados previstos para as estimativas utilizadas.

Por fim, destaca-se a importância de uma análise ampla e que considere diversos fatores, especialmente os benefícios que o projeto pode trazer para toda a sociedade e não somente para um determinado grupo de usuários. Uma análise simplista pode privilegiar os usuários de automóveis, por exemplo, cujo valor do tempo para esse grupo geralmente é maior do que o valor do tempo para usuários de transporte coletivo. Isso incentivaria o uso do automóvel, levando a mais congestionamentos, imputando mais perdas para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. (2005) *Efeitos dos excessos de carga sobre a durabilidade de pavimentos*. Tese. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- ARRUDA, J. B. F. (1998). *Valor do Tempo de Viagem para Avaliação de Projetos de Transportes no Brasil: Um Estudo Crítico-Comparativo*. In: Confederação Nacional do Transporte. (Org.). Transporte em Transformação: Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT. 1a ed. São Paulo: Makron Books, V. 1, p. 52-71.
- ARTESP – AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (2006). *Pesquisa de origem e destino do transporte rodoviário e aéreo do Estado de São Paulo*.
- BATES, J. (1987) Measuring travel time values with a discrete choice model: a note. *The Economic Journal* 97, 493-498.
- BECKER, G. S. (1965) A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*, Vol. 75, No. 299, pp. 493-517.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. (2006) *Estudo de Viabilidade de PPP para o Sistema Rodoviário BR-116 / BR-324 no Estado da Bahia*. Volume I - Estudo de Tráfego.
- BRANDÃO FILHO, J. E.; LOUREIRO C. F. G.; CAVALCANTE, R. A. (2006) *Avaliação de parâmetros de disposição a pagar de usuários de transporte público intermunicipal através de técnica de preferência declarada* – Um estudo de caso. 318 AC. ANPET.
- BRITO, A. N. e STRAMBI, O. (2007) Análise de características relacionadas à variação do valor do tempo de viagem de motoristas usando técnicas de preferência declarada. *Transportes*, v. XV, n. 1, p. 50-57.
- CARVALHO, C. E. M. (2007) *O impacto causado por modificações operacionais em uma importante rodovia brasileira sobre o valor do tempo de viagem dos usuários*. Dissertação. Universidade Federal Fluminense.
- CONCAS, S., KOLPAKOV, A. (2009) *Synthesis of Research on Value of Time and Value of Reliability*. NCTR, CUTR. University of South Florida.
- DALBEM, M. C.; BRANDÃO, L.; MACEDO-SOARES, T. D. L. A. (2010) Avaliação econômica de projetos de transporte: Melhores práticas e recomendações para o Brasil. *Revista de Administração Pública* - Rio de Janeiro 44(1): 87-117.
- DeSERPA, A. (1971) A Theory of the Economics of Time. *The Economic Journal*, 75: 493-517.
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. (2008) *Programa BR-116 Via Expressa e Rodovia do Parque*. Superintendência Regional no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- GONZÁLEZ, R. M. (1997) The value of time: a theoretical review. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*. Volume 17, Issue 3, pages 245-266.
- HCM – HIGHWAY CAPACITY MANUAL. (2000) *Transportation Research Board*. Washington D.C., EUA.
- IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. (1998) *Redução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público: Relatório Síntese*. São Paulo.
- JOAQUIM, J. P. C. (2011) *Comportamento dos Usuários de Automóveis Diante da Tarifação de Congestionamentos na Rodovia Federal BR-116*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KRUESI, F. E. (1997) *The value of saving travel time: Departmental guidance for conducting economic evaluation*. USDOT.

- LASTRAN. (2001) *Análise de alternativas para os problemas advindos da saturação da BR-116, trecho entre Porto Alegre e Novo Hamburgo: relatório final*. Porto Alegre.
- LITMAN, T. A. (2011) *Valuing Transit Service Quality Improvements. Considering Comfort and Convenience in Transport Project Evaluation*. Victoria Transport Policy Institute.
- MACKIE, J. P. et al. (2003) *Values of Travel Time Savings UK*. Institute of Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 567.
- MOREIRA, R. (2000) *Avaliação de projetos de transporte utilizando análise benefício custo e método de análise hierárquica*. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas.
- MVA, ITS and TSU. (1987). The Value of Travel Time Savings. *Policy Journals*. United Kingdom.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. (2011) *Modelling Transport*. 4th. ed. John Wiley and Sons, Chichester, England, 606 p.
- PEREIRA, C. M. C. (2007) *Contribuição para modelagem da divisão modal multinomial com base em estimativa de valor do tempo em transportes associada a um Sistema de Informação Geográfica*. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- PIRES, R. F. (2010) *Avaliação socioeconômica do projeto da rodovia BR-448: uma abordagem expedita utilizando a Análise de Custo-Benefício*. UFRGS. Porto Alegre.
- PITMURB - PLANO INTEGRADO DE TRANSPORTE E MOBILIDADE URBANA. (2005) *Pesquisa de Preferência Declarada de Valor de Tempo*. Porto Alegre.
- SENNA L. A. D. S.; MICHEL, F. D.; SENNA, E. T. P. (2011) *Os Desafios do Financiamento de Projetos e Megaprojetos de Transportes*. ANPET.
- SENNA, L. A. D. S. (1994) *User's Response to Travel Time Variability*. Ph.D. Thesis. Institute for Transport Studies. University of Leeds, United Kingdom.
- TRENSURB. (1997) *Estudo de viabilidade de expansão do sistema Trensurb*. Região Metropolitana de Porto Alegre.
- WORLD BANK. (1997) *The value of time in economic evaluation of transport projects*. Infrastructure Notes.
- WORLD BANK. (2005) *Notes on the Economic Evaluation of Transport Projects*. Transport Note No. TRN-15. Washington, DC.
- ZHANG, A. et al. (2004) *Towards Estimating the Social and Environmental Costs of Transportation in Canada*. Centre for Transport Studies. Sauder School of Business. The University of British Columbia. Vancouver, Canada.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao apresentar a evolução recente dos fatores relacionados ao transporte através de automóveis particulares e do transporte público de passageiros, teve-se a preocupação em indicar quais as perspectivas futuras em termos de congestionamentos nas cidades brasileiras. Os congestionamentos não são um fenômeno exclusivo das cidades brasileiras, eles estão presentes em diversos outros países, cujo enfrentamento se deu a partir da adoção de medidas que restringiram a circulação de veículos, especialmente as medidas financeiras, como o *Congestion Pricing*. Embora esta medida tenha apresentado importantes benefícios, destaca-se que ela foi acompanhada de diversas outras medidas.

Em países em desenvolvimento, a adoção de medidas restritivas têm apresentado dificuldades para sua implantação, pois os gestores públicos evitam sofrer os custos políticos da adoção desse tipo de medida, vista com antipatia pela população, embora estejam cada vez mais evidentes as perdas sofridas pelos congestionamentos. Alguns estudos indicam que cidades como São Paulo, por exemplo, já no ano de 2014, podem enfrentar situações extremas de congestionamento.

As perdas decorrentes do tempo em que uma pessoa está em um congestionamento são sofridas diretamente por ela, mas indiretamente por toda a sociedade. Os benefícios, portanto, de um projeto que reduza ou elimine essas perdas tornam-se cada vez mais evidentes. Para contribuir com a discussão sobre esses benefícios, este trabalho analisou alguns estudos brasileiros que estimaram o valor do tempo de viagem atribuído pelos usuários, importante indicador utilizado na análise de projetos de transporte. As observações feitas evidenciam divergências entre os valores e as metodologias utilizadas, embora, deva-se salientar que são estudos que atendem a objetivos específicos e que são realizados em épocas diferentes e em locais diferentes. Além disso, destaca-se que existem grandes dificuldades para um estudo captar todas as particularidades que interferem na atribuição de valor ao tempo de viagem.

Para evidenciar as divergências no cálculo dos benefícios referentes à redução do tempo de viagem, são apresentadas cinco sistemáticas, para a hipótese da construção de um projeto de transporte que eliminasse as perdas sofridas pelos usuários da BR-116, no trecho entre Porto

Alegre e Novo Hamburgo. Chama a atenção que há uma importante diferença entre o menor e o maior valor calculado, mais de 69%. O menor valor vem de uma fórmula que faz uma generalização para o cálculo do valor do tempo de viagem, em que um dos termos usados é o “valor da renda média da população”. Num primeiro momento, essa generalização pode levar a um entendimento de que o valor apresentado é deficiente. Porém, deve-se salientar que essa generalização pode ser a que mais se aproxima da realidade. Ao ser construída essa nova alternativa, muitos usuários que hoje trafegam pela BR-116 poderão passar a utilizar essa nova alternativa, com isso, reduz-se o congestionamento, incentivando outros a usarem a BR-116, aumentando novamente o congestionamento e, com isso, reduzindo os benefícios pensados inicialmente.

Recomenda-se que estudos futuros ampliem essa discussão, adicionem novos elementos para que, à luz das evidências, as decisões possam ser tomadas com tranquilidade e tragam os melhores resultados para a sociedade.

5. REFERÊNCIAS

- BRITO, A. N. e STRAMBI, O. (2007) Análise de características relacionadas à variação do valor do tempo de viagem de motoristas usando técnicas de preferência declarada. *Transportes*, v. XV, n. 1, p. 50-57.
- CNT-UFRJ. (2002) *O Caminho para o Transporte no Brasil*. Rio de Janeiro.
- JOAQUIM, J. P. C. (2011) *Comportamento dos Usuários de Automóveis Diante da Tarifação de Congestionamentos na Rodovia Federal BR-116*. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- LITMAN, T. A. (2011) *Valuing Transit Service Quality Improvements. Considering Comfort and Convenience in Transport Project Evaluation*. Victoria Transport Policy Institute.
- MACKIE, J. P. et al. (2003) *Values of Travel Time Savings UK*. Institute of Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 567.
- MAHENDRA, A. (2008) Vehicle restrictions in four Latin American cities: Is congestion pricing possible? *Transport Reviews*, Volume 28, Issue 1, p. 105 - 133.
- MAY, A. D. (1986) Traffic restraint: a review of the alternatives. *Transportation Research*, Part A, v. 20A n. 2, p. 109-121.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. (2011) *Modelling Transport*. 4th. ed. John Wiley and Sons, Chichester, England, 606 p.