



INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA TEMPORAL NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS

Gilmar Silva de Oliveira

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Transportes.

Orientadores: Ronaldo Balassiano

Márcio Peixoto de Sequeira
Santos

Rio de Janeiro
Outubro de 2013

INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA TEMPORAL NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE
PÚBLICO POR ÔNIBUS

Gilmar Silva de Oliveira

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

Examinada por:

Prof. Ronaldo Balassiano, Ph.D.

Prof. Marcio Peixoto de Sequeira Santos, Ph.D.

Profa. Suzana Kahn Ribeiro, D.Sc.

Profa. Marilita Gnecco de Camargo Braga, Ph.D.

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

Prof. José Eugenio Leal, Dr Ing.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

OUTUBRO DE 2013

Oliveira, Gilmar Silva de

Integração Tarifária Temporal nos Sistemas de Transporte Público por Ônibus / Gilmar Silva de Oliveira. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

IX, 136 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Ronaldo Balassiano

Márcio Peixoto de Sequeira Santos

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 124-136.

1. Transporte Público. 2. Integração modal. 3. Mobilidade Urbana. I. Balassiano, Ronaldo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Dedicatória

A Deus,

Aos meus familiares,
especialmente meus pais e irmãos pelo incentivo permanente

À Alessandra,
pelo tempo roubado

A todos aqueles que vivem determinados a realizar seus sonhos!

Agradecimentos

Aos professores Ronaldo Balassiano e Márcio Santos pela especial orientação do trabalho, amizade e inspiração, e por sempre acreditar, incentivar e valorizar a minha dedicação ao tema.

Aos professores José Eugênio, Marilita Campos, Suzana Ribeiro e Elton Fernandes pela participação na banca examinadora e por suas contribuições fundamentais para o aperfeiçoamento do trabalho.

Aos amigos e incentivadores do meu trabalho: Isidro, André Pavanelli, Luis Carlos Dias Oliveira, Eduardo Áscoli, Márcia Kraus, Rogeria Canedo, Marcelo Pereira e Carlos Paixão. Aos amigos Fábio Fliess, Rafael Guerra, Izamari Cristina, Alexandre Lima, Evandro Costa e Marcelo Lemos, pelo sempre valioso encorajar e porque contribuíram com a sua compreensão.

A Jane, secretária-executiva do PET, pela dedicação, paciência e ajuda em todos os momentos.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA TEMPORAL NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS

Gilmar Silva de Oliveira

Outubro/2013

Orientadores: Ronaldo Balassiano

Márcio Peixoto de Sequeira Santos

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho desenvolve um procedimento metodológico que utiliza a integração tarifária temporal como elemento-chave para reorganizar o transporte público por ônibus, revelando ganhos importantes nas dimensões econômica, social e ambiental. Os resultados evidenciaram que a implantação da integração temporal, coordenada com a remodelagem da rede e implantação de terminais e corredores exclusivos para ônibus, pode ser um instrumento importante para aumentar a eficiência geral do serviço e oferecer benefícios econômicos para o usuário do transporte público, sem onerar as tarifas. O procedimento desenvolvido também propõe a complementaridade das redes integradas de transporte por ônibus com a infraestrutura para pedestres e ciclistas, elementos considerados importantes para o gerenciamento da mobilidade urbana. O estudo de caso utilizou dados reais do sistema de transporte por ônibus de uma cidade brasileira de porte médio e demonstrou que o procedimento pode ser utilizado para subsidiar gestores e operadores na definição de estratégias e políticas de transporte mais sustentáveis.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

INTEGRATION FARE BY TIME IN THE PUBLIC TRANSPORT SYSTEM BY BUS

Gilmar Silva de Oliveira

October/2013

Advisors: Ronaldo Balassiano

Márcio Peixoto de Sequeira Santos

Department: Transport Engineering

This paper develops a methodological procedure that uses temporal tariff integration as a key element to reorganize public transport by bus, shows important gains in economic, social and environmental dimensions. The results showed that the implementation of temporal integration, coordinated with the remodeling of the network and deployment of terminals and exclusive lanes for buses, can be an important tool to improve the overall efficiency of the service and provide economic benefits to the user of public transport without encumber tax. The procedure developed also proposes complementarity of integrated transportation by bus with the infrastructure for pedestrians and cyclists, elements that are important to management of urban mobility. The case study used actual data of the transport system by bus from a Brazilian midsize city and demonstrated that the procedure can be used to support managers and operators in developing strategies and policies for transport more sustainable.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos e Hipótese	6
1.2. Relevância e Justificativa	8
1.3. Contribuições e Produtos da Tese	10
1.4. Estrutura do Trabalho.....	10
CAPÍTULO 2	
2. MOBILIDADE URBANA.....	12
2.1. O Gerenciamento da Mobilidade Urbana.....	12
CAPÍTULO 3	
3. A INTEGRAÇÃO DOS TRANSPORTES PÚBLICOS	27
3.1. A Importância da Integração para os Transportes Públicos	30
3.2. Experiências Internacionais.....	39
3.1.1. Aspectos Estratégicos.....	41
3.1.2. Aspectos de Modelagem e Previsão de Demanda.....	43
3.1.3. Aspectos da Metodologia de Cobrança de Tarifas	46
3.3. A Experiência Brasileira com a Integração Tarifária Temporal	52
3.4. Características das Redes de Transporte Coletivo	57
3.5. Discussões	63
CAPÍTULO 4	
4. METODOLOGIA.....	66
4.1. Aspectos da Metodologia Proposta	66
4.2. Concepção da Metodologia	67
4.3. Procedimentos Adotados.....	72
4.3.1. Criação de faixas exclusivas para a circulação do transporte coletivo....	74
4.3.2. Implantação de terminais de transferência	74
4.2.3. Implantação de áreas para estacionamento de automóveis	75
4.3.4. Implantação de Ciclovias e bicicletários	76
CAPÍTULO 5	
5. ESTUDO DE CASO	78
5.1. Características do Município.....	78
5.1.1. Problemas Existentes.....	80
5.2. Diagnóstico do Sistema de Transporte Coletivo	82

5.3. Análise da proposta de implantação de Terminais de Transferência	87
5.3.1. Terminal da Av. Ayrton Senna.....	91
5.3.2. Terminal da Rua Gal Rondon.....	92
5.3.3. Terminal Independência	93
5.3.4. Terminal da Ponte Fones	94
5.3.5. Terminal Duas Pontes	95
5.4. Características operacionais de cada terminal.....	96
5.4.1. Terminal da Av. Ayrton Senna.....	96
5.4.2. Terminal da Estrada Independência	96
5.4.3. Terminal da Rua General Rondon.....	96
5.4.4. Terminal Ponte Fones (Rua Coronel Veiga)	97
5.4.5. Terminal Duas Pontes	97
5.5. Proposta de Rede de Linhas Estruturais	98
5.6. Elaboração da Matriz de Integração	103
5.6.2. Procedimento para determinação dos grupos e do tipo de conexão entre as rotas.....	106
5.7. Principais resultados	108
5.7.1. Resultados econômicos	108
5.7.2. Resultados ambientais	110
5.7.3. Resultados sociais.....	111
5.8. Ciclovias e Bicicletários.....	115
5.9. Estacionamentos para automóveis.....	116
5.10 – Conclusões do Estudo de Caso.....	118
CAPÍTULO 6	
6. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES.....	120
6.1. Conclusões.....	120
6.2. Discussões e Recomendações	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Processo de Escolha do Consumidor	60
Figura 5.1: Divisão geográfica territorial por distrito.....	79
Figura 5.2: Distribuição da quantidade de funcionários por categoria	83
Figura 5.3: Evolução da média mensal de passageiros pagantes	84
Figura 5.4: Passageiros transportados por categoria	85
Figura 5.5: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do corredor Quitandinha	88
Figura 5.6: Linha Troncal Quitandinha – Centro	89
Figura 5.7: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Av. Ayrton Senna	91
Figura 5.8: Terminal de Transferência Avenida Ayrton Senna.....	91
Figura 5.9: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Gal. Rondon.....	92
Figura 5.10: Terminal de Transferência Rua General Rondon	92
Figura 5.11: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Independência.....	93
Figura 5.12: Terminal de Transferência Estrada Independência	93
Figura 5.13: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Ponte Fones.....	94
Figura 5.14: Terminal de Transferência Ponte Fones.....	94
Figura 5.15: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Duas Pontes	95
Figura 5.16: Terminal de Transferência Duas Pontes	95
Figura 5.17: Determinação da frota total em operação no sistema tronco	102
Figura 5.18: Representação de matrizes	103
Figura 5.19: Diagrama do modelo de integração sequenciada	105
Figura 5.20: traçado da ciclovia	115
Figura 5.21: configuração atual do sistema viário.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Capacidade dos Modos de Transporte Urbano (pass/hora/sentido)	32
Tabela 3.2: Prática brasileira de parâmetros da integração tarifária temporal.	45
Tabela 4.1: Impactos de melhorias na mobilidade sobre as viagens realizadas (VTPI, 2004).....	70
Tabela 4.2: Frequência de Operação por corredor de transporte.....	73
Tabela 5.1: Área geográfica por distrito	78
Tabela 5.2: Comparativo do sistema alimentador – atual x proposto	98
Tabela 5.3: Distribuição da demanda de usuários transportados por faixa horária no sentido CENTRO x BAIRRO.....	100
Tabela 5.4: Distribuição da demanda de usuários transportados por faixa horária no sentido BAIRRO x CENTRO.....	101
Tabela 5.5: Proposta de operação para as rotas do sistema tronco.....	102
Tabela 5.6: Proposta de classificação das rotas por grupo	106
Tabela 5.7: Proposta de combinação entre grupos e rotas.....	107
Tabela 5.8: Resumo comparativo (sistema existente x proposto)	108
Tabela 5.9: Resumo de indicadores da Tarifa	109
Tabela 5.10: Simulação com indicadores da tarifa.....	110
Tabela 5.11: Rendimento quilométrico e emissões de CO2 por modalidade.....	111
Tabela 5.12: Distribuição (%) dos fluxos de viagens entre bairros.....	112
Tabela 5.13 – Simulação com indicadores da tarifa (revisão da tabela 5.19)	114

CAPÍTULO 1

1 - INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana figura entre os principais problemas enfrentados pelas cidades brasileiras, ao lado de questões seculares mal resolvidas como a saúde e educação. O tema parece ganhar a cada dia mais espaço nas agendas de discussão sobre desenvolvimento econômico, social e ambiental e revela o grave atraso que o País enfrenta por falta de planejamento urbano e por não ter feito o investimento necessário nos transportes públicos.

As cidades brasileiras cresceram de maneira desordenada e a configuração das redes de transporte se deu através da tradicional forma radial, concentrando viagens nos corredores que interligam os diversos bairros e regiões mais afastadas ao centro. Essa expansão desorganizada afastou as populações de baixa renda para as periferias, sobretudo em função do elevado valor do solo urbano nas áreas centrais, exigindo custos mais altos com transportes e aumento dos tempos de viagem.

O crescimento da frota de veículos particulares, especialmente nas duas últimas décadas, contribuiu para agravar esse quadro, inviabilizando os sistemas de transporte coletivo por ônibus em razão dos congestionamentos, acidentes e perda de produtividade e de competitividade. A opção pelo transporte individual se traduz no caos urbano em que se encontram as médias e grandes cidades brasileiras, estimulado em grande medida por políticas públicas que incentivam a aquisição e o uso indiscriminado do transporte individual. A falta de investimento nos sistemas de transporte público fecha a composição de um quadro terrível, que não oferece alternativas econômicas e razoáveis de deslocamento para a classe média brasileira nem tampouco para a população de baixa renda, que se vê refém de um sistema público ineficiente, caro e ineficaz.

A Lei 12.587 de 03/01/2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, tramitou no Congresso Nacional por longos 17 anos, o que simboliza um claro exemplo da falta de prioridade e do enorme atraso com que o tema tem sido tratado no cenário político brasileiro. Embora seja considerado um marco regulatório importante para apoiar as ações e projetos de melhoria das condições de mobilidade nos centros urbanos,

muito ainda há que ser feito visando favorecer a melhoria efetiva da qualidade dos serviços de transporte público.

Estudos e pesquisas feitos por entidades governamentais e não governamentais (ANTP, 2012; IPEA, 2006, 2011-b, 2012; ITRANS, 2004; NTU, 2010) identificaram que as populações de baixa renda, sobretudo nas grandes cidades brasileiras, estão privadas do acesso aos serviços de transporte coletivo. Esta privação ocorre por variadas razões, havendo destaque para o valor das tarifas e o custo que o transporte representa no orçamento da família brasileira com esse perfil, principalmente. Este fator contribui para a redução de oportunidades de inclusão social, pois impede essas populações de acessar os equipamentos e serviços públicos que as cidades oferecem.

Em geral, o grau de descentralização das grandes e médias cidades brasileiras interfere diretamente nos custos de infraestrutura de transportes, pois os gastos com a operação do transporte público são mais altos em função das distâncias a serem vencidas e do baixo desempenho operacional geralmente observado nas linhas que ali operam. É o que aponta CUNHA (2005) em seu estudo.

As linhas de transporte coletivo por ônibus, nas cidades brasileiras de médio porte, também surgiram sem planejamento e a partir de uma rede viária com infraestrutura precária e ineficiente. Atender aos múltiplos desejos de viagens de uma população cada vez mais dispersa pelo território levou ao surgimento dos sistemas de integração física através de terminais de transbordo em várias cidades brasileiras, especialmente nos anos 80s e 90s.

A literatura aponta que integração dos serviços de transporte por ônibus tem a função de racionalizar os itinerários e aperfeiçoar o uso do sistema viário e dos recursos empregados na oferta de infraestrutura de transporte. É o que revela muitos trabalhos sobre o tema (PEREIRA *et al.*, 2003; CAMPOS, 2006; ANDOLFATO, 2005; ANTP, 2007, 1999 e 1996; BARRA, 2011; CORRÊA e LIMA NETO, 2005). Dentro do rol de estratégias para de gerenciamento da mobilidade urbana descobre-se que a racionalização do consumo energético é uma medida decorrente da integração dos transportes públicos, sendo indicada por muitos trabalhos como uma das mais importantes e viáveis no contexto das cidades brasileiras.

A proposta de utilizar a integração tarifária temporal como um elemento de reorganização das redes de transporte público por ônibus se contrapõe ao procedimento tradicional de integração física e tarifária, que foi desenvolvido e implantado por muitas cidades brasileiras com base na construção de grandes terminais de transbordo. Por esse sistema, o passageiro permanece confinado em um terminal de ônibus podendo utilizar a rede de linhas à sua disposição.

No aspecto operacional do transporte por ônibus, quando a rede tradicional de linhas do tipo radial é convertida em um sistema tronco-alimentador, as linhas periféricas transformam-se em linhas de alimentação para o sistema tronco, sendo este de média capacidade e operado por veículos de maior porte que em muitos casos opera em faixas exclusivas ou segregadas. Por esse sistema a rede é racionalizada, mas não atende com eficácia a todas as necessidades de viagens da população, pois, em muitos casos, o passageiro é quem deve se adaptar à rede de transporte ali disponível e não o contrário. Nesta configuração, a racionalização da rede está limitada à área de influência do terminal de transbordo e a expansão deste modelo exige pesados gastos com desapropriações e obras civis, o que em geral os municípios não são capazes de realizar.

O conceito da integração tarifária temporal foi oportunizado com o surgimento das tecnologias de cobrança automática das tarifas (sistemas de bilhetagem eletrônica) e tem a vantagem de se adaptar à dinâmica de deslocamento da população usuária do serviço de transporte coletivo. Por esse sistema, em tese, a integração entre as rotas de ônibus poderia ser feita em qualquer ponto da rede, bastando existir links de acesso disponíveis através de simples pontos de parada. Essa conexão pode ser feita com os cartões de bilhetagem eletrônica em seus diferentes padrões de uso (vale-transporte, passe escolar, etc.), sendo conferido ao passageiro algum desconto ou isenção de pagamento quando utiliza outro ônibus, observado o limite de tempo pré-estabelecido para cada conexão.

No Brasil, são muitos os estudos que se dedicaram a analisar a integração física e tarifária dos sistemas de ônibus urbano implantados em cidades de médio porte no Brasil: Uberlândia-MG (SORRATINI e DA SILVA, 2005) Florianópolis (NAPIERALA, 2004 e ÂNGELO et. al 2002), Uberlândia-MG (RODRIGUES e SOARES, 2004 e FERREIRA, 2002), Blumenau-SC (LOGITRANS, 2002) e Jaú-SP (ANDOLFATO, 2005). Os casos analisados nessas cidades demonstram que a

implantação desse modelo de integração foi importante para melhorar a qualidade e a eficiência do transporte por ônibus. Foram apontados resultados significativos em termos de redução da frota, da quilometragem operada e do custo de operação, além dos benefícios sociais para os usuários.

Segundo VUCHIC (2005), os objetivos pretendidos em uma rede integrada de transporte podem ser agrupados em três categorias: máximo desempenho do sistema de transporte (expressa pelo número de passageiros por viagem ou por quilômetro), máxima eficiência operacional (expressa pelo custo total do sistema) e criação de impactos positivos (como redução de congestionamentos, aumento da mobilidade da população e da qualidade de vida). Essas três categorias geralmente correspondem aos interesses das três entidades envolvidas em um sistema de transporte público: passageiros, operadores e órgão gestor.

Em síntese, considera-se que a implantação de redes integradas de transporte público constitui-se numa das principais medidas capazes de contribuir para a solução dos problemas de mobilidade urbana. Considera-se uma medida mais adequada ao perfil das cidades brasileiras na comparação com os sistemas de grande capacidade, tais como os sistemas sobre trilhos (CORRÊA e LIMA NETO, 2005; NTU, 2009; ANTP, 2007).

Por outro lado, em razão do aumento crescente da taxa de motorização das populações urbanas e dos congestionamentos, é indispensável investir em sistemas de integração com adoção de medidas de prioridade para o transporte coletivo no tráfego urbano, em detrimento do transporte individual. Também é importante considerar que, se de um lado a integração aumenta a acessibilidade dos usuários, de outro impõe também o custo das transferências. Para a ANTP (1999) a integração deve propiciar ao usuário algum ganho, de forma a compensá-lo por esse transtorno. Alternativas podem ser: melhoria do tempo, redução dos gastos com transportes, aumento da acessibilidade e da segurança.

Como já citado, a abordagem da integração tarifária temporal com o apoio dos sistemas automatizados de arrecadação e bilhetagem eletrônica, ainda é uma medida muito recente no Brasil, mas que se torna a cada dia mais presente em face da expansão desses sistemas.

A implantação dos sistemas de bilhetagem eletrônica se deu inicialmente por razões voltadas à automatização do processo de arrecadação de tarifas, controle mais rigoroso de acesso, combate a fraudes e principalmente a gestão de gratuidades e descontos tarifários. Trata-se de uma medida que está inserida no contexto dos sistemas inteligentes de transportes (ITS), cuja principal finalidade é modernizar os processos e as técnicas associadas ao serviço de transporte coletivo urbano.

Segundo ANTP (2012), os sistemas de bilhetagem eletrônica encontram-se consolidados nos serviços de transporte coletivo das cidades brasileiras, e estão presentes em mais de 77% das cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes. Dentre suas vantagens usuais destaca-se a diversificação tarifária e a possibilidade de integração das rotas em qualquer ponto da rede, fazendo com que menos recursos sejam direcionados para a construção de grandes terminais de transbordo. Por outro lado, em que pese a consolidação e o uso cada vez mais crescente da bilhetagem eletrônica nos sistemas de ônibus urbano, como já comentado, a integração tarifária temporal ainda é uma prática insipiente nas cidades brasileiras.

Ao tratar do tema integração do transporte urbano por ônibus também é necessária uma abordagem da tarifa do serviço. Isto porque invariavelmente a integração está associada a alguma redução do custo para o passageiro, na medida em que as linhas serviços integradas por meio físico ou eletrônico incorporam o benefício da isenção ou desconto no valor da tarifa, quando o usuário utiliza mais de um modo ou serviço de transporte. E esse desconto ou isenção de pagamento pode ter efeitos sobre a arrecadação do setor e o equilíbrio econômico-financeiro do sistema de transportes.

Nesse contexto, a implantação de sistemas de integração dos transportes públicos também deve observar questões relacionadas com o custo de operação e o preço do serviço, dado que a fixação da tarifa tem por objetivo buscar equilíbrio entre esses dois componentes, na ausência de subvenções externas. Por outro lado, na pesquisa da prática brasileira verificou-se que a integração tarifária do transporte coletivo por ônibus tem sido uma medida adotada com a finalidade exclusiva de propiciar a livre transferência do usuário entre as linhas que fazem parte da rede local ou metropolitana, favorecendo-o com descontos ou isenções.

No caso brasileiro, também não foram encontradas referências de abordagens em que a configuração de uma rede de transporte por ônibus tenha sofrido alguma remodelagem em razão da implantação da integração tarifária temporal. No desenvolvimento deste trabalho de pesquisa verificou-se que essa abordagem, embora indicada como uma das metas a serem alcançadas com os projetos de integração tarifária, ainda carece de estudos mais consistentes para transformar as expectativas dos planejadores urbanos em realidade.

A integração dos transportes tem como um dos objetivos racionalizar as redes e torná-las mais eficientes e eficazes. Mas, com base na literatura publicada a respeito desse tema, observou-se que a integração tarifária temporal tem sido adotada nas cidades brasileiras com viés exclusivamente social. Isto pode implicar em duas consequências fundamentais: ou o custo desta medida é transferido para os usuários do serviço na forma de uma gratuidade incorporada à tarifa ou exige pesados subsídios governamentais e/ou isenções tributárias específicas.

Portanto, este trabalho de pesquisa identifica uma oportunidade ainda não abordada pela literatura e que pode ser utilizada pelos planejadores urbanos para mitigar o impacto financeiro que a integração tarifária representa sobre o preço cobrado do usuário, contribuindo ainda para minimizar aspectos negativos das redes tradicionais de integração do transporte coletivo por ônibus, listados abaixo:

- a construção de grandes terminais urbanos;
- as subvenções governamentais e isenções tributárias;
- o impacto sobre as tarifas do serviço;
- o custo operacional das redes;

1.1. Objetivos e Hipótese

O objetivo desta tese foi desdobrado em três abordagens, que estão inter-relacionadas:

- ⇒ Apresentar um procedimento metodológico para implantação da integração tarifária temporal no transporte público por ônibus, voltado para cidades brasileiras de médio porte, que possa ser utilizado para requalificar e racionalizar a rede existente e que seja capaz de atender ao princípio do equilíbrio entre o

impacto financeiro do benefício e o custo de operação do serviço, sem onerar as tarifas;

⇒ utilizar a integração tarifária temporal como um elemento do planejamento de transporte para as cidades brasileiras de médio porte, que possa subsidiar os programas de gerenciamento da mobilidade nessas cidades e ser utilizado para reorganizar os sistemas de transporte coletivo por ônibus, favorecendo a melhor adequação dos itinerários, a maior articulação da rede de linhas e a intermodalidade;

⇒ elaborar um modelo conceitual para auxiliar gestores públicos e operadores do serviço, com procedimentos para implantar a integração tarifária temporal através da bilhetagem eletrônica.

As três abordagens destacadas como produtos desta pesquisa procuram analisar o tema da integração dos transportes públicos sob uma visão pouco explorada pelos procedimentos tradicionais. Defende-se que o sistema convencional de integração dos transportes se apresenta inadequado á realidade de uma rede dinâmica e descentralizada, que procura atender à crescente diversificação das atividades urbanas. Este modelo convencional foi desenvolvido utilizando-se de grandes terminais físicos de transbordo como eixos estruturantes.

Em poucas cidades brasileiras as redes de transporte tronco-alimentadoras foram implantadas com alguma prioridade sobre o restante do tráfego, sobretudo as cidades médias, e os ganhos obtidos inicialmente com a redução do tempo de viagem (nas ligações troncais especialmente) foram perdidos com o aumento gradual do volume do tráfego urbano e dos congestionamentos.

O sistema de integração física das rotas de ônibus representou vantagens para o usuário, que passou a pagar uma única tarifa para realizar dois deslocamentos ou a tarifa com desconto na conexão com a segunda rota. Mas possui limitações do ponto de vista dos custos de implantação e a necessidade de operação de grandes terminais, bem como as dificuldades para disponibilizar áreas com boa localização e compatíveis com a conectividade das rotas. Há também o impacto que os grandes terminais representam como polos de geração de viagens e ainda as limitações para expansão desse sistema de

maneira que o mesmo adquira uma cobertura espacial capaz de atender a toda extensão da rede e sua capilaridade.

Apresentar contribuições para o aperfeiçoamento dos conceitos de integração dos transportes públicos e destacar que uma rede integrada é capaz de oferecer alternativas mais eficazes de conexões com outras rotas ou modos de transporte motivaram a realização deste trabalho de pesquisa. A oportunidade de demonstrar que é possível aumentar a eficiência de um sistema de transportes por ônibus com o apoio da integração tarifária temporal e sem exigir a construção de grandes estações e terminais de transbordo. Na literatura analisada foi identificada a carência de trabalhos de pesquisa com essas abordagens, que se constituem nas principais hipóteses do trabalho.

1.2. Relevância e Justificativa

Dentre as economias mundiais o Brasil figura como um dos mercados mais importantes e potenciais para receber investimentos e manter níveis elevados de crescimento econômico na atual década. O moderado crescimento econômico já experimentado pelo País a partir da segunda metade da década foi o suficiente para mudar o perfil de mobilidade de muitas cidades brasileiras devido ao crescimento das vendas de automóveis e motocicletas, principalmente, fazendo crescer a geração de viagens por transporte individual e as externalidades negativas associadas a essa opção de deslocamento, como congestionamentos, aumento do consumo energético, acidentes de trânsito e os impactos sobre o meio ambiente e a qualidade de vida nas cidades.

O ônibus é o meio de transporte urbano mais utilizado no Brasil, sendo a primeira opção para 32% das famílias brasileiras, o que representa cerca de 55 milhões de pessoas transportadas todos os dias segundo IPEA (2011-b) com base em um estudo comparativo entre as pesquisas de orçamentos familiares de 2002/2003 e 2008/2009. Por outro lado, um relatório produzido por ANTP (2010) reuniu dados históricos sobre a mobilidade urbana de 438 municípios entre 2003 e 2009 e constatou sérios problemas, como a inversão da posição entre o transporte coletivo e o individual, sendo esse modo o responsável por 30% de todos os deslocamentos diários da população nos centros urbanos.

Segundo ANTP (2010), a privação do acesso aos serviços de transporte coletivo e as condições inadequadas de mobilidade urbana dos mais pobres reforçam o fenômeno da desigualdade de oportunidades e da segregação espacial, que excluem socialmente as pessoas que moram longe dos centros das cidades (IPEA, 2006). Esses estudos mostraram que mais da metade da população pesquisada tem problemas para procurar emprego em razão da impossibilidade de arcar com as tarifas dos serviços, o que contribui para o chamado desemprego por desalento, ou seja, pessoas que não possuem trabalho e nem procuraram nos últimos 30 dias, por desestímulo do mercado de trabalho ou por circunstâncias fortuitas, mas que apresentaram procura efetiva de trabalho nos últimos 12 meses de uma dada pesquisa (ITRANS, 2004). Já para os que estão empregados, os deslocamentos cotidianos para os locais de trabalho estão significando um peso relativo cada vez maior nos orçamentos familiares.

Os sistemas integrados de transporte coletivo têm se afirmado, cada vez mais, como uma necessidade para o atendimento da diversidade de viagens que a população das cidades de hoje requer, fruto da descentralização das atividades econômicas, da mudança do perfil de emprego, da ampliação do número de estabelecimentos de ensino, das atividades de lazer, entre outras razões.

Os sistemas de bilhetagem eletrônica estão presentes em mais de 77% da frota de ônibus urbanos em operação nas cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes (NTU, 2009, 2012), o que ampliou as alternativas de constituição de sistemas integrados e de sistemas diferenciados de tarifa.

Necessidade de transformar as redes de transporte coletivo por ônibus em sistemas dinâmicos e em sintonia com os conceitos de gerenciamento da demanda por viagens, com mais cobertura espacial e flexibilidade de atendimento aos desejos de viagens dos usuários, o que pode ser feito com apoio da tecnologia através da integração tarifária temporal. Nesse sentido, as conexões entre os serviços e a transferência do passageiro entre as rotas podem ser realizadas sem a necessidade de passar por um terminal de transbordo.

Necessidade de buscar racionalidade e simplificação de operação do sistema de transporte coletivo, visando mais eficiência com a redução de itinerários sobrepostos e

obtenção de custos de operação mais baixos e tarifas mais adequadas à capacidade de pagamento dos usuários. Percebe-se a oportunidade de aperfeiçoar os conceitos sobre a integração dos sistemas de transporte e ao mesmo tempo reunir uma base de conhecimento sólida, que possa servir de referência para os projetos em desenvolvimento pelas cidades brasileiras.

1.3. Contribuições e Produtos da Tese

O trabalho pretende demonstrar que a integração tarifária temporal confere uma vantagem competitiva para o setor de transporte público enfrentar os problemas de mobilidade urbana. Espera-se subsidiar os responsáveis na tomada de decisão com a definição das medidas, estratégias e políticas de transporte mais sustentáveis que viabilizem a integração das redes de transporte público como uma ação coordenada com as políticas de planejamento e uso do solo urbano.

O trabalho também defende que a integração tarifária temporal pode ser aplicada como elemento de organização de uma rede de linhas de transporte coletivo por ônibus e que o estudo pode servir de referência para as cidades de médio porte no Brasil.

O estudo de caso foi aplicado a um corredor de transporte coletivo por ônibus na cidade de Petrópolis-RJ. A proposta inter-relaciona a possibilidade de racionalização da rede de transporte com a implantação de pequenas estações de integração (*“terminais de transferência”*), a criação de faixas exclusivas para o transporte coletivo, ciclovias, estacionamentos para bicicletas e veículos particulares e facilidades para pedestres, elementos que neste procedimento estão inter-relacionados com a integração tarifária temporal, eixo central da proposta.

1.4. Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi organizado em seis capítulos, incluindo este que contém a introdução ao tema e a caracterização do problema objeto da pesquisa.

No Capítulo 2 discute-se a mobilidade urbana, suas diferentes abordagens, as pesquisas realizadas no Brasil e no exterior e a relação com o tema central da pesquisa, destacando como a integração dos transportes públicos se insere nesse contexto.

O Capítulo 3 descreve a integração dos transportes públicos como instrumento para racionalizar os serviços de transporte urbano por ônibus e oferecer mais acessibilidade aos usuários. Apresenta uma revisão da literatura que fundamenta os conceitos e a teoria do trabalho. Discute a experiência nacional e internacional com a integração entre os diferentes modos de transporte público e a abordagem específica da integração tarifária temporal nos sistemas de ônibus urbano.

No Capítulo 4 o procedimento metodológico é desenvolvido utilizando os fundamentos teóricos descritos no Capítulo 3. A integração tarifária temporal é apresentada como elemento fundamental de planejamento e reorganização de uma rede transporte coletivo por ônibus. O procedimento também propõe a utilização coordenada do transporte coletivo por ônibus com os demais modos de transporte disponíveis nas cidades, principalmente os não motorizados.

O Capítulo 5 apresenta o estudo de caso e a aplicação dos procedimentos metodológicos utilizando como base o sistema de transporte coletivo da cidade de Petrópolis-RJ. Os resultados com aplicação da metodologia proposta são apresentados e analisados comparativamente à realidade existente.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões e as discussões do trabalho.

CAPÍTULO 2

2 - MOBILIDADE URBANA

2.1. O Gerenciamento da Mobilidade Urbana

O Gerenciamento da Mobilidade reúne um conjunto de instrumentos destinados a promover mudanças de atitude em benefício dos modos sustentáveis de transporte. O conceito de gerenciamento da mobilidade defende que ações baseadas em informação podem influenciar a consciência do cidadão e alterar o seu padrão de atitude e comportamento na escolha dos modos de transporte disponíveis, levando à utilização de modos como a bicicleta, o modo a pé e o transporte público, em detrimento da escolha pelo transporte individual.

BALASSIANO (2012) salienta que as estratégias adotadas com base no conceito de Gerenciamento da Mobilidade vêm sendo utilizadas desde a década de 1970 nos Estados Unidos e em países que integram a União Europeia. Em linhas gerais, esse conceito assume que a racionalização do uso do carro privado associado com a melhoria da qualidade e da oferta de opções de transporte coletivo e o incentivo ao transporte não motorizado, são alternativas viáveis para que a mobilidade possa ser sustentável em centros urbanos de grande porte, entendendo-se a sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental.

Autores como CERVERO (2005) e SILVA *et al.* (2008) contestam o modelo clássico de planejamento de transportes baseado na busca pelo atendimento da demanda através do aumento da infraestrutura de transportes. Este binômio baseado no conceito “prever e prover” que se resume a enfrentar o problema dos transportes exclusivamente sob a ótica da oferta, se tornou pouco eficiente. BALASSIANO (2012) defende uma alternativa baseada na organização da demanda e no gerenciamento de viagens e deslocamentos sem necessariamente ampliar a oferta da infraestrutura existente.

Olhando para trás, ao longo do último século, observa-se que o transporte público parece perder importância devido ao declínio experimentado nas últimas duas décadas, principalmente. Mas há também fatores que sugerem que o transporte pode tornar-se

mais importante no futuro, como sugere LITMAN (2006), que apresenta alguns argumentos:

- a valorização dos benefícios potenciais da integração dos transportes para ordenamento do território e para criar comunidades mais acessíveis;
- as cidades têm experimentado um processo de reconstrução, crescimento da população e algumas tendências (famílias menores, pessoas mais idosas, popularização dos *lofts* urbanos e a valorização da caminhada, por exemplo);
- muitas cidades chegaram a um tamanho e nível de demanda de tráfego que justifica mais confiança nos transportes públicos, incluindo muitas áreas anteriormente classificadas como suburbanas que estão cada vez mais urbanizadas, e assim, experimentam os problemas típicos da expansão urbana desordenada, como os grandes centros comerciais, a especulação imobiliária e a falta de estacionamento, que fazem com que o uso do transporte público se torne mais atraente;
- há uma percepção crescente entre os profissionais de transporte e grande parte do público em geral, de dar mais valor às redes de transporte mais diversificadas;
- a combinação entre o envelhecimento da população, os problemas de trânsito e as preocupações ambientais estão motivando muitas pessoas a valorizar os serviços de transporte público;

O gerenciamento da demanda por viagens, ou TDM (*travel demand management*) é encontrado na literatura com duas abordagens. A primeira defende a adoção de medidas estratégicas que tem por objetivo mudar o comportamento dos usuários que utilizam o transporte individual. De acordo com CÂMARA e MACEDO (2009) essas estratégias estão voltadas para o incentivo ao aumento da taxa de ocupação dos automóveis, combinado com a adoção de alguma prioridade no tráfego urbano, o teletrabalho, escalonamento de horários e a semana comprimida. A segunda abordagem, também conhecida como GM (*mobility management*), adotada principalmente na Europa, tem mais ênfase na alteração da partição modal, direcionando-a do transporte individual para o transporte público e os modos não motorizados. Segundo BALASSIANO e REAL (2001) *apud* SCHIMITT (2006), a abordagem de GM pode ser caracterizada como democrática, flexível, econômica e ambientalmente correta.

CASTRO (2006) afirma que embora o Gerenciamento da Mobilidade não seja considerado a única solução para os problemas de transporte nas cidades, trata-se de uma medida que favorece a formação de uma maior consciência dos indivíduos que fazem parte da sociedade, incentivam às decisões da escolha modal e principalmente as mudanças de comportamento dos usuários de sistemas de transportes. Neste trabalho o autor acrescenta que há novos desafios para a realidade do Brasil, onde predomina a informalidade do mercado de transporte, a falta de políticas definidas quanto ao tema, a exclusão social (reforçada pelo modelo de uso de solo que segrega na periferia e nas favelas os segmentos de baixa renda e concentra nos centros urbanos as ofertas de trabalho e serviços), a poluição ambiental (decorrente do uso excessivo dos automóveis), a baixa qualidade de vida (decorrente dos altos custos da vida urbana e da falta – ou desconhecimento - de alternativas à mobilidade em automóvel), a falta de interação e cooperação entre os agentes governamentais e os altos custos de implantação de novos sistemas de transporte de massa.

A abordagem do gerenciamento da demanda por viagens incorpora aspectos associados à necessidade de reduzir o consumo energético e preservar o meio-ambiente e os recursos naturais. Para atingir esses objetivos o gerenciamento da mobilidade considera a necessidade de desenvolver uma nova filosofia voltada para reduzir o uso indiscriminado do automóvel e estimular meios sustentáveis de transporte. Muitos trabalhos desenvolvidos no exterior reúnem experiências marcantes e bem sucedidas nesse campo.

CASTRO (2006) afirma que a partir de 1992 o tema da Mobilidade incorporou a dimensão de sustentabilidade com as argumentações da Comunidade Econômica Europeia durante o maior encontro ambiental do planeta, a ECO-92 no Rio de Janeiro. A partir desta conferência padrões ambientais mais rígidos foram propostos para todas as modalidades de transporte, visando incentivar aquelas mais adequadas e promover o desenvolvimento da infraestrutura urbana de transporte público (LEINBACH, 2000 *apud* CASTRO, 2006).

CAMPOS (2006) considera que a expressão “sustentabilidade” tem sempre a pretensão de considerar simultaneamente os impactos das atividades humanas numa perspectiva ambiental, de coesão social e de desenvolvimento econômico, tanto para atual como

para as gerações futuras. Este conceito surge diante da necessidade de se avaliar os impactos da utilização ótima dos recursos limitados que se dispõe, sob as perspectivas de competitividade econômica, preservação ambiental e coesão social das cidades. Para tal fim, é necessário o estímulo ao uso de modalidades sustentáveis (transporte coletivo e não motorizado) em detrimento do veículo particular e a importância do tratamento adequado das questões de mobilidade como conceito inserido num contexto mais amplo do que a simples realização de viagens.

SCHIMITT (2006) destaca os objetivos do gerenciamento da mobilidade (GM) na busca pelo atendimento às necessidades de viagens de pessoas e das organizações, observando-se as metas de sustentabilidade:

- aumentar a mobilidade da população com o oferecimento de novos serviços de transporte;
- encorajar o uso de modos de transporte sustentáveis;
- melhorar e ampliar a infraestrutura para os modos de transporte não motorizados;
- reduzir o volume de tráfego de automóveis e a poluição do ar;
- melhorar a cooperação entre os modos de transporte, incentivando a intermodalidade.

CAMPOS (2006) defende a adoção de estratégias específicas para alcançar a mobilidade sustentável no contexto ambiental, considerando:

- investimento em transporte público utilizando energia limpa;
- políticas de restrição de uso do transporte individual em áreas já poluídas;
- aumento da qualidade do transporte público;
- implantação de sistemas de controle de tráfego e de velocidade;
- adequação de veículos de carga, vias e pontos de parada;
- conforto urbano: calçadas adequadas, ciclovias, segurança em travessias e arborização de vias.

BALASSIANO (2012) compara a estrutura da matriz de transportes do Brasil com diferentes cidades no mundo e destaca que, nas cidades brasileiras, o uso do transporte público é responsável pela maioria das viagens realizadas (40-45%). Enquanto isso, nas cidades americanas há mais diversidade na composição das viagens e, em Londres,

apesar do elevado percentual de viagens realizadas por carro (40%), há um bom sistema de transporte público, que garante boa mobilidade na área central.

Segundo STRADLING *et al.*, 2000, em contraste com as viagens feitas por automóveis, a viagem por transporte público necessita antecipadamente de todas as informações relevantes, tais como rotas, tempo previsto, capacidade e itens de conforto disponíveis. Enquanto na viagem feita por automóvel alguns erros podem ser rapidamente corrigidos, no transporte público a correção de uma rota depois de iniciada é sempre mais difícil.

Muitos estudos no campo da mobilidade urbana são realizados com o objetivo de compreender os principais motivos que levam ao uso frequente e crescente do automóvel nos centros urbanos e, principalmente, se os motoristas estariam preparados para considerar o uso menos intenso do veículo particular no futuro.

Segundo BALASSIANO (2012) há casos de cidades de grande porte que conseguem dispor de sistemas de transportes públicos, registrando um número suficiente de usuários, que garantem a eficiência econômica e operacional dos diferentes modos. Para o autor, existem evidências de que em muitas dessas cidades que alcançaram sucesso ocorre um perfeito entrosamento entre os serviços de transportes e o modelo de assentamento urbano. De maneira geral, nessas cidades, o desenho urbano foi devidamente projetado para ser atendido de forma adequada pelos sistemas de transportes e esses foram planejados para atender de forma eficiente à demanda gerada pela ocupação espacial.

Em BALASSIANO (2012) são destacadas 13 metrópoles onde foi possível identificar casos de planejamento e desenvolvimento integrados, entre a operação de sistemas de transportes e a ocupação do espaço urbano. São cidades com economias caracterizadas pelo regime de livre mercado, que se estruturaram nos últimos 50 anos e que registraram um crescimento acelerado da frota de veículos particulares e que o autor classificou em quatro grupos: “*cidades adaptáveis*” (Estocolmo, Copenhague, Cingapura e Tóquio); “*cidades com áreas centrais concentradas*” (Zurich e Melbourne); “*cidades com adaptações dos sistemas de transportes*” (Karlsruhe (Alemanha), Adelaide (Austrália) e Cidade do México) e “*cidades híbridas*” (Munique, Ottawa e Curitiba).

Para os governos, as políticas de transporte que objetivam reduzir o uso do automóvel devem observar que diferentes alvos devem ser atingidos e que diferentes estratégias devem ser empregadas segundo as diversas motivações que conduzem à preferência pelo automóvel particular. Existem muitos aspectos negativos do uso continuado do automóvel, como os custos de aquisição, congestionamentos e ambientais, por exemplo, que devem ser mais bem explorados e que de certa forma se devem mais frequentemente a mudanças circunstanciais nos hábitos dos indivíduos do que propriamente uma necessidade.

STRADLING *et al.* (2000) investigou as razões mais comuns que levariam as pessoas a continuar utilizando mais o automóvel nos próximos anos, sendo identificado como principal motivo a falta de alternativas satisfatórias e de modos substitutos para essas viagens. Dessa forma, muitos afirmam que se consideram predominantemente dependentes do uso do automóvel em razão da necessidade de realizar grande quantidade de viagens diárias, embora uma parcela significativa tenha revelado substancial prazer por dirigir, atestando assim algum grau de dependência psicológica do automóvel.

Por outro lado, muitos consideram que desejariam reduzir o uso do automóvel, mas afirmaram que provavelmente continuarão a utilizar tanto ou mais no futuro. Uma das conclusões do estudo de STRADLING *et al.* (2000) mostrou que as cidades foram preparadas para o uso do automóvel e que a literatura que estuda a psicologia do comportamento humano sugere fortemente que mudanças sustentáveis podem ser incorporadas ao padrão de vida das pessoas por força de algum estímulo.

Estudo semelhante realizado por MACKETT (2001) analisou medidas e intervenções que poderiam ser adotadas pelos governos da União Europeia para atrair condutores de automóveis que utilizam o carro em viagens curtas. O estudo calculou o impacto potencial de transferência dessas viagens para modos mais sustentáveis de transporte, como as viagens feitas à pé, por meio de bicicleta e através dos meios públicos de transporte. Alternativas ao carro foram identificadas para 78% das viagens realizadas. De acordo com a análise, 31% de todas as viagens realizadas por automóvel poderiam ser transferidas para a caminhada, 31% poderiam ser transferidas para o ônibus e 7%

para a bicicleta e 4% não realizariam a viagem se não fosse possível utilizar o automóvel ou se houvesse alguma restrição ao seu uso para aquela finalidade.

Ainda de acordo com o estudo de MACKETT (2001), para os condutores de automóvel, 38% das alternativas propostas dependem de ações dos governos locais, sendo que 26% demandam melhorias no sistema de transporte público. Dos que demonstraram intenção de deixar de usar o carro nas viagens curtas, 33% das viagens requerem mudanças nas atitudes pessoais dos condutores e 29% não deixariam de ser realizadas.

O estudo apresentou ainda como resultado uma estimativa dos efeitos positivos sobre o tráfego urbano, apontando que as diversas ações propostas seriam capazes de reduzir em 39% o total de viagens curtas feitas por automóveis. Como uma das recomendações importantes, foi destacada que o serviço de transporte público por ônibus deveria ser melhorado, em termos de rotas alternativas e de maior cobertura da rede e frequência de atendimento. Ações de marketing deveriam ser dirigidas aos usuários de automóveis, informando sobre os serviços de ônibus. Ao mesmo tempo, deveriam ser incrementadas viagens específicas para atendimento a serviços diferenciados, como compras e turismo.

Ações de marketing destacando os benefícios da caminhada e do uso da bicicleta para os deslocamentos mais curtos foi outra recomendação, assim como investimentos públicos para facilitar e estimular o uso das ciclovias e passeios. Por outro lado, as recomendações apontadas no estudo de MACKETT (2001) não apresentariam eficácia significativa caso não fossem implantadas em conjunto com fortes medidas de restrição ao uso do automóvel.

COOPER (2001) analisou as implicações que estilo de vida dos residentes de Belfast, cidade do Reino Unido que é considerada a mais dependente do uso do automóvel nos seus deslocamentos diários. Apesar de o estudo revelar a dificuldade de aplicar os resultados obtidos em outras cidades do mundo, dada a combinação de intensa segregação social e histórico de violência política que marcaram os aspectos da vida social desta cidade irlandesa, a taxa de declínio no uso do transporte público em relação ao transporte privado, particularmente devido à percepção de segurança, representou um dos fatores mais estimulantes para o uso crescente do automóvel.

A presença de estacionamentos regulamentados representa outro aspecto que interfere na intensidade de uso do automóvel nos centros urbanos. Estudos indicaram que, tal como esperado, o estacionamento em não conformidade aumenta na proporção que os esforços de controle e restrição diminuem. Trabalho feito por GRAHAM-ROWE *et al.* (2011) analisou como o controle e a regulamentação dos estacionamentos públicos pode representar uma medida efetiva de gerenciamento da demanda por viagens nos países europeus.

Para este autor, a escolha de estacionamento é feita como uma escolha econômica e racional. O motorista avalia a expectativa de custo do estacionamento ilegal através de uma análise comparativa entre a probabilidade de ser multado versus a certeza do custo do estacionamento regulamentado. Consequentemente, sem uma rigorosa análise teórica a respeito dos impactos do esforço de regulamentação sobre o gerenciamento da demanda por estacionamento, não é razoável indicar que tal efeito não existe quando a multa aumenta.

O estacionamento regulamentado nas vias públicas é considerado a segunda melhor medida de controle sobre as viagens feitas por automóvel quando não existe cobrança pelo uso da via (pedágios). Para muitos autores o estacionamento regulamentado pode aperfeiçoar socialmente o mercado de viagens no meio urbano. Essa é uma das conclusões que o estudo aponta, indicando que quando o tráfego não é taxado os motoristas tendem a considerar somente os custos individuais, sem considerar os custos sociais marginais.

O estacionamento cobrado, que deve variar de acordo com a localização, particularmente representa também uma medida de redução dos congestionamentos. As pesquisas confirmam que para reduzir os custos de viagem os motoristas não mudam seu modo de transporte, mas procuram estacionar nas áreas mais afastadas das vagas centrais e regulamentadas.

COOPER *et al.* (2001) mostra que uma combinação de políticas de restrição ao uso do transporte individual, quando usadas na forma de complementaridade, representam a melhor maneira de produzir os efeitos desejados em termos de otimização do espaço viário e redução dos congestionamentos. O preço cobrado pelo estacionamento é um

instrumento útil para incrementar e aumentar a capacidade do sistema. O tempo de estacionamento reduz significativamente favorecendo a alta rotatividade e suprimindo as necessidades de todos.

Devido ao menor custo de implantação e maior flexibilidade para ser usado em diferentes funções hierárquicas, o transporte público por ônibus representa a opção mais conveniente para se constituir no principal instrumento e única alternativa para garantir a mobilidade da população nos centros urbanos frente à opção crescente pelo automóvel.

Contudo, as políticas de restrição à posse e principalmente ao uso do automóvel são indispensáveis para transformar em realidade a transferência de viagens dos modos individuais para os modos coletivos e mais sustentáveis. À medida que a motorização individual aumenta o número de usuários cativos do transporte público diminui. A evolução da qualidade e do nível de vida das populações exige melhorar a qualidade do transporte público e segmentar tipos de serviços, como forma de recuperar mercado e manter os clientes.

Muitos autores defendem a aplicação de taxas sobre o uso dos automóveis como as medidas mais eficazes para atingir o objetivo de reduzir o uso indiscriminado do transporte individual. O pedágio quilométrico é defendido pela Comissão Europeia, mas tem grande desvantagem de aplicação nas áreas urbanas pelo fato de não apresentar correlação com a localização, com o tempo de viagem e nem mesmo com o nível de congestionamento, que é a principal consequência do alto volume do tráfego urbano. Os direitos sobre os combustíveis representam outra proposta, que apresenta a vantagem de possuir relação direta com o uso do automóvel e a velocidade.

Para MACÁRIO e VIEGAS (2002) as taxas não são instrumentos eficientes de persuasão de usuários, levando-os a adaptar seus comportamentos de modo a atingir níveis ótimos de distribuição da demanda, mas são, reconhecidamente, fontes importantes de financiamento para o sistema de transportes. Para esses autores, do ponto de vista econômico, os pedágios urbanos são os instrumentos mais eficientes e eficazes para internalizar os custos externos do transporte e gerir o uso do espaço urbano como um recurso em escassez. A implantação dos pedágios urbanos, contudo, se

cerca de cuidados especialmente quanto à aceitabilidade política da medida. Como exemplos de programas bem-sucedidos de pedágios urbanos pode-se citar o caso de Londres, onde desde 2003 os motoristas pagam 5 libras por dia (equivalente a 20 reais) para trafegar pelo centro. O fluxo diário de 250 000 carros na região caiu 25%. Outros exemplos não faltam. Adotado em Cingapura desde 1975 o pedágio fez o uso de ônibus crescer 15% e a velocidade média no trânsito subir 10 quilômetros por hora.

CÂMARA e MACEDO (2009) analisaram a restrição veicular como medida de gerenciamento de tráfego urbano, nas cidades de Londres e São Paulo. Adotadas como soluções paliativas comenta que as medidas tornaram-se definitivas. Comenta ainda que apesar dos esquemas de Londres e São Paulo terem objetivos iniciais distintos e adotarem métodos diversos para tratar da questão de tráfego ambos produziram impacto positivo sobre os níveis de tráfego e melhora da qualidade de vida dos cidadãos.

CÂMARA e MACEDO (2009) comentam ainda que Londres tornou-se uma cidade mais agradável para se pedalar e caminhar, assim como as viagens por transporte público sofrem menos atrasos em virtude da redução de veículos circulando na cidade. No caso de São Paulo, destaca que os benefícios do rodízio ainda são sentidos, apesar do aumento da frota circulante na cidade.

PEREIRA *et al.* (2002) revela que há cerca de trinta anos a primeira via expressa americana a ganhar faixa exclusiva para HOV (*high occupation vehicle*) foi a que percorre os 20 quilômetros entre o centro de Los Angeles e a cidade de El Monte. Hoje, existem cerca de vinte delas somente na Califórnia. Seul, na Coreia do Sul, também incentiva a carona. Cobra desde 1996 o equivalente a 4,80 reais de carros que passam por duas de suas avenidas com menos de dois passageiros. A quantidade de veículos caiu 34% e a velocidade subiu 10 quilômetros por hora.

Na Noruega foi implantado um tipo de pedágio em cordão, o que facilitou o gerenciamento da demanda por viagens e provou contribuir efetivamente para a redução do tráfego de passagem. A polêmica medida, que reduz a circulação de carros em áreas de tráfego caótico e aumenta a arrecadação municipal já foi muitas vezes cogitada para ser implantada no Brasil.

Gerenciar a mobilidade considerando estratégias que mudam o comportamento da viagem e incrementam a eficiência dos sistemas públicos de transporte resultam numa série de benefícios para a sociedade, tais como a redução do congestionamento do tráfego, estacionamento mais facilitado e organizado, conservação de energia, redução da poluição e dos índices de acidentes de trânsito. Para alguns autores o gerenciamento da mobilidade também pode incrementar a segurança e a saúde públicas.

Para LITMAN (2006) os danos causados com os acidentes de trânsito são uma das maiores categorias de custos sociais pelo uso dos automóveis, muito maior do que os custos dos congestionamentos ou da poluição. Em seus estudos indica que a segurança do tráfego deve ser avaliada como uma prioridade no momento de especificar o valor das políticas de transporte. Um programa que reduza o congestionamento do tráfego ou as emissões em 10% pode incrementar os custos com acidentes de trânsito em 3% se não considerar as estratégias de segurança. Por outro lado, uma estratégia de redução do congestionamento ou da poluição é muito mais valiosa para a sociedade se também reduzir os custos com acidentes de trânsito.

De acordo com a literatura, os diversos programas de gerenciamento da mobilidade produzem diferentes tipos de efeitos sobre os usuários e sobre as viagens, tais como a substituição por outros modos de transporte ou as viagens curtas no ambiente urbano, as quais possuem diferentes perfis de riscos. Algumas mudanças no perfil das viagens podem reduzir riscos para um grupo, mas aumentar para outros. Por isso é importante compreender como as estratégias individuais de gerenciamento da mobilidade afetam a viagem e como tais mudanças afetam os riscos de acidentes.

A avaliação das condições de segurança é afetada pela forma como os riscos de acidentes são medidos. A segurança de tráfego estuda medidas de acidentes e as estatísticas de acidentes podem refletir uma análise abrangente de como a segurança deveria considerar os riscos internos (produzido pelos que se expõem às situações de risco) e externos (aqueles gerados para a sociedade). Por exemplo, reduzindo os ocupantes dos veículos reduz-se o risco direto, mas, aumenta os riscos para outros usuários da via (indireto).

Algumas estratégias de segurança como o uso do cinto e equipamentos como os *Air bags* aumentam a segurança para os ocupantes do veículo, mas não para os demais usuários da via. Em NOLAND e OH (2004) são analisados dados do Sistema de Informação de Segurança de Rodovias norte-americanas e os resultados contestam a eficácia de que as melhorias físicas implantadas nas rodovias tenham provocado redução das fatalidades. Por exemplo, a instalação de grades divisórias nas autoestradas resulta em baixas taxas de colisões e estimulam a distância percorrida pelos veículos. Como resultado, essas medidas tendem a reduzir a taxa de colisões por milhas, mas por outro lado aumentam a taxa *per capita* de acidentes decorrente da intensificação de uso dos veículos. (NOLAND, 2003).

CASTRO (2006) anuncia que uma nova abordagem de planejamento de transportes, com base em intervenções onde o conceito de Gerenciamento da Mobilidade (ou Gerenciamento da Demanda) é priorizado, vem se consolidando tanto na União Europeia quanto nos EUA. Objetiva-se nessa abordagem, incentivar o uso de alternativas de transporte geradoras de menor impacto sobre a rede viária, desestimular o emprego excessivo do carro privado e ainda reorganizar a utilização do espaço urbano com o propósito de garantir que os deslocamentos e viagens, quando necessários, sejam realizados de forma mais adequada, partindo da informação, educação, aumento da consciência cidadã e difusão das experiências. Assume-se ainda que a integração entre os diferentes modos de transportes deve ter tratamento preferencial, em detrimento de intervenções específicas onde apenas a expansão da infraestrutura existente é considerada.

JACOBSEN *et al.* (2006) examinou o conceito de *Smart Growth* como uma das possíveis soluções para resolver o problema do chamado “espalhamento urbano” (*urban spraw*). Essa maneira de planejar as cidades tem se difundido amplamente nos Estados Unidos e tem como objetivo incentivar a descentralização e a densidade de ocupação das zonas urbanas e a utilização mais intensiva de modos alternativos de transporte, diminuindo assim a dependência do automóvel.

Esse conceito tem sido incentivado não somente pela sociedade civil organizada, mas também pela população que especialmente nos centros urbanos sente os efeitos dos congestionamentos e da falta de mobilidade e os problemas de poluição. O *Smart*

Growth estabelece diretrizes de mudanças nos sistemas de transporte e no uso do solo nos centros urbanos. Trata de desenvolver políticas públicas que busquem restringir novas edificações em áreas periféricas, incentivar a preservação das construções históricas e culturais e tornar os custos dos imóveis mais acessíveis, por exemplo.

Outra questão importante no âmbito do gerenciamento da mobilidade trata-se dos custos sociais e ambientais decorrentes do crescimento desordenado das cidades. CAMAGNI *et al.* (2002) afirma em seus estudos que o transporte público parece ser fortemente influenciado tanto em termos de eficiência e competitividade, pela organização estrutural de uma área urbana.

Quanto mais disperso e menos estruturado o desenvolvimento, mais baixo será o nível de eficiência e competitividade do serviço de transporte e, conseqüentemente, a sua participação na divisão modal. O tempo da viagem feita por automóvel parece estar correlacionado não somente com a dimensão ou densidade urbanas como também à presença do recente desenvolvimento habitacional, sugerindo a necessidade de um novo estilo de vida e de mobilidade, muito diferentes daqueles do passado.

O padrão de desenvolvimento e expansão da área urbana está diretamente associado com a disponibilidade de recursos de uso do solo (uso residencial) e de energia (mobilidade). O consumo do solo urbano está relacionado com a densidade da ocupação humana estabelecida nas áreas residenciais, especialmente, mas o consumo de energia depende de outros fatores, associados com os padrões de mobilidade da sociedade atual, basicamente a extensão das viagens e a escolha entre os modos de transporte público e privado.

Os governos da Europa, principalmente, têm assumido um compromisso de rever as políticas de sustentabilidade urbana e encorajado experimentos com inovadoras políticas de planejamento com a convicção de que a extensiva construção nas periferias dos centros urbanos não apenas aumenta o consumo dos recursos do solo, mas principalmente é responsável pelos altos custos de infraestrutura e de consumo de energia, pelo congestionamento das redes de transporte, além de incrementar a segregação social e a especialização do uso do solo, o que leva também à própria degradação do meio ambiente.

O crescimento da população urbana tem como consequência o aumento da necessidade por mobilidade e para satisfazer esta demanda não será possível somente crescer em infraestrutura, haverá necessidade de se implantar estratégias que reduzam a demanda por viagens, principalmente as viagens feitas por transporte individual e implantar sistemas mais adequados de transporte coletivo e associados ao contexto socioeconômico da região. Isto significa uma “oferta inteligente de transporte”, ou seja, atrair demanda para um sistema coletivo que atenda as necessidades da população (PAIVA e CAMPOS, 2008).

Ao tornar o uso do automóvel menos atrativo os demais meios de transportes devem ser melhorados (transporte público, infraestrutura para o usuário da bicicleta, infraestrutura para caminhadas, etc) (GÄRLING *et al.*, 2003 *apud* SILVEIRA, 2010). O autor considera o uso da bicicleta uma alternativa para mitigar problemas gerados com a intensa circulação de veículos em áreas urbanas, dentre as principais estratégias de Gerenciamento da Mobilidade.

Nos centros urbanos o uso da bicicleta pode ser incentivado em viagens convencionais como um meio de transporte complementar aos serviços de transporte público de média e alta capacidade, como ônibus, trem e metrô, por exemplo. PLANMOB (2007) destaca que há diversas situações típicas em que ela pode ser introduzida na forma de integração, conectando áreas residenciais aos grandes equipamentos de transporte público (terminais e corredores) e sistemas coletivos de média e alta capacidade.

Uma proposta de gerenciamento da mobilidade não pode preterir a importante contribuição que a bicicleta pode proporcionar, sobretudo no aspecto de impacto nulo em relação ao meio-ambiente. SILVEIRA (2010) avalia a eficiência energética da bicicleta como modo de transporte, destacando-a como o modo de transporte que apresenta o menor consumo de energia primária em MJ (Mega Joule) por passageiro/km.

BALASSIANO (2012) apresenta um diagnóstico das condições de mobilidade urbana de algumas das principais cidades brasileiras, através da análise de indicadores que influenciam nos deslocamentos diários de seus habitantes. O trabalho analisou dados das regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre e

Recife e destaca que, embora possuam características diferentes os problemas de mobilidade urbana são comuns:

- crescimento da frota circulante;
- dificuldade de integração física e tarifária entre os diferentes modos de transporte;
- falta de uma política de coordenação entre os organismos de gestão no âmbito regional e metropolitano;
- dificuldade de circulação de modos motorizados e não motorizados em áreas metropolitanas;
- política equivocada do governo federal ao conceder incentivos à aquisição e uso do automóvel privado;

Os indicadores de mobilidade produzidos por BALASSIANO (2012) foram adaptados ao caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e classificadas por faixa etária, escolaridade e renda do cidadão e comparadas aos resultados de outras regiões metropolitanas. Comenta o autor que o sistema de transporte coletivo pode exercer um papel fundamental na estruturação de um cenário mais equilibrado das taxas de mobilidade das áreas metropolitanas. Uma melhoria na integração, adequação e oferta de serviços deverá contribuir para induzir deslocamentos atualmente não realizados. Dado preocupante revelado através do estudo é que no caso do Rio de Janeiro, a “taxa de imobilidade”, representando residentes que não realizam viagens é de cerca de 46% do total de viagens.

No aspecto da eficiência energética, BALASSIANO (2012) destaca que utilização cada vez mais intensa do carro particular associado aos elevados níveis de congestionamento e a deficiência dos sistemas de transporte coletivo são fatores responsáveis pelo montante expressivo das emissões de poluentes registradas em 2008. O estudo, feito com base nos parâmetros dos projetos incluídos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal do Brasil, revelou que a substituição de modos de transporte para um uso mais intensivo de sistemas como o BRT (Bus Rapid Transit) e o Metrô, associadas a estratégias de Gerenciamento da Mobilidade teria potencial para reduzir as emissões em cerca de 26% em 2030.

CAPÍTULO 3

3 – A INTEGRAÇÃO DOS TRANSPORTES PÚBLICOS

Para os transportes públicos são evidentes os benefícios de uma rede de serviços integrada. Quanto mais usuários existirem menor será o custo relativo da viagem, ter serviços mais frequentes significa menor tempo de espera, mais alternativas de rotas significa menor tempo de caminhada e maior alcance e cobertura espacial da rede e serviços expressos levará à redução no tempo de viagem do veículo. Isto é referido como o efeito MÖHRING (1972) e proporcionou os primeiros argumentos em favor de um sistema integrado de transporte público, que se caracteriza por tarifas mais baixas, altas frequências, veículos menores e maiores níveis de subsídios (PRESTON, 2010).

Na literatura brasileira, a integração dos transportes públicos é destacada como uma das ações mais eficazes para ampliar a mobilidade urbana, visando proporcionar acesso equilibrado aos bens e serviços de uma forma eficiente e equilibrada para todos os habitantes, especialmente para as camadas menos favorecidas da população (XAVIER, 2006; SCHMITT, 2006; CAMPOS, 2006 e 2005; LEMOS, 2004; BALASSIANO, 2004; BALASSIANO e REAL, 2001; CASTRO, 2006). A importância deste instrumento como parte de um amplo programa de gerenciamento da mobilidade urbana é reconhecido em trabalhos que se dedicaram ao estudo da integração dos sistemas de transporte.

CERVERO (1998) destaca que uma cidade que se transporta, ou se movimenta (*“The Transit Metropolis”*), é aquela onde ocorre um ajuste perfeito entre a distribuição espacial das atividades existentes e o funcionamento dos sistemas de transportes. Acrescenta ainda que os sistemas de transportes devem ser considerados em uma perspectiva metropolitana, em que a integração entre os vários modos e serviços seja efetiva.

De acordo com ANTP (2007), para que a integração seja viável em seus aspectos físico, operacional e tarifário, é indispensável que essa integração se dê também no nível organizacional ou de gestão, envolvendo processos de tomada de decisão e atribuição de responsabilidades entre as autoridades envolvidas. Eis o desafio que se apresenta para

gestores e operadores do serviço de transporte público frente aos problemas da mobilidade urbana na atualidade.

No Brasil, o conceito de mobilidade urbana transformou-se nos últimos anos, incorporando a integração dos transportes como eixo fundamental para o deslocamento eficaz de pessoas e bens nas cidades. Segundo RAIA JUNIOR, 2000, *apud* HENRIQUE, 2004 a base deste conceito pode ser interpretada como a capacidade de o indivíduo se deslocar de um lugar para outro em função dos meios de transporte disponíveis. Essa capacidade de deslocamento é influenciada por inúmeros fatores, tais como o período do dia, a distância e suas características individuais, tais como a renda, a propriedade de veículo, sexo, idade, etc.

IPEA (2012) comenta que, no Brasil, o tema da mobilidade urbana tem sido reforçado na agenda política nacional, pautando discussões no governo, na academia e na sociedade. O relatório afirma que a proximidade com grandes eventos sediados pelo país, como a Copa do Mundo de Futebol de 2014 e as Olimpíadas de 2016, têm impulsionado novas edições do Programa de Aceleração do Crescimento incluindo investimentos em transporte e mobilidade urbana, não apenas nas cidades-sede dos eventos.

A Lei 12.587 de 3 de janeiro de 2012 instituiu no Brasil as diretrizes da Política de Mobilidade Urbana, cuja principal finalidade é indicada no seu artigo 1º “*a integração entre diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território nacional*” (LEI 12.587, 2012). Esta Lei é considerada um marco importante para apoiar as ações e projetos voltados para a melhoria das condições de mobilidade nos centros urbanos. O conceito de mobilidade indicado na Lei 12.587/12 se refere às condições com que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano, e pode ser entendido como a facilidade de deslocamento, por vezes vinculado àqueles que são transportados ou se transportam e, por outras, relacionado à cidade ou ao local onde este deslocamento acontece.

No que se refere à política tarifária para os serviços de transporte público coletivo, uma das diretrizes propostas na Lei é a de que deve haver “*integração física, tarifária e operacional dos diferentes modos e das redes de transporte público e privado nas*

ciudades”. Mudança igualmente importante é a obrigação de todo município com mais de 20 mil habitantes elaborar um “Plano de Mobilidade Urbana”. O Plano é o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana e a integração entre os modos de transporte é o eixo central desta política.

As ações que priorizam a integração entre os modos de transporte público estão classificadas dentre as mais importantes estratégias capazes de favorecer o gerenciamento da mobilidade urbana. E esse tema não poderia deixar de ser explorado, dada a sua importância na atualidade. Isto porque diferentes cidades do mundo têm procurado aumentar a eficiência dos sistemas de transporte público, na busca de uma oferta de serviços mais equilibrada e adequada às necessidades dos diferentes usuários.

Um sistema de transporte público integrado compreende três tipos de integração (CIRIANNI *et al.*, 2009; ANTP, 1996 e FORNECK, 1993 *apud* CAVALCANTE, 2002; NTU, 1999, *apud* NAPIERALA, 2004):

- a) integração infraestrutural, que consiste em agregar infraestrutura de transportes ao sistema integrado, tais como facilidades de estacionamento, intercâmbio de estações, faixas segregadas para o transporte coletivo por ônibus, etc;
- b) integração modal, que consiste na possibilidade de uso de diferentes tipos e modos de transporte público, coordenados operacionalmente;
- c) integração tarifária, que habilita os passageiros para usar diferentes modos de transporte e serviços com o pagamento de uma única tarifa ou bilhete.

A implantação dos sistemas de bilhetagem eletrônica transformou a integração tarifária temporal em um tema recorrente e muito explorado como solução de conectividade entre as redes de transporte público, nas cidades brasileiras. Segundo NTU (2010) uma das melhorias que ocorreram com a implantação da bilhetagem eletrônica foi o aumento da confiabilidade do benefício do vale-transporte. Os tíquetes de papel contribuíam para que o benefício fosse utilizado como moeda paralela. Hoje, mais de 70% das cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes possuem sistemas de bilhetagem eletrônica e os bilhetes eletrônicos restringem o uso indevido do vale-transporte (NTU, 2010).

3.1. A Importância da Integração para os Transportes Públicos

Os sistemas integrados de transporte coletivo têm se afirmado, cada vez mais, como uma necessidade para o atendimento da diversidade de viagens que a população das cidades de hoje requer, fruto da centralização das atividades econômicas, da mudança do perfil de emprego, da ampliação do número de estabelecimentos de ensino, entre outras razões.

Muitas cidades brasileiras contam com sistemas integrados do tipo tronco-alimentado, que oferecem conectividade entre várias linhas de transporte coletivo e que permitiram racionalizar as redes, isto é, a concentração das linhas que atendem aos corredores viários principais, complementados por uma rede de linhas alimentadoras, geralmente articuladas em um terminal de integração. Muitos desses sistemas foram implantados na década de 1980 e hoje, esgotada a sua capacidade de atendimento, precisam ser reformulados ou ampliados (PLANMOB, 2007).

De acordo com o Ministério das Cidades, a implantação de sistemas integrados traz benefícios à rede de transporte coletivo, ampliando a mobilidade e a acessibilidade dos usuários e contribui para o aperfeiçoamento das redes através dos seguintes aspectos:

- Racionalização do uso do sistema viário nos corredores de tráfego, na área central e em subcentros;
- Possibilidade de uso de veículos de maior capacidade, reduzindo a frota em circulação e, conseqüentemente, os custos operacionais, a emissão de poluentes e solicitação do sistema viário;
- Redução do número de linhas em circulação nas áreas de tráfego congestionado, com reflexo na quantidade de veículos que demandam os pontos de parada em percurso ou nos terminais de retorno;
- Redução da ociosidade da frota operando em linhas sobrepostas, com reflexo nos custos da operação;
- Melhor articulação da rede de transporte coletivo, oferecendo mais opções de viagens para os usuários pela possibilidade de integração entre duas ou mais linhas, em estações de integração e pontos de conexão;

- Melhor legibilidade da rede de transporte pelos usuários, pela simplificação dos atendimentos na malha viária principal e nas regiões periféricas e pela concentração das linhas em pontos notáveis.

Para o Ministério das Cidades (PLANMOB, 2007) mesmo com tantos benefícios no que se refere especialmente aos ganhos de eficiência e organização das redes de transporte público, os sistemas integrados também têm seus problemas, como: resistência dos usuários aos transbordos compulsórios e o seccionamento de linhas consolidadas. A implantação de sistemas integrados de transporte exige uma revisão da política tarifária devendo observar a manutenção o equilíbrio econômico e financeiro dos operadores, o que deve ser feito procurando evitar a transferência de novos encargos para o usuário pagante.

Uma forma de organização comum da integração é a de sistemas tronco-alimentados onde o sistema de maior capacidade de transporte (sistema tronco) é integrado com o sistema de menor capacidade (sistema alimentador). A grande vantagem desse tipo de integração é a prioridade dada a um meio de transporte com, geralmente, menor tempo de viagem e maior capacidade. Esse tipo de integração, segundo ANTP (1996) *apud* CAVALCANTE (2002), pode ser feito utilizando algumas das seguintes formas:

i) integração de ponta: o terminal de integração se situa na extremidade da linha radial de maior capacidade. As demais linhas do entorno do terminal são seccionadas naquele ponto, ou seja, o seu trajeto é dividido em duas seções: a primeira seção funciona como sistema de alimentação do terminal e a segunda seção como o sistema tronco. O usuário passa a ser obrigado a transferir da linha alimentadora para a linha do sistema tronco, e vice e versa, compulsoriamente. Segundo FORNECK, 1993 *apud* CAVALCANTE, 2002 esta é uma medida que tem o objetivo de obter demanda para viabilizar um determinado projeto de integração, como por exemplo, o caso da linha Norte – Sul do metrô de São Paulo;

ii) integração ao longo da linha: terminais menores são construídos ao longo da linha do modo de maior capacidade, diluindo-se as linhas alimentadoras nestes locais. Algumas destas são seccionadas e outras operam de passagem por estes terminais. Essa forma foi utilizada em Curitiba e na linha Leste – Oeste do metrô de São Paulo;

iii) integração complementar: as linhas alimentadoras, além de carregarem parte de seus usuários para o modo de maior capacidade, complementam esse serviço oferecendo uma oferta alternativa. Nesse tipo de integração, cabe ao usuário escolher o que é melhor para si: permanecer no primeiro ou trocar de modo em função de algum benefício oferecido nesta troca, tais como redução do tempo de viagem e maior acessibilidade. Essa forma foi utilizada na terceira linha do metrô de São Paulo.

A capacidade dos modos de transportes influi na escolha dos sistemas troncais e alimentadores. Os sistemas de transporte rodoviários têm uma maior limitação de capacidade do que os sistemas de transporte ferroviários, devido à segregação dos sistemas ferroviários em relação ao tráfego geral, conforme Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Capacidade dos Modos de Transporte Urbano (pass/hora/sentido)

SISTEMA	TIPO DE VEÍCULO	TIPO DE VIA	TIPO DE ESTAÇÃO	TIPO DE LINHA	Velocidade Km/h	Capacidade (pass/veíc.)	Intervalo (minutos)	Frequência (veic/h)	Capacidade (pass./h)
Metrô	Trem 8 carros	Segregada (1)	sem ultrapassagem	Paradora	40	2.400	1,5	40	96000
VLT	Trêm 4 carros	Segregada (1)	sem ultrapassagem	Paradora	20	1.000	3	20	20000
BRT	Biarticulado	Exclusiva (2)	sem ultrapassagem	Paradora	20	270	1	60	16200
BRT	Biarticulado	Exclusiva (2)	com ultrapassagem	Direta	35	270	0,5	120	32400
BRT	Biarticulado	Exclusiva (2)	com ultrapassagem	Mista	27,5	270	0,3	180	48600
Ônibus	Convencional	Compartilhada	ponto de parada	Paradora	17	80	1	60	4800
Notas:	(1) Subterrânea / Elevada - sem interferência viária								
	(2) Via em nível com 7,0 metros de largura, 14,0 metros de largura nas estações com ultrapassagem								

Fonte: Adaptado de NTU (2009)

Além de conhecer os dados referentes aos serviços de transporte que se pretende integrar, é fundamental conhecer os dados relativos ao uso e ocupação do solo na área de estudo para analisar os impactos diretos da integração no sistema de transporte. Por isso a literatura sobre o tema recomenda que a integração deva ser avaliada e utilizada também como uma ferramenta de planejamento urbano, associada às políticas ambientais e sociais, ambas interdependentes deste serviço.

Uma das referências sobre o tema é o documento *“European Transport Policy for 2010: Time to Decide”*, publicado em setembro de 2001 e que traça um perfil das prioridades da Comissão Europeia para o setor de transporte público urbano. O documento explicita o papel da Comissão e as ações de cooperação para troca de

informações e uso dos diferentes instrumentos de financiamento disponibilizados pela União Europeia. O mesmo documento destaca o valor da pesquisa e a demonstração de projetos financiados pela Entidade visando melhorar as condições dos sistemas de transporte urbano naquele continente.

Em outro documento, intitulado “*Communication from the Commission - Sustainable Urban Development in the European Union: a Framework for Action*” são analisadas diferentes políticas de integração dos sistemas de transporte público em relação ao seu impacto, visando aperfeiçoar e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento urbano. Dentre essas políticas analisadas, uma particular referência é feita para a promoção da atratividade do transporte urbano com o objetivo de contribuir para solucionar problemas como os congestionamentos do tráfego e a decadência da qualidade de vida nas cidades, provocada pela crescente dependência do transporte individual. O documento identifica que a integração é um dos principais caminhos para promover o uso do transporte público. Uma referência específica é feita ao transporte público e à necessidade de torná-lo mais atrativo, integrando autoridades locais, operadores e grupos de usuários (MOST, 2003).

Algumas experiências de países da União Europeia demonstram que a integração entre os diversos modos de transporte é vista como uma estratégia capaz de interromper o declínio da quantidade de usuários do transporte coletivo e a expansão crescente do uso do automóvel. A integração do sistema de transporte público da Moravia, na República Tcheca teve abrangência regional e integração temporal entre os sistemas de ônibus, trens e os bondes elétricos.

Implantado em 2003, a resposta da demanda ao sistema de integração foi imediata, com aumento de 18% no número de usuários transportados no primeiro ano e 7% no segundo ano (HAVLICK, 2005). O estudo revelou que a implantação da integração não apenas contribuiu para reduzir o declínio da demanda transportada pelo sistema de trens, como também iniciou um novo ciclo de crescimento que se expandiu para os demais modos.

Outra experiência bem sucedida foi obtida com a implantação do primeiro estágio do sistema de integração do transporte público de Budapeste. A integração foi implantada

como forma de conter o uso crescente dos automóveis, o principal meio de locomoção e responsável por mais de 70% das viagens realizadas diariamente. A implantação foi estabelecida através de cooperação entre a municipalidade de Budapeste, o órgão gestor dos trens regionais (*The Hungarian Railways*) e os operadores de ônibus regionais. A estrutura tarifária do sistema de trens e dos ônibus interurbanos foi unificada, favorecendo a compra de bilhetes integrados com desconto, o que proporciona para o usuário uma economia de cerca de 300 euros por ano. Esta operação é financiada por um acordo entre o governo central da Hungria e a municipalidade de Budapeste.

No Brasil, já são muitos os exemplos de sistemas integrados de transporte público e a literatura consolidou alguns conceitos e definições sobre o tema. Para a NTU (1999) trata-se de "um conjunto de medidas de natureza físico-operacional, tarifária e institucional destinadas a articular e racionalizar os serviços de transporte público".

Existem dois arranjos típicos que caracterizam a integração dos sistemas de transporte: multimodal, quando envolve a articulação de diferentes modos de transporte, sendo que os serviços de menor capacidade (ônibus) funcionam como alimentadores dos serviços de alta capacidade (rede metro-ferroviária, por exemplo) e intramodal, quando os projetos são estabelecidos para funcionar apenas numa modalidade.

Em um sistema de integração intramodal do tipo ônibus, as linhas são classificadas em dois tipos básicos: troncais e alimentadoras. Essas linhas se articulam a determinados nós da rede de transporte que são denominados terminais de integração. Em geral as linhas alimentadoras são de pequena extensão e operam sobre vias coletoras realizando o serviço de captação ou distribuição dos passageiros nas periferias urbanas (NTU, 1999, *apud* NAPIERALA, 2004).

Nos terminais de integração, os passageiros fazem o transbordo para as linhas troncais que melhor atendem ao destino final e às condições de viagem desejadas. Essas linhas transportam os usuários entre um terminal e os principais polos de atração de viagens – geralmente o centro da cidade – ou entre dois ou mais terminais. Usualmente, as linhas troncais utilizam o sistema viário principal da cidade e transportam volumes relativamente altos de passageiros (CAMPOS FILHO, 1992, *apud* NAPIERALA, 2004).

Para atender aos objetivos que se propõem, os sistemas integrados devem equacionar as questões relacionadas com a organização institucional, a operação, o espaço físico, a estrutura tarifária e a informação. Essas questões são comuns na operação de um sistema de transportes, em decorrência da diversidade de interesses inerentes a gestores, operadores e usuários. Cada um destes aspectos, tratados individualmente a seguir, caracteriza uma parcela distinta, porém interligada, da problemática da integração modal no sistema de transporte público de passageiros. A integração também pode acarretar transtornos aos usuários, decorrentes de transbordos. Estes devem ser compensados com reduções no tempo de viagem e no custo, aumento da frequência e mais segurança.

Integrar operacionalmente os serviços de transporte de uma cidade ou região é operá-los de forma coordenada com relação a horários, frequências e itinerários, resultando num nível de oferta compatível com a demanda. Quando se tem mais de um modo operando, estes devem ser utilizados de forma efetiva, já que cada modo tem características de serviço específicas, que os diferencia quanto à acessibilidade, capacidade e velocidade operacional. O serviço ofertado deve ser único e homogêneo, mantendo o mesmo padrão de qualidade, equidade de acesso e custo.

A ANTP (1996) alerta que, na integração operacional entre diferentes modos de transporte, não deve existir o modo estruturador prevalente sobre os demais modos. Todos são fundamentais, cada um com sua característica operacional. Os planejadores e técnicos de transporte não devem se deixar levar pela facilidade de pensar em termos de transportes hierarquizados, lineares e compartimentados, e sim em transportes complementares, matriciais e compartilhados. Deve ser deixado ao usuário o direito de optar pelo transporte que lhe seja mais conveniente e adequado.

Como exemplo, a ANTP (1996) cita que: "É mais simples obter demanda para uma linha de trem de subúrbio seccionando-se as linhas de ônibus que passam próximo de suas estações, ou seja, interromper as linhas radiais de ônibus no ponto onde está localizada a estação do trem de subúrbio e forçar uma integração compulsória de pessoas, do que optar pela adoção de integração gradual e espontânea e oferecer atrativos de deslocamentos aos usuários, adotando veículos mais confortáveis e com uma operação mais confiável".

Segundo FORNECK (1993), quando da implantação da linha Norte-Sul do metrô de São Paulo, buscou-se otimizar a utilização dos equipamentos sem levar em consideração o destino final dos usuários, acarretando em transferências compulsórias sem opções de escolha nem obtenção de benefícios para compensar a penalidade da transferência.

A integração física consiste na reestruturação espacial das linhas de um sistema de transporte público de passageiros, de forma que os usuários, ao realizarem as transferências, tenham de recorrer a caminhadas mínimas; bem como na adequação do espaço físico e do equipamento a ser instalado (terminal de integração), para que essas transferências ocorram em locais que proporcionem aos usuários conforto, segurança e comodidade.

A integração física também se torna necessária quando se deseja que o usuário possa realizar mais de um deslocamento pagando uma única tarifa, sem que sejam utilizados mecanismos de arrecadação com validadores de "cartões inteligentes". Nestes casos há, portanto, a necessidade de espaço físico adequado para a realização das transferências.

A adequação física mais utilizada nos sistemas integrados é a construção de terminais de integração. Segundo a ANTP (1996), estes terminais podem ser classificados em: a) abertos ou livres: quando projetados para acomodar fisicamente usuários, veículos e serviços de apoio, com a cobrança de tarifas para acesso a um dos modos de transporte se dando no próprio modo; e, b) fechados ou com área paga: quando projetados para acomodar fisicamente pessoas, veículos e serviços de apoio, permitindo acesso apenas aos usuários que já pagaram antecipadamente a tarifa do sistema, seja no primeiro modo utilizado ou, ao ingressar no terminal, através de um acesso controlado por catraca.

A integração tarifária consiste na utilização de uma estrutura de preços que possibilite ao usuário acessar todo o sistema com o pagamento de uma tarifa. Esta tarifa poderá ter valor único para qualquer que seja o deslocamento ou complementado com um valor adicional de acordo com a característica do deslocamento, levando sempre em conta nos estudos o impacto que tal medida representa sobre as receitas do sistema.

Este tipo de integração deve ser planejado objetivando a redução do custo com transporte, principalmente para beneficiar aqueles que utilizam mais de uma linha ao

realizar seu deslocamento desde a origem até o destino final, ou como forma de compensar os transtornos causados pelo transbordo, servindo, portanto, de atrativo à utilização do sistema.

CAVALCANTE (2002) recomenda observar os aspectos negativos do ponto de vista dos usuários, tais como a necessidade de transbordos, a formação de filas e o aumento do tempo de espera em alguns casos, questões que segundo o autor precisam ser considerados nos estudos sobre a integração, pois, representam penalidades associadas ao serviço de transporte público quando a operação desses sistemas não é bem planejada.

O trabalho de SENNA e AZAMBUJA (1996) recomenda que o valor do tempo de espera seja 2 vezes o valor do tempo no veículo. LIU *et al.* (1997) *apud* CAVALCANTE (2002) penalizam o tempo de espera com um peso igual a 1,69 vezes o tempo no veículo (modelos LOGIT); enquanto ARRUDA (1998) *apud* CAVALCANTE (2002) encontrou na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) que o peso a ser atribuído ao tempo de espera em relação ao tempo no veículo seria de 0,74. Já a ETTUSA (2002), na modelagem da rede de transporte público da RMF, adotou peso 2 para o tempo de espera.

Os transbordos, portanto, são assumidos pelos usuários do sistema de transporte como uma penalidade. CAVALCANTE (2002), em sua pesquisa com usuários do transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza-CE, encontrou para as pessoas que na época não realizavam transbordo em suas viagens, um custo associado ao transbordo de R\$ 0,17. CAVALCANTE *et al.* (2002) encontrou um custo de transbordo equivalente a R\$ 0,317 ou 26,53 minutos, também para pessoas que na época não realizavam transbordos. Este estudo revelou que para manter a mesma utilidade nas viagens feitas pelo sistema radial a inclusão de um transbordo deveria ser compensada, em média, com a redução de 7,2% a 19,7% no valor da tarifa, ou de 6,8% a 13,2% no tempo de viagem.

SENNA e AZAMBUJA (1996) encontraram em pesquisa realizada para viagens entre as cidades de Porto Alegre e Canoas (RS) que o tempo de transbordo é de aproximadamente 4 vezes o tempo no veículo.

Nas cidades brasileiras, observa-se que um dos principais aspectos que fundamentam a implantação de sistemas de integração é o excelente resultado nos casos onde esses sistemas se destinam a reduzir o número de ônibus em circulação em áreas centrais e corredores radiais. Esta é uma medida que proporciona melhoria do tráfego em geral e favorece o dimensionamento mais preciso da oferta de serviço, além de contribuir para a redução dos níveis de poluição ambiental e consumo de energia.

Para ANDOLFATO (2005), no plano institucional, os sistemas integrados também conseguem bons resultados tanto no disciplinamento da relação entre operadores como no aperfeiçoamento das condições de planejamento e facilidade de controle por parte dos gestores públicos.

A integração em geral é vista como meio de melhorar o nível de serviço do transporte público. A ideia básica é a de que a atratividade de cada serviço aumentará quando operado em uma rede integrada. A integração entre os sistemas de transportes também deverá racionalizar e minimizar os inconvenientes do transbordo para o usuário, de maneira a tirar proveito da redução do custo e do tempo total da viagem (NABAIS e PORTUGAL, 2006).

Nesse contexto de racionalizar a rede de transporte público o terminal de transbordo para o transporte coletivo pode assumir também a função de articulador da mobilidade urbana, criando facilidades para pedestres, ciclistas e usuários do transporte individual motorizado. Dessa maneira, o terminal pode ser utilizado como um elemento de conectividade com outros modos alternativos de transporte.

Áreas para estacionamento de veículos particulares nas proximidades dos terminais de transbordo e de integração possuem a função de atrair usuários do automóvel para o transporte coletivo e reduzir o fluxo de veículos nas vias centrais. PAIVA e CAMPOS (2008) desenvolveram um procedimento para implantação de estacionamento de veículos particulares e de bicicletas para integração com o transporte público. O estacionamento integrado proposto pelos autores consiste na continuidade da viagem de automóvel através do transporte coletivo, principalmente nas vias centrais onde o estacionamento de veículos é mais caro.

FARHAN, 2003, *apud* PAIVA e CAMPOS (2008), discutem os estacionamentos “Park & Ride”, que segundo os autores são instalações intermodais que fornecem um lugar em comum para o motorista se transferir de um veículo de baixa capacidade (carros particulares) para um veículo de alta capacidade (ônibus, metrô, trem, barca, VLT, entre outros). Esses estacionamentos são utilizados por usuários que permanecerão estacionados por tempo relativamente longo e por isso, para ser atraente, a tarifa cobrada deve ser inferior à praticada nas áreas centrais ou até mesmo gratuita na hipótese de integração com o transporte coletivo.

PAIVA e CAMPOS (2008) destacam que a integração modal não é apenas uma tendência mundial, mas também uma necessidade. Isto porque as cidades não conseguem atender à demanda crescente do tráfego apenas com aumento da infraestrutura de transportes, com novas vias e áreas para estacionamento nas zonas centrais. Defendem que o estacionamento integrado tem sido uma opção de menor custo e mais flexível quando comparado à opção de tradicional de construir estacionamentos nas áreas centrais. Por outro lado, o trabalho alerta que o estacionamento integrado deve fornecer benefícios adicionais aos usuários, tais como um serviço rápido, seguro, confortável, confiável e de boa qualidade e de custo mais baixo. Ou seja, para atrair e manter a fidelidade do usuário deve ser garantido que o serviço possua consistência nos tempos de viagem, transformando-se numa opção favorável.

No caso do transporte coletivo por ônibus uma das formas de garantir a consistência nos tempos de viagem é através da criação de faixas exclusivas. É o defendido em muitos trabalhos (RAIA JÚNIOR, 2000, ÂNGELO *et al.* 2002; NAPIERALA, 2004; HENRIQUE *et al.* 2004; RODRIGUES e SOARES, 2004; SORRATINI e DA SILVA, 2005; ANDOLFATO, 2005; CORRÊA C. E. V. e LIMA NETO, O. C. (2005); e BARRA, 2011).

3.2. Experiências Internacionais

A seguir serão descritos exemplos de experiências que destacam a integração temporal como um elemento de contribuição para fortalecimento dos serviços de transporte público, atração de novos usuários e promoção da mobilidade urbana em diversas cidades no mundo. Essas experiências estão organizadas em três abordagens. A primeira

retrata aspectos estratégicos da integração dos transportes. A segunda se apoia nos modelos de previsão de demanda e destaca como a integração tarifária encontra-se inserida nesse contexto. A terceira abordagem reúne exemplos bem sucedidos de diversificação tarifária e introdução de descontos e bilhetes sazonais, uma prática muito comum nos países da Europa, principalmente. Também serão apontadas referências nacionais sobre o tema e dados de algumas cidades brasileiras.

Segundo PRESTON (2010) a integração dos transportes públicos é um conceito multifacetado, que inclui uma série de etapas propostas pelo autor em uma ordem hierarquizada crescente:

- i. a integração de tarifas, padrões de serviço, terminais / pontos de paradas e informação dentro dos transportes públicos;
- ii. a integração da infraestrutura, gestão e preços dos transportes públicos e privados;
- iii. a integração de passageiros e de transporte de mercadorias;
- iv. a integração entre as autoridades (de transporte);
- v. a integração entre as medidas de transporte e as políticas do ordenamento do território;
- vi. a integração entre as políticas de transporte em geral e as políticas de transporte dos setores da educação, saúde e social;
- vii. a integração entre as políticas de transporte e políticas para o meio ambiente e o desenvolvimento econômico.

Questões relacionadas com a sustentabilidade do serviço de transporte introduziram mudanças de planejamento com inclusão de metas estratégicas, tais como a eficiência da rede, a coesão institucional e questões ambientais, que foram abordadas em AKINYEMI e ZUIDGEEST, 2002; ADELI, 2002, 2009; GREENE e WEGENER, 1997; JEON *et al.*, 2008.

MILLER *et al.*, 2005 apresenta os resultados de uma investigação sobre as práticas de integração de serviços de transporte público nos Estados Unidos. A pesquisa foi feita a partir de uma revisão da literatura que identificou vários tipos de práticas específicas de integração entre os serviços, que foram implantadas por 96 agências governamentais norte-americanas responsáveis pela gestão do transporte público. No que se refere ao

tipo de integração a ser implantado, o trabalho destaca que a principal preocupação para muitas agências norte-americanas de transporte público, ao introduzir a tarifa integrada, é se a redução das receitas e os custos assumidos com a implantação de novas tecnologias podem ser compensados de algum modo. Como aponta o autor, esses custos podem ser compensados por reduções em outros custos, como a eliminação do manuseio de dinheiro em espécie, e mitigados através do aumento da quantidade de passageiros, reduzindo-se o custo por passageiro transportado.

3.2.1. Aspectos Estratégicos

O conceito de "desenvolvimento sustentável" surgiu na década de 1980, exclusivamente na área ambiental. Foi originalmente nomeado como o desenvolvimento ambientalmente sustentável e abordado por um quadro triangular representando as três metas de sustentabilidade: econômico, social, e ambiental (LOPEZ, 2010). Hoje, "transporte sustentável" é um princípio geralmente aceito no processo de planejamento de transportes e estudado em muitas pesquisas relacionadas com os sistemas de integração (GREENE e WEGENER, 1997; FEITELSON, 2002; JEON *et al.* 2008; JOUMARD e NICOLAS, 2010 *apud* LOPEZ, 2010).

Em PRESTON (2010) procura-se demonstrar as dificuldades enfrentadas no processo de integração entre os diversos modos de transporte, no contexto da realidade britânica. Quatro questões são apontadas como relevantes para explicar essas dificuldades: a primeira é a falta de definição clara do conceito de integração; a segunda é a incapacidade de operacionalizar esse conceito; a terceira é falta de uma base de dados sobre o sucesso das políticas de integração; e a quarta a falta de vontade política dos governantes e do público em geral para adotar mudanças comportamentais e favorecer uma política integrada de transportes bem sucedida.

PRESTON (2010) afirma que, embora os números exatos possam ser contestados em muitos trabalhos, as medidas de integração dos transportes podem conduzir a aumentos substanciais no uso dos transportes públicos e a reduções de viagens por automóvel. Neste trabalho o autor adotou uma perspectiva microeconômica através da qual a integração dos transportes é definida como “o processo organizacional cujo planejamento e a entrega dos elementos de um sistema de transporte estão associados,

entre modos, setores, operadores e instituições, com o objetivo de aumentar os benefícios sociais”.

Em STRADLING, MEADOWS e BEATTY (2000) é revelado que o surgimento de um novo realismo entre a segunda metade dos anos 1980s e começo dos anos 1990s reconheceu que os congestionamentos, a degradação ambiental e os problemas de exclusão social relacionados com os transportes, não poderiam ser tratados apenas com o aumento da infraestrutura de oferta do sistema viário. Neste trabalho os autores adotaram uma abordagem de curto, médio e longo prazo, examinando experiências de cidades do Reino Unido, onde existe forte preferência por transporte individualizado, alto grau de dependência do automóvel e uma relutância em usar o transporte coletivo. O trabalho destaca que o estudo de mudanças comportamentais foram avaliadas e discutidas em CAIRNS *et al.* (2004), utilizando-se do exemplo de algumas cidades do Reino Unido (Darlington, Peterborough e Worcester).

Dentre as medidas necessárias no curto prazo PRESTON (2010) destaca a necessidade de melhorias nos serviços de ônibus, com melhor planejamento da rede, no médio prazo, mais investimentos nos sistemas sobre trilhos visando ampliar a integração com outros modos fora da cidade de Londres e, no longo prazo, mudanças na estrutura de governança e uma política de atendimento à agenda climática. Para o autor, embora o automóvel ocupe um papel fundamental para muitas viagens, transportes públicos e os transportes não motorizados podem e devem desempenhar um papel mais importante e isso só poderá acontecer com a ampliação do conceito de transporte integrado.

LOPEZ (2010) discute a integração das questões de sustentabilidade no planejamento estratégico dos transportes. O trabalho defende que os níveis de planejamento estratégico da infraestrutura de transportes ainda carecem de um modelo de avaliação que aceite o paradigma da sustentabilidade, incorporado nas dimensões econômica, social e ambiental. Propõe uma metodologia de avaliação de propostas e discute sua validação no Plano Espanhol de Transportes e Infraestrutura (2005-2020 - PEIT), tendo como estudo de caso a extensão da rede de alta velocidade ferroviária (HSR). Fornece uma base teórica para tomadores de decisão, proporcionando recomendações de planejamento de transportes, com apoio em dados sobre o sistema de transportes, dados socioeconômicos e de natureza ambiental.

LOPEZ (2010) também comenta que não existe consenso em torno de uma metodologia padrão para avaliação da sustentabilidade, o que se deve às dificuldades existentes na definição de metas e indicadores para medir suas três principais dimensões. Segundo afirma o autor, “está cada vez mais presente o consenso de que avaliação de sustentabilidade não pode ser tratada unicamente por metodologias com abordagem convencional, como abordagens de custo-benefício. Além disso, tratar eficiência econômica ou avaliações ambientais de maneira isolada é considerado uma abordagem menos eficiente do que as avaliações integradas, que abrangem toda a gama de impactos de sustentabilidade”.

LOPEZ (2010) demonstra que as ferramentas de análise de impacto espacial são consideradas eficazes no processo de planejamento estratégico do transporte e que as políticas de transportes devem ser coordenadas com outras políticas setoriais (BRÖCKER *et al.*, 2004). Além disso, a inclusão da abordagem de sustentabilidade está cada vez mais exigindo o uso de modelos espaciais integrados (WEGENER, 2001), nos quais dois ou mais modelos especializados são combinados. O desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem facilitado o uso de modelos de análise espacial e sua integração com o processo de planejamento de transportes (MALCZEWSKI, 1999; WEGENER, 2001; MILLER, 1999).

3.2.2. Aspectos de Modelagem e Previsão de Demanda

O estudo de fatores que interferem na previsão da demanda dos transportes públicos tem sido objeto de intensa investigação. GKRTZA (2010) desenvolveu uma pesquisa com a finalidade de avaliar a transferência intermodal de usuários por meio da variação dos níveis e estruturas de tarifas e os efeitos de uma variedade de fatores externos, tais como preço do combustível, o desemprego, elasticidades da tarifa e os efeitos das mudanças de preço sobre a demanda, temas que tem atraído atenção de um grande número de autores por décadas, incluindo CROTTE *et al.* (2008) e PAULLEY *et al.* (2006), CURRIE e PHUNG (2008), AKIN (2006), KOPPELMAN (1983), MACKETT e EDWARDS (2001), PENG *et al.* (1997), CERVERO (1990), DARGAY e HANLY (1999, 2002), DE RUS (1990), GOODWIN (1992), HANLY e DARGAY (1999), HENSHER (1998, 2008), LITMAN (2004), PRESTON (1998).

SEGUNDO TRÉPANIER e TRANCHANT (2007), em geral, os modelos de planejamento de transporte não podem utilizar diretamente os dados de sistemas automatizados de cobrança de tarifas. Como exemplo, cita que para utilizar o tradicional modelo de planejamento de 4 etapas (geração, distribuição, divisão modal e alocação) os dados devem ser desagregados e sintetizados como forma de particularizar cada informação.

As características econômicas e de elasticidade de diferentes tipos de bilhetes e meios de pagamento, com ênfase em passes de viagem, tem sido estudadas por CARBAJO (1988), FITZROY e SMITH (1999) e WHITE (1981). Nesses estudos as estimativas de elasticidade encontradas apresentaram variações consideráveis, indicando que efeitos específicos de cada sistema e as distâncias das viagens podem ser fatores determinantes (GKRITZA, 2010).

Em GKRITZA (2010) a demanda por transporte público da cidade de Atenas, Grécia, foi analisada e estimada com base em um sistema de equações, dentro de um contexto de operação multimodal integrada e com a complexidade de efeitos das estruturas e políticas tarifárias. Foram estimados modelos para capturar a correlação entre três modos diferentes de transporte público (ônibus, *trolleybus* e metrô) e entre diferentes tipos de tarifas (bilhete simples e *travelcard* - cartão de bilhetagem eletrônica). Os resultados sugeriram que o efeito do tipo de tarifa sobre o número de passageiros em um sistema multimodal varia conforme o modo e o preço, e conforme a forma de pagamento, por *ticket* e *travelcard*.

ABRATE *et al.* (2008) contribuiu com evidências empíricas sobre o impacto da introdução de um sistema de integração tarifária na mudança dos padrões de viagens dos usuários de um sistema de transporte coletivo por ônibus. Em seu estudo destaca três trabalhos importantes: FITZROY e SMITH (1999), que analisou o impacto da introdução de descontos, integrações e bilhetes sazonais usando como amostra dados de 4 cidades suíças; MATAS (2004), que analisou a criação de um sistema de tarifa integrada entre ônibus e metrô pelo governo regional de Madrid e; DARGAY e PEKKARINEN (1997), que avaliou os efeitos do uso de bilhete integrado de ônibus na Finlândia sobre as elasticidades da demanda.

ABRATE (2008) também cita que a integração tarifária temporal nas cidades italianas é uma experiência recente, iniciada a partir da década de 1990 sendo que em 2002, 42% do sistema de transporte urbano na Itália passou por algum tipo de integração tarifária. Os resultados indicados pelo autor revelam que a introdução da integração tarifária temporal em um sistema local de transporte público pode aumentar o número de passageiros por viagens entre 2,19%, em curto prazo, e 12,04% em longo prazo.

No caso específico da integração tarifária ABRATE (2008) encontrou evidências de que a extensão da área de abrangência do bilhete integrado provou ser o mais importante recurso da integração tarifária, tanto nas ligações urbanas como interurbanas. Em uma análise estendida do modelo proposto foram considerados quatro aspectos: bilhete simples, extensão da viagem, flexibilidade territorial (zonal) e exclusividade do modo, sendo esta última não significativa. Na segunda abordagem do estudo feito por ABRATE (2008), a extensão de percurso para fora da área urbana foi a mais importante característica da integração, responsável pelo incremento da demanda em 5%, em viagens curtas, podendo chegar a 25% nas viagens mais longas.

Experiências de países do leste europeu também demonstraram que a integração entre os diversos modos de transporte é uma estratégia capaz de interromper o declínio da demanda de usuários do transporte coletivo e a expansão crescente do uso do automóvel.

A integração temporal do sistema de transporte público da Moravia, na República Tcheca, teve abrangência regional, compreendendo os sistemas de ônibus, trens e os bondes elétricos. Implantado em 2003, a resposta da demanda ao sistema de integração foi imediata, com aumento de 18% no número de usuários transportados no primeiro ano e 7% no segundo ano (HAVLICK, 2005). O estudo revelou que a implantação da integração não apenas contribuiu para reduzir o declínio da demanda transportada pelo sistema de trens, como também iniciou um novo ciclo de crescimento que se expandiu para os demais modos.

HEVES (2007) relata experiência bem sucedida com a implantação do primeiro estágio do sistema de integração do transporte público de Budapeste, medida adotada como forma de conter o uso crescente dos automóveis, o principal meio de locomoção e

responsável por mais de 70% das viagens realizadas. A previsão é que o sistema, iniciado em 2005, esteja totalmente implantado em oito anos e servindo a 3,5 milhões de habitantes, sendo 1,8 milhões apenas em Budapeste.

A implantação foi estabelecida através de cooperação entre a municipalidade de Budapeste, o órgão gestor dos trens regionais (*The Hungarian Railways*) e os operadores de ônibus regionais. A estrutura tarifária do sistema de trens e dos ônibus interurbanos foi unificada, favorecendo a compra de bilhetes integrados com desconto, o que segundo o autor proporcionou para o usuário uma economia de cerca de 300 euros por ano (HEVES, 2007). Esta operação é financiada por um acordo entre o governo central da Hungria e a municipalidade de Budapeste. Trata-se, portanto, não apenas de uma integração tarifária entre modos de transporte, mas integração institucional, entre organismos de diferentes níveis de governo.

3.2.3. Aspectos da Metodologia de Cobrança de Tarifas

Embora o objetivo principal de cartões inteligentes seja o de recolher tarifas de transportes públicos, os dados da transação registrados por esses cartões podem ser usados para analisar a demanda de passageiros e o desempenho operacional do sistema de transportes (KUSAKABE *et al.*, 2010).

Uma das medidas para tornar o transporte público financeiramente sustentável são as políticas de subsídio, muito difundidas nos países europeus e nos Estados Unidos. O transporte público na Alemanha captura cinco vezes mais quota de mercado do que nos EUA - 8,0% vs 1,6% de todas as viagens e o uso de transportes públicos per capita aumentou 22% entre 1992 e 2007- (BMVBS, 2004; ORNL, 2005 *apud* BUEHLER e PUCHER, 2010).

BUEHLER e PUCHER (2010) revelam como a Alemanha conseguiu, através da diversificação tarifária e da integração entre os serviços de transporte público, em duas décadas (1990s-2010), melhorar a qualidade dos serviços de transporte público e atrair mais passageiros para os sistemas, com aumento de produtividade e redução de custos. Uma das estratégias para obter aumento de receitas foi através de aumento de preços de bilhetes simples, mantendo grandes descontos para o bilhete semestral, mensal e anual,

o que elevou os volumes de passageiros, implicando na ampliação da oferta com melhorias na coordenação regional de horários, tarifas e serviços. Essas ações foram reforçadas com medidas de restrição e aumento de custo pelo o uso do automóvel nas cidades alemãs.

BUEHLER e PUCHER (2010) também demonstram que a redução de custos e o aumento das receitas são as razões principais para explicar o melhor desempenho financeiro do transporte público na Alemanha. No primeiro caso, os contratos de concessão preveem cláusulas que condicionam a concessão das licenças para exploração do serviço aos prestadores de menor custo. No segundo caso, governos e agências de transportes públicos locais têm incentivado o uso dos serviços de transporte coletivo através de uma variedade de programas que aumentam a sua atratividade em comparação com outros modos. Mas, segundo este estudo, uma das principais razões para o sucesso do transporte público alemão é a coordenação eficiente entre os serviços de transporte público, tarifas e horários, dentro das áreas metropolitanas, através de sistemas de integração.

Desde 1996, todos os estados alemães introduziram ações coordenadas com o objetivo de integrar todas as operações do transporte ferroviário com os transportes públicos locais e de longa distância (BUNDESREGIERUNG, 1999; SCHOLZ, 2006 *apud* BUEHLER e PUCHER, 2010). Evidências recentes nos EUA, encontradas por BROWN e THOMPSON (2008), sugerem que as áreas metropolitanas com ônibus integrados às redes ferroviárias têm níveis mais elevados de passageiros e são mais rentáveis em comparação com outras regiões metropolitanas sem a presença da integração intermodal.

Autoridades regionais de transporte público oferecem mais oferta de bilhetes integrados, diários, mensais e anuais, que permitem aos passageiros usar um bilhete para a viagem inteira, independentemente de quantas transferências sejam necessárias e quantos modos diferentes de transporte sejam utilizados. Todos os estados alemães oferecem bilhetes para grupos de até cinco passageiros. Estes bilhetes custam 30 euros por dia e permitem acesso a todos os sistemas regionais e locais de transporte público.

Outras ações também são destacadas por BUEHLER e PUCHER (2010), tais como a integração entre transporte público e bicicleta, bilhetes para eventos específicos como jogos de futebol e grandes shows, venda de bilhetes através de celulares e melhoria da informação disponível na internet sobre a coordenação e integração entre os serviços.

CHU e CHAPLEAU (2008) *apud* KUSAKABE *et al.*, 2010, desenvolveram métodos para analisar dados de cartões inteligentes e estimar os tempos de chegada das rotas de ônibus e a identificação de viagens conectadas, utilizando o conceito espaço-temporal. TREPANIER *et al.* (2007) apresentou um modelo para estimar a localização de destino para cada indivíduo embarcado em um ônibus com um cartão inteligente, usando dados coletados do sistema de cobrança de tarifas.

Dentro da abordagem de cobrança de tarifas, tratada nesta seção (3.2.3), a flexibilidade e a diversificação das tarifas de transporte público são aspectos apontados na literatura como importantes para estimular o uso dos serviços.

Em UBBELS e DASBURG-TROMP (2010) são apresentados resultados obtidos com a introdução de um novo cartão inteligente e estrutura diferenciada de tarifa nos diversos serviços de transporte público de Amsterdã (Holanda). O trabalho analisou respostas comportamentais e a percepção, pelo usuário, do preço do transporte público na região metropolitana de Amsterdã com a introdução de um sistema de integração tarifária temporal (*chipkaart changes fare levels*).

Os custos e a facilidade de utilização foram mencionados como atributos mais importantes para o usuário do novo sistema de cobrança, segundo UBBELS e DASBURG-TROMP (2010), em que pesem as críticas sobre a comunicação da estrutura e níveis de tarifas, que precisa ser aperfeiçoada para evitar uma redução de passageiros que utilizam transportes públicos.

Em UBBELS e DASBURG-TROMP (2010) também foram analisados os efeitos da integração tarifária em estudos de caso de grandes áreas urbanas na Europa, América do Norte e Austrália, o que tem qualificado e quantificado muitos atributos do sistema: simples, acessível e competitivo. Foram identificadas evidências de que os bilhetes

integrados estimulam a utilização dos meios de transporte público, sendo capaz de levar ao aumento dos níveis de demanda de viagens entre 6% e 20%.

Em LIANG (2010) são apresentadas as principais características dos sistemas de diversificação tarifária, sendo destacado que as estratégias de tarifa flexível são úteis para atrair passageiros, melhorar a taxa de contribuição de transporte ferroviário, aumentar a renda do operador e reduzir os subsídios públicos. Muitos estudos que adotaram essa abordagem foram citados por LIANG (2010): FLEISHMAN (2003); MINGSHENG (2007); MCCOLLOM e PRATT (2004); ZHANG *et al.* (2006). Nesses trabalhos, as tecnologias de bilhetagem eletrônica, a integração tarifária e a influência da diversificação das tarifas na demanda dos serviços públicos de transporte foram os temas analisados.

Em LIANG (2010) ainda são discutidos os principais aspectos, vantagens e desvantagens dos tipos de diversificação de tarifas presentes na experiência internacional: tarifa por km, tarifa por zona, tarifa por tempo e sistemas que combinam esses 3 tipos caracterizados.

JANSSON e ANGELL (2011) descrevem como aperfeiçoar a estrutura de tarifa por zona na região de Oslo e apontam as dificuldades de implantação. A base do artigo é um estudo realizado pela autoridade dos transportes públicos das regiões de Oslo e Akershus, na Noruega, que propôs uma reforma no sistema de tarifa por zona. Nas duas regiões existiam 88 diferentes zonas e o número de passagens de zona para todas as rotas, em ambos os sentidos, era 2242, considerando-se o sistema de ônibus, bondes e metrô. Tratava-se de um sistema de zoneamento e de estrutura de tarifa considerado muito complexo. O trabalho simulou os efeitos de várias estruturas de tarifa visando encontrar uma que seja mais simples e mais compreensível que a existente, sem perder receitas e clientes e sob a ótica da eficiência econômica.

Embora o foco do trabalho de JANSSON e ANGELL (2011) não seja a integração tarifária, o modelo desenvolvido pelos autores demonstrou que a redução da quantidade de zonas (de 88 para 6), com níveis diferenciados de tarifa, não provocou impacto sobre a rentabilidade e simplificou o sistema de cobrança. As tarifas, nas rotas de longa distância, foram reduzidas, enquanto nas rotas dentro das regiões de Oslo e Akershus

sofreram ligeiro aumento. O novo sistema de tarifas foi implantado em outubro de 2011. O trabalho apontou a necessidade de reformar o sistema de tarifas, com mais integração e simplificação do modelo existente. A diminuição da quantidade de zonas de tarifa, implicou na redução do número máximo de zonas pagas, passando de 10 para 3 passes por viagem e de 20 para 5 tipos de bilhetes.

GRAHAMA e MULLEY (2010) analisam um sistema de pré-pagamento de tarifas de transporte público implantado na região metropolitana de Sidney (Austrália) e as mudanças de comportamento dos usuários dos serviços de ônibus, trens e metrô, antes e após a implantação do novo sistema. Os descontos aplicados aos tickets comprados antecipadamente mostraram a influência do custo do transporte, especialmente sobre as camadas que possuem renda mais baixa.

O trabalho mostra as estratégias usadas para encorajar e incentivar os usuários dos serviços de transporte a utilizar o sistema de pré-pagamento de tarifas. O sistema oferece diversos produtos. Um deles, chamado “*MyMulti*” trata-se de um bilhete de uso múltiplo, que habilita o uso de ônibus, trens e metrô, de forma integrada. Outro ticket, chamado “*MyBus*” é um cartão pré-pago que dá direito a 10 viagens no sistema de ônibus, com descontos de 15% a 20% sobre o custo do bilhete simples, pago em dinheiro.

O trabalho de GRAHAMA e MULLEY (2010) também discute as implicações políticas em torno da introdução de diferentes produtos pré-pagos e de tarifas integradas e com desconto, que se tornaram mais prevalentes em diversas cidades ao redor do mundo com o aperfeiçoamento dos sistemas de bilhetagem eletrônica. Uma das conclusões da pesquisa foi a de que a introdução do bilhete multimodal parece ter segmentado o mercado de pré-pagamento de tarifas na região metropolitana de Sidney. Antes da implantação do sistema, quando não havia nenhum bilhete multimodal, o comportamento do usuário era mais previsível. A introdução de um bilhete multimodal, mantendo-se o sistema de bilhete simples, pago em dinheiro, criou um mercado novo que atraiu muitos usuários, com diferentes características socioeconômicas e demográficas, que se adaptaram rapidamente ao sistema pré-pago (GRAHAMA e MULLEY, 2010).

Ainda dentro desta seção do trabalho (3.2.3) a análise dos dados obtidos através das transações com cartões de bilhetagem eletrônica (*Smartcards*) é uma abordagem que também possui destaque na literatura internacional. TRÉPANIER e TRANCHANT (2007) apresentam um modelo para estimar a destinação das viagens feitas no sistema de transporte por ônibus, obtendo sucesso para 66% dos casos analisados, em média, e 80% para as estimações nos períodos de pico. Uma das vantagens da tecnologia de bilhetagem eletrônica através de cartões *Smartcard* é a capacidade de armazenar mais informações do que simples registros de viagem. BONNEAU (2002) *apud* TRÉPANIER e TRANCHANT (2007) previram que a complexidade dos sistemas de bilhetagem eletrônica cresceria com o surgimento das políticas de integração entre os modos de transporte público, especialmente nas regiões metropolitanas.

KUSAKABE *et al.* (2010) desenvolveu uma metodologia com foco na aplicação de sistemas inteligentes de transportes para analisar padrões de viagens de usuários do sistema metro-ferroviário nas regiões metropolitanas do Japão. Os dados obtidos através de transações de cartões inteligentes (*smartcards*) foram utilizados para modelar o comportamento de passageiros e a demanda por transporte público de alta capacidade. De acordo com o trabalho, os padrões e escolhas de cada passageiro podem ser identificados por um longo período de tempo e as informações dali extraídas podem ser utilizadas para melhorar a gestão de relacionamento com clientes e a programação operacional do sistema.

Apesar do uso generalizado de sistemas de bilhetagem eletrônica são encontrados poucos estudos com análise de dados de cartões inteligentes no transporte público do Japão (KUSAKABE *et al.*, 2010). O autor cita o trabalho de ASAKURA *et al.* (2008) como um dos pioneiros que analisaram o comportamento dos passageiros de trem urbano usando dados da transação de cartões inteligentes de um sistema ferroviário urbano no Japão.

BAGCHI e WHITE (2005) destacaram muitas vantagens da análise de dados de um sistema automatizado de cobrança de tarifas com uso de cartões *Smartcards*: i) acesso à uma variedade de dados individuais; ii) possibilidade de conexão entre o usuário e as informações do cartão; iii) análise de dados históricos disponíveis por muito tempo; iv) melhor conhecimento sobre o comportamento da demanda de usuários de um serviço de

transporte público. Um estudo foi conduzido pelos autores sobre o comportamento da transferência de passageiros entre a rede de transporte das cidades de Bradford e Merseyside (Reino Unido).

3.3. A Experiência Brasileira com a Integração Temporal

A maior parte das referências nacionais no campo da integração do transporte público por ônibus está relacionada com a integração física, tarifária e operacional das redes, na forma de sistemas tronco-alimentadores e terminais de transbordo (SORRATINI e DA SILVA, 2005; NAPIERALA, 2004; ÂNGELO *et al.* 2002; CAVALCANTE, 2004; RODRIGUES e SOARES, 2004; LOGITRANS, 2002, ANDOLFATO, 2005 e BARRA, 2011).

Para CEFTRU (2007), nas integrações restritas aos terminais de transbordo ocorre certa limitação, pois os usuários são obrigados a realizar as transferências em pontos previamente definidos, o que, muitas vezes, gera deslocamentos negativos, quando o usuário realiza parte de sua viagem em sentido contrário ao que efetivamente deseja ir, precisando chegar ao ponto de integração. Além disto, essa forma de integração pode promover uma saturação dos terminais, uma vez que direciona grande parte da demanda para poucos pontos, concentrando viagens. Quando a integração pode ser efetuada em qualquer ponto do sistema, o usuário possui maior liberdade, utilizando o ponto de parada mais conveniente como estação de transferência, não sendo necessário que se desloque até o terminal mais próximo, diminuindo assim seu tempo total de viagem.

Porém, mesmo não sendo imprescindíveis, e podendo ser simplificados e ter suas dimensões reduzidas, terminais, estações de transferência ou até pontos de parada com tratamento urbanístico adequado são equipamentos urbanos importantes para os sistemas integrados, pois, oferecem conforto, segurança e serviços de apoio aos usuários e operadores. As dimensões e características funcionais destes equipamentos variam em função do tamanho das cidades, da característica da rede proposta, do modelo operacional de integração, dos volumes de oferta e de demanda, independente da adoção de sistemas de bilhetagem automática (PLANMOB, 2007).

CEFTRU (2007) também destaca a integração tarifária temporal como forte elemento de contribuição para o aumento da mobilidade urbana, em função de favorecer a redução dos três aspectos de exclusão que o trabalho aponta: i) inexistência de atendimento por falta de terminais, falhas na cobertura espacial da rede de transporte ou limitado alcance no deslocamento; ii) atendimentos pouco eficientes e que acarretam elevados tempos de espera e deslocamento ou deslocamento negativos para integração em determinados pontos; e iii) impossibilidade ou dificuldade de pagamento das tarifas, devido à necessidade de utilizar 2 ou mais trechos para o deslocamento.

A prática brasileira, no entanto, tem demonstrado que o desenvolvimento dos projetos de integração tarifária temporal deve se revestir de cuidados especiais, buscando ao mesmo tempo facilitar o acesso do usuário ao sistema como também preservar o equilíbrio econômico-financeiro da atividade. A imposição de algumas restrições nos projetos de integração tarifária temporal é feita com o principal objetivo evitar ou minimizar a evasão de receitas, tendo em vista a falta de subsídios públicos para compensar a hipótese de redução da demanda de usuários pagantes.

Assim como as gratuidades nos transportes públicos, a integração tarifária é um tipo de benefício suportado pelos usuários pagantes e/ou transferido para a tarifa na forma de subsídio cruzado. Um levantamento realizado com algumas cidades brasileiras que implantaram o sistema revelou que, em geral, não existem subsídios públicos para evitar impactos sobre a tarifa. Por outro lado, há casos recentes como o bilhete único implantado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro que foi viabilizado com subsídio público, demonstrando a preocupação das autoridades em reduzir o peso dos benefícios sociais sobre a tarifa.

Os casos mais comuns de restrição são a proibição de retorno ao local de origem e a parada intermediária com prosseguimento da viagem na mesma rota ou rota que atende à mesma região. O intervalo de tempo para conexão entre as rotas também é outra restrição estabelecida. Em geral, nas cidades de médio porte esse parâmetro está fixado em 1h. A tabela 3.2 abaixo apresenta um comparativo das restrições mais comuns observadas nos sistemas de integração tarifária temporal de algumas cidades brasileiras de médio porte, nos transportes públicos por ônibus. As informações foram obtidas

através de divulgação das próprias prefeituras e representantes dos operadores locais em sítios eletrônicos disponíveis na internet.

Tabela 3.2: Prática brasileira de parâmetros da integração tarifária temporal.

MUNICÍPIO	TIPO	RETORNO (S/N)	PARADA INTERMED	TEMPO LIMITE	QUANT. DE CONEXÕES (por tarifa)	ISENÇÃO OU COMPLEM.	SUBSÍDIO
Joinville-SC	Total	NÃO	NÃO	1h	1	Isento	NÃO
Maringá-PR	Total	NÃO	NÃO	1h	1	Isento	NÃO
Niterói-RJ	Total	SIM	SIM	1h	1	Isento	N/D
São José dos Campos-SP	Total	NÃO	NÃO	2h	1	Isento	NÃO
Bauru-SP	Total	NÃO	NÃO	1h	1	Complemento	NÃO
Petrópolis-RJ	Parcial	NÃO	NÃO	1h	1	Isento	NÃO
Nova Friburgo-RJ	Parcial	NÃO	NÃO	1h	1	Isento	NÃO
Florianópolis-SC	Total	NÃO	NÃO	30min	1	Complemento	NÃO
Londrina-PR	Total	NÃO	NÃO	1h	1	Isento	NÃO
Montes Claros-MG	Total	NÃO	NÃO	30min	1	Isento	NÃO

Fonte: elaboração própria.

Procedimento aparentemente simples, a integração temporal também deve cercar-se de cuidados visando evitar uma série de problemas, em especial as tentativas de fraudes e a queda de faturamento do sistema, além da insatisfação do usuário com o desconhecimento do sistema recém-implantado (NTU, 2006).

Em muitos municípios brasileiros, a integração temporal está sujeita a restrições no uso de linhas e/ou de sentidos de viagem e casos como a viagem de ida e volta só permitida na mesma linha. A proibição do movimento de ida e volta ocorre em algumas situações. Nas cidades médias o limite para utilizar a integração temporal depois do pagamento da tarifa em geral é de cerca de 60 minutos.

Compreender o comportamento atual da demanda é fundamental para estimar as possíveis mudanças no perfil de deslocamento da população com a implantação da integração temporal. Por isso é importante conhecer as matrizes de origem e destino das viagens feitas pelos modos de transporte público que serão associados e estabelecer a representatividade das viagens integradas em relação ao total de viagens realizadas no sistema de transporte. Dessa forma é possível estabelecer cenários de análise dos possíveis impactos sobre as receitas.

A integração tarifária temporal pode ser conceituada como uma forma de deslocamento espacial do usuário entre dois ou mais pontos de uma determinada rede de transportes,

utilizando-se da combinação articulada entre diferentes rotas, em determinado período de tempo, com o pagamento de tarifa inferior à soma das tarifas individuais de cada rota.

O objetivo da integração tarifária temporal é o de possibilitar esse deslocamento através do percurso mais curto e no menor espaço de tempo possível. As trocas de linhas podem ser realizadas sem o pagamento de outra passagem ou com o pagamento de uma tarifa de complemento a ser estabelecida. Na maioria dos casos, a prática brasileira tem demonstrado que é necessário construir uma “Matriz de Integração” das rotas que farão parte do novo sistema. Esta é uma medida adotada para definir os deslocamentos permitidos ao usuário e evitar a ocorrência de possíveis fraudes e mau uso do sistema, com implicações na diminuição de receitas do serviço.

A “Matriz de Integração” pode ser caracterizada como o conjunto de parâmetros definidos no sistema de bilhetagem eletrônica que estabelece quais as rotas (por sentido) que serão habilitadas entre si na integração. Em geral, o software de gerenciamento dos sistemas de bilhetagem estabelece que as rotas de ônibus possuam dois sentidos: “Placa Ida” e “Placa Volta”. Para cada par de rotas, por exemplo: X e Y, terão quatro opções de integração: ida de X com ida de Y, ida de X com volta de Y, volta de X com ida de Y e volta de X com volta de Y. A matriz de integração poderá permitir a integração nas quatro opções, em três, em duas, em uma ou em nenhuma, dependendo do itinerário dessas rotas. Nesse último caso a combinação das rotas não é programada na matriz.

No Brasil, a experiência com os sistemas de integração tarifária temporal fez surgir dois conceitos básicos: “integração” e “transferência”. Integração é usualmente considerado como um tipo de conexão entre dois ou mais modos distintos de transporte público, tarifada ou não. Por exemplo, ônibus x metrô ou ônibus x trem metropolitano. Também se aplica no caso de rotas radiais de ônibus urbanos quando não há remodelagem da rede, ou seja, apenas institui-se a vantagem econômica para o usuário utilizar duas ou mais rotas de um mesmo modo de transporte, sem alterar a configuração da rede existente. Já a “transferência” é considerada como um tipo de conexão sempre não tarifada que, em geral, se dá entre rotas estruturais e rotas alimentadoras, por exemplo, ônibus convencional do tipo alimentador de sistema BRT x ônibus do sistema tronco de BRT. Nesses casos o usuário dispõe de livre acesso entre as rotas alimentadoras e destas

com as rotas estruturais ou troncais, e vice e versa, independente da existência de terminais fechados.

Outro aspecto que caracteriza a integração tarifária temporal é, naturalmente, o estabelecimento de um intervalo de tempo limite para que o usuário realize a integração ou a transferência entre as rotas. De modo geral, a contagem do tempo é iniciada a partir do momento em que o usuário faz o registro do cartão de bilhetagem no veículo da primeira rota, também denominada de “rota de origem”, devendo observar o tempo limite para registrar novamente o cartão no veículo da segunda rota (rota de destino).

Há casos mais sofisticados, que preveem a possibilidade de utilização de duas ou mais rotas de transporte público em sequência para se realizar um determinado deslocamento. Para esses casos é estabelecido um tempo renovável dependendo das características de cada rota ou modo de transporte. Neste modelo de tempo variável e renovável, o tempo concedido ao usuário para passar na catraca do próximo veículo depende da linha que ele utilizou antes e é renovado nos transbordos consecutivos, podendo o usuário fazer uso de até quatro linhas (rotas) em seu deslocamento, como é previsto, por exemplo, nos casos de Fortaleza e de Belo Horizonte. No caso da capital mineira, em 2005 o transporte coletivo sofreu um grande avanço ao introduzir a “integração temporal aberta sequenciada com múltiplos complementos tarifários”. Esse tipo de integração também é chamado de integração em segundo nível, com tempo e complemento tarifário diferentes do primeiro nível.

De acordo com TACOM (2005), a “integração temporal aberta sequenciada com múltiplos complementos tarifários” é um tipo de integração de dois níveis, onde uma primeira matriz de até 7800 x 7800 linhas estabelece o sentido da integração (IDA ou VOLTA) e o complemento tarifário, em centavos, que será cobrado para cada conexão. Uma segunda matriz, de 20 x 20 grupos de linhas, amplia o conceito de integração, pois, estabelece um novo complemento tarifário com ampliação de até 10 níveis, através do conceito de sublinhas: cada linha pode ser dividida em até 10 sublinhas. Para cada célula da matriz também é possível definir os sentidos da integração e os respectivos complementos tarifários. Além disso, numa mesma rota podem ser cobradas diferentes tarifas em função do trecho percorrido, da faixa horária e dos dias da semana.

Nas médias cidades brasileiras, em geral, as redes de transporte coletivo são menos sofisticadas que as das grandes cidades e regiões metropolitanas, as quais exigem sistemas de integração mais complexos e que envolvem, em geral, diferentes modos de transporte público. O levantamento realizado com algumas cidades brasileiras de porte médio que implantaram a integração tarifária temporal, demonstrado através da tabela 3.2, revelou que os sistemas são do tipo simplificado, ou seja, permitem apenas 1 (uma) conexão, e que também que não existem subsídios públicos para mitigar os impactos do benefício social da integração sobre a tarifa e as receitas do setor.

3.4. Características das Redes de Transporte Coletivo

As redes de transporte coletivo por ônibus nas cidades brasileiras geralmente são estabelecidas de acordo com uma lógica de deslocamento do tipo radial que acompanha a própria estrutura viária existente e os vetores do crescimento urbano local. O crescimento acelerado das cidades e a difusão de novos polos de atração de viagens estimulam a expansão das rotas do transporte coletivo, o que em geral torna a operação desse serviço menos eficiente.

Segundo CUNHA (2005), as correlações observadas entre os desenhos urbanos e a estrutura operacional do transporte coletivo não foram induzidas tecnicamente, manifestaram-se naturalmente como desenvolvimento das cidades. Para o autor, são comumente encontradas relações do tipo: cidades monocêntricas que tendem a ter linhas de transporte coletivo dos tipos radiais e diametrais, ou, cidades policêntricas que estimulam a transferência e a integração entre as linhas, não por terem sido incorporadas aos processos de planejamento, mas sim por terem se configurado espontaneamente.

NAPIERALA (2004) afirma que a expansão urbana desordenada estimula configuração radial da rede de transporte coletivo, o que exige dos usuários uma quantidade crescente de transferências para atingir o destino final das viagens, demandando mais tempo e maiores custos. Para o autor é com base nestas condições, implícitas à expansão urbana desordenada, que surgiram as principais propostas de integração dos sistemas de ônibus que foram implantadas em muitas cidades brasileiras.

Idealmente, as redes de transporte público deveriam oferecer rapidez e conexões diretas de todos para todos, tal como ocorre nas viagens feitas por automóveis. Porém, na prática, os transportes públicos operam concentrando as viagens em corredores e, inevitavelmente, gerando viagens sem conexão. O intercâmbio e a conexão entre os modos de transporte permitem uma vasta possibilidade de viagens e a oportunidade de combinar diferentes serviços representa um atrativo para os usuários. As redes de transporte coletivo têm algumas especificidades fazendo com que haja diferenças significativas entre a escolha de rotas nestas redes e em redes de transporte individual (malhas viárias).

A modelagem das redes de transporte coletivo requer a representação de links de caminhadas entre as origens e destinos finais, e dos links de espera, pois, na rede de transporte coletivo existe um tempo de espera pelo veículo, enquanto no transporte individual este está disponível de imediato. Isto implica que os links da primeira sejam atendidos periodicamente, enquanto que os da segunda são atendidos instantaneamente. Como os tempos de espera são geralmente aleatórios, haja vista que as chegadas dos passageiros bem como dos veículos também o são, decorre que a viagem no transporte coletivo tem um tempo aleatório, dificultando, portanto, o processo de escolha de rotas do transporte coletivo. Havendo transferência de veículo durante a viagem, há necessidade de se representar também o tempo decorrente deste transbordo.

A necessidade do acréscimo de links e de nós às redes de transporte coletivo fez surgir o conceito de rede aumentada (ARAGÓN e LEAL, 2003). No intuito de procurar simplificar a representação das redes de transporte coletivo alguns modelos procuram representá-las através de redes transformadas a partir de uma rede viária. Quanto ao custo monetário associado à viagem, o trabalho de ARAGÓN e LEAL (2003) também ressaltou as diferenças entre os custos associados às redes de transporte individual e às do coletivo. Nas primeiras, os custos são geralmente relacionados ao consumo de combustível, enquanto no transporte coletivo, por ter de efetuar o pagamento da passagem a cada viagem, incluem-se outras parcelas de custo como os relativos à depreciação e remuneração do capital e não só o combustível.

Outra dificuldade associada à alocação de viagens no transporte coletivo trata-se do problema das linhas comuns, que surge quando, para atender ao deslocamento entre um

par O-D, se dispõe de mais de uma rota, ficando a cargo do usuário a escolha da que lhe é mais conveniente. Para solucionar este problema, vários trabalhos que tratam da escolha de rotas em transporte coletivo têm recorrido ao conceito de estratégia, que segundo ARAGÓN e LEAL (2003), consiste no conjunto de regras que definem a rota aleatória escolhida.

SPIESS e FLORIAN (1989) *apud* ARAGÓN e LEAL (2003) propõe um modelo que determina as rotas ótimas em uma rede de transporte coletivo, resolvendo um problema de programação linear para obter as estratégias de alocação de viagem entre dois nós, sendo definida como a escolha ótima aquela que minimiza o valor esperado do custo total de viagem. O trabalho define uma estratégia como um conjunto de regras que permitem ao passageiro chegar ao seu destino, ou seja, o passageiro vai decidindo sua viagem de acordo com essas regras, podendo ter nós de transbordo.

Quanto mais densa a rede do transporte público, melhor a frequência dos serviços e, portanto, a sua qualidade. Quando os diferentes serviços ofertados numa mesma área são coordenados e integrados obtêm-se reduções de custos, tanto de oferta dos serviços quanto de uso (reduções de custos de transferência e de espera para os usuários), constituindo-se na chamada economia de rede. No caso dos transportes públicos, as economias de rede estão relacionadas com a capacidade de articulação e entrelaçamento entre rotas, serviços e modos de transporte. As economias de rede também têm lugar quando a entrada de um usuário adicional ao sistema, ou a criação de uma nova conexão, melhora a utilidade para os demais usuários da rede. Esses benefícios são também conhecidos como “*externalidades*” ou efeitos de rede.

A necessidade de coordenação é detectada quando os serviços demandam coordenação e integração para o funcionamento mais eficiente. É relacionada, portanto, com as economias de rede. Se os custos de uma linha de uma origem para um determinado destino são altos em relação à demanda, os serviços podem ser integrados, resultando em custos mais baixos para todo o sistema. A criação de novos pontos de conexão para articulação da rede, princípio que está contido nesta proposta de trabalho, atua no sentido de oferecer mais acessibilidade aos usuários do sistema, ampliando as oportunidades de viagens com o uso de diferentes linhas e serviços e o conceito de utilidade da rede.

O serviço de transporte coletivo prestado em ambiente de redes integradas proporciona melhores condições de acesso da população aos diferentes locais de uma área urbana, em comparação com os serviços prestados por linhas independentes, pois as primeiras conferem aos usuários, em diferentes graus, facilidades físicas, operacionais e tarifárias, maximizando as economias de rede que caracterizam a atividade. Por outro lado, a ausência de regulação e coordenação dos serviços de transporte faria com que os operadores privados competissem pelos mesmos usuários, sobrepondo linhas e horários em determinadas áreas e causando deseconomias para todo o sistema.

Para CAVALCANTE (2002) a estimativa dos benefícios e custos para os usuários associados com uma dada configuração de sistema de transporte coletivo e no processo de avaliação de mudanças previstas na rede devem ser obtidas a partir de pesquisas de opinião. Para o autor essas pesquisas devem buscar quantificar o valor que é dado pelo usuário em sua avaliação do novo sistema, como medida de utilidade na comparação entre as alternativas disponíveis para a escolha do melhor caminho na rede. Essa é uma forma de configurar um sistema de transporte coletivo buscando a melhoria da qualidade do serviço sob o ponto de vista do usuário, sendo necessário conhecer o seu comportamento enquanto consumidor deste serviço.



Figura 3.1.: Processo de Escolha do Consumidor

Fonte: LOUVIERE; HENSHER; SWAIT, 2000.

A teoria do comportamento do consumidor ensina que o processo de escolha pode ser visto como um modelo sequencial de tomada de decisão, conforme representado através da Figura 3.1. Por essa teoria, em face da necessidade ou desejo de adquirir um determinado produto, o consumidor coleta informações sobre as alternativas disponíveis e os atributos dessas alternativas. De posse dessas informações ele compara as alternativas e forma a sua preferência individual, fazendo a escolha daquela que mais lhe convém e oferece utilidade. A função utilidade relaciona os valores dos atributos com a utilidade do produto, de forma que esta utilidade é uma função dos atributos do produto.

A Função Utilidade é uma expressão matemática que determina o grau de satisfação que o usuário do transporte obtém com a escolha de um determinado modo ou serviço. Em CAMPOS (2006) destaca-se que, de uma forma geral, a função utilidade é definida por uma soma de variáveis e seus pesos relativos, tal como:

$$U = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

onde U é a utilidade derivada da escolha medida pelos atributos x do modo de transporte e os pesos relativos a desses atributos, que podem ser, por exemplo, o custo, o tempo de viagem, de espera e o nível de serviço.

BATISTA FILHO (2002) analisou funções de custo generalizado como medida de avaliação das redes de transporte coletivo, na tentativa de aperfeiçoar a representação dos atributos necessários para definir o custo total da utilização de uma determinada rota. Nas redes de transporte coletivo, a impedância da utilização de uma rota pode ser representada por uma função de custo generalizado, composta por atributos e seus respectivos pesos. Parte destes atributos pode representar o tempo gasto no deslocamento, outra o custo monetário associado, assim como outras características do serviço (segurança, conforto, etc.).

BATISTA FILHO (2002) cita que os atributos mais usuais nas redes de transporte coletivo, expressos em unidade de tempo, são os seguintes: a) Tempo de acesso, que representa o tempo de caminhada da origem até a rede de transporte público; b) Tempo de espera, representando o tempo em que o usuário fica esperando pelo veículo no ponto de parada ou estação; c) Tempo dentro do veículo, que representa o tempo

efetivamente em deslocamento; d) Tempo de transbordo, representando a penalidade relativa ao transbordo; e, e) Tempo de difusão, que representa o tempo de caminhada entre a rede de transporte e o destino final. Cada um desses atributos tem um peso relativo, que normalmente é expresso em função do valor do tempo dentro do veículo. Os valores desses pesos são obtidos a partir da calibração de funções utilidades (modelos LOGIT), que constituem a base decisória dos modelos comportamentais.

O processo de modelar redes de transporte tem como objetivo principal reproduzir o comportamento dos usuários no que se refere à escolha das rotas no deslocamento entre pontos de origem e destino (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1990 *apud* BATISTA FILHO, 2002). NOVAES (1986) classifica os modelos de transportes em três categorias principais:

(a) modelos convencionais empíricos: são os modelos mais tradicionais utilizados em Transportes, chamados de "modelos de quatro etapas". Constituídos geralmente por quatro submodelos aplicados sequencialmente:

- 1) geração de viagens (atração e produção),
- 2) distribuição,
- 3) divisão modal, e,
- 4) alocação dos fluxos à rede de transportes.

Segundo BATISTA FILHO (2002) os modelos convencionais de previsão de demanda têm apresentado limitações na análise espacial de redes multimodais de transporte público.

(b) modelos comportamentais: trabalham com fatores motivacionais dos usuários em relação aos atributos (que compõe o nível de serviço) dos sistemas de transporte. Vão além do aspecto descritivo-normativo dos modelos anteriores e procuram saber o processo de decisão do usuário de transporte;

(c) modelos atitudinais: procuram captar as reações dos usuários não compreendidas pelos modelos anteriores. Partem da suposição que as atitudes concretas dos indivíduos nem sempre traduzem corretamente os seus comportamentos, ou seja, ocorre a interferência de inúmeros e complexos fatores subjetivos ligados à percepção ou aspectos culturais, psicológicos, hábitos consolidados, etc. Os modelos atitudinais, ao

contrário de invalidar os esquemas racionais de decisão (suposição nos modelos comportamentais), complementam este processo na medida em que identificam estes fatores subjetivos, auxiliares na decisão.

A decisão de escolha de um indivíduo pelo modo ou rota de transporte que utilizará para realizar um dado deslocamento depende tanto das características socioeconômicas desse indivíduo como também do ambiente no qual ele está inserido. Esse processo de escolha de requer a caracterização deste ambiente, representado pelos atributos das opções de modos disponíveis naquela ligação e pelas características do deslocamento a ser realizado, tais como o motivo da viagem, horário, distância, dentre outros.

Foi observado que nos modelos comportamentais a regra de tomada de decisão é baseada na teoria microeconômica do consumidor, segundo a qual os indivíduos agem racionalmente na divisão de suas despesas, restringindo-se às suas limitações orçamentárias, de forma a extrair a máxima satisfação. Nesta mesma teoria, admite-se que existe uma medida dessa satisfação, ou ao menos uma escala ordinal de preferência, em que o consumidor, ao agir racionalmente, procura situar-se no ponto mais alto da sua escala de preferência, respeitando suas limitações orçamentárias.

Entre as medidas da satisfação do consumidor, merecem destaque as funções utilidades que relacionam os atributos de um produto ou serviço com a utilidade deste. No caso específico do transporte, por se tratar de escolha discreta, BEN-AKIVA e LERMAN (1985) relatam que a função utilidade de uma alternativa para um determinado indivíduo deve ser definida em função dos valores dos atributos das alternativas e das características socioeconômicas deste indivíduo.

3.5. Discussões

Em comparação com outras intervenções públicas destinadas a reduzir a circulação automóvel privado, a adoção de sistema de integração tarifária implica uma mudança muito mais estrutural, no sentido de que, em contraste com um simples incentivo monetário, pode modificar o comportamento do consumidor de forma permanente, em favor das modalidades de transporte público.

Os trabalhos analisados reúnem evidências sobre o impacto positivo das tarifas integradas na quantidade de viagens realizadas pelos diversos modos de transporte público. É mostrado que a introdução de um sistema de integração tarifária temporal em um conjunto de cidades europeias induziu aumento na procura por transportes públicos. São discutidos resultados qualitativos e considera-se a integração informativa, a integração de redes de transportes e a integração tarifária dentro de uma mesma abordagem. Outras características complementares aos sistemas de integração tarifária são exploradas, como a tarifa simples com descontos por período e a tarifa por zona, sendo demonstrado o impacto dessas medidas para o incremento da demanda por transporte público.

Comparando-se com outras intervenções e políticas destinadas a reduzir o uso do transporte individual, foram encontradas evidências de que as medidas de integração tarifária dos transportes públicos provocam uma mudança no comportamento do consumidor. Essas mudanças dependem de outros atributos do serviço, tais como a densidade da rede, a frequência, a intermodalidade e as políticas destinadas a dar prioridade à circulação dos ônibus, como as faixas e vias exclusivas. Embora o foco de alguns estudos não seja a integração com outros modos de transporte, mas sim a exploração de dados da transação de cartões *Smartcard*, isto ressalta uma potencialidade para novas pesquisas nesse campo.

Ainda que os autores apontem a tendência de redução das viagens feitas pelo transporte individual em algumas cidades, isto pode estar relacionado aos custos crescentes do petróleo e a necessidade de atender à agenda climática. A realidade nos países em desenvolvimento, como no caso do Brasil, é diferente, pois, ainda há espaço para o crescimento da frota de automóveis, o que se constitui numa barreira às políticas públicas para o setor de transporte urbano.

Na abordagem estratégica dos planos de integração é positivo constatar que o tema tenha alcançado uma visão mais abrangente, a ponto de incorporar os conceitos de desenvolvimento sustentável e suas principais vertentes: econômica, social e ambiental. Na leitura dos trabalhos com abordagem estratégica da integração nos transportes há muitos obstáculos no campo político e um grande desafio: a mudança de comportamento do indivíduo.

A Lei 12.587 de 3 de janeiro de 2012 instituiu no Brasil as diretrizes da Política de Mobilidade Urbana, cuja principal finalidade é indicada em seu artigo 1º “a integração entre diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território nacional” (LEI 12587, 2012). Esta Lei é considerada um marco regulatório importante para apoiar as ações e projetos voltados para a melhoria das condições de mobilidade nos centros urbanos.

Em nenhuma das referências analisadas identificou-se uma proposta desenvolvida com a finalidade de utilizar a integração tarifária temporal como instrumento de modelagem da rede de transporte coletivo por ônibus.

Neste capítulo reúnem-se evidências positivas sobre o impacto da integração tarifária no aumento da demanda por transportes públicos. São discutidos resultados qualitativos e considera-se que a integração informativa, a integração das redes de transportes e a integração tarifária devem ser consideradas de modo inter-relacionado, dentro de uma mesma abordagem. A informação é um elemento qualitativo que confere legibilidade ao sistema de transporte público e os terminais de transferência podem também ser utilizados também como elemento de comunicação com o passageiro, através de painéis com mensagens variáveis, mapas temáticos sobre a rede de linhas e serviços complementares que facilitem a compreensão do sistema de transporte pelo usuário.

Outras características complementares aos sistemas de integração tarifária são exploradas na revisão da literatura, como a tarifa simples com descontos por período e a tarifa por zona, sendo demonstrado em muitos trabalhos o impacto positivo dessas medidas para o incremento da demanda por transporte público.

Segundo PRESTON (2010) é necessário estabelecer uma base de evidências sobre a eficácia das políticas de transporte integrado, o que exige um quadro de avaliação para determinar em que medida as mudanças implantadas com os sistemas integrados constituíram-se em benefícios sociais.

CAPÍTULO 4

4 - METODOLOGIA

4.1 – Aspectos da Metodologia Proposta

A metodologia tradicional de abordagem da integração do transporte coletivo por ônibus foi desenvolvida com eixo centrado nos sistemas tronco-alimentadores e terminas de transbordo. Este modelo apresenta limitações do ponto de vista dos custos de implantação, exigindo a construção de grandes terminais, o que se apresenta como uma dificuldade por dispor de áreas extensas e de localização compatível com as rotas.

Há também o impacto que este mobiliário representa como polo de atração de viagens e as limitações para expansão desse modelo com capacidade para atender toda a rede existente. Este modelo convencional de integração se apresenta inadequado à realidade atual de uma rede dinâmica e descentralizada, que procura atender à diversificação das atividades urbanas e aos múltiplos desejos de deslocamento do usuário.

A metodologia proposta neste trabalho procura se encaixar nos princípios estabelecidos através da Lei Federal 12.587/12, que instituiu as diretrizes da política nacional de mobilidade urbana. O inciso VII do artigo 8 desta Lei define que a política tarifária do serviço de transporte público coletivo deve ser orientada por diretrizes específicas, dentre as quais se destaca a *“integração física, tarifária e operacional dos diferentes modos e das redes de transporte público e privado nas cidades”*.

Outro avanço desta legislação está previsto no inciso IV do artigo 23, que dispõe sobre a *“dedicação de espaço exclusivo nas vias públicas para os serviços de transporte público coletivo e modos de transporte não motorizados”*.

Partindo destas premissas o trabalho procura desenvolver um procedimento metodológico em que a integração tarifária temporal possa ser utilizada com um instrumento para reorganizar o sistema de transporte coletivo por ônibus, sendo, portanto, o elemento fundamental de planejamento da rede. O procedimento metodológico proposto por este trabalho pretende ainda oferecer uma contribuição de arranjo operacional coordenado entre o serviço de transporte coletivo e os demais

modos de transporte disponíveis nas cidades, tais como os veículos de transporte individual, a bicicleta e o pedestre. Quanto à forma, a metodologia proposta utiliza os conceitos fundamentais dos sistemas de integração física, porém adiciona o componente tecnológico trazido com a bilhetagem eletrônica e associa isso à complementaridade com os modos de transporte motorizados e não motorizados, incorporando a dimensão socioambiental.

O centro desta coordenação passa a ser o *link* denominado “terminal físico” ou “estação de transferência”, que reúne atributos que contribuem para o gerenciamento da mobilidade, dentre as quais a integração tarifária intramodal, as faixas exclusivas para o transporte coletivo, facilidades para pedestres e ciclistas e áreas para estacionamento de veículos particulares, visando ampliar as condições de mobilidade da população.

A implantação de sistemas de transporte público com a valorização dos modos não motorizados e que priorizam a retirada do tráfego de veículos particulares das vias centrais tem sido explorado em muitos trabalhos como uma medida estratégica para gerenciamento da crescente demanda por viagens nas vias urbanas.

4.2. Concepção da Metodologia

Em BALASSIANO (2012) define-se o chamado Modelo de Investimentos para a Mobilidade Verde (MIMV), que consiste na integração entre o sistema de transporte coletivo, os terminais de transportes e o espaço público. Neste modelo de investimento, o Sistema de Transporte Coletivo é componente chave e deve ser capaz de valorizar atributos como a pontualidade, frequência, confiabilidade, tempo de viagem, acessibilidade, conforto, segurança, dentre outros, de maneira a atrair novos usuários.

Dentro dessa concepção, os terminais de transportes e de integração devem possuir papel fundamental na mobilidade sustentável e uma função mais qualificada e complexa do que a de acomodar veículos e usuários. Neste modelo, os terminais devem promover a redução do tempo de viagem, a otimização operacional da frota de veículos e o conforto na oferta de serviços à comunidade, com demanda potencial para ser atendida por serviços complementares. Isto envolve, segundo BALASSIANO (2012), a localização estratégica desses equipamentos de forma a contribuir para a

descentralização das atividades e da oferta de serviços e favorecer um modelo mais racional da mobilidade nas áreas urbanas.

Quanto ao espaço público, o Modelo de Investimentos para a Mobilidade Verde (MIMV) defende o seu uso democrático, compartilhando-o com as modalidades de transporte não motorizado e favorecendo a segurança, o conforto e a valorização das áreas de convivência no entorno dos terminais de transportes e ao longo dos corredores de um sistema de transporte coletivo. Isto engloba vias, calçadas, praças, e áreas de convivência e a infraestrutura para ciclistas e se contrapõe à maioria dos modelos de transportes adotados pelas cidades brasileiras, como citado por VASCONCELLOS (1996-2) e IEMA (2009) *apud* BALASSIANO (2012), nos quais o espaço público foi absolutamente ocupado pelo automóvel.

BALASSIANO (2012) destaca que a análise das condições de mobilidade de algumas cidades identificou uma extensa e complexa lista de impedâncias que impõem uma nova abordagem ao modelo de financiamento do setor de transportes no Brasil. E, muito embora a discussão sobre a necessidade de financiamento do setor seja muito mais ampla, aumentar a eficiência de um serviço de transporte é uma das maneiras de contribuir para reduzir o custo de operação, o que se constitui numa espécie de subsídio indireto que se refletirá de modo positivo no preço cobrado do usuário.

Embora de acordo com LEAL *et al.* (2009) não seja esse um modelo inovador, a importância da intervenção técnica, respaldada pelo planejamento adequado e a decisão política objetiva, podem garantir a realização de investimentos e a realização de ações coordenadas que transformarão o espaço público, conferindo ganhos sociais significativos para a promoção da mobilidade urbana sustentável. É nesse contexto que a concepção metodológica proposta por este trabalho procura se inserir, ou seja, a partir de uma base de conhecimento pré-existente, identificar, no ambiente urbano, condições favoráveis para a implantação de um modelo de investimentos para a mobilidade sustentável utilizando a integração tarifária temporal do transporte público local como eixo principal.

BALASSIANO (2012) destaca ainda que o sistema de transporte coletivo é um componente-chave do modelo de investimentos, influenciando diretamente as condições

de mobilidade em áreas metropolitanas. Ao citar LINDAU (2009), reitera que os sistemas de transportes integram a infraestrutura com maior potencial de induzir a forma das cidades, tornando-as mais sustentáveis. Este processo de indução na forma das cidades pode se expressar através da interferência sobre os meios de deslocamento utilizados pela população local. E o modelo de integração proposto através deste trabalho também procura interagir o transporte coletivo por ônibus com os demais meios de deslocamento no ambiente urbano, tirando partido da compatibilidade de cada modo disponível com a sua respectiva demanda.

Este modelo também objetiva atrair usuários do transporte individual ou os que não realizavam viagem, para o transporte coletivo por ônibus. No caso do Brasil, conforme também cita BALASSIANO (2012) a grande maioria dos usuários do transporte coletivo utiliza o ônibus em seus deslocamentos, por isso considera-se que essa modalidade deverá receber atenção especial. Por último, o modelo proposto por este trabalho procura também estimular o uso do transporte não motorizado e oferece requisitos de atratividade que favorecem a mobilidade urbana, citados em BALASSIANO (2012).

Segundo LITMAN (2006) os benefícios de melhoria das condições de mobilidade urbana são afetados pelo impacto no tipo de viagem realizada. A tabela 5.2 abaixo indica os efeitos de vários tipos de intervenções para melhoria da mobilidade. Por exemplo, algumas melhorias são capazes de proporcionar mobilidade básica ou aumento discreto da acessibilidade. Outras intervenções são particularmente eficazes em atrair os usuários do transporte individual motorizado e com isso reduzir as viagens de automóvel e por isso serão os mais priorizados na metodologia deste trabalho.

Na tabela 4.1 estão destacados por sombreado os tipos de melhorias e intervenções a serem considerados na metodologia proposta por este trabalho, como estratégia para aumentar os benefícios para os usuários atuais do serviço de transporte coletivo e atrair usuários de outros modos, especialmente o do automóvel, priorizando assim a mobilidade urbana sustentável.

Tabela 4.1: Impactos de melhorias na mobilidade sobre as viagens realizadas (VTPI, 2004).

Tipo de melhoria da mobilidade urbana	Melhoria da Qualidade do serviço	Aumento da acessibilidade	Mobilidade e Básica	Redução das viagens por automóvel
Rotas adicionais, cobertura expandida, aumento da frequência de serviço e horário de funcionamento;	X		X	X
Tarifas mais baixas, incremento de subsídios;		X	X	X
Serviços especiais de mobilidade;		X	X	
Programas de redução de viagens pendulares e de gerenciamento da demanda por viagens (<i>TDM</i>);		X		X
Prioridade para veículos com alta ocupação (<i>HOV priority</i>);	X			X
Melhoria no conforto do transporte coletivo por ônibus (assentos, abrigos);	X			X
Desenvolvimento dos transportes orientado ao crescimento inteligente (<i>smart growth</i>);	X			X
Implantação de melhorias para pedestres e ciclistas;	X		X	X
Melhoria da informação ao usuário e programas de marketing;	X			X
Melhoria da segurança;	X		X	X
Serviços expressos e especiais para eventos;	X			X
Estacionamento integrado ao transporte público;	X			X
Integração entre transporte público e bicicleta;	X		X	X

Fonte: Adaptado de LITMAN (2006)

Por exemplo, observa-se que se medidas prioritárias de trânsito forem implantadas para aumentar a velocidade média do tráfego urbano, os usuários atuais do transporte individual se beneficiarão de economias de tempo de viagem. Da mesma forma, abrigos de ônibus com melhor infraestrutura, melhorias na segurança, tarifas reduzidas, implantação de faixas exclusivas e outros tipos de melhorias no transporte público

fornecem benefícios para os usuários do transporte coletivo e são também capazes de atrair viagens feitas por outros modos.

Para ajudar nesta análise é útil determinar os fatores de substituição por modo de transporte, isto é, a mudança em viagens de automóvel resultantes de uma mudança nas condições da mesma viagem feita por transporte público, e vice-versa. Por exemplo, de acordo com LITMAN (2006) quando a redução no valor das tarifas aumenta o número de viagens de ônibus, normalmente 10-50%, substitui viagens feitas por automóvel. Outras viagens motorizadas, embora não alterem o padrão do modo de transporte utilizado, podem mudar os passageiros do veículo (que pode envolver uma viagem do tipo carona, caso em que viagens de automóvel não é reduzida, mas o motorista faz uma viagem especial para transportar um passageiro).

SILVEIRA (2010) observou ser possível relacionar o consumo de energia com estratégias de Gerenciamento da Mobilidade através do uso da bicicleta. Em seu trabalho uma estrutura de procedimentos foi apresentada onde se observa que o estímulo ao ciclismo tem a possibilidade de contribuir para a redução do uso de automóveis, dos congestionamentos, da poluição atmosférica e do consumo de energia. Isto é possível, segundo o autor, com a melhoria da infraestrutura dos transportes públicos e com a implantação de um sistema cicloviário articulado com a rede de transporte coletivo.

Segundo PRATT *et al.* (2004), LEVINSON (2003) e TRL (2004) fornecer informações sobre quais os incentivos e benefícios oferecidos por um determinado modo de transporte resultam em melhoria do trânsito como um todo. Quando há um desincentivo, tais como taxas de estacionamento ou pedágios, isso provoca diminuição nas viagens feitas por automóvel, e o impacto observado da melhoria no trânsito geralmente é de 20-60%, dependendo de outras condições.

Portanto, como já citado, o eixo central da metodologia proposta é utilizar a integração tarifária temporal como um instrumento de planejamento e reorganização da rede de transporte coletivo por ônibus, articulando esse sistema com outros modos, através da implantação de infraestrutura para pedestres, ciclistas e áreas para estacionamento do transporte individual vinculado ao uso do transporte público. Para desenvolver este

trabalho foi necessário estabelecer a área que seria utilizada como zona de influência para o estudo de caso.

Um estudo de caso foi desenvolvido para o município de Petrópolis-RJ, cidade localizada na região serrana do Estado do Rio de Janeiro e que registra experiências bem sucedidas com sistemas integrados de transporte coletivo por ônibus. A área de abrangência do estudo de caso, que inicialmente previa incluir todo o território urbano, foi delimitada e concentrou-se no corredor do bairro Quitandinha, um dos mais populosos da cidade e que concentra linhas de transporte coletivo com elevado volume de passageiros transportados.

4.3. Procedimentos Adotados

Em que pese o fato de que a cidade de Petrópolis reúne uma base consistente de informações acerca do sistema de transporte coletivo e da mobilidade urbana local, delimitar a área de influência para realização do estudo de caso foi uma decisão adotada para viabilizar o desenvolvimento e a aplicação da metodologia proposta. Esta decisão também foi adotada em função do tempo e dos recursos disponíveis para desenvolvimento do trabalho. Para delimitar a área de influência do trabalho foram analisados, inicialmente, os eixos estruturais de cada região tomando-se por base a frequência de operação do transporte coletivo e a quantidade de rotas existentes.

Os eixos estruturais de um sistema de transporte coletivo são constituídos pelos logradouros do sistema viário que possibilitam as melhores condições de circulação entre os polos de desenvolvimento (PDs) de cada distrito ou bairro. Estes eixos não são necessariamente as vias expressas nem as vias arteriais da cidade e foram determinados através da relação de frequência das rotas atuais do transporte coletivo e dos fluxos de passageiros a partir de um inventário realizado por COPPETEC (2007).

Informações sobre a quantidade de rotas e a frequência do transporte coletivo em cada eixo estrutural e a existência de integração física e operacional, através de terminais de transbordo, foram levantadas e estão apresentadas na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Frequência de Operação por corredor de transporte.

BAIRRO / REGIÃO	Quantidade de rotas de ônibus	Frequência ônibus/h/sentido	Possui Integração?
Roseiral/Carangola/Retiro	22	65	NÃO
Quitandinha	51	65	NÃO
Itaipava/Posse	24	64	SIM
Bingen/Mosela	32	47	SIM
Correás	26	41	SIM
Alto da Serra	26	33	NÃO
Samambaia/Cascatinha	22	25	SIM

Fonte: levantamento próprio

Foi verificado que dentre os corredores que apresentavam a maior frequência de transporte coletivo se destaca o eixo “Quitandinha”, com a operação de 65 ônibus/hora/sentido e 51 rotas. Este corredor, assim como os corredores das regiões “Alto da Serra” e “Roseiral/Carangola/Retiro”, não possui sistema de integração física e operacional, ao contrário das demais regiões analisadas. Além disso, a oferta deste conjunto de rotas possui capacidade para transportar 5000 passageiros/hora/sentido considerando-se a oferta existente no sistema radial. Trata-se ainda de um corredor que não possui vias duplicadas e que apresenta graves problemas de congestionamento em diversas interseções, o que prejudica a operação do transporte coletivo.

Outros fatores contribuíram para escolher essa região e delimitar o estudo de caso, tais como a grande concentração populacional, já comentado, e a extensão reduzida do sistema viário na ligação com a área central da cidade, em comparação com os demais corredores com oferta equivalente de transporte coletivo. A hipótese defendida é a de que implantar o procedimento metodológico em um corredor com essas características teria mais eficácia e resultados potencialmente mais satisfatórios do que nos demais corredores analisados. A seguir detalham-se os tipos de intervenções previstos para melhoria da mobilidade com base nos modelos analisados, constituindo-se a base da metodologia proposta neste trabalho:

- 4.2.1. Implantação de faixas exclusivas para a circulação do transporte coletivo;
- 4.2.2. Implantação de terminais de transferência;
- 4.2.3. Implantação de áreas para estacionamento de automóveis, e;
- 4.2.4. Implantação de Ciclovias.

4.3.1. Implantação de faixas exclusivas para a circulação do transporte coletivo

A criação de faixas exclusivas para o transporte coletivo é a principal medida proposta e tem por finalidade aumentar a velocidade operacional do serviço. No eixo viário escolhido para receber as intervenções, o eixo do bairro Quitandinha até o Centro Histórico de Petrópolis, propõe-se a implantação de 10km de faixas de circulação exclusivas para ônibus urbano.

Algumas intervenções e obras físicas deverão ser executadas ao longo desse corredor, em pontos específicos, para garantir que não haja descontinuidade da faixa exclusiva em trechos cujas dimensões do sistema viário apresentam restrição de capacidade. Trata-se de obras viárias de duplicação de alguns trechos e alterações no regime de circulação de algumas vias, que deixariam de operar em sentido duplo, passando para sentido simples, formando um sistema de binário. A função da faixa exclusiva, como já comentado, é aumentar a velocidade operacional dos veículos de transporte coletivo e melhorar as condições de eficiência, pontualidade e qualidade da oferta do serviço.

De acordo com WRIGHT e HOOK (2007) *apud* MOTTA (2009), faixas ou vias exclusivas para ônibus implicam em vantagens em termos de velocidade sobre os demais modos de tráfego, visto que um ônibus convencional apresenta uma velocidade média de 15 quilômetros por hora comparados com 23 a 30 quilômetros por hora observado nos sistemas do tipo BRT (*Bus Rapid Transit*).

4.3.2. Implantação de terminais de transferência

A concepção do Terminal de Transferência se assemelha à configuração de um ponto de ônibus tradicional, porém, com infraestrutura adequada para acomodar grande demanda de passageiros. Pode ser comparado às estações de pré-pagamento nos sistemas de BRT (*Bus Rapid Transit*) implantados em cidades brasileiras como Curitiba-PR, Recife-PE, Rio de Janeiro-RJ e Uberlândia-MG, por exemplo. Nesta concepção, porém, o Terminal de Transferência não necessita ser fechado, mas sua infraestrutura deverá ser dotada de acessibilidade para pessoas com deficiência física e embarque em nível para os demais passageiros.

De acordo com a literatura, pode-se esperar que veículos operando em corredores exclusivos, em conjunção com estações que possuam plataformas da mesma altura que o nível dos veículos e pré-pagamento, propicie embarques e desembarques similares aos de metrô e trens. Nessas condições, espera-se uma duração aproximada de 2 a 3 segundos de embarque e desembarque por pessoa por porta, o que corresponde ao ganho de 25 a 35% de economia de tempo, quando comparado com o tempo desta operação nos ônibus convencionais, segundo ZIMMERMAN e LEVINSON, 2004 *apud* MOTTA (2009).

Esses pontos de transferência funcionarão como links entre as rotas de ônibus permitindo a racionalização da rede existente. As linhas que servem aos bairros localizados na área de influência dos terminais de transferência serão transformadas nas linhas do sistema alimentador e as linhas que interligam esses terminais ao centro, nas linhas do sistema tronco. Essa é a configuração tradicional dos sistemas de integração física.

4.3.3. Implantação de áreas para estacionamento de automóveis

Como já citado, as áreas para estacionamento de automóveis particulares nas proximidades dos terminais de transporte público tem a função atrair usuários do automóvel para o transporte coletivo e reduzir o fluxo de veículos nas vias arteriais centrais. Segundo PAIVA e CAMPOS (2008) os maiores problemas de estacionamento encontram-se, geralmente, nas áreas centrais, nas zonas residenciais de alta densidade e nos corredores e proximidades ao longo dos quais estão concentrados imóveis destinados a fins comerciais.

Naturalmente, a destinação de áreas para estacionamento de veículos nas proximidades dos terminais vai exigir medidas como a desapropriação e execução de infraestrutura adequada, nos casos em que a intervenção prevista utilize áreas privadas.

Com a implantação das áreas para estacionamento de veículos associadas à faixa exclusiva para o transporte coletivo por ônibus espera-se redução da demanda por viagens nas vias centrais e mais utilização do transporte público. Recomenda-se que os estacionamentos para automóveis sejam integrados ao transporte coletivo, ou seja, ao

pagar pelo estacionamento o usuário assegura um bilhete avulso de acesso livre à rede de transporte coletivo.

4.3.4. Implantação de ciclovias e bicicletários

A bicicleta possibilita seus usuários atingirem vários destinos quando integrada a outros modos, como metrô, trem, ônibus, e é considerado um modo de transporte que não coloca em risco a saúde pública e os ecossistemas e que respeita as necessidades de mobilidade urbana.

A implantação de ciclovias contribui para aumentar o número de ciclistas e diminuir a quantidade de veículos motorizados em circulação. Segundo RIETVELD *et al.*, 2000 *apud* SILVEIRA (2010), no caso dos grandes centros urbanos pode-se admitir a possibilidade mais realista de incentivar o uso da bicicleta em viagens convencionais, considerando-a como um meio de transporte complementar de uma viagem normalmente mais longa.

CÂMARA (1999) *apud* SILVEIRA (2010) discute e apresenta diferentes aspectos que são apontados como motivadores da opção pelo uso da bicicleta em um plano estratégico de transportes voltado para a mobilidade urbana sustentável, dentre os quais destaca algumas vantagens desse modo não motorizado:

- 1) Em centros urbanos congestionados, a bicicleta pode oferecer rapidez e flexibilidade nos deslocamentos, especialmente nos horários em que se registram fluxos mais intensos de veículos nos principais corredores de tráfego;
- 2) Pode garantir maior confiabilidade ao longo do trajeto uma vez que o tempo de viagem será primordialmente determinado pelas condições físicas de seu condutor e da velocidade que este imprimir na viagem realizada;
- 3) Oferece economia em relação a outros modos de transporte motorizados, uma vez que o custo incorrido mais significativo dessa opção é o de aquisição do veículo;
- 4) Exige pouca manutenção e tem grande durabilidade;
- 5) Impacto praticamente nulo imposto ao meio ambiente na comparação com os modos motorizados;

- 6) Meio de transporte que garante melhores condições de saúde a seus usuários, com destaque para prevenção de problemas circulatórios e de obesidade.

PREFEITURA DE SÃO PAULO (2006) *apud* PAIVA e CAMPOS (2008) destaca que devido a várias intervenções urbanas para integração e melhoramento das ciclovias na Alemanha, entre 1975 e 1998, o aumento do número de ciclistas foi de 30% e, a redução de acidentes fatais, de 66%.

Segundo MAIA *et al.* (2003), o potencial para utilização da bicicleta como opção real de deslocamento em viagens do tipo casa-trabalho-casa ou casa-escola-casa, é ainda pouco explorado no Brasil. BALASSIANO (2012) considera que a adequação do espaço público favorece as viagens por modos não motorizados e que as facilidades criadas para ciclistas serão um incentivo para que as viagens de menor extensão sejam realizadas à pé ou por bicicleta.

Uma vez definida a metodologia de trabalho e a escolha das intervenções, o próximo Capítulo tratará da aplicação do estudo de caso, utilizando dados reais de um sistema de transporte coletivo por ônibus. Deve ser destacado, novamente, que as intervenções/melhorias escolhidas foram avaliadas como as que mais contribuem para o aumento da quantidade de usuários do transporte coletivo e para atrair usuários de outros modos motorizados de transporte.

No modelo proposto a integração tarifária temporal tem o papel de permitir que a transferência ou integração entre as rotas da nova rede seja realizada com uso do cartão de bilhetagem eletrônica. Será desenvolvida uma proposta de matriz de integração entre as rotas de ônibus e os parâmetros necessários para operação do sistema.

CAPÍTULO 5

5 - ESTUDO DE CASO

5.1. Características do Município

Petrópolis está localizado no topo da Serra da Estrela, pertencente ao conjunto montanhoso da Serra dos Órgãos, a 845 metros de altitude média, com sua sede a 810 do nível do mar. Segundo os Decretos-Lei nº 1.056/43 e 1.255/87, o Município tem como limites: ao Norte, com São José do Vale do Rio Preto; a Leste, com Teresópolis, Guapimirim e Magé; ao Sul, com Duque de Caxias e Miguel Pereira; e a Oeste, com Paty de Alferes, Paraíba do Sul e Areal.

Representando 1,8 % da área do Estado do Rio de Janeiro e 11,5% da Região Serrana, Petrópolis possui 797,1 Km², distribuídos em cinco Distritos, a saber:

Tabela 5.1: Área geográfica por distrito.

Distrito	Área
1º Petrópolis (Sede)	143 Km ²
2º Cascatinha	274 Km ²
3º Itaipava	121 Km ²
4º Pedro do Rio	210 Km ²
5º Posse	63 Km ²

Fonte: Prefeitura de Petrópolis

Embora não exista um abairramento com limites formalmente estabelecidos, existe um sentimento de pertencimento territorial que os define da seguinte maneira: Alto da Serra; Araras; Bingen; Bonsucesso; Carangola; Cascatinha; Centro; Itaipava; Quitandinha; Retiro; São Sebastião; Siméria; Valparaíso; Samambaia, dentre outros.

O Município encontra-se às margens de uma das principais rodovias do país, a BR 040, que liga o Rio de Janeiro ao Distrito Federal, passando por Juiz de Fora e Belo Horizonte. Outra rodovia federal, esta de importância mais turístico/paisagística que econômica, é a BR 495, que liga o distrito de Itaipava a Teresópolis, denominada Philúvio Cerqueira Rodrigues.



Figura 5.1: Divisão geográfica territorial por distrito.

Fonte: Prefeitura de Petrópolis

Ao nordeste do Centro de Petrópolis, encontra-se a histórica Estrada União Indústria que em Itaipava se junta à RJ134, conhecida como Estrada Silveira da Mota, seguindo para São José do Vale do Rio Preto. Em direção da Baixada Fluminense temos a RJ107 que desce a serra conectando-se a Magé.

Essas articulações viárias regionais atribuem à Petrópolis uma situação logística excepcional, em especial por sua proximidade com o Centro da Cidade do Rio de Janeiro, da qual distam apenas 65 quilômetros. Considerando apenas a distância ao Aeroporto Internacional Tom Jobim (Galeão) teremos 53 quilômetros, separando o município daquele Aeroporto. Já para o Aeroporto Santo Dumont, a distância é de 69 quilômetros.

Conforme citado por KRAUS (1997), a Rua do Imperador, localizada no centro da cidade de Petrópolis, é o ponto de convergência que atrai o maior fluxo do sistema de transportes. Nos Distritos, a Estrada União e Indústria é um corredor privilegiado. A quase totalidade da área municipal que dispõe de via de acesso é servida, direta e indiretamente, por transportes coletivos. “A cidade possui um potencial industrial,

comercial, turístico, urbanístico e cultural bastante conhecido, que cresce de importância quando somado aos recursos em disponibilidade no município: um significativo complexo industrial e comercial, amplo quadro de serviços e um fabuloso patrimônio ecológico e cultural, oferecendo excepcionais oportunidades para exploração no campo turístico (KRAUS, 1997)”.

Essas potencialidades e recursos, entretanto, encerram aspectos positivos e negativos. Causa preocupação a expansão urbana acelerada e desordenada, assim como a excessiva concentração no distrito-sede. As concentrações industriais, comerciais, residenciais e de serviços constituem os centros e os subcentros urbanos, ou os centros de bairros, conjunto do Município (uma boa parte do comércio tem elevado grau de sofisticação).

O 1º Distrito do município de Petrópolis, Distrito sede, é condicionado decisivamente pela sua topografia, que influenciou o processo de desenvolvimento urbano, notadamente quanto à ocupação do solo e formação do sistema viário.

As potencialidades industriais, comerciais, turísticas e culturais do 1º Distrito são indiscutíveis. Tanto o complexo industrial e comercial têxtil e de vestuário, como o patrimônio cultural e natural urbano atrai um intenso fluxo de turismo interno e externo. O centro da Cidade, na Rua do Imperador e adjacências, reúne a maior especialização comercial e de serviços, constituindo-se no foco de atração para a população do Município (KRAUS, 1997).

5.1.1. Problemas Existentes

O sistema de transporte coletivo no município passou por um processo de aperfeiçoamento em 1992 com a criação das estações de integração de Corrêas e Itaipava, nas vias periféricas, atendendo linhas interdistritais e racionalizando o fluxo de veículos para o centro da cidade. Mais tarde, em 2006, algumas intervenções realizadas pelo Município contribuíram para a organização do transporte coletivo local. A rodoviária intermunicipal e interestadual da cidade foi retirada da área central e transferida para as margens da Rodovia BR-040, facilitando o acesso do transporte de longa distância ao Município. Em 2007 e 2008 dois novos terminais de integração para

o transporte coletivo urbano foram construídos pela Prefeitura de Petrópolis, ampliando a rede de transporte integrada.

O sistema de transporte coletivo converge para a Rua do Imperador, onde se localiza o principal terminal de integração para ônibus urbano e os pontos finais das linhas de ônibus, próximos a supermercados, ao Mercado Municipal, ao Centro de Saúde e à Universidade Católica. O sistema viário permite a ligação entre os diversos bairros e os distritos e tende a relacionar-se, em seu conjunto, com o centro da cidade. Como o 1º Distrito já não suporta mais o tráfego, que é gerado em função da especialização comercial e de serviços, houve uma propagação destes serviços para as áreas dos distritos, principalmente o distrito de Itaipava.

Um diagnóstico realizado pelo Município em 2007 apontou a necessidade de elaboração de um Plano de Trânsito e Transportes (Plano de Mobilidade Urbana), destacando que a infraestrutura viária deveria ter utilização preferencial ou seletiva para o transporte coletivo, principalmente no centro histórico, e políticas restritivas à circulação do transporte individual que permitissem otimizar o uso e a segurança da capacidade viária existente.

Este trabalho também evidenciou a importância de se racionalizar a operação e a circulação dos ônibus, fruto da escassez do espaço viário, e que os Terminais de Integração poderiam ter um papel fundamental, de acordo com estudos concebidos pela Prefeitura naquela ocasião. Foi também apontada a necessidade de se criar articulações de tais Terminais aos subcentros e aos estacionamentos lá localizados, bem como estimular polos de desenvolvimento em torno dos terminais de integração (COPPETEC, 2007). Essas medidas estão alinhadas com o Plano Diretor de Petrópolis, que prevê a descentralização das atividades urbanas em direção aos subcentros e demais distritos.

A concentração de atividades econômicas e de habitações no Primeiro Distrito vem gerando conflitos e prejudicando seus inúmeros prédios históricos, que estão sofrendo com as consequências do tráfego excessivo do transporte individual. Por outro lado, esse Centro Histórico apresenta restrições, por parte dos órgãos federais e estaduais que zelam pelo patrimônio, quanto a alterações urbanísticas, inclusive em seu entorno.

5.2. Diagnóstico do Sistema de Transporte Coletivo

O transporte público desempenha um papel fundamental no deslocamento diário da população, garantindo mobilidade e acessibilidade. Nas cidades em que o sistema viário encontra-se saturado devido ao uso crescente do automóvel, o transporte coletivo está se tornando a cada dia mais ineficiente. A baixa qualidade do serviço reduz a sua participação na divisão modal das viagens realizadas no ambiente urbano, o que altera as condições de mobilidade da população, acentua a dependência do transporte individual e provoca muitas “*externalidades*”, como a poluição, os acidentes de trânsito e o desperdício de energia.

Para realizar um diagnóstico do sistema de transporte coletivo local foi necessário obter dados consistentes sobre a operação e a gestão do serviço. Esses dados operacionais e os indicadores da conjuntura econômica setorial do transporte coletivo, em sua maioria, foram obtidos através da Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes, empresa de economia mista criada por Lei e responsável pela gestão dos serviços de trânsito e transportes no âmbito municipal. Através da CPTrans o Município de Petrópolis mantém permanente controle e gestão operacional do transporte coletivo, realiza o planejamento e a programação operacional das rotas e dispõe de todas as informações, dados e indicadores econômicos e financeiros do setor. Também foram obtidos informações e dados junto ao Sindicato das Empresas de Transportes Rodoviários de Petrópolis, entidade que representa institucionalmente os operadores do serviço no Município de Petrópolis.

A cidade conta há mais de vinte anos com um Conselho Municipal de Transportes. Este Conselho é um instrumento de participação e controle social importante e nele são discutidas as políticas públicas afetas ao setor. Possui a representatividade da sociedade civil organizada, de órgãos públicos municipais, dos usuários e dos membros do poder legislativo.

Historicamente o transporte coletivo de Petrópolis é responsável pela geração do maior número de postos de trabalho da iniciativa privada, ficando atrás somente do funcionalismo público municipal em quantidade de funcionários contratados. Somados, os trabalhadores do setor correspondem a 2000 empregos diretos.

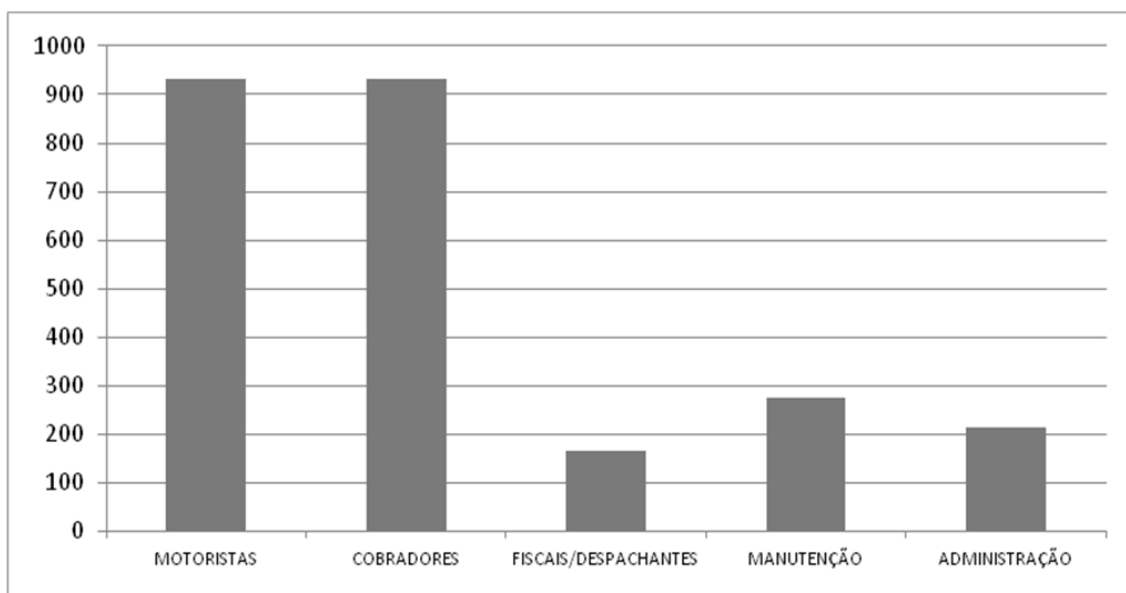


Figura 5.2: Distribuição da quantidade de funcionários por categoria
Fonte: Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes (CPTrans)

O sistema de transporte integrado começou a ser implantado em 1992. Seguindo as diretrizes do Plano Diretor que foi aprovado no mesmo ano, o transporte coletivo foi considerado o principal agente da política de planejamento urbano concebida naquela época. Foram construídos dois terminais de integração (Corrêas e Itaipava), nos bairros de mesmo nome, com a finalidade de melhorar a acessibilidade dos distritos mais afastados do núcleo central, o que favoreceu a descentralização econômica do município e estimulou o desenvolvimento de novas unidades residenciais, comerciais e industriais.

Com a ampliação da oferta de transporte e com o subsídio da tarifa única que favoreceu aos usuários das linhas mais distantes do centro, a demanda do transporte coletivo cresceu significativamente na região distrital e estimulou a ocupação e o desenvolvimento econômico local. Uma década após a implantação dos terminais, a demanda dessas regiões passou de pouco mais de 600 mil para quase 1,5 milhão de passageiros pagantes por mês. A quilometragem respondeu à mesma tendência de crescimento, mantendo o equilíbrio do sistema na medida da ampliação da oferta de serviços. A cidade foi uma das pioneiras em sistemas de integração física e tarifária de transporte urbano e serviu de referência para outros municípios brasileiros.

Nos anos seguintes o transporte da cidade enfrentou uma forte crise, o que implicou na redução do número de passageiros transportados e, principalmente, de usuários

pagantes. Além disso, a esperada continuidade do programa de ampliação da rede integrada de transportes, através da implantação de novos terminais de transbordo e racionalização das rotas, não ocorreu. Dados históricos de demanda obtidos através do poder público local demonstram que a média mensal de usuários pagantes acumula queda de 29% ao longo da última década como pode ser observado através da figura 5.3.

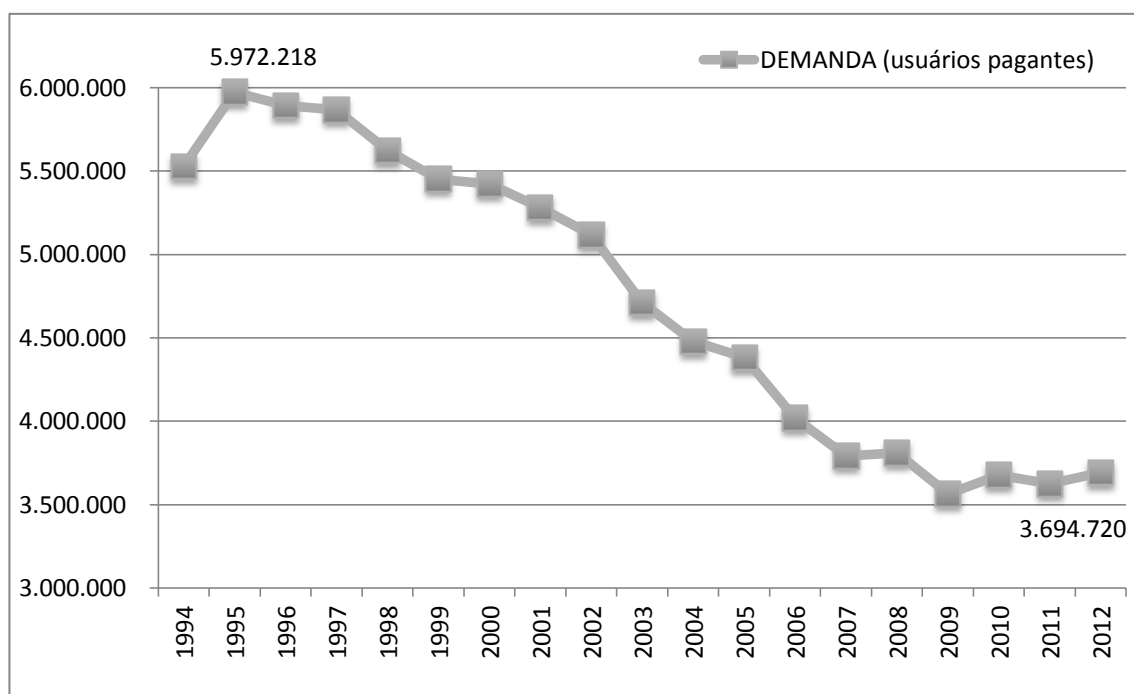


Figura 5.3: Evolução da média mensal de passageiros pagantes

Fonte: Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes (CPTrans)

A ampliação da base de beneficiários de gratuidades é um dos fatores que ajuda a explicar parte da crise de demanda que afeta o setor. Somadas as gratuidades no sistema de Petrópolis superam os 30% da quantidade de passageiros transportados, segundo dados do sindicato que representa os operadores do setor. Os dados foram obtidos através do sistema de bilhetagem eletrônica, que controla o acesso e a arrecadação do serviço e registra o volume diário de passagens, por categoria de usuário.

Com base nas informações do sistema de bilhetagem eletrônica foi elaborada a figura 5.4 que apresenta o peso hierarquizado das gratuidades no sistema de transporte coletivo municipal, que está distribuída da seguinte forma: estudante da rede pública de ensino fundamental (8,7%), estudante da rede pública de ensino médio (5,3%), pessoa idosa

(5,1%), pessoa com deficiência (4,3%), integração tarifária temporal (3,5%), estudante da rede particular com 50% de desconto (2,9%) e rodoviários/funcional (0,5%).

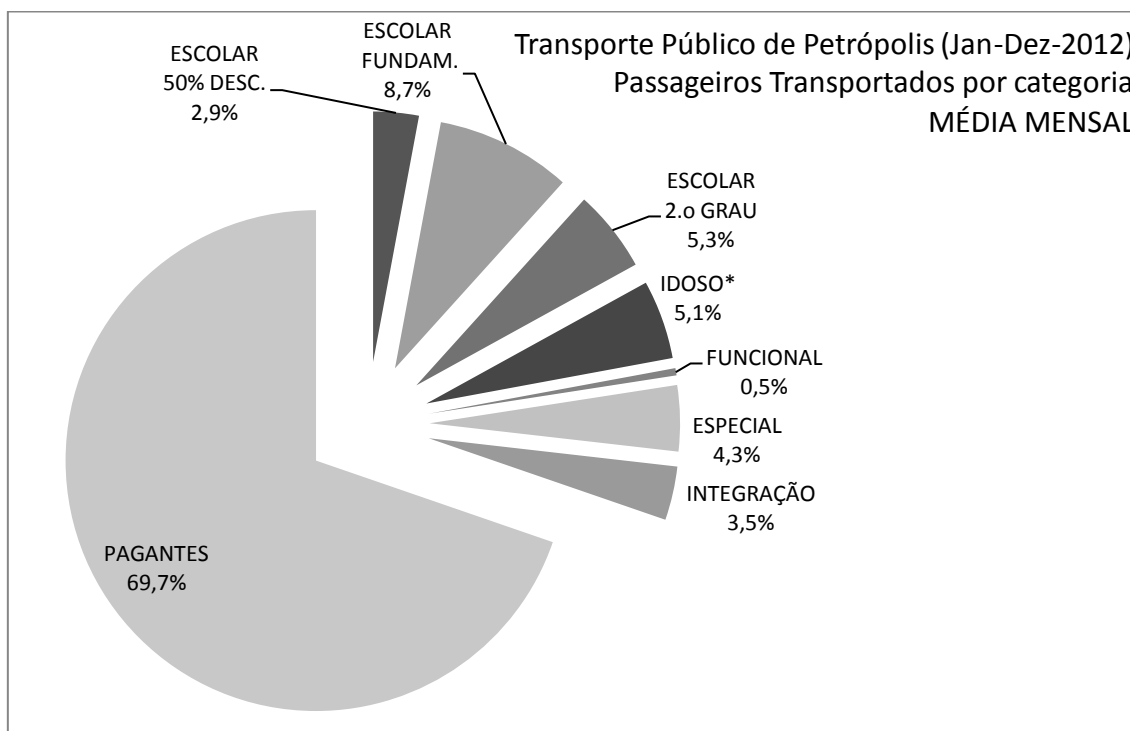


Figura 5.4: Passageiros transportados por categoria.

Fonte: Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes (CPTrans)

De acordo com dados da NTU (2010) as gratuidades no transporte público urbano estão mais concentrado na faixa entre 10% e 20% do total de usuários transportados, porém, quase um quarto dos municípios apresenta gratuidades superiores a 30% dos passageiros pagantes. Sem uma política de financiamento estabelecida, quanto maior o peso das gratuidades menor será a competitividade do setor e mais baixa a qualidade dos serviços oferecidos.

Mais recentemente os sistemas de bilhetagem automática têm possibilitado o controle eficiente das gratuidades, através das técnicas de biometria, principalmente, e os custos com descontos e gratuidades começam a ser discutido pela sociedade, o que tem levado autoridades governamentais a ressarcir-los, mesmo que parcialmente.

Um aspecto que interfere diretamente nas condições de eficiência e eficácia do serviço de transporte coletivo neste município é a infraestrutura viária, considerada precária, restrita e com baixa capacidade, e o seu desempenho, que é caracterizado pelo excesso

de veículos motorizados nas vias públicas, congestionamentos, acidentes, conflitos de trânsito, impactos ambientais, além de significativa quantidade de veículos estacionados irregularmente. Esta realidade não é diferente das condições de mobilidade urbana observadas em outras cidades do mesmo porte e mesmo nas grandes cidades e regiões metropolitanas, em que se verifica a falta de prioridade dos investimentos nos transportes públicos.

A infraestrutura viária do Município, portanto, é mais favorável à utilização do automóvel em detrimento de outros usos, como o transporte não motorizado (a pé e bicicleta) e o coletivo. Isto ocorre porque fora do centro histórico as calçadas não são apropriadas para a circulação de pedestres e, quando existem, possuem dimensões limitadas, piso irregular e obstáculos que dificultam a caminhada. A cidade não possui ciclovias ou faixas de circulação preferenciais para o uso de bicicleta. Por isso as condições atuais da infraestrutura viária e de circulação estimulam o acesso por automóveis ao centro (circulação e estacionamento) e incentivam o tráfego de passagem. Nas principais interseções de acesso ao centro histórico, para onde convergem todas as rotas do serviço de transporte por ônibus, há graves problemas de congestionamento, conflitos e acidentes de trânsito.

De acordo com SETRANSPETRO (2010), Sindicato que representa os operadores do transporte coletivo, o setor perde mercado sucessivamente para o transporte individual e a elevação sistemática da tarifa, em geral acima dos índices inflacionários, representa ao mesmo tempo uma barreira de acesso para a classe menos favorecida e um estímulo ao uso do transporte individual motorizado. Verifica-se também que a maior parte das rotas opera no sistema radial - concêntrico, com sobreposição de itinerários, trajetos ineficientes e custo crescente, segundo diagnóstico feito por COPPETEC (2007).

COPPETEC (2007) também apontou graves deficiências no sistema viário da cidade de Petrópolis em decorrência da taxa crescente de motorização. O relatório fez uma análise da relação entre a frota de veículos e a malha viária disponível. Por ser uma cidade encravada nas montanhas, a malha viária de Petrópolis não se expandiu na mesma proporção do aumento da frota, como em outras cidades com topografia mais favorável. Este relatório apontou que seriam necessários cerca de 250 km de vias para suportar toda a frota circulante da cidade naquela ocasião.

De acordo com SETRANSPETRO (2010), a operação do transporte coletivo exclusivamente em vias de tráfego misto faz com que a velocidade operacional dos ônibus, incluindo os tempos de parada para embarque e desembarque, não ultrapasse os 14 km/h, principalmente nos horários de pico. Essa realidade tem inúmeras causas, como o aumento da quantidade de veículos em circulação na cidade, as facilidades de acesso e o baixo preço dos estacionamentos e os frequentes congestionamentos, que aumenta o tempo de viagem das linhas de ônibus e provoca a ineficiência da operação, segundo aquele órgão.

Diante dessa contextualização sobre a problemática enfrentada pelo setor de transporte coletivo neste Município, surgiu a oportunidade de desenvolver e aplicar uma metodologia composta por ações integradas de planejamento de transportes e mobilidade urbana, centradas no transporte coletivo por ônibus, com a finalidade de melhorar as condições de mobilidade urbana da população local.

5.3. Análise da proposta de implantação de Terminais de Transferência

Um dos objetivos desta etapa é avaliar a viabilidade de operação dos terminais de transferência propostos e verificar se essa intervenção apresentaria resultados satisfatórios, no que se refere, principalmente, ao aspecto econômico, ou seja, se a redução da frota empregada nos serviços, da quilometragem rodada e dos custos de operação, reflete de maneira positiva na modicidade da tarifa. Outro objetivo do estudo de caso é organizar uma matriz de integração entre as rotas que serão relacionadas entre si, possibilitando a transferência do passageiro utilizando-se do sistema de bilhetagem eletrônica existente.

Utilizou-se um *software* de sistemas de informações geográficas específico para transportes (SIG-T), no qual foi construída, sobre a base geográfica das vias do município, uma rede com as rotas de ônibus que operam nas áreas de influência do estudo de caso. Optou-se pelo uso do TransCAD, sistema de informações geográficas projetado especificamente para o planejamento, gerenciamento, operação e análise das características dos sistemas de transportes, por já existir nesta base o cadastro viário da cidade. Esta base de vias do Município de Petrópolis foi fornecida pela própria Prefeitura para uso exclusivo nesta atividade acadêmica.

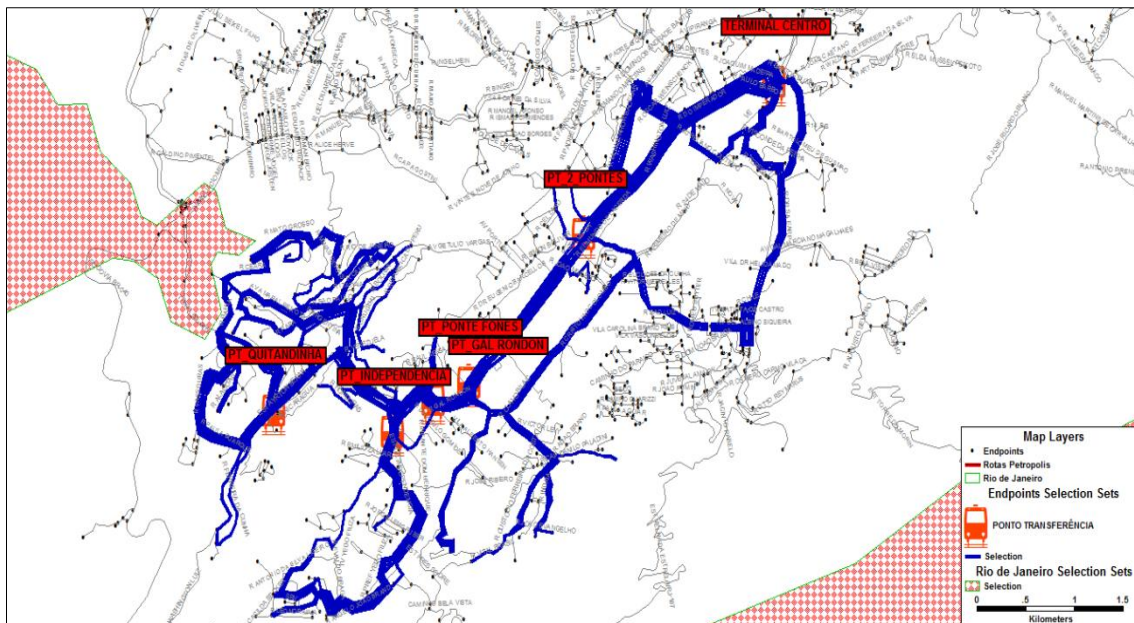


Figura 5.5: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do corredor Quitandinha

Fonte: elaboração própria.

O TransCAD possui ferramentas e procedimentos para análise e modelagem de sistemas de transportes (análise de redes, estatísticas, análise de mercado, alocação de tráfego, análise espacial, definição de rotas e programação, planejamento de transportes), embora esses recursos e técnicas não tenham sido aplicados no trabalho. Podem ser estimados e aplicados modelos de previsão como regressão múltipla e outros modelos de planejamento, como escolha discreta, gravitacional e *LOGIT*.

No TransCAD as redes podem conter milhares de linhas e zonas, limitada apenas pela capacidade de memória do computador. Em relação ao planejamento de transportes, o TransCAD possui modelos clássicos para cálculos de demanda de viagens, estima e aplica modelos de geração de viagens em qualquer escala espacial, mesmo em níveis parciais, e posteriormente, agrega os níveis de zonas, constrói zonas de análise de tráfego, faz distribuição de viagens e análise de distribuição modal (CALIPER, 1996).

A figura 5.6 apresenta o trajeto previsto para a linha do sistema tronco, que interligará os cinco terminais de transferência ao principal terminal de ônibus urbano localizado no Centro Histórico de Petrópolis.

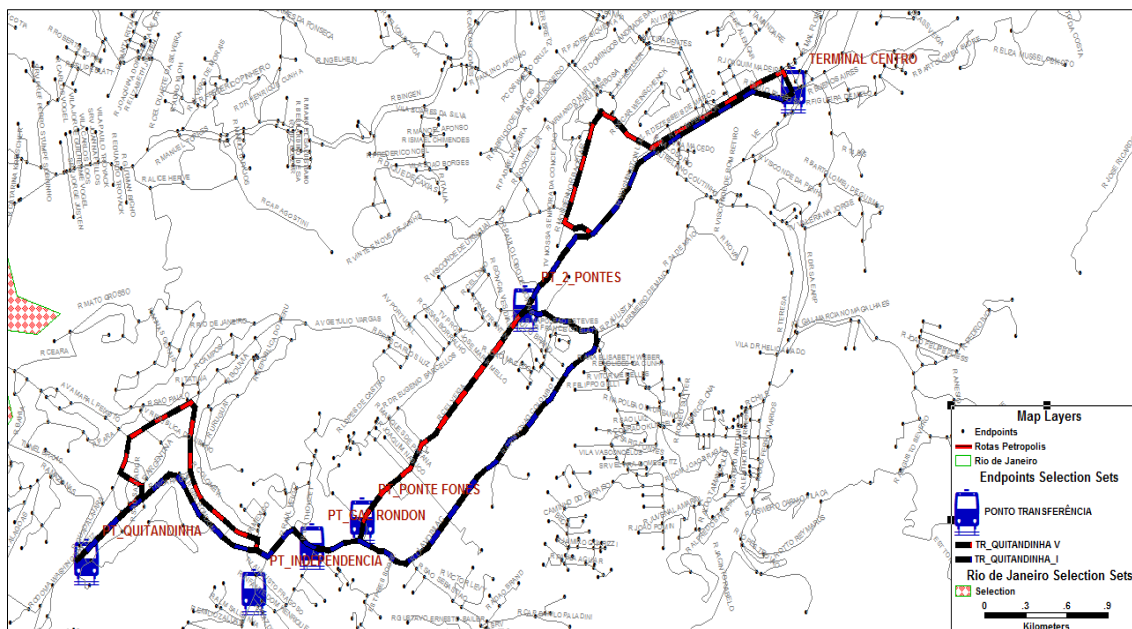


Figura 5.6: Linha Troncal Quitandinha - Centro.

Fonte: elaboração própria.

Esta linha possui 8,1km no sentido centro e 8,8km no sentido bairro. O dimensionamento da rota troncal e das rotas alimentadoras de cada terminal de transferência será realizado mais adiante, na etapa que compreende a programação operacional prevista para cada terminal.

A localização dos terminais de transferência foi proposta neste trabalho como uma hipótese, que será posteriormente testada no desenvolvimento do estudo de caso. Fez-se a escolha dos locais para instalação desses equipamentos considerando-se as características da rede de transporte local e levando-se em conta as limitações da malha urbana e os aspectos da operação dos serviços.

Esta localização dos cinco terminais de transferência foi sugerida utilizando-se as interseções mais importantes do sistema viário estrutural analisado, ou seja, nessas interseções, ocorre a distribuição das rotas de ônibus que servem aos bairros adjacentes do sistema viário principal que interliga o bairro Quitandinha ao Centro. Trata-se, portanto, de interseções em que há a difusão das linhas radiais que partem do centro da cidade e servem a esses bairros e vias locais. A transferência do passageiro entre as rotas de ônibus pode ser feita com o uso da bilhetagem eletrônica, com limite de tempo a ser estabelecido na programação da matriz de integração.

A racionalização da rede de transporte coletivo local associado às faixas exclusivas nas rotas de ligação com o centro (sistema tronco) tem por objetivo aumentar a eficiência do serviço e atrair o usuário do transporte individual para o transporte coletivo, uma vez que esse serviço passa a ter prioridade no trânsito urbano. Observou-se, inicialmente, que a operação do serviço será aperfeiçoada com a implantação dos terminais de transferência e que tanto usuários quanto operadores e órgão gestor do sistema obteriam benefícios com a nova configuração da rede. A determinação da área de abrangência de cada terminal de transferência levou em conta três premissas fundamentais:

- 1) Atender à rede de linhas situada a aproximadamente 1km de raio no entorno do terminal;
- 2) O trajeto atual da linha radial existente deveria interceptar o local previsto para instalação do terminal de transferência;
- 3) As linhas radiais agregadas a cada terminal não deveriam realizar percurso negativo, com quilometragem improdutiva, após a sua transformação em linhas de alimentação.

As figuras 5.7 a 5.16 apresentam a rede de linhas dispostas na área de influência dos cinco terminais de transferência previstos e a sua localização com referência nas vias urbanas listadas a seguir:

- 1) Avenida Ayrton Senna;
- 2) Estrada Independência;
- 3) Rua General Rondon;
- 4) Ponte Fones (Rua Coronel Veiga) e,
- 5) Duas Pontes.

Os dados utilizados para elaboração das propostas foram obtidos junto ao órgão gestor do serviço no Município, a CPTrans. As figuras indicam uma sugestão para o possível local de implantação dos terminais de transferência, não sendo verificado através deste trabalho o detalhamento e as especificações técnicas de cada terminal, especialmente quanto aos aspectos construtivos e as interferências urbanísticas com as edificações existentes.

5.3.1. Terminal da Av. Ayrton Senna

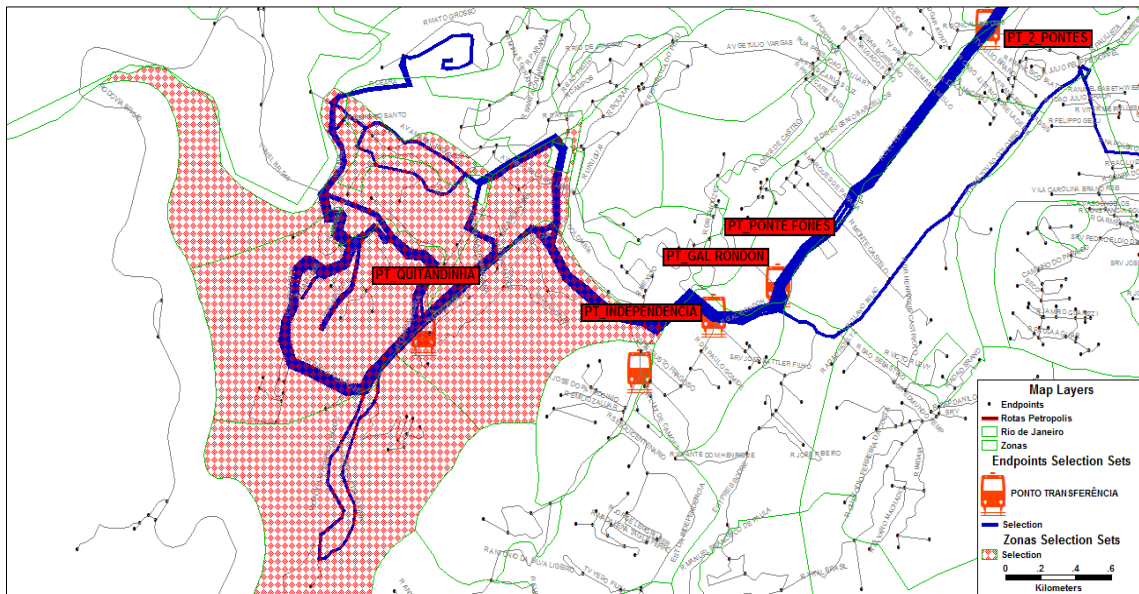


Figura 5.7: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Av. Ayrton Senna.



Figura 5.8: Terminal de Transferência Avenida Ayrton Senna.

5.3.2. Terminal da Rua Gal Rondon

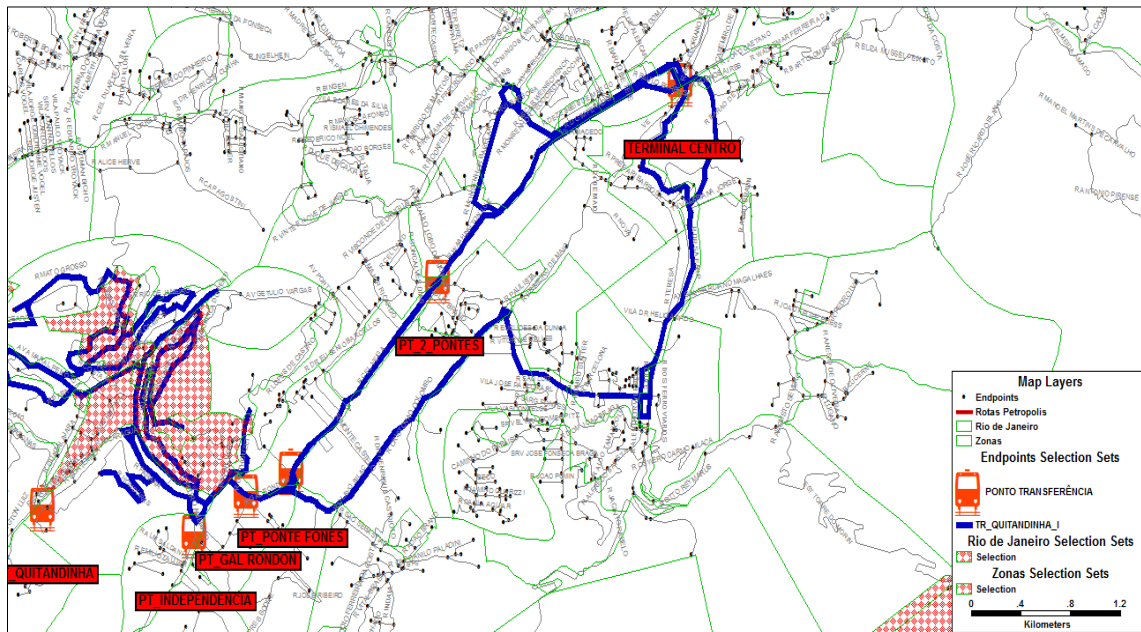


Figura 5.9: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Gal. Rondon.

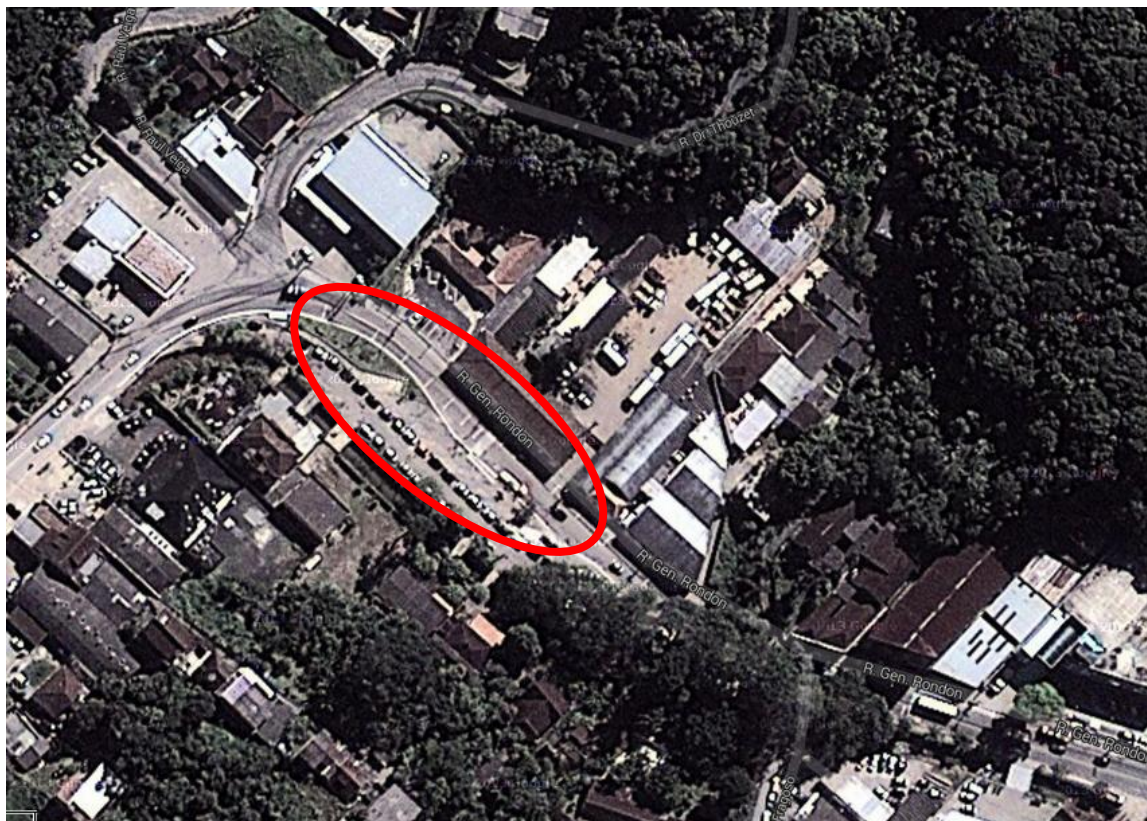


Figura 5.10: Terminal de Transferência Rua General Rondon.

5.3.3. Terminal Independência

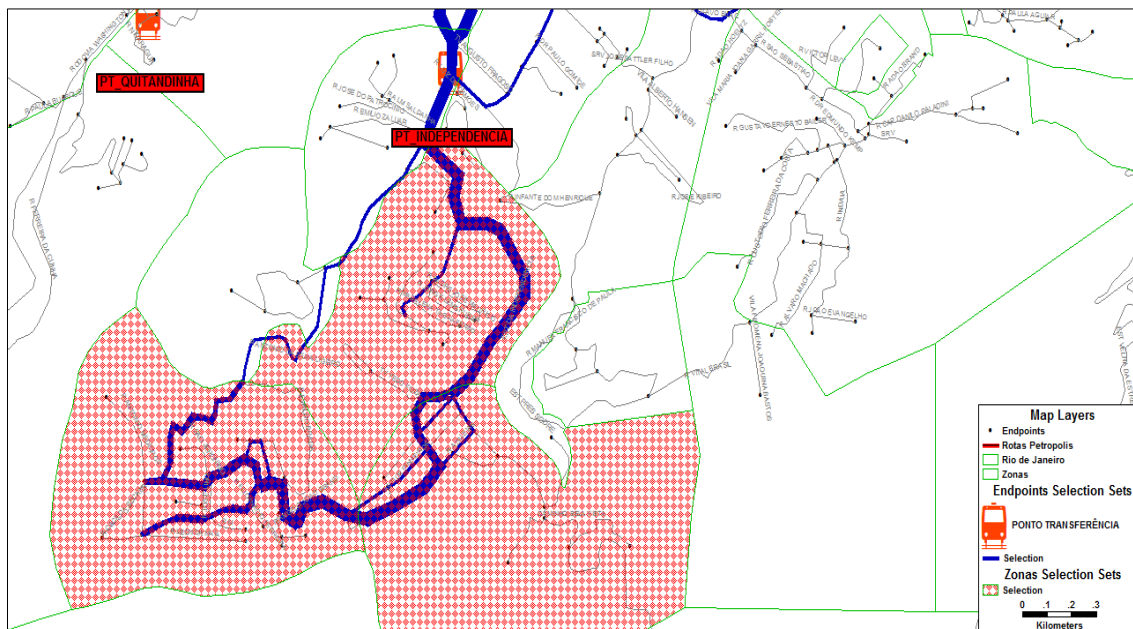


Figura 5.11: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Independência.



Figura 5.12: Terminal de Transferência Estrada Independência.

5.3.4. Terminal da Ponte Fones

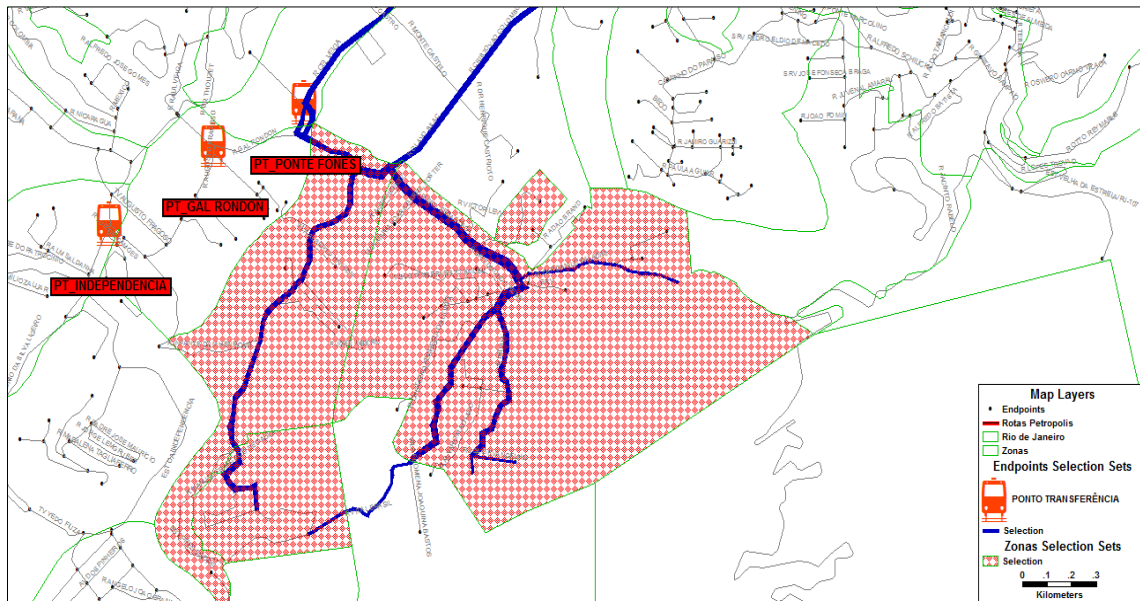


Figura 5.13: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Ponte Fones.

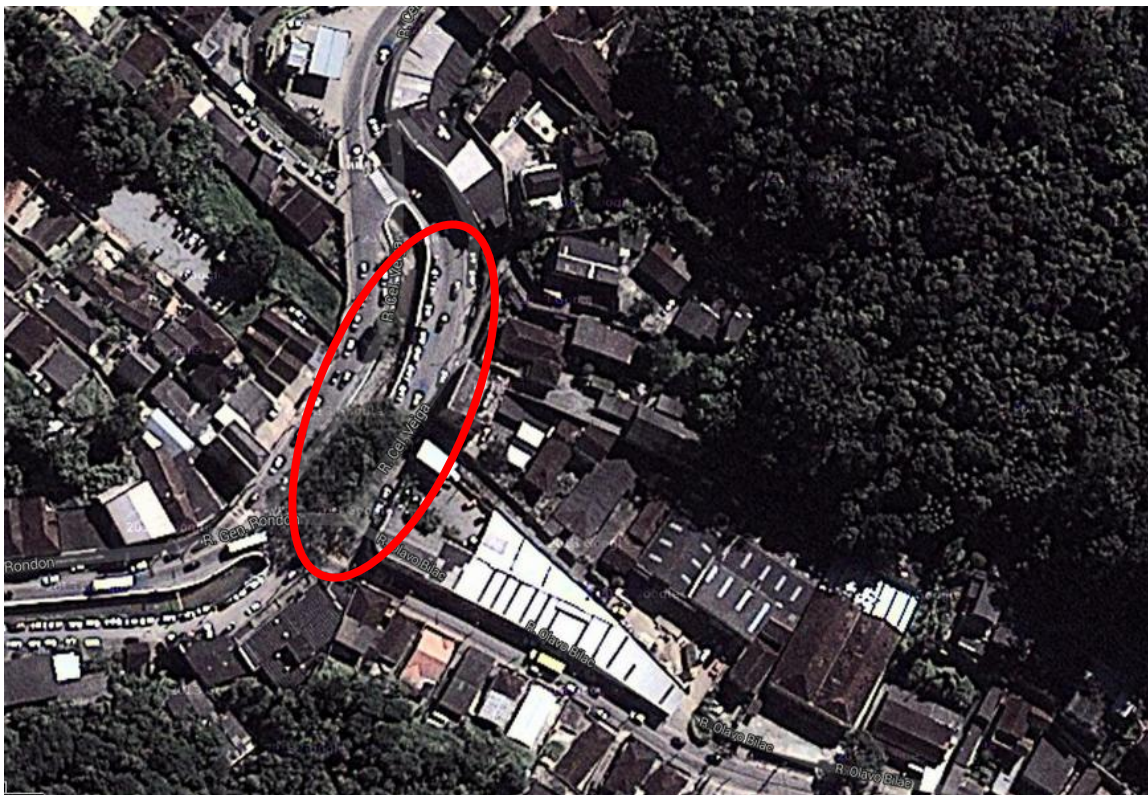


Figura 5.14: Terminal de Transferência Ponte Fones.

5.3.5. Terminal Duas Pontes

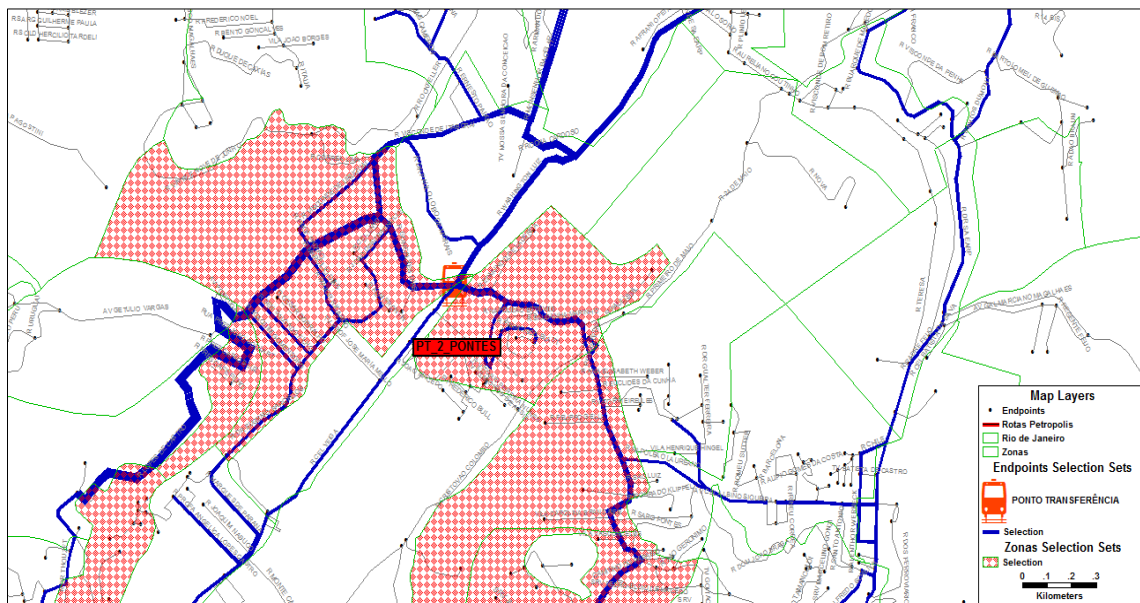


Figura 5.15: Rede de linhas de transporte coletivo na área de influência do terminal Duas Pontes.



Figura 5.16: Terminal de Transferência Duas Pontes.

5.4 – Características operacionais de cada terminal

5.4.1. Terminal da Avenida Ayrton Senna

A operação atual do conjunto de linhas da região apresenta como resultado a produção de 73,5 mil quilômetros por mês e o emprego de 10 veículos do tipo convencional. Essas linhas serão seccionadas no ponto de instalação do terminal, ou seja, o seu trajeto é dividido em duas seções: a primeira seção funciona como sistema de alimentação do terminal e a segunda seção como o sistema tronco. Deste terminal de transferência partirá uma linha do tipo Troncal, interligando este terminal, e os demais, ao Terminal Centro. A operação desta linha será elaborada após o dimensionamento das linhas alimentadoras de cada terminal de transferência.

5.4.2. Terminal da Estrada Independência

A operação atual deste conjunto de linhas de característica radial apresenta uma produção média mensal de 113,8 mil quilômetros operados e o emprego de 15 veículos do tipo convencional na frota operante nos dias úteis. Este terminal de transferência será interligado ao Terminal Centro por uma linha do tipo Troncal, que partirá do Terminal indicado no item 6.1.1. Como já citado a linha Troncal será dimensionada posteriormente considerando-se os fluxos de passageiros transportados por hora/sentido, através da rede atual de linhas radiais. Será apresentado um quadro geral, após o detalhamento da proposta de cada terminal de transferência, demonstrando assim os resultados esperados.

5.4.3. Terminal da Rua General Rondon;

Este terminal de transferência será interligado ao Terminal Centro por uma linha do tipo Troncal, exclusiva. Como já citado as linhas Troncais de todos os terminais serão dimensionadas posteriormente considerando-se os fluxos de passageiros transportados através da rede atual de linhas radiais que atende cada bairro. Com a implantação deste terminal de transferência, as linhas que servem a esta região sofrerão redução da frota operacional programada, passando de 13 para 7 veículos, e a quilometragem rodada, de

86,9 mil km/mês para 29,4 mil km/mês, o que equivale a uma economia estimada de 66,2% do custo operacional destes serviços.

5.4.4. Terminal Ponte Fones (Rua Coronel Veiga)

O ponto de origem dessas linhas está localizado a leste do terminal de transferência nos bairros/localidades conhecidos como São Sebastião e Siméria. Essas linhas serão seccionadas neste intercepto e transformadas em ligações alimentadoras, retornando aos seus respectivos pontos de origem. Do mesmo modo que nos terminais anteriores haverá uma ligação do tipo troncal interligando esse terminal e o Terminal do Centro.

5.4.5. Terminal Duas Pontes

Este terminal de transferência será interligado ao Terminal Centro por uma linha do tipo Troncal, exclusiva. Como já citado as linhas Troncais de todos os terminais serão dimensionadas posteriormente considerando-se os fluxos de passageiros transportados através da rede atual de linhas radiais que atende cada bairro. Com a implantação deste terminal de transferência, as linhas que servem a esta região sofrerão redução da frota operacional programada, passando de 13 para 7 veículos, e a quilometragem rodada, de 86,9 mil km/mês para 29,4 mil km/mês, o que equivale a uma economia estimada de 66,2% do custo operacional destes serviços.

Propõe-se que todos os terminais previstos sejam interligados ao Terminal Centro por uma linha do tipo Troncal. As linhas do sistema estrutural (tronco) de todos os terminais serão dimensionadas considerando-se os fluxos de passageiros transportados através da rede atual de linhas radiais que atende cada bairro.

A tabela 5.2 apresenta o comparativo geral de todas as alterações propostas para a oferta das linhas radiais. São 50 (cinquenta) rotas de transporte cujos trajetos serão alterados. A frota operante (67 ônibus em dias úteis) deixará de circular por vias centrais e de sobrecarregar corredores radiais. Nesta proposta de organização da rede local foi mantida a mesma tabela de partidas original, como estratégia para não reduzir a oferta de viagens existente nas extremidades de cada rota, evitando-se transtornos para a população local que poderia ser penalizada com a redução de horários.

Tabela 5.2: Comparativo do sistema alimentador – atual x proposto

SISTEMA EXISTENTE							SISTEMA PROPOSTO				
	ID	NOME	Frota			KM Total	Frota			KM Total	
	LINHA		DU	DS	DF	/mês	DU	DS	DF	/mês	
TERMINAL AYRTON SENNA	404	Duques	3	2	2	25.640	2	1	1	6.990	
	412	Quitandinha	2	1	0	7.910	0	0	0	1.344	
	422	Amazonas	1	1	1	7.539	0	0	0	0	
	437	Amazonas via Alagoas	1	1	0	7.913	0	0	0	2.112	
	465	Amazonas via Vila Ipanema	1	1	1	8.234	1	1	1	1.840	
	466	Alagoas (Via Rua C)	1	1	1	8.743	1	1	1	2.629	
	469	Espírito Santo via Amazonas	1	1	0	7.612	0	0	0	2.441	
TERMINAL INDEPENDÊNCIA	401	Independência	3	3	2	25.888	2	2	1	9.682	
	402	Taquara	2	1	1	10.125	0	0	0	2.555	
	421	Bairro Mauá	1	1	0	5.914	0	0	0	840	
	435	Independência via Cacilda Becker	2	1	1	12.236	2	1	1	4.573	
	436	Independência via Alto da Serra	1	1	1	9.491	1	1	1	2.883	
	459	Independência via Alto da Serra	1	1	0	5.789	0	0	0	1.709	
	463	Independência via Rua "O"	3	3	1	17.502	2	2	1	7.188	
TERMINAL GAL. RONDON	403	Honduras	1	1	1	7.313	1	1	1	2.532	
	405	Getúlio Vargas	1	1	0	7.444	0	0	0	2.420	
	406	Dr. Thouzet	2	2	2	13.164	1	1	1	3.081	
	423	Vila Hípica Espírito Santo	2	1	0	10.569	1	1	0	4.754	
	424	Vila Hípica Rio de Janeiro	2	2	1	20.200	2	2	1	12.175	
	425	Venezuela	1	1	1	5.956	1	1	1	2.374	
	428	Espírito Santo Rua Ceará	2	2	2	14.934	2	2	2	7.368	
	439	Dr. Thouzet via A. Serra	1	1	1	6.950	0	0	0	1.769	
	440	Rio de Janeiro via A. Serra	1	1	1	8.177	0	0	0	3.423	
	454	Rio de Janeiro via R. Friburgo	2	2	1	19.156	1	1	0	11.131	
TERMINAL PONTE FONES	407	Siméria	2	1	0	5.056	1	1	0	3.352	
	408	Vital Brasil	2	1	1	2.863	1	1	1	4.227	
	409	Olga Castrioto	1	1	0	1.849	1	1	0	1.849	
	410	Capitão Paladino	1	1	0	2.145	0	0	0	1.588	
	411	Vital Brasil via A. Serra	1	1	1	1.828	1	1	1	1.716	
	438	Siméria via A. Serra	1	1	1	1.339	1	1	1	1.812	
	443	Tancredo Neves	1	0	0	3.301	1	0	0	1.645	
	446	Siméria via Cel. Veiga	1	1	1	2.278	0	0	0	2.095	
	447	Vital Brasil via Castelânea	1	1	1	1.931	0	0	0	2.417	
	448	Olga Castrioto via Cel. Veiga	1	1	1	4.404	0	0	0	2.214	
	449	Capitão Paladino via Cel. Veiga	1	1	1	2.528	1	1	1	1.994	
	461	Olga Castrioto via A. Serra	2	2	1	4.050	1	1	1	3.696	
	204	Valparaíso via Pça Liberdade	1	1	0	6.057	0	0	0	2.737	
	205	Valparaíso	1	1	1	2.951	1	1	1	3.092	
TERMINAL DUAS PONTES	206	Valparaíso via Duas Pontes	1	1	1	4.294	1	1	0	2.640	
	208	Valparaíso - Lopes de Castro	1	0	0	2.030	0	0	0	1.104	
	209	Valparaíso via Dr. Thouzet	1	1	1	5.630	1	1	1	5.178	
	210	Valparaíso via F. Mattos	1	1	1	1.815	1	1	1	2.654	
	211	Valparaíso via Gonçalves Dias	1	1	0	1.945	0	0	0	2.727	
	212	Joaquim Gomensoro	1	1	1	2.880	1	1	1	1.929	
	417	Euclides da Cunha	1	0	0	3.025	0	0	0	727	
	418	Praça Catulo	1	0	0	1.106	0	0	0	704	
	426	Campinho	1	1	0	3.266	1	1	0	3.076	
	432	Vila Felipe via Duas Pontes	1	1	1	4.660	1	1	0	3.668	
	433	Sgt Boening via Duas Pontes	1	1	0	1.705	0	0	0	1.741	
	442	Comunidade do Gulf	1	1	1	719	1	1	1	1.190	
			FROTA OPERANTE:			KM TOTAL	FROTA OPERANTE:			KM TOTAL	
			67	56	36	350.053	36	33	23	159.583	
							-46,3%	-41,1%	-36,1%	-54,4%	

5.5. Proposta de Rede de Linhas Estruturais

As linhas do sistema estrutural (tronco) foram programadas para atender ao corredor e interligar todos os cinco terminais de transferência ao Terminal do Centro. Esta ligação foi dimensionada com capacidade para atender à demanda de passageiros transportados

atualmente através das linhas radiais, nos períodos críticos de cada faixa horária. Foi utilizada como referência a média de passageiros transportados em dias úteis, adotando-se o método dos períodos típicos de demanda constante (MPTDC), que foi desenvolvido por EBTU (1988).

EBTU (1988) trabalha com o termo demanda manifesta e demanda potencial. Define como demanda manifesta o número de usuários que já utilizam o sistema de transporte e demanda potencial a que reflete um possível incremento de novos usuários no sistema. Para caracterização da demanda, a EBTU (1988) sugere determinação do fluxo de passageiros, ocupação crítica, índice de renovação e fator de desequilíbrio.

Neste trabalho, os dados de demanda de usuários transportados, utilizados para dimensionamento da linha no sistema tronco, foram obtidos através do sistema de bilhetagem automática e disponibilizados pela Prefeitura. As tabelas 5.3 e 5.4 apresentam o fluxo de passageiros por hora (no período de 5h às 23h) , registrado em cada uma das rotas de transporte coletivo objeto do estudo de caso, respectivamente nos sentidos BAIRRO x CENTRO e CENTRO x BAIRRO.

Foi adotado o fator de renovação de passageiros obtido em pesquisas de sobe e desce com usuários do sistema local, dados também disponibilizados pela Prefeitura. O índice ou fator de renovação (R) é calculado pela relação entre o volume total de passageiros transportados na viagem e o volume na seção crítica (TRB, 2000). Como o volume na seção crítica nunca pode ser maior que o volume total transportado na viagem, o fator de renovação é sempre maior ou igual à unidade.

Quanto mais próximo da unidade for o valor de “R”, menor será a renovação de passageiros (rotatividade da linha), ou seja, as viagens têm praticamente o mesmo destino ou a mesma origem. Isso sugere a existência de apenas um polo de atração da demanda na faixa de influência na linha. Ao contrário, valores superiores de “R” implicam maior renovação de passageiros, o que indica a existência de mais de um polo de atração de viagens na faixa de influência da linha. Para efeito de programação de viagens, há autores que defendem a necessidade de se realizar uma pesquisa de embarque e desembarque, com a finalidade de obter a variação da ocupação do veículo

ao longo do seu itinerário, e, por conseguinte, do fator de renovação de passageiros (TANGEN (2005); MELNYK e CALANTONE (2005); TAPINOS *et al.* (2005)).

Tabela 5.3: Distribuição da demanda de usuários transportados por faixa horária no sentido CENTRO x BAIRRO.

SENTIDO: C X B																				
LNHA /																				
INTERVALO	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	TOT PASS
404	27	75	84	51	47	37	43	89	78	23	90	94	40	124	5	52	137	19	18	1133
412	0	40	23	0	10	8	0	68	0	17	17	0	75	0	52	32	0	27	0	364
422	4	58	49	0	14	30	0	47	0	24	23	0	56	0	29	0	0	0	0	334
437	0	3	13	6	0	14	0	45	25	18	0	0	0	51	0	0	27	11	9	222
465	0	6	32	6	3	0	21	8	0	10	0	29	0	76	0	30	0	42	0	263
466	6	35	0	19	6	0	13	22	0	18	0	36	68	0	29	0	22	0	0	274
469	12	0	45	46	10	0	22	48	43	0	11	0	65	0	18	23	0	0	0	343
403	4	16	26	17	5	10	12	18	0	14	5	13	31	0	18	10	8	9	0	216
405	4	0	29	7	8	0	9	19	0	16	38	33	0	60	0	16	24	0	0	263
406	2	25	26	18	13	13	46	31	23	27	56	52	69	57	32	37	80	27	13	647
423	9	44	39	16	1	0	18	14	0	10	13	33	39	56	53	14	11	31	28	429
424	17	54	83	24	57	10	19	80	15	52	43	94	0	62	51	98	82	28	0	869
425	0	54	26	0	5	8	0	17	21	12	0	25	36	0	26	0	22	15	0	267
428	53	64	140	58	0	33	42	152	49	55	46	29	108	0	18	35	31	0	0	908
439	0	42	0	15	4	4	0	62	33	27	0	24	58	0	39	41	25	0	0	374
440	0	44	0	12	15	0	31	37	0	16	35	0	51	0	47	0	12	0	0	300
454	27	56	18	40	32	34	44	21	38	37	30	20	38	42	45	19	48	38	10	637
401	8	37	82	74	36	51	69	42	52	35	62	196	51	94	87	13	101	86	0	1176
402	2	32	22	0	9	11	56	17	0	25	21	22	67	30	12	16	35	13	0	410
421	0	5	8	0	0	4	20	10	0	6	7	25	31	0	33	0	11	0	0	160
435	2	23	26	9	0	9	42	0	27	42	0	71	0	45	30	68	47	0	0	441
436	0	15	0	22	9	3	0	42	21	25	0	35	0	81	0	18	12	36	0	319
459	0	0	41	16	0	33	0	39	0	29	17	0	55	0	60	26	48	0	0	364
463	3	0	58	27	6	28	0	91	28	34	48	19	66	0	53	58	0	33	28	580
407	3	20	26	24	64	15	0	88	42	40	24	67	44	35	30	50	22	38	9	641
408	4	25	36	6	39	12	39	30	31	11	22	35	53	51	24	26	28	25	0	497
409	1	20	4	0	6	22	20	28	0	19	27	18	0	23	29	5	0	0	0	222
410	0	6	8	14	7	21	24	12	6	0	8	20	27	0	39	4	22	28	0	246
411	0	0	1	17	8	23	0	13	31	30	0	17	47	0	50	28	20	0	0	285
438	6	0	16	0	5	12	20	0	21	15	19	0	38	0	46	11	10	17	0	236
443	0	26	6	0	9	5	18	28	15	12	0	10	25	0	18	22	25	0	0	219
446	3	8	17	2	0	11	17	27	0	12	0	6	23	0	17	10	23	15	17	208
447	0	5	25	5	10	0	24	17	22	3	25	60	0	41	0	29	11	34	10	321
448	7	9	7	3	12	19	0	35	19	7	6	29	0	48	25	19	31	27	0	303
449	0	0	8	5	0	7	12	16	13	9	23	34	0	59	31	22	0	42	0	281
461	0	7	23	19	0	9	20	23	0	17	24	45	0	57	43	21	0	0	0	308
204	0	12	22	4	9	12	22	28	22	21	19	15	0	10	40	0	34	0	18	288
205	0	1	23	4	6	2	10	18	14	15	13	22	12	16	20	9	5	28	1	219
206	0	14	18	6	6	5	12	15	15	10	14	16	20	23	31	0	13	6	0	224
208	0	11	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	32	9	8	11	0	0	78
209	4	38	33	20	19	21	47	26	16	19	35	36	47	34	32	50	24	0	0	501
210	0	14	10	13	7	12	0	0	11	7	23	0	18	32	6	0	24	0	2	179
211	0	1	2	5	6	18	12	38	25	10	5	40	27	23	0	26	20	16	6	280
212	0	3	9	8	3	3	11	9	8	8	11	11	12	18	13	5	8	8	0	148
417	0	5	39	11	0	0	0	0	0	0	0	11	16	37	34	0	16	19	13	201
418	0	27	13	20	32	6	17	22	0	20	15	18	40	46	35	16	12	7	0	346
426	0	30	19	0	10	12	7	38	9	6	19	27	0	16	0	16	0	0	0	209
432	3	35	10	21	0	26	16	12	0	22	15	21	0	25	28	26	43	0	0	303
433	1	4	11	12	13	5	32	26	0	33	10	45	0	50	0	47	21	0	0	310
442	0	4	18	18	0	11	8	9	6	4	11	13	14	14	8	10	6	2	0	156

Tabela 5.4: Distribuição da demanda de usuários transportados por faixa horária no sentido BAIRRO x CENTRO.

SENTIDO: BXC																					TOT
LNHA /																					PASS
INTERVALO	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00		
404	48	147	126	133	57	46	70	151	84	165	27	127	157	40	71	49	7	85	12	1602	
412	10	63	0	20	20	0	27	0	36	19	0	50	0	23	0	10	20	0	0	298	
422	0	49	63	41	69	61	0	0	35	38	0	63	0	55	0	0	0	0	0	474	
437	26	52	42	0	9	38	33	41	0	66	0	0	68	0	0	14	36	0	10	435	
465	6	66	43	0	21	27	0	27	21	0	36	38	0	0	43	0	26	8	0	362	
466	15	76	63	0	35	30	0	61	29	0	52	0	67	0	66	0	14	0	0	508	
469	17	77	42	0	12	39	54	16	0	47	0	42	0	28	0	8	0	0	0	382	
403	19	40	24	0	21	13	8	13	10	23	0	11	48	33	0	28	6	6	0	303	
405	9	55	0	40	30	12	0	64	24	20	0	16	36	0	0	9	15	0	0	330	
406	48	81	76	66	36	67	39	31	80	22	53	35	76	7	16	45	10	14	0	802	
423	51	111	42	54	12	27	0	20	29	11	0	106	145	0	57	3	27	14	0	709	
424	27	129	73	67	67	30	111	54	54	101	13	67	62	33	21	11	27	29	0	976	
425	28	0	36	26	0	30	24	50	38	0	25	35	0	52	0	0	2	11	0	357	
428	4	77	61	29	51	24	105	48	46	72	67	58	0	77	36	58	63	0	0	876	
439	0	77	54	20	0	14	29	12	0	0	32	41	0	34	0	11	25	2	0	351	
440	0	38	27	0	42	39	0	27	38	0	25	24	0	45	0	11	0	0	0	316	
454	24	51	64	75	31	40	92	32	42	26	51	68	52	51	22	60	16	15	9	821	
401	43	309	127	131	133	170	124	156	56	39	70	44	133	19	85	28	28	3	0	1698	
402	31	127	48	87	42	14	0	38	26	21	0	79	43	11	2	24	3	30	0	626	
421	0	70	30	46	25	13	32	39	18	22	29	0	48	22	0	0	3	0	0	397	
435	89	149	132	30	31	0	61	83	0	55	16	28	166	0	36	29	0	0	0	905	
436	0	67	102	34	0	19	80	67	0	57	37	0	83	0	64	13	0	30	0	653	
459	0	72	0	49	40	0	0	98	32	0	45	58	0	53	0	6	33	0	0	481	
463	60	93	85	42	57	21	115	0	109	65	33	42	105	56	0	38	29	3	0	953	
407	12	73	128	72	34	26	92	22	42	46	44	57	48	12	20	8	0	15	0	751	
408	42	85	122	93	63	48	98	55	69	34	52	58	41	33	0	34	19	7	0	953	
409	12	39	29	38	21	0	6	39	26	0	50	33	31	0	15	6	0	0	0	345	
410	7	58	45	47	29	50	68	41	13	7	6	57	42	0	10	0	7	4	0	491	
411	0	94	50	0	36	20	30	28	0	33	11	34	0	51	14	0	7	0	0	408	
438	27	49	0	48	44	31	0	70	10	0	11	52	0	31	13	3	0	9	0	398	
443	40	0	34	17	19	0	19	52	19	12	13	25	0	40	0	12	13	0	0	315	
446	6	67	47	30	23	0	18	31	25	63	0	0	27	13	0	3	4	4	3	364	
447	4	41	59	40	29	12	14	46	0	25	15	54	65	0	16	5	8	9	0	442	
448	15	53	43	26	26	18	23	0	45	30	26	28	34	0	19	5	11	11	0	413	
449	64	0	48	40	0	18	37	30	0	21	23	22	56	0	47	3	7	3	0	419	
461	19	46	0	40	25	0	21	26	12	0	25	26	43	0	27	7	0	0	0	317	
204	11	52	8	13	20	25	46	21	29	25	11	31	16	39	3	16	6	4	0	376	
205	8	26	23	24	8	4	17	25	15	17	16	27	15	33	19	17	0	2	0	296	
206	0	32	33	34	9	17	9	58	0	26	6	30	29	15	5	0	6	5	4	318	
208	0	19	7	4	5	0	0	0	0	0	0	0	25	0	7	0	2	0	0	69	
209	20	124	68	76	66	33	43	37	40	51	24	75	34	26	22	6	0	0	0	745	
210	3	23	15	28	9	0	0	15	6	26	6	6	22	0	4	0	2	8	0	173	
211	0	37	43	24	30	22	50	0	52	22	0	29	34	31	16	0	5	0	1	396	
212	0	28	11	20	11	25	16	19	10	14	10	19	4	0	18	9	3	0	0	217	
417	0	47	13	25	23	0	0	0	0	0	0	5	10	28	0	2	0	4	3	160	
418	17	35	57	24	14	11	16	33	18	9	7	4	38	0	13	4	2	10	0	312	
426	26	45	45	26	12	3	19	19	22	0	7	12	39	0	6	0	0	0	0	281	
432	7	54	53	40	29	21	27	46	26	45	34	0	5	0	22	7	9	0	0	425	
433	17	64	60	57	21	25	39	59	30	29	34	29	40	0	17	6	6	0	0	533	
442	13	0	19	13	0	12	12	16	16	9	13	16	9	11	5	0	6	3	0	173	

Como já citado, os terminais de transferência serão implantados próximos ao eixo do corredor principal e as linhas do sistema tronco que partem da extremidade deste corredor atenderão também aos terminais seguintes. Em contrapartida, serão criadas cinco linhas troncais, com frota operante prevista de 21 veículos nos dias úteis, 16 em dias de sábados e 11 em dias de domingos e feriados. Este dimensionamento foi feito com base nos dados da tabela 5.3 e 5.4 e são representados na tabela 5.5 e na figura 5.17, que apresentam uma previsão de operação para as cinco rotas do sistema tronco.

Tabela 5.5: Proposta de operação para as rotas do sistema tronco

ID LINHA	LIGAÇÃO TRONCAL	KM		Frota			N.º de viagens previstas			KM Total /mês
		S1	S2	DU	DS	DF	DU	DS	DF	
4.000	QUITANDINHA	7	7,9	4	3	2	64	48	32	26.460
4.001	INDEPENDÊNCIA	5,2	6,8	5	4	3	80	64	48	26.982
4.002	GAL. RONDON	4,8	5,6	5	4	3	80	64	48	23.322
4.003	PONTE FONES	4,4	5,2	4	3	2	64	48	32	16.783
4.004	DUAS PONTES	2,5	3,3	3	2	1	48	32	16	7.410
				21	16	11				100.957

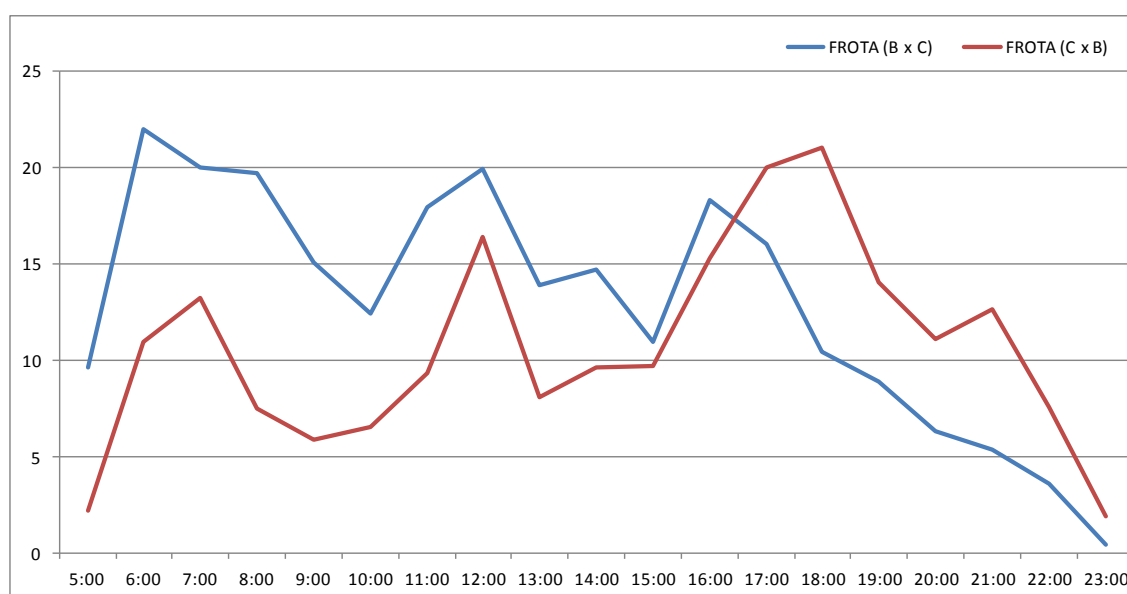


Figura 5.17: Determinação da frota total prevista para operação do sistema tronco

Considerando-se o comparativo entre a operação atual e a prevista, no aspecto da oferta dos serviços, destacam-se os seguintes resultados esperados:

- ⇒ redução da frota empregada na rede de linhas, de 67 para 57, em dias úteis;
- ⇒ redução da quantidade de quilômetros produzidos, passando de 350.053 para 260.540, o que equivale a 26% de economia no custo de operação;
- ⇒ redução da quantidade de veículos em circulação nas vias centrais, passando de 67 para 21 ônibus/hora/sentido, o que corresponde exclusivamente às linhas do sistema tronco;

5.6. Elaboração da Matriz de Integração

Essa parte do trabalho está centrada na definição das diretrizes gerais para a implantação da integração tarifária temporal, através da elaboração da matriz de relacionamento entre as rotas que serão agregadas a cada terminal. Optou-se pelo agrupamento das linhas por terminal para evitar a elaboração de relacionamentos individualizados entre linhas, o que levaria a ocupar mais espaço na memória dos validadores.

A Matriz de Integração é o conjunto de parâmetros armazenados na memória dos validadores eletrônicos, instalados nos coletivos, que determina quais linhas (por sentido) e sob quais condições, integram entre si. Um desses parâmetros é o tempo de integração, período contado a partir do momento em que o cartão é registrado no validador da linha de origem, até o seu registro novamente na linha de destino.

Para melhor entendimento dos procedimentos que serão abordados nesta seção do trabalho, torna-se necessário abordar os conceitos básicos de matrizes e contextualizar aspectos gerais da tecnologia de bilhetagem eletrônica adotada pelo sistema de transporte de Petrópolis, sem, contudo, explicitar detalhes que se aplicam mais ao campo de conhecimento da ciência da computação, propriamente dita. Embora todos os fabricantes e fornecedores de sistemas de bilhetagem possuam soluções disponíveis para permitir a conectividade e o relacionamento entre as rotas de transporte público, a decisão da escolha de um fornecedor depende de uma avaliação que envolve outros aspectos igualmente importantes.

Uma matriz pode ser entendida como um conjunto de MN (m multiplicado por n) números, dispostos em “M” linhas e “N” colunas, conforme o exemplo da figura:

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 9 \\ 1 & 7 & 3 \end{bmatrix}$$

Figura 5.18: Representação de matrizes

Seja uma Matriz A de ordem M x N (linha x coluna), onde um elemento genérico a_{ij} (lê-se “a” índice ij), onde (i) representa a posição do elemento “a” na linha M e (j)

representa a posição do elemento j na coluna N , a sua representa algébrica é dada pela expressão:

$$\sum_{k=1}^p a_{ij}$$

Onde k (quantidade de linhas e colunas está variando de 1 até p);

A matriz de integração relaciona as rotas de ônibus em pares, e utiliza parâmetros como o tempo e o sentido da viagem (IDA ou VOLTA) para definir os procedimentos que serão habilitados na integração entre as rotas de ônibus. Via de regra, o sentido de “IDA” é considerado do bairro para o centro e o sentido de “VOLTA”, do centro para o bairro. Dado um determinado par de rotas a ser associado, por exemplo: “X e Y”, existem quatro opções de combinação: ida de X com ida de Y, ida de X com volta de Y, volta de X com ida de Y e volta de X com volta de Y. A matriz de integração poderá permitir a integração nas quatro combinações, em três, em duas ou em uma opção apenas.

O sistema de bilhetagem da APB ProData (empresa fabricante e fornecedora dos validadores que são utilizados no sistema de transporte coletivo de Petrópolis e que detém cerca de 80% do mercado nacional) disponibiliza dois tipos de relacionamento entre rotas de transporte: 1) integração simples entre linhas e, 2) integração múltipla sequenciada com tempo renovável entre linhas e grupos de linhas.

No primeiro caso, a integração é realizada entre pares de linhas, podendo estabelecer ou não a repartição da unidade tarifária em vigor. Via de regra, o que se adota nas cidades brasileiras que implantaram a integração tarifária temporal é o seguinte: na linha de origem é deduzida uma tarifa inteira e, na segunda linha ou linha de destino é deduzida uma tarifa igual a zero. O caso da integração “múltipla sequenciada” com tempo renovável é mais complexo e exige cuidado e planejamento específicos na elaboração da matriz de integração. Porém, a implantação e operação são mais simples. Neste modelo, a cada relacionamento entre pares de linhas ou grupos de linhas é gerado um “código de integração” para representá-lo, podendo esse código ser combinado com outra linha ou grupo de linhas, o que por sua vez gerará um novo código que também poderá ser combinado, e assim sucessivamente.

Em cada combinação entre pares sequenciais deverá ser informado o tempo de conexão, representado por uma fração do tempo total para completar o deslocamento entre os pontos “A” e “B”, seja esse deslocamento utilizando duas, três ou mais linhas, conforme o roteiro escolhido pelo usuário. Tanto no caso da integração simples como no caso da integração sequenciada devem ser observados, previamente, os parâmetros e/ou restrições do modelo de integração definido (intervalo de tempo, código da rota e sentido de operação - *bairro x centro ou centro x bairro*, por exemplo).

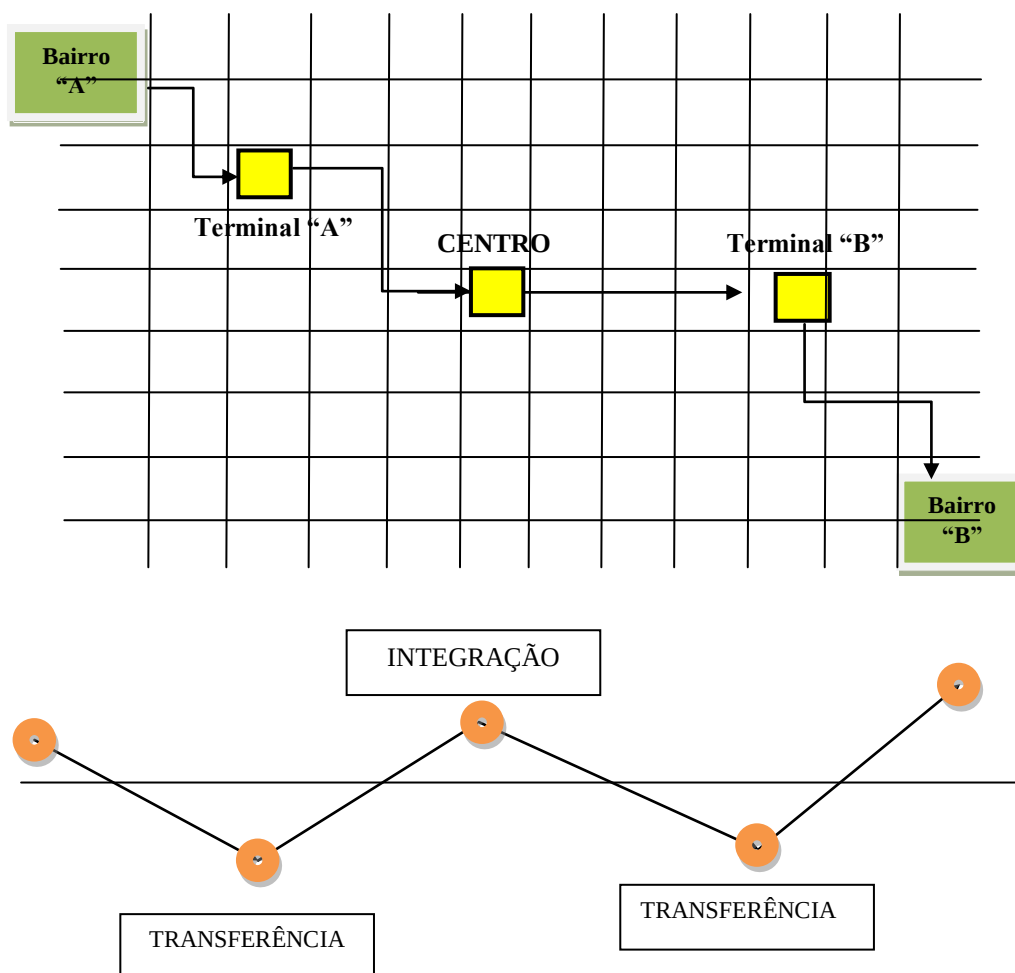


Figura 5.19: Diagrama do modelo de integração sequenciada

No esquema da integração sequenciada, representado no diagrama da Figura 5.19, são necessárias três conexões, a primeira entre a linha alimentadora e a linha troncal do terminal de origem (A), a segunda entre as linhas troncais dos bairros A e B e a terceira entre as linhas troncais e alimentadoras do terminal de destino (B). A grande vantagem da integração sequencial é a possibilidade de associar as linhas em grupos e com isso evitar muitos relacionamentos individualizados, como ocorre com a integração simples

entre pares de linhas. É possível implantar a integração tarifária temporal sem a necessidade de programação de uma matriz de relacionamento entre as rotas ou entre grupos de rotas de ônibus. Nesse caso, todas as rotas serão associadas entre si, não havendo outros critérios restritivos senão o tempo de integração.

5.6.2. Procedimento para determinação dos grupos e do tipo de conexão entre as rotas

Foram estabelecidos 05 grupos de rotas agregadas por terminal de transferência e 01 grupo para representar as rotas do sistema tronco, conforme especificado através da tabela 5.6. Os grupos de 1 a 5 representam os grupos das rotas alimentadoras e o grupo 6, as rotas do sistema tronco.

Tabela 5.6: Proposta de classificação das rotas por grupo.

	ID				ID				
	LINHA	NOME_DA_ROTA	GRUPO		LINHA	NOME_DA_ROTA	GRUPO		
TERMINAL AYRTON SENNA	404	Duques	01	TERMINAL PONTE FONES	407	Siméria	04		
	412	Quitandinha	01		408	Vital Brasil	04		
	422	Amazonas	01		409	Olga Castrioto	04		
	437	Amazonas via Alagoas	01		410	Capitão Paladino	04		
	465	Amazonas via Vila Ipanema	01		411	Vital Brasil via A. Serra	04		
	466	Alagoas (Via Rua C)	01		438	Siméria via A. Serra	04		
469	Espírito Santo via Amazonas	01	443		Tancredo Neves	04			
TERMINAL INDEPENDÊNCIA	401	Independência	02		446	Siméria via Cel. Veiga	04		
	402	Taquara	02		447	Vital Brasil via Castelânea	04		
	421	Bairro Mauá	02		448	Olga Castrioto via Cel. Veiga	04		
	435	Independência via Cacilda Becker	02		449	Capitão Paladino via Cel. Veiga	04		
	436	Independência via Alto da Serra	02		461	Olga Castrioto via A. Serra	04		
	459	Independência via Alto da Serra	02		TERMINAL DUAS PONTES	204	Valparaíso via Pça Liberdade	05	
463	Independência via Rua "O"	02	205			Valparaíso	05		
TERMINAL GAL. RONDON	403	Honduras	03			206	Valparaíso via Duas Pontes	05	
	405	Getúlio Vargas	03			208	Valparaíso - Lopes de Castro	05	
	406	Dr. Thouzet	03			209	Valparaíso via Dr. Thouzet	05	
	423	Vila Hípica Espírito Santo	03			210	Valparaíso via F. Mattos	05	
	424	Vila Hípica Rio de Janeiro	03			211	Valparaíso via Gonçalves Dias	05	
	425	Venezuela	03	212		Joaquim Gomensoro	05		
	428	Espírito Santo Rua Ceará	03	417		Euclides da Cunha	05		
	439	Dr. Thouzet via A. Serra	03	418		Praça Catulo	05		
	440	Rio de Janeiro via A. Serra	03	426		Campinho	05		
454	Rio de Janeiro via R. Friburgo	03	432	Vila Felipe via Duas Pontes		05			
SISTEMA TRONCO	TR 1	QUITANDINHA	06	433		Sgt Boening via Duas Pontes	05		
	TR 2	INDEPENDÊNCIA	06	442		Comunidade do Gulf	05		
	TR 3	GAL. RONDON	06						
	TR 4	PONTE FONES	06						
	TR 5	DUAS PONTES	06						

A tabela 5.7 apresenta o tipo de relacionamento previsto entre os grupos de rotas que serão relacionadas entre si. Como já comentado, nos municípios brasileiros a integração tarifária temporal está sujeita a restrições no uso de determinadas linhas e/ou sentido da viagem. Outra restrição é proibir a viagem de ida e volta na mesma linha. Nas cidades de porte médio verifica-se ainda que o limite de tempo para utilizar a integração tarifária

é de cerca de 60 minutos. As restrições e condições atuais do sistema de integração tarifária da cidade de Petrópolis serão mantidas neste procedimento, havendo tão somente a inclusão de novas combinações entre as rotas de ônibus que serão reorganizadas por este procedimento metodológico.

Tabela 5.7: Proposta de combinação entre grupos e rotas.

G1	TIPO	G2	TEMPO (min)	TIPO	G3	TEMPO (min)
COD GRUPO 1	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD GRUPO "N"	60
COD GRUPO 1	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD ROTA "N"	60
COD GRUPO 1	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 2	60
COD GRUPO 1	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 3	60
COD GRUPO 1	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 4	60
COD GRUPO 1	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 5	60
COD GRUPO 2	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD GRUPO "N"	60
COD GRUPO 2	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD ROTA "N"	60
COD GRUPO 2	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 1	60
COD GRUPO 2	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 3	60
COD GRUPO 2	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 4	60
COD GRUPO 2	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 5	60
COD GRUPO 3	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD GRUPO "N"	60
COD GRUPO 3	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD ROTA "N"	60
COD GRUPO 3	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 1	60
COD GRUPO 3	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 2	60
COD GRUPO 3	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 4	60
COD GRUPO 3	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 5	60
COD GRUPO 4	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD GRUPO "N"	60
COD GRUPO 4	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD ROTA "N"	60
COD GRUPO 4	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 1	60
COD GRUPO 4	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 2	60
COD GRUPO 4	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 3	60
COD GRUPO 4	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 5	60
COD GRUPO 5	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD GRUPO "N"	60
COD GRUPO 5	Transferência	COD GRUPO 6	60	Integração	COD ROTA "N"	60
COD GRUPO 5	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 1	60
COD GRUPO 5	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 2	60
COD GRUPO 5	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 3	60
COD GRUPO 5	Transferência	COD GRUPO 6	60	Transferência	COD GRUPO 4	60
COD GRUPO 6	Integração	COD GRUPO "N"	60			
COD GRUPO 6	Integração	COD ROTA "N"	60			
COD GRUPO 6	Transferência	COD GRUPO 1	60			
COD GRUPO 6	Transferência	COD GRUPO 2	60			
COD GRUPO 6	Transferência	COD GRUPO 3	60			
COD GRUPO 6	Transferência	COD GRUPO 4	60			
COD GRUPO 6	Transferência	COD GRUPO 5	60			

Onde: G1, G2 e G3 refere-se à sequência de relacionamento prevista na matriz.

OBS: Os relacionamentos em destaque são previstos para atender às conexões com os demais grupos e rotas isoladas de outras regiões do Município.

5.7. Principais resultados

Um dos resultados esperados com a implantação dos cinco terminais de transferência neste corredor de transporte é a melhoria da eficiência da rede, medida na forma da

redução da frota operante e da quilometragem mensal produzida. Esta etapa do trabalho procurou demonstrar os ganhos obtidos com a racionalização e a remodelagem da rede de transporte coletivo por ônibus em uma cidade brasileira de médio porte, utilizando como suporte a integração tarifária temporal por meio de um sistema de bilhetagem eletrônica.

Os desdobramentos a partir da intervenção proposta foram organizados em três categorias: econômico, ambiental e social. No aspecto econômico foi verificado como a medida interfere o custo do transporte para o usuário e o impacto positivo sobre a tarifa do serviço. No aspecto ambiental, foi analisada a expectativa de redução do consumo de energia e dos gastos com combustíveis. E, por fim, no aspecto social, foi avaliada a proposta de configuração da nova rede levando em conta as vantagens para o usuário se deslocar entre as rotas de ônibus utilizando-se da integração tarifária temporal, com o pagamento de apenas uma tarifa.

5.7.1. Resultados econômicos

Um resumo comparativo entre o sistema existente e o proposto é apresentado na tabela 5.8. Verifica-se que a frota operante sofre redução de 15% em dias úteis, 13% em dias de sábados e de 6% em dias de domingos e feriados. A quilometragem mensal percorrida é reduzida em 26%, passando de 350 para 260 mil km/mês. A redução da frota operante e da quilometragem produzida foi observada em todas as microrregiões.

Tabela 5.8: Resumo comparativo (sistema existente x proposto)

LIGAÇÃO TRONCAL	Frota			KM Total /mês
	DU	DS	DF	
QUITANDINHA	4	3	2	26.460
INDEPENDÊNCIA	5	4	3	26.982
GAL. RONDON	5	4	3	23.322
PONTE FONES	4	3	2	16.783
DUAS PONTES	3	2	1	7.410
	21	16	11	100.957
	FROTA OPERANTE:			KM TOTAL
TOTAL GERAL =====>	57	49	34	260.540
	15%	13%	6%	-26%

Confirmou-se a expectativa de que a frota de ônibus em circulação nas vias centrais e nos corredores radiais tenderia a ser drasticamente reduzida. Verifica-se que somente as

linhas estruturais (sistema tronco), que interligam os terminais de transferência indicados através das figuras 5.7 a 5.16 ao Terminal Centro, continuariam a circular por vias centrais.

Ainda no aspecto econômico, foi feita uma análise do impacto sobre o custo operacional da rede de linhas de ônibus que atendem à essa região. Dados oficiais sobre os custos de operação do serviço são apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9: Resumo de indicadores da Tarifa

			km rodada 350.053
IV - Calculo da Tarifa Media			
= Custo variável	1,2139	R\$	424.940,83
+ Custo Fixo	2,9654	R\$	1.038.062,37
= Sub Total	4,1794	R\$	1.463.003,20
1- (Total dos Tributos) (1-(2%+2%+2%))	0,9400		
Custo Total	4,446	R\$	1.556.386,39
+ 2% INSS	0,0889		
+ 2% Alíquota ISS	0,0889		
+ 2%Taxa Gerenciamento	0,0889		
= Custo Total	4,4461	R\$	1.556.386,39
/ I.P.K.	1,68		
= Tarifa Média (R\$)	2,65		

Fonte: Sistema de transporte coletivo de Petrópolis

Aplicando-se os resultados obtidos com base nos dados atuais da rede linhas que atende a região objeto do estudo de caso, verifica-se que o custo total estimado para aquela operação é de R\$ 1.556.386,39. Ou seja, considerando-se os indicadores oficiais de custo variável e custo fixo por km – apurados para o sistema de Petrópolis – admitindo como referência a km média rodada de 350.053km (que é a produção mensal prevista para a rede de linhas objeto da análise).

Uma simulação foi realizada considerando-se: a redução da frota em operação e a redução da quilometragem mensal produzida de 350.053km para 260.540km. Não foi considerada a expectativa de aumento da demanda de usuários pagantes. Os resultados

são mostrados na tabela 5.10 e revelam uma expectativa de redução importante da tarifa do serviço, passando de R\$ 2,65 (tarifa modal) para R\$ 1,97.

Tabela 5.10: Simulação com indicadores da tarifa

		km rodada 260.540	Diferença de Custo
IV - Calculo da Tarifa Media			
= Custo variável	1,2139	R\$ 316.278,06	-R\$ 108.662,77
+ Custo Fixo	2,9654	R\$ 772.616,63	-R\$ 265.445,74
= Sub Total	4,1794	R\$ 1.088.894,69	-R\$ 374.108,51
1- (Total dos Tributos) (1-(2%+2%+2%))	0,9400		
Custo Total	4,446	R\$ 1.158.398,61	-R\$ 397.987,77
+ 2% INSS	0,0889		
+ 2% Alíquota ISS	0,0889		
+ 2%Taxa Gerenciamento	0,0889		
= Custo Total	4,4461	R\$ 1.158.398,61	-R\$ 397.987,77
/ I.P.K.	2,26	2,26	
= Tarifa Média (R\$)	1,97	R\$ 1,97	-R\$ 0,68

Na tabela 5.10 são apresentados os resultados e os indicadores de custo admitindo-se a redução da km rodada. É verificado o impacto esperado na tarifa do serviço e um comparativo dos resultados absolutos em termos de redução do custo total. Verifica-se uma economia importante, da ordem de R\$ 400 mil/mês, que corresponde a uma redução hipotética de R\$ 0,68 (sessenta e oito) centavos no valor da tarifa modal para o usuário pagante. Esse impacto é positivo, porém relativo, pois considera somente a área objeto da intervenção proposta. Como a produção de oferta do sistema de transporte local é muito maior - corresponde a cerca de 2,4 milhões de quilômetros por mês – o resultado de uma intervenção em uma área que representa 15% do sistema será diluído.

5.7.2. Resultados ambientais

Dois aspectos merecem destaque no que se refere à questão ambiental: a redução da poluição e do consumo de energia. Segundo IPEA (2011), Os veículos movidos a diesel emitem mais CO₂ por unidade de volume ou peso de combustível em relação aos demais modais motorizados. Utilizou-se para esta análise um fator de emissão médio de

2,6 kg de CO₂ para cada litro de diesel queimado na combustão, que é o valor calculado no manual do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de 2,67 kg de CO₂/l, com dados de emissões de veículos pesados europeus que se assemelham com os veículos brasileiros (ÁLVARES, 2009, *apud* IPEA, 2011). A esse valor (2,67 kg de CO₂/l) soma-se o valor médio de 0,5 kg de CO₂ emitidos para produzir e distribuir o combustível, obtendo-se a uma taxa final de emissão em torno de 3,2 kg de CO₂/l de diesel.

Tabela 5.11: Rendimento quilométrico e emissões de CO₂ por modalidade

Modalidade	Rendimento energético km/l ou km/kWh (A)	Emissões por fonte energética kg de CO ₂ /l ou kWh (B)	Emissões quilométricas kg de CO ₂ /km (B/A)
Metrô	0,028	0,087	3,16
Ônibus	2,5	3,200	1,28
Automóvel	8,5	1,747	0,19
Motocicleta	30	2,307	0,07
Veículos Pesados	2,5	3,200	1,28

Fonte: Adaptado de IPEA (2011)

Os cálculos, considerando a expectativa de redução da quilometragem produzida pelo sistema após a integração tarifária temporal (e a remodelagem da rede) e os fatores médios de emissão dos ônibus movidos a óleo diesel indicam resultados muito satisfatórios. Tomando-se por base a metodologia desenvolvida por IPEA (2011), há uma expectativa de redução de 1,4 milhão de toneladas de CO₂ por ano, admitindo-se que 90 mil km deixarão de ser produzidos pelo sistema de transportes, por mês. De outro lado, espera-se uma redução no consumo de energia, equivalente 410 mil litros de óleo diesel/ano, o que corresponde a uma economia de R\$ 850 mil.

5.7.3. Resultados sociais

Do ponto de vista social pode se afirmar que os resultados esperados estão mais ligados ao aspecto qualitativo, como a melhor legibilidade do sistema de transportes, aumento do conforto e segurança e da regularidade da oferta, entre outros, embora seja possível medir o impacto que a integração em termos de economia para o usuário. Os dados de pesquisas de origem e destino (O/D) são úteis nesse tipo de análise e servem para

apontar, entre outros, a distribuição das viagens entre as diversas zonas, regiões ou bairros de uma área urbana.

A tabela 5.12 apresenta a distribuição percentual dos fluxos de viagens entre os diversos bairros da cidade de Petrópolis, destacando a movimentação de passageiros do bairro objeto do estudo de caso (bairro Quitandinha). Verifica-se por esta tabela que os desejos de viagens intrabairros, no caso específico do bairro Quitandinha, correspondem a 15% do total de deslocamentos. Ou seja, 15% do total de viagens originadas neste bairro possuem destino o próprio bairro. Com base nesta referência, é possível estimar o benefício social da integração tarifária temporal para o usuário da região, assim como também é possível avaliar o equilíbrio da relação receita x despesa.

Tabela 5.12: Distribuição (%) dos fluxos de viagens entre bairros.

	CENTRO	A_SERRA MORIN	QUITANDINHA	BINGEN D_SILVEIRA	MOSELA
CENTRO	9,93%	7,63%	26,04%	13,73%	
ALTO DA SERRA/MORIN	35,26%	6,46%	18,67%	12,05%	
QUITANDINHA	42,62%	9,03%	14,97%	8,60%	
BINGEN/D_SILVEIRA	42,38%	5,64%	11,86%	11,01%	
MOSELA	40,97%	5,18%	14,01%	9,08%	
CAXAMBU	28,73%	11,21%	24,45%	11,29%	
SAMAMBAIA/CASCATINHA	26,62%	10,38%	18,25%	8,26%	

Fonte: Pesquisa de Origem e Destino de viagens, disponibilizada através da Prefeitura (2007).

Uma ponderação deve ser feita com relação às gratuidades do sistema de transportes. Os dados da pesquisa de origem e destino consideraram todos os tipos de usuários, inclusive os que fazem uso de gratuidades, como idosos, estudantes e deficientes físicos, dentre outros. Portanto, 15% de movimentação de passageiros se referem à proporção de TODOS os usuários do sistema de transporte da região que possuem origem e destino no próprio bairro Quitandinha. Ocorre que os usuários de gratuidades já usufruem o direito de utilizar mais de uma linha de ônibus e não pagam por esse benefício. Por isso foram excluídos dessa proporção, na razão de 30%, que é o peso das gratuidades verificado através dos dados do sistema de bilhetagem eletrônica e já demonstrado através da figura 5.4, neste Capítulo. Tem-se então 10,5% como a

estimativa da proporção de usuários pagantes diretamente impactados com o benefício social da integração temporal (15% - 4,5%, que corresponde a 30% do total de viagens).

Evidentemente essa análise poderia ser mais aperfeiçoada, procurando identificar outros fatores que interferem na escolha do usuário quando este opta por utilizar um sistema de transporte público. Por exemplo, em se tratando de um deslocamento que depende do uso de duas rotas de ônibus, ambas localizadas em zonas distintas, mas agregadas em uma mesma região, para efeito de economia o usuário pode optar por pagar o percurso mais longo e fazer o percurso mais curto à pé. De outro modo, muitas viagens consideradas dentro de uma mesma região geográfica definida como zona de tráfego podem não depender de outras rotas. Ou seja, o usuário pode ter como destino o próprio bairro de origem, mas não necessitar do uso de outra rota para completar o seu percurso.

Neste caso, para efeito de uma análise mais conservadora, considera-se que TODAS as viagens que possuem origem e destino na própria zona dependem do uso de mais de uma rota de ônibus, e que, na hipótese de integração tarifária entre essas rotas, a redução de receita seria observada na proporção direta do fluxo de viagens, à exceção das viagens feitas por beneficiários de gratuidades.

Com isso pode-se admitir o impacto social de 10,5%, positivo em relação ao usuário do serviço, mas negativo em relação à receita do sistema. Esse fator incide como um redutor do índice de passageiros por km (I.P.K.) que é utilizado para o cálculo do custo por passageiro (tarifa).

Foi feita uma revisão da tabela 5.9, que contém uma simulação com indicadores da tarifa. Nesta simulação, apresentada a seguir através da tabela 5.13, o índice de passageiros por quilômetro (I.P.K.) sofre uma discreta redução, fruto da expectativa de diminuição da base de usuários pagantes por conta da integração tarifária temporal com isenção de pagamento na transferência para outra linha da mesma região objeto do estudo de caso (bairro Quitandinha).

Nota-se que o I.P.K. (antes calculado em 2,26) sofre uma redução para 2,02, fazendo com que a tarifa calculada inicialmente em R\$ 1,97 (tabela 5.19) altere-se para R\$ 2,20, o que corresponde a uma economia de R\$ 0,45 (quarenta e cinco centavos) frente à

tarifa atualmente praticada no Município (R\$ 2,65). Esta economia representa uma redução de 17% do custo para o usuário do serviço, que poderá se beneficiar de tarifas mais justas e adequadas à sua capacidade de pagamento.

Tabela 5.13 – Simulação com indicadores da tarifa (revisão da tabela 5.9)

			km rodada 260.540	Diferença de Custo
IV - Calculo da Tarifa Media				
Custo variável	1,2139	R\$	316.278,06	-R\$ 108.662,77
Custo Fixo	2,9654	R\$	772.616,63	-R\$ 265.445,74
Sub Total	4,1794	R\$	1.088.894,69	-R\$ 374.108,51
1- (Total dos Tributos) (1-(2%+2%+2%))	0,9400			
Custo Total	4,446	R\$	1.158.398,61	-R\$ 397.987,77
2% INSS	0,0889			
2% Alíquota ISS	0,0889			
2%Taxa Gerenciamento	0,0889			
Custo Total	4,4461	R\$	1.158.398,61	-R\$ 397.987,77
I.P.K.	2,02		2,02	
Tarifa Média (R\$)	2,20	R\$	2,20	-R\$ 0,45

Os resultados encontrados com as três vertentes de análise (econômica, ambiental e social) demonstraram que o procedimento metodológico atendeu ao objetivo definido na abordagem inicial do trabalho, ou seja, desenvolver um instrumento capaz de ser utilizado para requalificar e racionalizar uma rede de transporte existente e atender ao princípio do equilíbrio entre o impacto financeiro do benefício oferecido ao usuário (redução dos gastos com transporte) e o custo de operação do serviço, sem onerar as tarifas.

Uma análise complementar, de natureza qualitativa, foi realizada para avaliar as vantagens de associar implantação de ciclovias e estacionamentos para automóveis como medidas para agregar valor ao procedimento metodológico e incentivar a articulação do transporte público por ônibus com outros modos, principalmente o transporte não motorizado. Essas vantagens foram discutidas e apresentadas em diversos trabalhos, considerando CÂMARA (1999); RIETVELD *et al.*, 2001;

SILVEIRA (2010); PAIVA e CAMPOS (2008); MAIA *et al.* (2003); BALASSIANO (2012).

5.8. Ciclovias e bicicletários

A cidade de Petrópolis não conta com infraestrutura adequada para ciclistas, tais como ciclovias, ciclofaixas e bicicletários públicos. A proposta de estimular o uso da bicicleta como meio de transporte tem o objetivo de atrair usuários do transporte individual e criar conexões com o transporte coletivo por ônibus, através dos terminais de transferência. Em todos os cinco terminais há a previsão de espaço destinado à implantação de bicicletários.

Propõe-se o traçado da ciclovias na faixa marginal esquerda das vias arteriais, posicionada à margem do Rio Quitandinha, com a finalidade de facilitar a sua implantação utilizando-se parte do sistema viário e de passeio público já existente. As figuras 5.20 e 5.21 apresentam o traçado previsto e a configuração atual de uso do sistema viário neste corredor com a implantação da ciclovias.

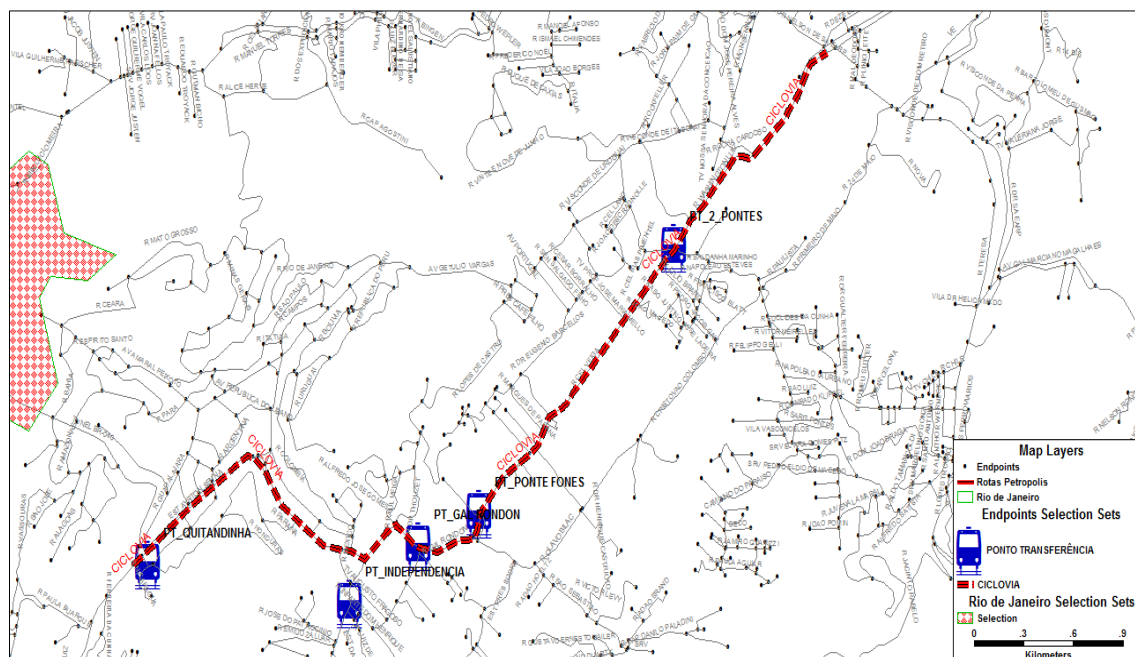


Figura 5.20: traçado da ciclovias. Fonte: elaboração própria.

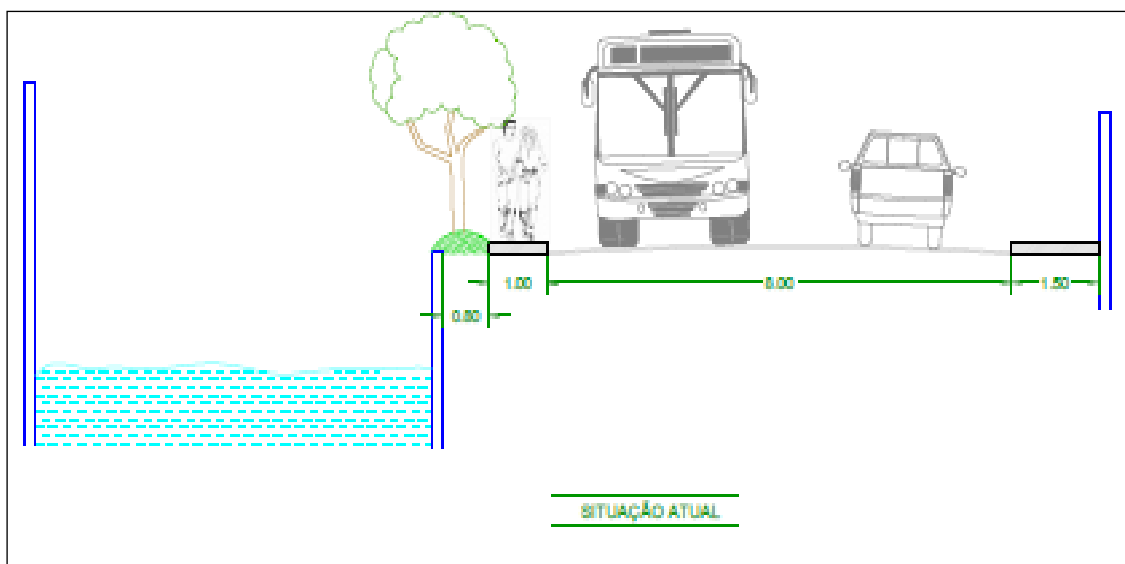


Figura 5.21: configuração atual do sistema viário.

Não foram encontrados dados sobre o uso da bicicleta como meio de transporte no Município de Petrópolis. Também não há estudos e projetos desenvolvidos pela Prefeitura que indiquem a previsão clara de investimentos nesse modo de transporte. Como já citado, a implantação de um sistema ciclovitário possui a vantagem de oferecer uma alternativa de mobilidade sustentável e a partir desta infraestrutura é possível avançar em outras ações no mesmo campo, como a implantação do conceito de bicicletas de aluguel.

As bicicletas geram economia de energia (sobretudo de combustíveis), menos poluição, mais saúde para seus usuários e menos congestionamentos de trânsito. Embora não haja estudos no Município acerca das vantagens ambientais decorrentes do uso da bicicleta, os dados e a experiência em outros países mostram que aumentar a infraestrutura para ciclistas e estimular as viagens feitas por bicicleta contribui para os programas de redução da emissão de dióxido de carbono (CO₂).

5.9. Estacionamentos para automóveis

Assim como a maior parte das cidades brasileiras, Petrópolis apresenta graves problemas com a falta de infraestrutura urbana para o estacionamento de automóveis. A oferta existente parece não ser suficiente para absorver a demanda que cresce com o aumento da frota licenciada no Município. A área central concentra a maior parte da

oferta de vagas, composta por estacionamentos privados e pelo estacionamento público, que possui 967 vagas demarcadas nas vias públicas do Município.

Esta falta de espaço disponível na área central, onde o custo do solo urbano é mais elevado, pode ser mitigada com a implantação de estacionamentos integrados aos terminais de transferência propostos para o eixo do bairro Quitandinha. Trata-se de uma medida que também tem como vantagem incentivar a utilização do transporte público e que contribui para reduzir o número de veículos circulando nas vias centrais da cidade.

Segundo PAIVA e CAMPOS (2008), a integração intermodal não é apenas uma tendência mundial, mas também, uma necessidade. Isso ocorre porque as cidades não conseguem atender toda a demanda de tráfego construindo apenas novas vias de tráfego e estacionamentos. Estas medidas além de inadmissíveis do ponto de vista econômico e ambiental, também recaem sobre o problema do espaço público cada vez mais escasso. E, de acordo com o autor, o estacionamento integrado tem sido uma opção de menor custo e mais flexível quando comparada com a construção e ampliação de vias e criação de áreas para o estacionamento de automóveis, próximas aos centros de atividades.

A cidade de Petrópolis, muito embora possua cinco terminais de integração física e operacional para o transporte coletivo por ônibus, não conta com infraestrutura para estacionamento de automóveis nas suas proximidades. A implantação de estacionamentos integrados aos terminais de transferência propostos neste trabalho tem por objetivo atrair usuários do transporte individual, levando-o a utilizar esse serviço e fazendo com que o trânsito de veículos das vias centrais seja reduzido.

Não há uma estimativa detalhada a respeito da quantidade de vagas que cada terminal de transferência poderia disponibilizar, pois isto depende de uma análise mais detalhada do perfil das atividades econômicas do entorno e da elaboração de projetos básicos, o que não se encaixa na proposta deste trabalho. Mas, admitindo-se que cada terminal tenha capacidade para absorver em seu entorno 50 vagas para automóveis, e admitindo-se uma rotatividade de 2 veículos por vaga nos dias úteis, considerando-se os cinco terminais previstos, seria o bastante para reduzir o equivalente a 500 veículos/dia que demandam por estacionamento na área central da cidade.

FARHAN (2003) e PAIVA e CAMPOS (2008) destacam que implantar o estacionamento integrado aos transportes públicos provoca um incremento da mobilidade pela redução do tempo de viagem e das tarifas e melhora o conforto e a segurança. As vantagens para os operadores estão na otimização da forma de utilizar a frota e na melhoria da velocidade operacional e, conseqüentemente, tem-se a redução de gastos e a possibilidade de acréscimo da demanda do transporte coletivo.

5.10 – Conclusões do Estudo de Caso

A aplicação do estudo de caso procurou destacar os ganhos obtidos com a aplicação do procedimento metodológico proposto por este trabalho. O primeiro ganho se refere à possibilidade de racionalização e remodelagem da rede de transporte coletivo por ônibus em uma cidade brasileira de médio porte, utilizando como a integração tarifária temporal.

Os resultados encontrados foram analisados em três dimensões (econômica - ambiental - social). Nos três casos as análises apresentaram resultados muito satisfatórios, evidenciando benefícios para usuários, o poder público e a sociedade. No aspecto econômico sobressaíram como principais vantagens: a racionalização da rede e a redução de custos operacionais. Verificou-se que a frota de ônibus em circulação nas vias centrais e nos corredores radiais tende a ser drasticamente reduzida. Somente as linhas estruturais (sistema tronco), que interligam cinco os terminais de transferência continuariam a circular por vias centrais, o que representa uma redução significativa (de 67 para 21 ônibus/hora/sentido). A quilometragem mensal percorrida é reduzida em 26%, passando de 350 para 260 mil km/mês.

No aspecto ambiental se destaca a economia de energia e a redução da emissão de gases poluentes, notadamente o CO₂, cujos resultados foram estimados utilizando-se uma referência metodológica: redução de 1,4 milhão de toneladas de CO₂ que deixaria de ser lançada no meio ambiente e o consumo de energia equivalente a 410 mil litros de óleo diesel/ano, que corresponde a uma economia de R\$ 850 mil.

No aspecto social, ficou evidenciada a economia de gastos com transporte como o principal benefício, especialmente para os usuários que dependem do uso de mais de

uma rota de ônibus, passando a fazer esse deslocamento com o pagamento de apenas uma tarifa. Estima-se que 10,5% das viagens realizadas por passageiros que pagam a tarifa seriam diretamente beneficiados com a medida, pois são os que possuem origem e destino no próprio bairro Quitandinha.

CAPÍTULO 6

6 - CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

6.1. Conclusões

Este trabalho desenvolveu um procedimento metodológico para implantação da integração tarifária temporal no sistema de transporte coletivo por ônibus, utilizando-se dos tradicionais sistemas automatizados de cobrança de tarifa (bilhetagem eletrônica). O procedimento foi utilizado como elemento de reorganização e remodelagem de uma rede de transporte local, através da implantação de terminais para transferência de passageiros, corredores exclusivos para ônibus, infraestrutura para pedestres e ciclistas e estacionamento de automóveis conectado ao transporte público.

Um estudo de caso foi desenvolvido e aplicado ao corredor de ônibus de uma cidade brasileira de médio porte, utilizando-se dados reais do sistema de transporte coletivo local. Os resultados obtidos foram analisados em três dimensões (econômica - ambiental - social), evidenciando benefícios para usuários, o poder público e a sociedade.

No contexto geral, as análises realizadas revelaram que o procedimento metodológico atendeu aos objetivos previstos, confirmando as hipóteses iniciais do trabalho. Dessa forma, verificou-se que a integração tarifária temporal pode ser utilizada como um elemento de reorganização da rede de transporte coletivo por ônibus, atendendo ao princípio do equilíbrio entre o impacto financeiro do benefício oferecido ao usuário (redução dos gastos com transporte) e o custo de operação do serviço, sem onerar as tarifas. As simulações realizadas com a estimativa de impacto sobre as tarifas demonstraram que as vantagens financeiras para o usuário podem ser compensadas com as reduções de operação, fruto da racionalização da rede e da economia com custos fixos e variáveis.

Portanto, a abordagem central do trabalho revelou que a integração tarifária pode ser adotada como uma solução para reorganizar os sistemas de transporte coletivo por ônibus, com melhor adequação dos trajetos e maior articulação da rede de linhas, sem exigir a construção de grandes estações de transbordo. O estudo de caso destacou a

possibilidade de aumento da eficiência da rede, o que ficou manifesto na redução dos quilômetros operados e da frota empregada nos serviços.

Utilizar dados reais de um sistema de transporte coletivo por ônibus foi um diferencial que permitiu o desenvolvimento de uma abordagem não restrita apenas ao campo conceitual. Foi fundamental o apoio do poder público local e dos próprios operadores através da disponibilização de dados cadastrais da rede de linhas, dados operacionais de passageiros transportados e dos mapas temáticos e outras informações que foram produzidos com o uso de um sistema de informações geográficas específico para transportes.

O trabalho também demonstrou que reorganizar o transporte coletivo por ônibus com apoio na integração tarifária temporal oferece benefícios não apenas ao usuário que depende do uso de mais de uma rota de ônibus, como também aos demais passageiros, que podem se beneficiar com a redução dos custos operacionais do serviço e com tarifas mais justas. Os resultados encontrados no estudo de caso demonstraram a possibilidade de reduzir o custo por passageiro em 17%, resultado que poderia ser transferido para a tarifa do serviço favorecendo ainda a atração de novos usuários.

No momento em que a sociedade se manifesta em favor de melhores condições de transporte (preço justo e qualidade de atendimento, entre outros atributos), reduzir os custos do transporte público e aumentar a eficiência da rede é fundamental para alcançar o nível de serviço desejado e compatível com a capacidade de pagamento do usuário.

Por fim, o procedimento proposto por este trabalho de pesquisa procura também estimular o uso dos meios não motorizados de transporte, através da complementaridade destes modos com o transporte público por ônibus, uma medida destacada na literatura como fundamental para o equilíbrio das condições de mobilidade urbana.

6.2. Discussões e Recomendações

O trabalho também procurou demonstrar que a adoção de um sistema de integração tarifária temporal pode representar muito mais do que um simples incentivo monetário ao passageiro. Trata-se de uma intervenção que pode ser adotada com a

finalidade de reorganizar uma rede de transporte coletivo e com isso favorecer uma mudança de comportamento do consumidor, levando-o a utilizar os meios de transporte público e reduzir o uso intenso do automóvel privado nos centros urbanos. Esse é um dos resultados obtidos através da experiência internacional.

O trabalho se encaixa nos objetivos dos programas de gerenciamento da mobilidade (GM), observando-se metas de sustentabilidade: *aumentar a mobilidade da população com a criação de novos serviços de transporte* (a proposta do trabalho cria um serviço diferenciado, que prioriza a interconectividade em uma rede de transporte local); *encorajar o uso de modos de transporte sustentáveis* (prioriza o transporte público e os modos não motorizados); *melhorar e ampliar a infraestrutura para os modos de transporte não motorizados* (cria facilidades para pedestres e infraestrutura para ciclistas); *reduzir o volume de tráfego de automóveis e a poluição do ar* (propõe a criação de faixas exclusivas para o transporte coletivo, o que aumenta a eficiência da rede de transporte coletivo, reduz a quilometragem percorrida e o consumo energético); *melhorar a cooperação entre os modos de transporte, incentivando a intermodalidade* (estimula a articulação entre os modos de transporte público e privado e os modos não motorizados, principalmente).

O volume de dados disponíveis através dos sistemas de bilhetagem eletrônica e da integração tarifária temporal entre as rotas de ônibus é significativo e pode ser mais bem utilizado, tanto por parte do poder público como do operador, como um poderoso instrumento de planejamento, controle e gestão do serviço. Um dos problemas mais comuns no planejamento de um sistema de transportes é a falta de dados e informações confiáveis que possam dar suporte à tomada de decisão. Esses dados, uma vez organizados em um sistema de informações gerenciais, podem ser utilizados como indicadores importantes para aperfeiçoar a qualidade da oferta de transporte público e para disponibilizar informação para o usuário do serviço. Portanto, dispor de instrumentos complementares aos sistemas de bilhetagem eletrônica, como softwares específicos para tratamento e mineração dos dados da bilhetagem eletrônica e da própria integração tarifária temporal, pode ser fundamental para o planejamento contínuo da rede.

Uma recomendação para novos estudos no campo da integração tarifária temporal é a possibilidade de adoção de bilhetes diários, semanais e mensais do transporte público, com descontos sobre o valor da tarifa simples e que permitem aos passageiros usar o transporte público independentemente de quantas transferências sejam necessárias e quantos modos diferentes sejam utilizados. Conforme demonstrado através da experiência internacional, sobretudo na Alemanha e nos EUA, trata-se de uma medida importante para estimular o uso mais intenso do serviço de transporte coletivo.

O estudo de caso destacou alguns benefícios ambientais decorrentes do uso mais racional e organizado de um sistema de transportes, o que se traduziu na eficiência operacional da rede e na economia com o consumo de energia. Portanto, uma contribuição que pode ser explorada em outros trabalhos é a medição efetiva dos ganhos ambientais decorrentes do aumento de eficiência dos sistemas de transporte coletivo por ônibus em termos de emissão de poluentes e o resultado disso para a saúde pública e a qualidade de vida nas cidades.

BIBLIOGRAFIA

ABRATE, G., PIACENZA, M., VANNONI D. (2008) - The impact of Integrated Tariff Systems on public transport demand: Evidence from Italy - *Regional Science and Urban Economics* 39 (2009) p. 120–127.

ADELI, H. (2002) - Sustainable infrastructure systems and environmentally-conscious design—A view for the next decade, *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, 16(4), 1–4.

ADELI, H. (2009) - Vision for civil and environmental engineering departments in the 21st Century, *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 135(1), 1–3.

AKINYEMI, E. & ZUIDGEEST, M. (2002) - Managing transportation infrastructure for sustainable development, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 17(3), 148–63.

AKIN, D., (2006) - A model for estimating increased ridership due to the integration of two urban transit models: case study of Istanbul's metro and bus/minibus transit systems. In: Paper Presented at the Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC.

ÁLVARES JR., O. M.; LINKE, R. R. A. (2001) - Metodologia simplificada para cálculo das emissões de gases de efeito estufa de frotas de veículos no Brasil. São Paulo: CETESB.

ANDOLFATO, D. M. (2005) *Racionalização do Transporte Público Coletivo da Cidade de Jaú*, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos-USP, São Paulo-SP.

ÂNGELO, C. V.; BINS ELY, V. H. M.; BUENO, A. P.; LUDVIG, C. de A.; TREZUB, D. - *Sintaxe Espacial e o Sistema de Transporte Integrado na Ilha de Santa Catarina*. Disponível na internet através do endereço: <http://cuminca.des.scix.net/data/works/att/32a8.content.pdf>.

ARRUDA, J.B.F. (1998) “Valor do Tempo de Viagem para Avaliação de Projetos de Transportes no Brasil: um Estudo Crítico-comparativo”. In: *Transporte em Transformação – Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT Produção Acadêmica 1996*. Makron Books e Confederação Nacional do Transporte, pp. 52 – 71;

Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP (2012). *Sistemas Inteligentes de Transportes. Séries Cadernos Técnicos – Volume 8*.

Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP (2010). *Sistema de Informações da Mobilidade Urbana – Relatório Comparativo 2003-2009*. Brasília-DF.

Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP (2007). *Integração nos transportes públicos*, volume 5.

Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP (1999). Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 21 - 1999 - 1º trimestre.

Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP (1996). Integração de Transporte Público Urbano. Manual 9 da Série Gerenciamento de Transporte Público Urbano – Instruções Básicas. Associação Nacional do Transporte Público.

ARAGON, F. R. C.; LEAL, J. E. (2003) - Alocação de fluxos de passageiros em uma rede de transporte público de grande porte formulado como um problema de inequações variacionais. Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 235-264, 2003.

ASAKURA, Y., IRYO, T., NAKAJIMA, Y., KUSAKABE, T., TAKAGI, Y., KASHIWADANI, M.: BEHAVIOURAL (2008) - Analysis of railway passengers using smart card data. In: Proceedings of the Urban Transport, Malta, pp. 599–608.

BAGCHI, M., WHITE, P.R. (2005) - The potential of public transport smart card data. Transport Policy 12 (5), p. 464-472.

BALASSIANO, R. (2012) – Mobilidade Urbana no Âmbito da Economia Verde. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Coleção de Estudos sobre Diretrizes para uma economia verde no Brasil, BNDES.

BALASSIANO R. (2004) – Um Procedimento Metodológico para Priorização de Intervenções de Gerenciamento da Mobilidade. Revista CETRAMA.

BALASSIANO, R. e REAL, M. V. (2001) - Identificação de Prioridades para Adoção de Estratégias de Gerenciamento da Mobilidade: O Caso do Rio de Janeiro. In XV Congresso da ANPET, Campinas, Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2001, (2), 273- 282, ANPET, Rio de Janeiro.

BARRA, R. A. (2011) – O Impacto do Transbordo em Sistemas Integrados de Transporte Coletivo por Ônibus: uma análise qualitativa e quantitativa no município de Belo Horizonte. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Geotecnia e Transportes, UFMG, Belo Horizonte-MG.

BARRY, J. J., NEWHOUSER, R., RAHBEE, A., and SAYEDA, S. (2002) - Origin and destination estimation in New York City with automated fare system data. Transportation Research Record, 1817, 183–187.

BATISTA FILHO, J (2002) Alternativas de Redes Multimodais para o Transporte Público da Zona Oeste da Região Metropolitana de Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

BMVBS (2004) – Mobility at in Deutschland (Mobility in Germany Survey). German Federal Ministry of Transportation and Urban Development, Bonn.

BONNEAU, W. (2002). The role of smart cards in mass transit systems. Card Technology Today, 14(6), 10.

BRÖCKER, J., CAPELLO, R., LUNDQVIST, L., MEYER, J., RouWendal, J., SCHNEEKLOTH, N., SPAIRANI, A., SPANGENBERG, M., SPIEKERMANN, K., VAN VUUREN, D., VICKERMAN, R. & WEGENER, M. (2004). Final Report of Action 2.1.1. of the European Spatial Planning Observatory Network (ESPON) 2000–2006. Christian-Albreschts-Universität at Kiel, Kiel, Germany.

BROWN, J., THOMPSON, G.L. (2008) - Service orientation, bus–rail service integration, and transit performance: an examination of 45 U.S. metropolitan areas. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board of the National Academies of Science* 2042, 82–89.

BUEHLER, R. e PUCHER, J. (2010) - Making public transport financially sustainable. *Transport Policy* 18 (2011) 126–138.

BUNDESREGIERUNG (1999) - Bericht Der Bundesregierung - ueber den Öffentlichen Nahverkehr in Deutschland Nach Vollendung Der Deutschen Einheit. German Federal Government, Berlin.

CAIRNS, S., SLOMAN, L., NEWSON, C., ANABLE, J., KIRKBRIDE, A., & GOODWIN, P. (2004) - Smarter choices Changing the way we travel. Chapter 6: Public transport information and marketing. London: HMSO.

CALIPER (1996) TransCAD – Transportation GIS Software-User’s Guide, Version 3.0 for Windows. Newton, Ma, Caliper Corporation.

CAMAGNI, Roberto; GIBELLI, Maria; RIGAMONTI, Paolo (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological economics* 40:199-216.

CÂMARA, P. (1999) - O potencial da bicicleta como modalidade de transporte e como meio de promover saúde. Congresso da ABRAMET, Rio de Janeiro.

CÂMARA, P.; MACEDO, L. V. (2009) Restrição veicular e qualidade de vida: o pedágio urbano em Londres e o ‘rodízio’ em São Paulo. Disponível em: <<http://nossasaopaulo.provisorio.ws/portal/files/RestricaoVeicular.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2012.

CAMPOS FILHO, C. M. (1992) – Cidades Brasileiras: seu controle ou o caos. 2ª Edição. São Paulo. Studio Nobel, 1992.

CAMPOS V. B G., CORREIA M. S. C. (2007) – Análise da Mobilidade Urbana Sustentável Utilizando Estatística Espacial. XVI Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito – ANTP, Curitiba-PR.

CAMPOS, V. B. G. (2006) Uma Visão da Mobilidade Urbana Sustentável. *Revista dos Transportes Públicos.* , v.2, p.99 - 106.

CAMPOS, V. B. G. (2005) – Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo. Anais do Pluris (1º Congresso Luso brasileiro para o planejamento urbano regional integrado sustentável), São Carlos-SP, Brasil.

- CARBAJO, J.C., (1988) - The economics of travel passes. *Journal of Transport Economics and Policy* 22, p. 153–173.
- CASTRO, M. A. G. (2006) – Gerenciamento da Mobilidade. Uma Contribuição Metodológica para a Definição de uma Política Integrada dos Transportes no Brasil. Dissertação de Mestrado, PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.
- CAVALCANTE, R. A. (2002) - Estimativa das Penalidades Associadas com os Transbordos em Sistemas Integrados de Transporte Público. Dissertação de Mestrado, PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.
- CEFTRU (2007) - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transporte. A Integração Tarifária Temporal e o Incremento da Mobilidade. UNB, Brasília-DF.
- CERVERO, R. (2005) - Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21st Century. Working Paper UCB-ITS–VWP–2005-3, UC Berkeley Center for Future Urban Transport.
- CERVERO, R. (1990) - Transit pricing research: a review and synthesis. *Transportation* 17, p. 117–139.
- CERVERO, R. (1998) *The Transit Metropolis*. Island Press, Washington, D.C.
- CIRIANNI, F., CRISALLI, U., LANNÒ, D. (2009) – Intermodality and Fare Integration for Public Transport in a Metropolitan Area. Association for European Transport and Contributors - AETC.
- COOPER, J., RYLEY, T* and SMYTH, A. (2001) - Contemporary lifestyles and the implications for sustainable development policy: Lessons from the UK's Most Car Dependent City, Belfast. *Cities*, Vol. 18, No. 2, pp. 103–113, 2001.
- COPPETEC (2007) - Assessoria à CPTrans - Petrópolis. Relatórios 1 a 5. PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ
- CORRÊA C. E. V., LIMA NETO, O. C. (2005) – Avaliação de Desempenho de Redes Metropolitanas Integradas de Transporte Público por Ônibus sob o aspecto da Eficiência. *Anais do XIX Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, ANPET, Recife*, p. 338–352.
- CHU, K.K.A., CHAPLEAU, R. (2008) - Enriching archived smart card transaction data for transit demand modeling. *Transp. Res. Rec.* 2063, 63–72.
- CROTTE, A., NOLAND, R.B., GRAHAM, D.J., (2008) - Demand estimation of metro Usage in Mexico City. In: Paper Presented at the 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC.
- CUNHA, C. A. (2005) – Relações entre Características de Linhas de Transporte Coletivo Urbano e de Áreas Urbanas. Tese de Mestrado, UNB, Brasília-DF.

CURRIE, G., PHUNG, J., 2008. Understanding links between transit ridership and auto gas prices – US and Australian evidence. In: Paper Presented at the Annual Meeting of the Transportation Research Board (2008), Washington, DC.

DARGAY, J.M., HANLY, M., (1999) - Bus Fare Elasticity's. ESRC Transport Studies Nit, University College London.

DARGAY, J.M., HANLY, M., (2002) - The demand for local bus services in England. *Journal of Transport Economics and Policy*, 36, p. 73–91.

DARGAY, J.M., PEKKARINEN, S. (1997) - Public transport pricing policy: empirical evidence of regional bus card systems in Finland. *Transportation Research Record* 1604, p.146–152.

DE RUS, G. (1990) - Public Transport Demand Elasticity's in Spain. *Journal of Transport Economics and Policy* 24, p. 189–201.

EBTU (1988) - Gerência do Sistema de Transporte Público - STPP. Módulos de Treinamento. Ministério da Habitação, Urbanismo e Meio-Ambiente. Empresa Brasileira de Transportes Urbanos, Brasília, 1988. Fascículos 1 a 8.

ETTUSA (2002) - Empresa Técnica de Transporte Urbano S.A - PMF, Prefeitura Municipal de Fortaleza. Planilha para Cálculo de Custos e Tarifa: setembro/2002, Fortaleza-CE.

FARHAN, B. (2003) - Evaluation, Modeling and Policy Assessment for park-and-ride Services as a Component of Public Transportation. The Ohio State University.

FEITELSON, E. (2002) - Introducing environmental equity considerations into the sustainable transport discourse: Issues and pitfalls, *Transportation Research D*, 7, p. 99–118.

FERREIRA, W. R. (2002) – O espaço público nas áreas centrais: a rua como referência – um estudo de caso em Uberlândia-MG. Tese de Doutorado, USP, São Paulo-SP.

FLEISHMAN, D. (2003) - Fare Policies, Structures and Technologies: Update, TCRP Report 94. Washington DC: TRB.

FITZROY, F., SMITH, I. (1999) - Season tickets and the demand for public transport. *Kiklos* 52, p.219–238.

FORNECK, M. L. (1993) - Integração para uma Discussão do Impacto do Metrô no Sistema de Transporte na RMSP. *Revista dos Transportes Público – ANTP – Ano 15*.

GÄRLING, T, Eek, D, Loukopoulos, P, Fujii, S, Johansson-Stenman, O, Kitamura, R, Pendyala, R. e Vilhelmson, B. (2003), A Conceptual Analysis of Impact of Travel Demand Management on Private Car Use. *Running Head: Impacts of Travel Demand Management. Transport Policy*, 9(1), p. 59-70.

GLAISTER, S. (2002) - UK transport policy 1997e 2001. Oxford Review of Economic Policy, 18, p.154-186.

GKRITZA, K, KARLAFTIS, M. G., MANNERING, F. L. (2010) - Estimating multimodal transit ridership with a varying fare structure Transportation Research Part A 45 (2011) p.148–160.

GRAHAMA, P. and MULLEY, C. (2010) - Public transport pre-pay tickets: Understanding passenger choice for different products. Transport Policy 19, 2012, p. 69–75.

GRAHAM-ROWE, E.; SKIPPON, S.; GARDNER, B.; ABRAHAM, C. (2011) - Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence. Transportation Research - Part A 45 (2011) 401–418.

GREENE, D. L., WEGENER, M. (1997) - Sustainable transport, Journal of Transport Geography, 5, p. 90-177.

GOODWIN, P.B., (1992) - A review of new demand elasticities with special references to short and long run effects of price charges. Journal of Transport Economics and Policy 26 (2), p. 155–170.

HANLY, M., DARGAY, J. (1999) - Bus Fare Elasticities. A Literature Review. Report to the Department of the Environment, Transport and the Regions.

HAVLICK, K. (2005) - Integrated Public Transport of the Southern Moravia Region and the City of Brno (Czech Republic). European Local Transport Information Service (ELTIS). Disponível na internet através do endereço: <http://www.eltis.org>.

HENRIQUE, C. S. (2004). Diagnóstico Espacial da Mobilidade e da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 165 fl.

HEVES, G. (2007) - Integrated public transport services in Budapest: first stage successful. European Local Transport Information Service (ELTIS). Disponível na internet através do endereço: <http://www.eltis.org>.

HENSHER, D.A. (1998) - Establishing a fare elasticity regime for urban passenger transport. Journal of Transport Economics and Policy 32, p.221–246.

HENSHER, D.A. (2008) - Assessing systematic sources of variation in public transport elasticities: some comparative warnings. Transportation Research Part A 42, p.1031–1042.

HULL, A. (2005) - Integrated transport planning in the UK: from concept to reality. Journal of Transport Geography, 13, p.318-328.

IEMA (2009) A Bicicleta e as Cidades – Como Inserir as Bicicletas na Política de Mobilidade Urbana. Instituto de Energia e Meio Ambiente, São Paulo.

IPEA (2012) – Sistema de Indicadores de Percepção Social – SIPS. Mobilidade Urbana 2ª Edição – análise preliminar dos dados coletados em 2011. Governo Federal – Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília-DF, Brasil.

IPEA (2011) - Emissões Relativas de Poluentes do Transporte Motorizado de Passageiros nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros. Texto para discussão, Brasília, abril de 2011.

IPEA (2011-b) - Infraestrutura Social e Urbana no Brasil subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas – A Mobilidade Urbana. Comunicados do IPEA Nº 94 – Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro. Brasília-DF, Brasil.

IPEA (2006) – Mobilidade Urbana, Iniquidade e Políticas Sociais. Sistema de Indicadores de Percepção Social – IPS. Políticas sociais – acompanhamento e análise, p.242-250.

Instituto de Desenvolvimento e Informação em Transporte - ITRANS (2004) Mobilidade e Pobreza (Relatório Preliminar). Brasília, 30p.

JANSSON, K., ANGELL, T. (2011), Is it possible to achieve both a simple and efficient public transport zone fare structure? Case study Oslo. Transport Policy (2012), doi:10.1016/j.tranpol.2011.07.005.

JEON, C. M., AMEKUZDI, A. A. & GUENSLER, R. L. (2008) - Sustainability assessment at the transportation planning level: Performance measures and indexes - Transportation Research Board - Annual Conference, CD-ROM, January 2008, Washington DC.

JOUMARD, R. & NICOLAS, J.-P. (2010) - Transport project assessment methodology within the framework of sustainable development, Ecological Indicators, 10, p. 42-136, March 2010.

KOPPELMAN, F.S. (1983) - Predicting transit ridership in response to transit services changes. *Journal of Transportation Engineering*, 109 (4), p. 548–564.

KRAUS, Márcia F. C., 1997, Moderação do Tráfego – Recomendações e Critérios visando sua Aplicação nas Áreas Urbanas Brasileiras. Tese de Mestrado COPPE/UFRJ – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

KUSAKABE, T., IRYO, T. e ASAKURA, Y. (2010) - Estimation method for railway passengers' train choice behavior with smart card transaction data. *Transportation* 37, p. 731–749.

LEMOES, D. S. da C. (2004) - Análise da Relação entre o Sistema de Transporte e a Exclusão Social na Cidade do Rio de Janeiro. *ENGEVISTA*, v. 6, n. 3, p. 36-53, dezembro de 2004.

LEAL, F., RUSSO, R. TREMBLAY, S. (2009) Improving North American City Centers for Pedestrians. Workshop at Walk 21NYC, More Footprints Less Carbon, New York, 6-9 October.

LEI 12.587 (2012) - Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Presidência da República, Brasil. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm>. Acessado em 17 de janeiro de 2012.

LEINBACH, T.R. (2000) Mobility in Development Context: Changing Perspectives, New Interpretations, and the Real Issues. *Journal of Transport Geography*. N.8. USA. (p.p. 1-9).

LEVINSON, H. (2003) - Bus Rapid Transit: Vol. 1. Case Studies in Bus Rapid Transit. Transit Cooperative Research Program Report 90, Transportation Research Board (http://gulliver.trb.org/publications/tcrp/tcrp_rpt_90v1.pdf).

LIANG, H. et al. (2010) - Analysis and Selection on Fare System of Urban Rail Transit. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, p. 98-101.

LINDAU, L. A. (2009) Um Novo Modelo de Transporte e de Cidade. Transporte e Mudanças Climáticas, Oficina Nacional, CNT, Brasília.

LITMAN, T. A. (2006) - Evaluating Public Transit Benefits and Costs. Best Practices Guidebook. Victoria Transport Policy Institute.

LITMAN, T. A. (2004) - Transit price elasticities and cross-elasticities. *Journal of Public Transportation* 7 (2), p. 37–58.

LIU, R., PENDYALA, R. M., POLZIN, S., 1997, “Assessment of Intermodal Transfer Penalties Using Stated Preference Data”, *Transportation Research Record*, n. 1607, pp. 74-80.

LOGITRANS (2002) – Plano de Transporte Público da Região Metropolitana de Blumenau. Relatório Final. SETERB – Prefeitura Municipal de Blumenau-SC.

LOUVIERE, J.J., HENSHER, D.A., SWAIT, J.D., 2000. Stated Choice Methods: Analysis and McAllister, D.M., 1980. Evaluation in Environmental Planning: Assessing Environmental, Social, Economic and Political Trade-Offs. The MIT Press, Cambridge.

LOPES, E., MONZÓN, A. (2010) - Integration of Sustainability Issues in Strategic Transportation Planning: A Multi-criteria Model for the Assessment of Transport Infrastructure Plans. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 25, P. 241–50.

MACÁRIO, R.; VIEGAS, J. M. (2002) A Eficácia das Políticas de Preços na Gestão da Mobilidade Urbana. *Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Natal, R.N. Artigos Científicos*, v. 1, p. 1-23.

MACKETT, R.L., EDWARDS, M. (2001) - The impact of new urban public transport systems: will the expectations be met? *Transportation Research Part A* 32 (4), p. 231–245.

MAIA, A. D. G., BRAGA, M. G. C., BALASIANO, R., FARIA, E. O. (2003) - Potencial de Uso da Bicicleta como Modo de Transporte Integrado no Município do Rio de Janeiro. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Transportes – XVII ANPET, Rio de Janeiro.

MALCZEWSKI, J. (1999), GIS and Multicriteria Decision Analysis, Wiley, New York.

MARCHESE, C. (2006) - The economic rationale for integrated tariffs in local public transport. *Annals of Regional Science* 40, p. 875–885.

MATAS, A. (2004) - Demand and revenue implications of an integrated public transport policy: the case of Madrid. *Transport Reviews*, 24, p.195–217.

MCCOLLOM, B. E. e PRATT, R. H. (2004) - Transit Pricing and Fares in Traveler Response to Transportation System Changes - TCRP Report 95. Washington DC: TRB.

MELNYK, S.A. e R.J. CALANTONE (2005) An empirical investigation of the metrics alignment process. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol.54, No.5/6, 312-324.

MILLER, H. J. (1999), Potential contributions of spatial analysis to geographical information systems for transportation (GIS-T), *Geographical Analysis*, 31, 373–99.

MILLER, M. A. et al. (2005) - Transit Service Integration Practices. A Survey of U.S. Experiences. *Transport Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2005.

MINGSHENG, W. and JIANGHONG, L. (2007) - "Research on United Ticketing System of Urban Rail Transit," *Railway Transport and Economy*, vol. 29, pp. 54-56.

MOHRING, H. (1972) - Optimization and scale economies in urban bus transportation. *American Economic Review*, 62, p.591-604.

MOST (2003) - Sustainable Urban Development in the European Union : A Framework for Action. Communication from the Commission. Disponível em: <k:\www\b4\030428\framework for action\framework for action\framework for action - english.doc>.

MOTTA, R. A. (2009) – Benefícios Ambientais em decorrência da Implantação de Sistemas de Transporte Rápido e de Alta Capacidade de Ônibus – O Caso do Transmilênio. Dissertação de Mestrado – COPPE – UFRJ – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

NABAIS, R. J. S. (2005) – Critérios e procedimentos para avaliação do potencial de integração de estações ferroviárias de passageiros – dissertação de mestrado – COPPE – UFRJ – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

NABAIS, R. J. e PORTUGAL, L. da S. (2006). Procedimento para Seção de Estações de Integração através do Conceito de Centralidade. O Caso de um Ramal Ferroviário do

Rio de Janeiro. Anais do XIV Congresso Panamericano de Engenharia de Trânsito e Transporte, PANAM, Las Palmas de Gran Canária, Ilhas Canárias – Espanha.

NAPIERALA, H (2004) – Um Modelo de Otimização de Redes Troncais de Transporte Público Urbano de Passageiros. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis-SC.

NOLAND, R. B., OH, L., (2004) The effect of infrastructure and demographic change on traffic-related fatalities and crashes: a case study of Illinois county-level data, Accident Analysis and Prevention Volume 36, pp 525-532.

NOLAND, R. B., (2003), Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends, Accident Analysis and Prevention Volume 35, pp 599-611.

JACOBSEN, A; MEIRA, R. D. S.; NODARI, C. T.; PINTO, A. B. (2006) – *Smart Growth: Sustentabilidade no Planejamento Urbano*. Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET. v. 2, pp. 605-616. Brasília, DF, Brasil.

NTU (2012) - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Pesquisa Anual Vale Transporte 2012 – Brasília-DF

NTU (2010) – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Pesquisa Anual Vale Transporte 2010 – Brasília-DF.

NTU (2009) – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Pesquisa Anual Vale Transporte 2009 – Brasília-DF.

NTU (1999) - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Integração nos Transportes Públicos – Uma Análise dos Sistemas Implantados – Brasília-DF.

ORNL (2005) - National Household Travel Survey 2001. Version 2004. U.S. Department of Energy, Oak Ridge National Laboratories OUM, T.H., WATERS II, W.G.,

YONG, J.S. (1992) - Concepts of price elasticities of transport demand and recent empirical estimates. Journal of Transport Economics and Policy 26 (2), p. 139–154.

PAIVA, M. e CAMPOS, V. B. G. (2008) – Procedimento para Implantação de Estacionamento Integrado com o Transporte Público para Automóveis e Bicicletas.

PAULLEY, N., BALCOMBE, R., MACKETT, R., TITHERIDGE, H., PRESTON, J., WARDMAN, M., SHIRES, J., WHITE, P. (2006) - The demand for public transport: the effects of fares, quality of service, income and car ownership. Transport Policy 13, p. 295–306.

PENG, Z., DUEKER, K.J., STRATHMAN, J., HOPPER, J., (1997) - A simultaneous route-level transit patronage model: demand, supply, and inter-route relationship. Transportation 24, p. 159–181.

PEREIRA, C. M. C., ARAÚJO, A. M., BALASSIANO, R. (2002) Integração de Sistemas de Transportes como Estratégia de Gerenciamento da Mobilidade. In: Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET. v. 2, pp. 313-326. Natal, RN, Brasil.

PINHEIRO Jr. J. (2004) – Um Modelo Simplificado para Avaliação do Desempenho de Estações Ferroviárias de Passageiros Metropolitanos – II Rio de Transportes – Rio de Janeiro-RJ – Brasil.

PLANMOB (2007) - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades – Governo Federal – Brasil.

PRATT, R. H., EVANS, J. E. (2004) - Bus Routing And Coverage: Traveler Response to Transportation System Changes, Chapter 10, TCRP Report 95, Transportation Research Board (www.trb.org), 2004; available at http://trb.org/publications/tcrp/tcrp_rpt_95c10.pdf.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO (2006) - Utopia ou realidades: Transporte Sustentável – Secretária de Relações Internacionais Ciclovias — disponível em: <<http://www.aulasp.prefeitura.sp.gov.br/transportesustentavel3.htm>

POTTER, S., & SKINNER, M. J. (2000) - On transport integration: a contribution to better understanding. Futures, 32, p.275-287

PRESTON, J. (2010) - What's so funny about peace, love and transport integration? Research in Transportation Economics 29 (2010) p.329-338.

PRESTON, J., (1998) - Public transport elasticities: time for a rethink? In: UTSG Conference Dublin. TSU856 Transport Studies Unit, University of Oxford.

RAIA JÚNIOR, A. A. (2000) Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

RIETVELD, P., 2000, “The accessibility of railway stations: the role of the bicycle in The Netherlands”, Transportation Research Part D, 5 – 71-75.

RODRIGUES, M. J., SOARES, B. R. (2004) - O Plano Diretor e o Sistema Integrado de Transportes de Uberlândia (MG). Caminhos de Geografia 8(13)158-174, Out/2004 - Revista on line. Disponível em: www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html. ISSN 1678-6343.

SCHOLZ, R., 2006. Woher Kommt das Geld fuer den "oepnv. Internationales Verkehrswesen 58, 222.

SCOTTISH EXECUTIVE SOCIAL RESEARCH (2004) - Integrated ticketing in Scotland - needs analysis and options. Transport Research Series, November 2004. Edinburgh.

SCHMITT R. S. (2006) – Impactos de Medidas de Gerenciamento da Mobilidade em uma área Urbana com vários polos atratores de viagens. Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET. v. 2, pp. 805-816. Brasília, DF, Brasil.

SENNA, L. A. S., AZAMBUJA, A. M. V., 1996, “Escolha Modal e Integração nos Transporte Urbanos: o Valor do Tempo de Transbordo”. Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Brasília, v. 1, p. 119-125.

SETRANSPETRO (2010) – Diagnostico Setorial do Sistema de Transporte Coletivo de Petrópolis. Relatório Técnico. Petrópolis-RJ.

SILVA, A.N, COSTA, M., MACEDO, M. (2008) “Multiples Views of Sustainable Urban Mobility: The Case of Brazil”. Transport Policy Vol.15 No.6. London. pp.350-360.

SILVEIRA, M. O. da (2010) – Mobilidade Sustentável: A Bicicleta como um meio de Transporte Integrado. Dissertação de Mestrado, PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.

SORRATINI, J. A., Da SILVA, M. (2005) - Avaliação de um Sistema Integrado de Transporte Coletivo Urbano: O caso de Uberlândia-MG, Anais do Pluris.

STRADLING, S., MEADOWS, M. L., & BEATTY, S. (2000) - Helping drivers out of their cars. Integrating transport policy and social psychology for social change. Transport Policy, 7, p.283-292.

SPIESS, H. & FLORIAN, M. (1989). Optimal strategies: A new assignment model for transit networks. Transportation Research B, 23(2), 83-102.

TACOM (2005) – A avançada tecnologia de Bilhetagem Inteligente de Belo Horizonte é um dos destaques dos Fóruns Mineiro e Nacional de Secretários e Dirigentes de Transporte Urbano e Trânsito. Disponível na internet através do endereço: <http://www.vtdireto.com.br/tacom/>.

TANGEN, S. (2005) Demystifying productivity and performance. International Journal of Productivity and Performance Management. Vol. 54, No. 1, 34-46.

TAPINOS, E.; DYSON, R.G. e MEADOWS, M. (2005) The impact of performance measurement in strategic planning. International Journal of Productivity and Performance Management. Vol. 54, No. 5/6, 370-384.

TAPESTRY, (2003) - Recommendations and Results. Deliverable 6. Annex A. Check Lists for Local Policy Makers and Practitioners. Contract no. 2000-RD 10988.

TRB - Transportation Research Board (2000). Highway Capacity Manual. National Research Council. Washington, D.C.

TRÉPANIER, M. TRANCHANT, N. & CHAPLEAU, R. (2007) - Individual Trip Destination Estimation in a Transit Smart Card Automated Fare Collection System. Journal of Intelligent Transportation Systems, 11:1, 1-14.

TRL (2004) - The Demand for Public Transit: A Practical Guide, Transportation Research Laboratory, Report TRL 593 (www.trl.co.uk); available at www.demandforpublictransport.co.uk.

UBBELS, B., DASBURG-TROMP, N. (2010) - Behavioural Responses to the Introduction of a New Travelcard in Dutch Public Transport: The Case of Amsterdam. Association for European Transport and Contributors - AETC.

VASCONCELLOS, E. A. (1996-2) Transporte Urbano, Espaço e Equidade. Editora Unidas Ltda.

VILLELA M; M. (2004) - Contribuição Metodológica para estudos de Localização de Estações de Integração Intermodal em Transporte Público Coletivo – Dissertação de mestrado – COPPE – UFRJ (mar.) – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

VUCHIC, V. R. (2005) - *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*. Wiley, ISBN: 978-0-471-63265-8, Hardcover, 664 pags.

WEGENER, M. (2001), New spatial impact models, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 3(3), 224–37.

WHITE, P., (1981) - Travel card tickets in urban public transport. *Journal of Transport Economics and Policy* 15, p. 17–34.

WRIGHT, L., HOOK, W. (2007), “Bus Rapid Transit Planning Guide”. Institute for Transportation & Development Policy. Disponível em: http://www.itdp.org/index.php/microsite/brt_planning_guide/ em julho de 2010.

XAVIER, J. C. (2006) - A nova política de mobilidade urbana no Brasil: uma mudança de paradigma. *Revista dos Transportes Públicos, ANTP*. São Paulo, v. 1, n. 111, p. 59-68, 3º trimestre.

ZHANG, X., PAULLEY, N. and HUDSON M. (2006) - A method for the design of optimal transport strategies - *Transport Policy*, vol. 13, pp. 329-338.

ZIMMERMAN, S. L. e LEVINSON, H., 2004, “Vehicle Selection for BRT: Issues and Options.” *Journal of Public Transportation*, Vol. 7, No. 1.