

THAISA PRADO RIBEIRO

**PESQUISA DE MOBILIDADE EM ÁREAS URBANAS:
Complexidade e Proposta de abordagem**

Guaratinguetá - SP
2017

THAISA PRADO RIBEIRO

Pesquisa de Mobilidade em áreas urbanas: Complexidade e proposta de abordagem

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: José Bento Ferreira

R484p	Ribeiro, Thaisa Prado Pesquisa de mobilidade em áreas urbanas / Thaisa Prado Ribeiro – Guaratinguetá, 2017. 80 f. : il. Bibliografia : f. 78-80 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017. Orientador: Prof. Dr. José Bento Ferreira 1. Planejamento urbano. 2. Transporte urbano. 3. Transportes - planejamento. I. Título
	CDU 711.4

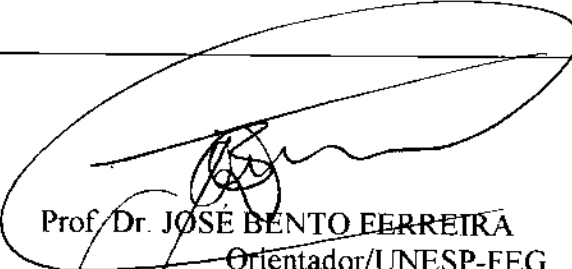
THAISA PRADO RIBEIRO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

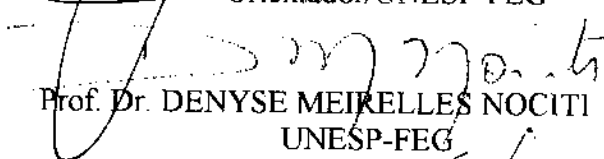
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Prof. Dr. ENOS ARNEIRO NOGUEIRA DA SILVA
Coordenador

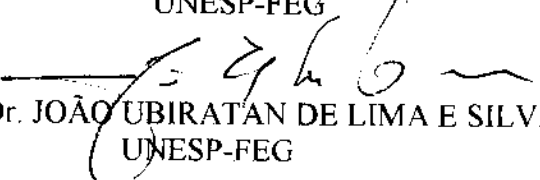
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. JOSÉ BENTO FERREIRA
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. DENYSE MEIRELLES NOCITI
UNESP-FEG



Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA E SILVA
UNESP-FEG

Março de 2017

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus e à minha família, meus pais *Max e Edilaine*, que nunca mediram esforços para me dar sempre nada a menos que o melhor, meu irmão *Thalles*, a quem eu recorro sempre que preciso de conselhos e de bom humor, ao meu orientador, *Prof. Dr. José Bento Ferreira* que foi quem sem sombra de dúvidas despertou em mim um interesse enorme e hoje uma paixão pela área de transportes, ajudou-me a direcionar meus estudos e tanto me inspira sempre, com idéias e conselhos, à UNESP que me proporcionou a oportunidade de realizar tantos sonhos.

RIBEIRO, P. T. **Pesquisa de Mobilidade em áreas urbanas: Complexidade e proposta de abordagem.** 2017. 77 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

RESUMO

Neste trabalho aborda-se o tema Pesquisa de Mobilidade em áreas urbanas a partir dos conhecimentos e estudos já existentes no Brasil à respeito da Pesquisa de Origem e Destino. Pretende-se apresentar o conceito da Pesquisa de Mobilidade, bem como demonstrar sua importância, seus usos e seu procedimento, com foco no planejamento de transportes. Ou seja, deseja-se apresentar uma ferramenta para o planejamento de transporte de médio a longo prazo baseado no estudo detalhado das demandas de transporte. Discute-se a vocação de cada modal dentro do contexto da mobilidade urbana, sua relação com a pesquisa de Origem e Destino realizada atualmente pelo DNIT, seus procedimentos, a formulação de diagnósticos e a correta interpretação de seus resultados. Por fim faz-se uma menção a importância do relacionamento deste tipo de pesquisa com outros estudos relacionados ao tema.

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa de mobilidade em áreas urbanas. Pesquisa de Origem e Destino. Planejamento de Transportes. Estudo de demanda de transporte. Transporte no Brasil. Intermodalidade. Meios de transporte. Vocação de modais. Formulação de diagnóstico. Políticas de transporte. Mobilidade.

RIBEIRO, P. T. **Mobility Research within urban areas: Complexity and proposed.** 2017. 77 f. Graduate Work (Graduate in Civil Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

ABSTRACT

In this work one approaches the theme “Mobility Research within urban areas” based on the existing knowledge and actions in Brazil concerning Origin-Destination Research. One intends to present the concept of Mobility Research, as well demonstrates its importance, its functions and how to use it, focusing on the transportation planning ideals. In other words, one wishes to present another tool that enable the planning of transports based on the detailed study of transport demand in medium and long terms. One also discusses the vocation of each mean of transport within the urban mobility context, its relation with the Origin-Destination Research currently performed by the DNIT, its procedures, the diagnostic formulation and the correct interpretation of its results. Finally one demonstrates the importance of the relationship of this research between other studies, which also concerns the theme.

KEYWORDS: Mobility research within urban areas. Origin-Destination research. Transport planning. Demand transport study. Transportation in Brazil. Intermobility. Transport modals. Vocation of means of transportation. Diagnostic formulation. Transport policies. Mobility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Investimentos na cidade de Viena, Áustria.	13
Figura 2 – Expansão da linha quatro Amarela do metrô de São Paulo.	16
Figura 3 – Etapas do processo de planejamento de transportes	17
Figura 4 – Mobilidade: transporte de bicicletas é liberado no metrô em certos vagões e horários.	21
Figura 5 - Diferença entre rotaviável e raio aéreo.	25
Figura 6 – Mobilidade urbana: benefícios	36
Figura 7 – Exemplo de resultados, Desafio Modal da Cidade de Brusque, 2014	41
Figura 8 – Formas de integração modal	43
Figura 9 – Modelos de pontos de ligação para integração entre diferentes modais	44
Figura 10 – Bicletário: uma das várias formas de se concretizar a integração modal.....	45
Figura 11 - Dispositivos mecânico para contagem.....	46
Figura 12 - Formulário para contagem de preenchimento manual.....	47
Figura 13 – Etapas para a realização da Pesquisa de Mobilidade	49
Figura 14 – Exemplo de estudo de influência de cada variável sobre a escolha do modal carro51	
Figura 15 – Exemplo de trajeto Casa-Trabalho.....	53
Figura 16 - Exemplo de Formulário para Pesquisa de Mobilidade	54
Figura 17 - Variação diária do volume de Trafego na Rodovia SP-160 em Março de 2013 ...	56
Figura 18– Exemplo de subdivisão da região de estudo em Zonas e sua respectiva Matriz de O/D	58
Figura 19 – Sequência da Coleta e Tratamento de dados.....	60
Figura 20 – Relação entre velocidade e densidade.....	65
Figura 21 – Formas de alcançar diagnóstico	67
Figura 22 – Modelagem microscópica de uma zona de cruzamento entre quatro direções, tendo uma delas um ponto de ônibus. Modelagem realizada no <i>software VISSIM</i>	75
Figura 23 – Modelagem macroscópica do fluxo entre duas zonas. Modelagem realizada no <i>software VISSIM</i>	76
Figura 24 – Estação Central de Viena, exemplo de intermodalidade: dali é possível acessar, trens interurbanos, trens com destinos internacionais, metrô, ônibus, carros e bicicletas de aluguel , taxis e o bonde.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Meios de Transporte considerados na PM em áreas urbanas	23
Tabela 2 – Classificação de vias urbanas, segundo o Código de Trânsito Brasileiro	31
Tabela 3 – Infraestrutura e sistemas necessários para operação/manutenção dos modais	35
Tabela 4 – Alcance em minutos dos modais disponíveis	39
Tabela 5 – Necessidades dos usuários	40
Tabela 6 – Influência sobre a mobilidade.....	51
Tabela 7 – Indicadores da PM	68
Tabela 8 – Caracterização da Oferta.....	69
Tabela 9 – Avaliações.....	70
Tabela 10 – Estratégias de Integração	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PM	Pesquisa de Mobilidade
VLT	Veículo leve sobre Trilhos
CET	Companhia de Engenharia de Trafego
CTB	Código de Transito Brasileiro
BRT	Bus rapid transit
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
O/D	Origem e Destino
min	Minuto
km	Quilometro
CO ₂	Dióxido de carbono
CO	Monoxido de carbono

LISTA DE SÍMBOLOS

i	representa zona de origem
j	representa zona de destino
t	representa o número de viagens entre zonas
k	modal
α	representa a constante de utilidade
β	representa a influência de uma variável sobre um modal
χ	valor da variável de influência
p	probabilidade
U	função utilidade
V	quantidade de viagens entre zonas
Σ	somatória
e	número de Euler
m	modal
f	fluxo de veículos por seção de via por unidade de tempo
d	densidade
v	velocidade
h	hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVO.....	18
3	POLÍTICAS DE TRANSPORTE.....	19
4	OS VÁRIOS ATORES DA MOBILIDADE URBANA E SUAS VOCAÇÕES	22
4.1	MODAL PEDESTRE	24
4.2	BICICLETA.....	28
4.3	CARROS	30
4.4	ÔNIBUS	32
4.5	MODAL METROFERROVIÁRIO	33
4.6	CUSTOS PARA O USUÁRIO	35
5	COMPARAÇÕES ENTRE MODAIS.....	37
6	CONECTIVIDADE ENTRE OS MODAIS.....	42
7	A PESQUISA DE ORIGEM-DESTINO E A PESQUISA DE FLUXO DE TRÁFEGO	46
8	PESQUISA DE MOBILIDADE EM REDES URBANAS	49
9	PROCEDIMENTO.....	52
10	ESTUDO DA DEMANDA E TRATAMENTO DE DADOS	60
11	FORMULAÇÃO DE DIAGNÓSTICO.....	66
12	CONSIDERAÇÕES.....	72
12.1	CONCLUSÃO.....	72
12.2	OUTROS ESTUDOS.....	75

1 INTRODUÇÃO

A ocupação das cidades, sua disposição e a distribuição das diversas estruturas que formam as cidades aliadas a uma análise fria da situação atual que diversas cidades no mundo atravessam, devido principalmente ao seu crescimento desordenado e sem planejamento direciona a atenção de todos por formas de amenizar estes problemas e tornar a estrutura urbana a mais harmônica possível, como meio de melhorar a qualidade de vida de quem vive nas cidades.

A ciência do Urbanismo trata do assunto se orientando no planejamento urbano apoiado em várias outras disciplinas para criar condições de habitação nas cidades adequadas a população. Um conceito ainda mais recente e que tem transformado o modo de gerir cidades é o do *Smart City*, que tem teor mais tecnológico e pretende utilizar a tecnologia a favor da ocupação das cidades, de modo que informação e comunicação possam trazer dinamismo e alta capacidade de inovação para facilitar a vida cotidiana. Dentro deste contexto pode-se refletir a respeito do peso que o transporte tem no dia a dia de todos, pela simples observação da quantidade de horas que se perde por dia devido a deslocamentos.

O transporte de maneira generalizada se dá devido a necessidade de locomoção de pessoas e produtos entre diferentes áreas a fim de se realizar determinadas atividades, sejam elas econômicas ou sociais. Os tipos de atividades, seus motivos e os modais pelos quais elas acontecem tem variadas razões e são definidos com base em características distintas, como: o comportamento individual das pessoas que integram um sistema de transporte, o tipo e a qualidade da oferta de transporte numa determinada região, as funções desta região, questões de acessibilidade (facilidade para alcançar destinos e atividades) e mobilidade de um local, entre outras características.

Como o transporte depende das relações dos indivíduos com o espaço que ocupam, além é claro de depender da disponibilidade de recursos, energéticos e financeiros, estas relações estão em constante mudança e desenvolvimento, e por isso o transporte também se transforma a cada dia. Daí a necessidade do planejamento de transportes.

É importante discutir primeiramente a função do planejamento de maneira geral. O planejamento nada mais é que uma ferramenta estratégica, onde após percepção da realidade, decide-se por mudanças a fim de que um objetivo seja atingido. Ou seja, após análise das condições atuais percebe-se que para se alcançar um novo patamar de qualidade é preciso que um plano seja idealizado e executado. Desta forma, comparando-se a condição atual com uma condição desejável, pode-se realizar o planejamento para que esta condição desejável seja alcançada.

Trazendo este conceito para o planejamento de transportes, percebe-se que este tem como objetivo otimizar o deslocamento de pessoas e mercadorias, garantindo que a oferta de transporte seja adequada e de qualidade dentro de uma estrutura urbana.

A análise das condições atuais de transporte consiste na verdade na realização de diversos diagnósticos, sendo eles:

- das necessidades;
- das possibilidades;
- das alternativas;
- dos recursos disponíveis, sendo eles energéticos, mas também financeiros;
- e o diagnóstico de riscos e impactos ambientais.

Após realização e estudo destes diagnósticos pode-se então definir o processo que deverá ser executado para que este futuro desejável torne-se realidade.

Além da análise a respeito da disponibilidade financeira para execução dos investimentos, deve-se entender que nas questões relacionadas ao planejamento de transportes muitas vezes os investimentos tem retorno, mas muitas outras vezes ocorrem os investimentos a fundo perdido, ou seja o investimento realizado não trás retorno direto do montante investido, ocorrendo seu retorno financeiro através de outras formas, como incremento na arrecadação de impostos, ou o desenvolvimento econômico e social.

Outra discussão importante a respeito dos recursos financeiros está na decisão dos pagantes pelos sistemas de transporte: serão apenas aqueles que utilizarem o sistema ou será toda a população? Estas questões são muito importantes, pois a partir de suas respostas tem se

definido com maior clareza a quantidade de recurso financeiro disponível para a implantação dos sistemas de transporte uma vez que estes, de maneira geral, são caros. Porém, não se deve deixar de lado dentro desta discussão e deve-se sempre enfatizar os diversos benefícios que sua implantação trazem para toda a sociedade.

Em síntese, o planejamento de transportes pretende tornar o mais equilibrado possível a relação entre demanda e oferta de transporte dentro dos sistemas de transporte. Possibilitando desta forma um transporte de qualidade, sem transtornos para a circulação de pessoas e/ou de mercadorias. Deve-se entender acima de tudo que o objetivo do planejamento de transportes nada mais é que otimizar o deslocamento em si, e não um modal específico.

É reconhecida também a importância do transporte para o crescimento de uma região, e que diferentes regiões geram padrões diferentes de viagens. Desta forma pode-se investir no transporte como forma de melhorar a oferta de transporte atual e por consequência tornar uma região mais dinâmica com relação aos seus deslocamentos, ou pode-se investir no transporte como forma de tornar uma região mais atrativa.

Figura 1 – Investimentos na cidade de Viena, Áustria.



Fonte: Wiener Linien (2013)

Um exemplo muito interessante a respeito do investimento em regiões ainda não atraentes, ou pouco atraentes, é o caso do bairro Seestadt Aspern em Viena, capital da Áustria.

Após realização de diversos estudos na cidade, que atualmente tem uma população de 1,74 milhões de habitantes¹ e um sistema de transporte bastante consolidado, disperso e funcional, constituído por metrô, trens de médio e longo alcance, bondes, ônibus, bicicletas, disponibilizadas gratuitamente, além de um sólido sistema de ciclovias e ciclofaixas, e sistemas de aluguel de carros nas ruas, percebeu-se que Viena poderia se saturar em pouco tempo, caso nenhuma atitude fosse tomada. Com base nestes estudos entendeu-se a necessidade de criar oportunidades para diminuir a densidade populacional da cidade, como por exemplo sua expansão lateral.

Uma solução encontrada para tal foi a construção de um novo bairro, o Seestadt Aspern. Obviamente apenas construir um novo bairro não seria suficiente para diminuir a densidade populacional da região central de Viena. Seria necessário que a população se interessasse por este novo bairro, entendesse que este ainda é parte de Viena, e quisesse viver ali. A intenção principal de Seestadt não é apenas ampliar Viena, mas diminuir a superlotação da cidade. Após decisão de construção deste novo bairro, iniciou-se um longo trabalho de divulgação do projeto do local.

O novo bairro foi apresentado à cidade e amplamente divulgado de forma que as pessoas tivessem interesse e vontade de viver neste novo bairro. O governo local apresentou à população um projeto completamente pronto, onde tudo tinha seu lugar definido: a localização das áreas residenciais, localização de igrejas, escolas, e até mesmo de um enorme lago, o qual foi planejado para tornar o local agradável e atraente, levando em consideração o perfil da população de Viena, que busca sempre o contato com a natureza.

No entanto, a primeira parte do projeto consistiu em nada menos que garantir a chegada da linha U2 do metrô na região antes mesmo da construção de qualquer prédio. Logo, além de garantir que as pessoas pudessem se locomover após sua mudança para o local com facilidade utilizando o transporte público, elas puderam acompanhar as obras desde o seu início. Isto porque sabe-se quão intensa e efetiva é a povoação das cidades ao redor de estações de metrô, movimento chamado Nucleação, daí a importância da expansão da linha do metrô em Viena.

¹ Organização das Nações Unidas, 2013.

Desta forma, vê-se que o planejamento de transportes pode se dar por meio de mudanças num sistema já existente ou por meio do planejamento de um novo sistema, visando sempre otimizar deslocamentos e melhorar a qualidade de vida das pessoas em áreas urbanas.

A respeito de mudanças em sistemas já existentes pode-se mencionar os casos também de expansão de metrô, como é o exemplo da cidade de São Paulo. A região metropolitana de São Paulo é formada hoje por uma população de 21,2 milhões de habitantes² distribuída numa área de quase 8 mil km², contando com um sistema de metrô de 78,4 km³. Devido a diversos fatores, incluindo a melhora do sistema de transporte na cidade de São Paulo, o sistema metroviário encontra-se hoje saturado, ou seja, a capacidade de passageiros que o sistema efetivamente transporta é muito superior a capacidade de passageiros que o sistema poderia transportar confortavelmente (este termo será discutido em detalhes no capítulo 4 deste trabalho).

De maneira que para que esta superlotação fosse solucionada a rede precisaria ser ampliada e/ou ter novas linhas incluídas no sistema. Como exemplo pode-se mencionar o caso da linha quatro amarela. Inaugurada em 2010, a linha quatro amarela compreende três frentes de projeto, a primeira que ligou a estação da Luz à estação Faria Lima (2010), a segunda frente que deverá ligar a Luz à Vila Sônia (previsão 2017) e a terceira fase que ligará o centro de São Paulo ao município de Taboão da Serra. Quando finalizada terá 12,8 km de extensão⁴.

Além deste exemplo pode-se mencionar as obras de expansão das linhas 5-Lilás e 15-Prata, onde tem-se a previsão da construção de mais 23 quilômetros de linha nos anos de 2017 e 2018, entregando oito novas estações na linha 15 e nove na linha 5. Isto porque entre 2005 e 2017 foram inauguradas 21 quilômetros de linha. Ou seja, nos próximos dois anos pretende-se entregar mais linhas do que o total entregue em 12 anos⁵.

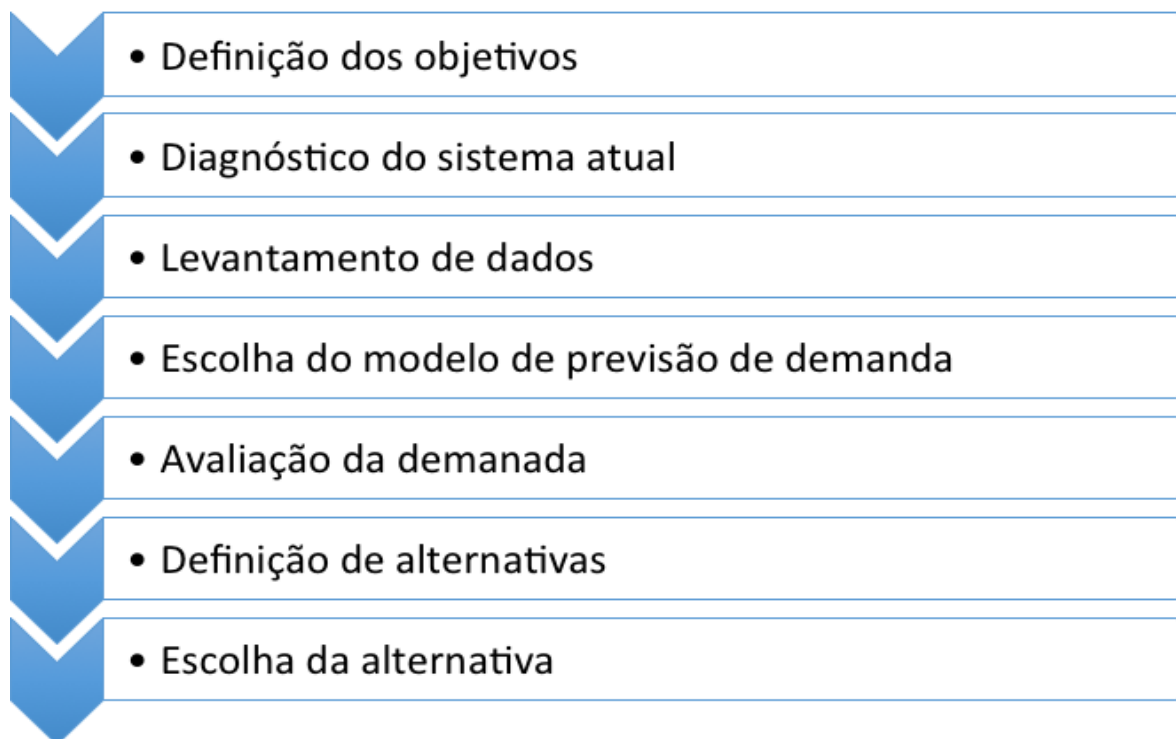
² Estimativa IBGE, 2016.

³ Folha de São Paulo, ed. (12 de fevereiro de 2014).

⁴ Sobre a linha 4 Amarela, disponível em <http://www.viaquatro.com.br/linha-4-amarela>.

⁵ Folha de São Paulo, ed. (22 de Março de 2017).

Figura 3 – Etapas do processo de planejamento de transportes



Fonte: Produção do próprio autor

É preciso conhecer a fundo as características [do transporte] para determinar não só a demanda por transportes como também os meios mais adequados para satisfazê-la (CALVET, 1970). E desta forma torna-se imprescindível o uso de um método de coleta de informações que forneça dados os mais reais possíveis sobre a demanda de transportes e também sobre como esta demanda já é atendida, quais meios de transporte estão disponíveis e como seus usuários os utilizam.

E levando em consideração ainda a questão da análise dentro de uma área urbana, torna-se necessário conhecer os vários atores da mobilidade urbana e como eles se inter-relacionam, ou seja, como vários modais são podem se complementar entre si, expandindo seu alcance e melhorando a qualidade de entrega para o usuário. Deste modo dentre os vários modelos de coleta de dados para estudo de demanda a Pesquisa de Mobilidade será objeto de estudo deste trabalho.

2 OBJETIVO

Apresentar a complexidade e a utilidade da Pesquisa de Mobilidade, com base nas pesquisas de origem e destino e de fluxos de tráfego já existentes na esfera de pesquisas de tráfego no Brasil. Neste trabalho será apresentada a descrição da Pesquisa de Mobilidade em áreas urbanas como um estudo de fluxo de pessoas na estrutura urbana, o procedimento de realização da pesquisa, bem como o devido tratamento de dados e o conhecimento necessário para a formulação de diagnóstico e utilização dos resultados.

3 POLÍTICAS DE TRANSPORTE

É notável que atualmente existe no Brasil uma maior concentração de pessoas vivendo nas cidades do que no campo. Essa grande concentração trás para a dinâmica das cidades uma gama variada de atividades diárias que para serem realizadas acabam dependendo do sistema de transporte ofertado. Assim, quando se analisa a relação entre esses sistemas de vida, ou seja, todas essas atividades diárias, e a infraestrutura física do sistema de transporte urbano pode-se diagnosticar se esta relação é adequada ou inadequada, surgindo desta forma uma busca por soluções, caso a mesma seja diagnosticada como inadequada, ou por formas de manutenção.

Considera-se ainda que o sistema de transporte é modelador do local em que se insere, tendo seus efeitos grande permanência no local, por ser base das atividades diárias desenvolvidas pelos cidadãos e por não poder ser substituído ou transformado a curto prazo, mas geralmente a médio e longo prazo.

Com base em sua importância o tema tornou-se assunto bastante discutido na esfera política do país. Hoje então, as questões relacionadas a transporte estão inclusas no Plano Diretor⁶ de um município e especificadas dentro do Plano Diretor de Transportes. Este por sua vez depende de um diagnóstico da situação atual da infraestrutura de transporte, de equipamentos públicos e privados, mas também de uma análise da dinâmica da ocupação e expansão urbana.

O Plano Diretor de Transportes é então elaborado, desde o planejamento à sua execução, com base nestes elementos e também na Política Nacional de Mobilidade Urbana, criada em 2012. A Política nacional de Mobilidade Urbana nada mais é que um instrumento da política de desenvolvimento urbano, que objetiva a integração entre diferentes modais e a melhoria da acessibilidade e mobilidade de pessoas e cargas, sendo alguns dos seus princípios:

⁶ Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001 - O Estatuto da Cidade.

- A acessibilidade universal;
- o desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais;
- a equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo;
- a segurança nos deslocamentos das pessoas;
- a eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana;
- Entre outros princípios.

Assim, as políticas de mobilidade trazem diretrizes e princípios para que medidas sejam tomadas para que a qualidade de vida das pessoas melhore, baseadas no desenvolvimento e planejamento urbano, em políticas ambientais sustentáveis e em políticas de inclusão social. As diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana do Brasil, ainda segundo o Ministério das Cidades, tem caráter de integração com outras políticas, ou seja:

- I. deve integrar-se com a política de uso e controle do solo urbano;
- II. deve fornecer diversidade e complementaridade entre os serviços e modos de transportes urbanos;
- III. deve minimizar custos ambientais, sociais e econômicos de deslocamentos de pessoas e bens;
- IV. deve incentivar o uso de energias renováveis e não-poluentes;
- V. deve priorizar os modos de transporte coletivo e não-motorizados;
- VI. deve incluir socialmente todos.

Segundo definição proposta pelo Ministério das Cidades a mobilidade urbana se refere a facilidade de deslocamento de pessoas e produtos, e portanto é o resultado da integração entre infraestrutura, o espaço e as pessoas. Ou seja, a mobilidade urbana é a capacidade que um lugar tem de garantir que esses deslocamentos, seja de passageiros ou de mercadorias, sejam concluídos em menor tempo, com menor custo, com facilidade e conforto.

Para garantir a mobilidade urbana das cidades é preciso conhecer os atores deste cenário e suas vocações, bem como outras características que definem cada local. Desta forma, é importante entender que com relação a este tema torna-se muito difícil garantir que um projeto ou ideia seja padronizado. A mobilidade urbana acontece quando as relações entre as pessoas e o local que habitam são funcionais, e estas relações dependem completamente do conhecimento de suas peculiaridades por aqueles que pretendem planejar soluções de mobilidade para este lugar. Por exemplo, as características geográficas e os aspectos climáticos de um lugar, as características de um bairro residencial ou industrial, os índices de criminalidade, a densidade populacional, entre outros atributos não devem ser deixados de lado durante a concepção de um projeto de mobilidade.

Da mesma forma deve-se entender a relação da população com os diferentes modais disponíveis, como por exemplo a aceitabilidade das pessoas com relação a um tipo de transporte, e também a viabilidade de um modal para uma determinada região.

Figura 4 – Mobilidade: transporte de bicicletas é liberado no metrô em certos vagões e horários.



Fonte: Jornal do Comércio (2015)

4 OS VÁRIOS ATORES DA MOBILIDADE URBANA E SUAS VOCAÇÕES

Cada ator envolvido no contexto da mobilidade urbana exige uma determinada infraestrutura, como por exemplo o carro: para que o deslocamento por carro seja possível é necessária a existência de vias que comportem este meio de transporte, assim como os modais metroferroviários necessitam de trilhos, estações etc. Desta forma para entender quais são os modais mais apropriados para tornarem políticas de mobilidade urbana possíveis é preciso entender a necessidade da população com relação ao transporte (estudo de demanda, tema do item 9 deste trabalho), bem como as características de cada modal e sua vocação dentro de um sistema de transporte numa rede urbana.

Também é preciso falar da vocação de cada modal para tornar possível a integração entre diferentes modais. Isto é, deve-se entender a finalidade, capacidade e limitações do modal em questão, reconhecer suas vantagens e desvantagens, e conjuntamente analisar como este modal pode ser melhor explorado. Para esta finalidade são utilizados diversos indicadores que definem essas características associadas a um determinado meio de transporte, como por exemplo: o seu respectivo sistema viário, a quantidade de passageiros que comporta, o seu raio de alcance funcional, o conforto, segurança e confiabilidade que fornece, seus custos (seja de implantação, operação ou de uso), o tempo de viagem e outros indicadores.

Desta forma pode-se inicialmente distinguir os diversos modos de transporte em: transporte individual ou coletivo, bem como público ou privado. É ainda diferenciado entre transporte terrestre, aquaviário ou aéreo. No contexto deste trabalho, por se tratar de uma pesquisa em áreas urbanas, serão abordados os seguintes meios: transporte terrestre individual rodoviário (carro), transporte não motorizado (modal pedestre e bicicleta), transporte terrestre metroferroviário (trem urbano e metrô) e o transporte coletivo rodoviário (ônibus).

Tabela 1 – Meios de Transporte considerados na PM em áreas urbanas

Meios de transporte disponíveis	
Não motorizado	A pé Bicicleta
Público	Ônibus Metrô/Trem urbano
Privado	Carro

Fonte: Produção do próprio autor.

Para validação do estudo de demanda de transportes diversas vezes serão consideradas questões a respeito de *conforto* e *qualidade* de acordo com a opinião dos usuários do sistema de transporte. Estas questões, conforme citado, podem definir a preferência dos usuários por um determinado modal, e portanto devem ser padronizadas para que não existam dúvidas quanto ao que se referem.

Por exemplo, considera-se os seguintes parâmetros relacionados ao conforto: possibilidade de se sentar, temperatura do ambiente do modal em questão, níveis de ruído a que as pessoas estão sujeitas, densidade de ocupação do veículo e limpeza do local em análise. Já os parâmetros relacionados a qualidade do transporte ofertado se referem a: tempo de percurso, tempo de espera, custo benefício do serviço, acessibilidade do local, conveniência (aspectos relativos a operação do sistema, como necessidade de transferência de modal ou relativos a aspectos físicos, como condições do embarque/desembarque), segurança, qualidade e quantidade de informações sobre o sistema de transporte etc.

Cada tipo de transporte contempla um ou vários tipos de veículos, como é o caso do transporte metroferroviário que abrange os trens convencionais, o VLT (veículo leve sobre trilhos), metrô e monotrilhos, onde cada veículo pode requerer um sistema de infraestrutura diferente e oferecer capacidades, custos e conforto diferentes.

Como forma de garantir mobilidade e acessibilidade a todos é preciso que seja ofertado pelo Poder Público modais compatíveis com a situação de cada rede urbana, mas também deve ser garantido que estes modais estejam integrados, possibilitando assim que os usuários do sistema de transportes possam escolher entre diferentes trajetos e modalidades, condicionados ainda à garantia de transferências seguras e efetivas que lhe custem o mínimo

possível, conforme recomendação proposta no estudo estratégico “O Desafio da Mobilidade” de 2015, produzido pelo Centro de Estudos e Debates Estratégicos.

Feitas estas considerações é decisão do planejador os tipos de modais e tipos de veículos a serem utilizados, da mesma maneira que este depende do resultado da relação entre demanda de transporte, delimitação de orçamento e financiamento.

A respeito da capacidade dos veículos que serão considerados como tipo neste trabalho, ou seja: o carro, a bicicleta, o ônibus, o metrô (englobando também o trem de superfície urbano) e o transporte não motorizado a pé, pode-se fazer as seguintes comparações: enquanto uma bicicleta comporta um passageiro, um carro comporta até cinco. Da mesma forma um ônibus comporta 45 pessoas sentadas ou 80 (entre sentadas e em pé), ônibus articulados e biarticulados 65 a 80 pessoas sentadas e 160 a 220 no total, enquanto os veículos metroferroviários formados por até seis vagões transportam até 1500 passageiros, onde cada vagão pode comportar até 70 pessoas sentadas e 260 no total, conforme apresentado no estudo estratégico “O Desafio da Mobilidade” de 2015.

4.1 MODAL PEDESTRE

O transporte não motorizado a pé se dá pelo sistema de calçadas, passarelas e ruas. Em diversos momentos e lugares este modal acaba ocupando o mesmo espaço que o das bicicletas. A escolha por este meio de transporte depende de múltiplos fatores, dentre eles estão: a vontade das pessoas para caminhar, a segurança do local por onde se caminha, a qualidade das calçadas, ruas e/ou passarelas, as características geográficas e climáticas do local, o tipo e quantidade de outros meios de transporte interligados por este modal, as distâncias entre pontos de acesso a outros modais, o perfil dos pedestres, entre outros fatores.

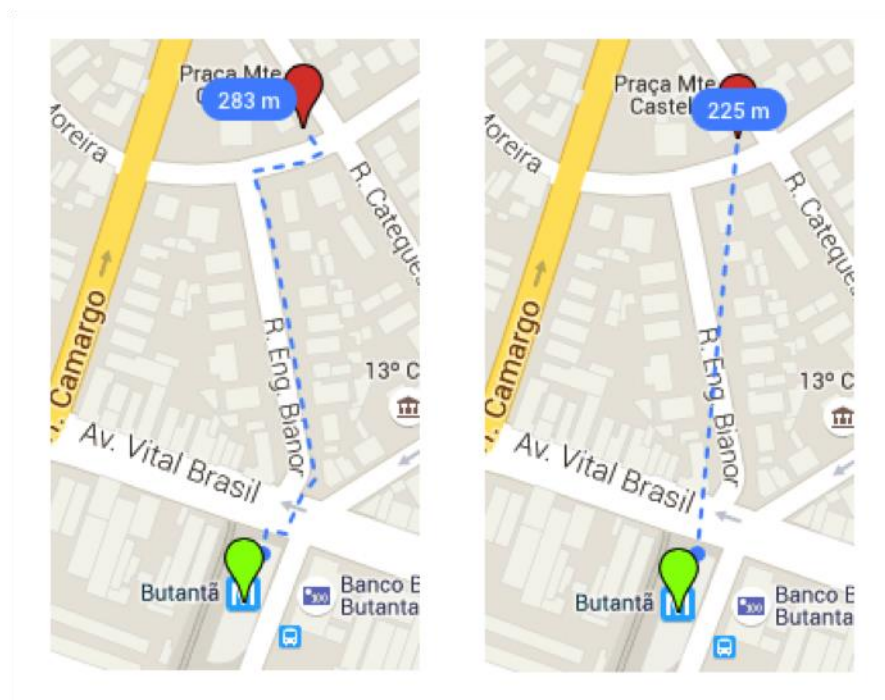
É importante reconhecer a diferença entre o quanto as pessoas já *andam* para alcançar determinado objetivo e o quanto elas estariam *dispostas* a andar para alcançar esse mesmo objetivo, tudo isto devido a grade influência que a disposição das pessoas tem sobre este modal. Também é preciso entender que muitas vezes as pessoas andam para alcançar um outro modal e o tipo de modal que é alcançado também deve ser levado em consideração. Já que por meio de pesquisas foi observado que as pessoas estão dispostas a andar mais caso o modal a ser alcançado seja mais eficiente, ou seja, percorra distâncias mais longas

(WALKER, 2011). No entanto, quanto maior for a distância a ser percorrida do ponto que o indivíduo se encontra ao acesso de um meio de transporte tal, menor será a probabilidade deste indivíduo optar por este modal, pois este meio de transporte não se torna tão atrativo quanto algum outro modal que possa ser acessível a uma menor distância.

Ainda com relação a integração deste modal a outros, deve-se entender o peso que a qualidade deste modal tem com relação a escolha de outros meios de transporte. Por exemplo como acontece quando existe uma malha metroviária eficiente, mas seus pontos de acesso estão localizados em locais perigosos ou de difícil acesso para pedestres. Ou quando as distâncias percorridas para acessar pontos de ônibus são longas e/ou a qualidade da via é ruim.

Normalmente aceita-se como plausível distâncias de até 500 metros, no entanto este valor pode variar de acordo com o perfil da população e da própria cidade em estudo. Deve-se ainda determinar se este raio de distância é realmente caminhado ou se esta medida representa um raio aéreo para aproximação e representação do alcance do modal, já que eles têm diferenças cruciais entre si.

Figura 5 - Diferença entre rotaviável e raio aéreo.



Fonte: Google Maps (2016)

Na figura a esquerda vê-se a rota viável, ou seja, um caminho que poderia ser percorrido por uma pessoa, enquanto na figura a direita vê-se o raio aéreo que permite generalizar o alcance da caminhada. No caso exemplificado acima, observa-se uma pequena diferença de apenas 58 metros de um raio para o outro, afinal o exemplo compreende uma pequena área. Mas quando a área em estudo torna-se maior e a malha de calçadas e/ou o ambiente em que está inserida confere ao pedestre dificuldades de locomoção esta diferença pode se tornar tão maior tornando o modal inviável. Assim vê-se as facilidades para pedestres e ciclistas como um incentivo ao uso do transporte público e do transporte não motorizado.

Quanto ao perfil do pedestre deve-se levar em consideração a sua disponibilidade de carro próprio. De forma que aquele que não tem disponibilidade nenhuma, ou seja, além de não possuir carro também não tem a oportunidade de andar de carona é obrigado a caminhar ou usar um outro meio de transporte, enquanto o que tem disponibilidade de carro pode vir a escolher este modal (ou outros) e até utilizar seu carro próprio.

O tempo de viagem tem relação direta com a distância a ser percorrida, já que dificilmente uma pessoa poderá aumentar sua velocidade de locomoção consideravelmente, que é de aproximadamente 1,4 m/s (velocidade média de uma pessoa andando), a ponto de diminuir o seu tempo de viagem.

A qualidade do transporte não motorizado (assim como acontece com outros modais) pode vir a influenciar ainda decisões relativas a escolha do local de trabalho, local de moradia etc. Como forma de diminuir impactos sobre a escolha de um modal e também sobre as escolhas citadas acima, deve-se garantir que o transporte não motorizado seja possível e de qualidade.

O investimento sobre o transporte não motorizado pretende encorajar a mudança de hábito das pessoas para que utilizem formas mais sustentáveis e saudáveis para se locomover. Outra vantagem sobre o investimento neste modal é a possibilidade de se reduzir a necessidade de uso de outros modais de transporte garantindo que todas as necessidades básicas de uma pessoa possam ser realizadas a pé, diminuindo assim tanto o gasto com transporte por parte das pessoas, como os custos para manter, melhorar e ampliar estes sistemas pelo governo ou outras entidades, mas até mesmo gastos indiretos relacionados a saúde.

Este meio de transporte pode e deve ser cada vez mais explorado garantindo a acessibilidade não motorizada, estendendo-se também ao modal bicicleta, que é a qualidade de condições de caminhada e do uso de bicicletas podendo se tornar o meio de deslocamento principal ou servir como modal complementar, ou seja, pode dar acesso a diversos outros modais para a realização atividades relacionadas as funções básicas de vida (tema que será discutido no item 9) e ainda tem um bom raio de alcance funcional. Além de não gerar custo nenhum para o usuário, dá a este liberdade para se locomover, pois o usuário não depende de horários pré-determinados, como é o caso dos ônibus e metrô/trens, o que aumenta a confiabilidade deste meio de transporte.

Um ponto relevante a respeito do modal pedestre é o de interação com os carros. Na maioria das vezes estes dois modais bastante diferentes estão inseridos na estrutura urbana de forma mista, o que significa dizer que um tem grande influência sobre o outro. Para os casos de faixas de pedestre por exemplo, é inevitável, os carros tem de ter sua velocidade reduzida, o que diminui a eficiência do modal carro, aumentando no entanto a eficiência do modal pedestre. Deste ponto de vista vale lembrar a importância de se analisar adequadamente o sistema operacional de sinalização do modal rodoviário. Quanto maior for o tempo de espera para atravessar uma rua, maior a chance do pedestre desrespeitar a sinalização e tentar se aproveitar de uma oportunidade para atravessar uma rua. Outro caso esta relacionado a localização das passarelas: quanto pior localizadas e/ou executadas, maior a chance das pessoas não utilizarem esta forma de travessia, arriscando-se em locais não adequados para atravessarem a rua. Estes exemplos citam situações em que o pedestre tem sua vida em risco. Naturalmente, o quanto melhor estes pontos puderem ser estudados, planejados e executados, menor a chance de acidentes e com certeza maior se torna a probabilidade dos usuários escolherem utilizar este modal, devido ao conforto e facilidade que ele proporciona.

Deve-se ressaltar também a necessidade de adequar os modais às necessidades de todos. Desta forma deve-se considerar principalmente a Lei Federal 10048, que estabelece prioridades para atendimento às necessidades dos deficientes físicos, a Lei Federal 10098, que define normas para esse atendimento e também o Código de Trânsito Brasileiro. Algumas normas e guias definem também as melhores medidas e formas de execução da infraestrutura do modal pedestre, como por exemplo a ABNT NBR 9050. Informações a respeito do tipo de piso, inclinação transversal, inclinação longitudinal, tipologia e dimensões das calçadas,

dimensionamento de faixas livres, entre outras características estão definidas nestas normas e guias e orientam o planejador de modo a garantir o sucesso do modal.

4.2 BICICLETA

Durante muito tempo a bicicleta foi considerada, no Brasil, apenas como uma forma de lazer, mas a atual condição do sistema de transporte rodoviário aliada a outros fatores, como a atenção que a sociedade tem hoje com relação às questões ambientais e às questões de saúde, contribuíram para a transformação do uso deste modal. Quanto ao seu alcance, ele pode cobrir até cinco quilômetros de maneira confortável, considerando situações rotineiras, sem função de esporte. A bicicleta ainda é bastante flexível no que diz respeito ao seu sistema viário, pois pode utilizar tanto o espaço destinado aos carros quanto o destinado aos pedestres. A infraestrutura necessária para este modal é dividida segundo lista disponibilizada pelo CET, conforme abaixo:

- Bicicletário: estacionamento de bicicletas em área pública ou privada dotado de zeladoria presencial ou eletrônica;
- Paraciclo: suporte para a fixação de bicicletas que pode ser instalado em área pública ou privada;
- Infraestrutura Ciclovária Permanente: é constituída pelas intervenções viárias dedicadas à circulação exclusiva ou não de bicicletas. São compostas por ciclovias, ciclofaixas, calçadas partilhadas, calçadas compartilhadas, ciclorrotas, bicicletários e paraciclos;
- Ciclovia: pista de uso exclusivo de bicicletas e outros ciclos, com segregação física do tráfego lindeiro motorizado ou não motorizado, com sinalização viária, podendo ter piso diferenciado no mesmo plano da pista de rolamento ou no nível da calçada;
- Ciclofaixa: faixa de rolamento de uso exclusivo à circulação de ciclos, com segregação visual do tráfego lindeiro, podendo ter piso diferenciado no mesmo plano da pista de rolamento;
- Calçada Partilhada: espaço exclusivo para circulação de ciclos sobre parte da calçada, com segregação visual do tráfego de pedestres, podendo ter piso diferenciado no mesmo plano, devidamente sinalizado. As calçadas partilhadas equiparam-se às ciclofaixas, porém na calçada;

- Calçada Compartilhada: espaço de uso comum para a circulação de pedestres, cadeirantes e ciclistas montados, devidamente sinalizado e regulamentado, sem que haja prejuízo do conforto e da segurança de seus usuários. Esta situação é regulamentada pelo Art. 59 do CTB e só ocorre quando o volume de pedestres é pequeno e a calçada não tem largura suficiente para acomodar uma ciclovias ou uma ciclofaixa;
- Ciclorrota: Sinalização cicloviária específica em pista de rolamento compartilhada com os demais veículos, onde as características de volume e velocidade do trânsito na via possibilitam o uso de vários modos de transporte sem a necessidade de segregação. Este conceito deve ser aplicado obedecendo ao princípio da continuidade e orientação, especialmente em complementação às ciclovias e ciclofaixas;
- Ciclofaixa Operacional de Lazer: faixa de tráfego situada junto ao canteiro central, ou à esquerda da via, totalmente segregada do tráfego lindeiro por elementos de canalização como cones, supercones ou cavaletes, dotada de sinalização vertical e horizontal regulamentando o seu uso, com funcionamento aos domingos e feriados nacionais, das 7h às 16h.

Ainda existe certa relutância quanto a este compartilhamento de espaço, devido a costumes e cultura, mas aos poucos a bicicleta tem tomado cada vez mais espaço. Segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego CET existe hoje em São Paulo 452,0 km de vias com tratamento cicloviário permanente, entre ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas. Outra questão importante a respeito do modal bicicleta é a necessidade de haver um local para armazenamento da mesma, pois funciona como o carro e diferentemente do modal pedestre, surgindo algumas dificuldades, por exemplo: a interligação com modais de transporte público. Lembrando no entanto, que assim como o modal pedestre este modal oferece alta confiabilidade, pois o ciclista não depende de horários específicos para se locomover.

Assim como o modal pedestre o modal bicicleta depende das características geográficas e climáticas do local onde sua infraestrutura esta inserida, já que relevos muito acentuados, temperaturas muito altas ou demasiadamente baixas e as chuvas influenciam o uso da bicicleta significativamente. O modal depende também da segurança a que o usuário está exposto, tanto com relação a violência, tão como da sua interação com outros modais, ou seja, se a intermodalidade ou inter-relação é segura. Deve-se mencionar também que os custos para o usuário deste modal são bastante baixos, diferentemente dos custos que os proprietários

de carro tem. Conforme mencionado tem-se também benefícios relacionados a saúde e liberdade de locomoção.

4.3 CARROS

O sistema de transporte motorizado individual se intensificou ao longo dos anos por diversos motivos, como a desoneração do IPI, popularização do produto, atenção especial do Poder Público com relação aos investimentos em infraestrutura para o sistema rodoviário, entre muitos outros, mas encontra-se atualmente em crise, devido principalmente a saturação do sistema rodoviário. Os usuários deste sistema estão sujeitos ainda a diversos outros fatores como os variados gastos referentes à aquisição, manutenção e segurança do veículo, além de estarem mais susceptíveis a acidentes de trânsito e problemas de saúde devido a exposição à poluição e às situações de *stress*.

Este modal exige, assim como o modal metroferroviário uma infraestrutura específica, composta por vias, viadutos, pontes, túneis, elementos físicos que garantem proteção, como os guarda rodas, barreiras etc, além da infraestrutura operacional que complementa a infraestrutura física, a qual compreende os sistemas de sinalização, sistemas de drenagem, faixas e os sistema de informação. Além de ser bastante específica (mesmo podendo ser utilizada por bicicletas não é a mais adequada) a infraestrutura exige manutenção recorrente, bastante cara e ainda trás problemas de ordem ambiental. Isto porque a construção das vias acaba impermeabilizando o solo em que se insere, impedindo que a água infiltre o solo durante as chuvas. Este fator aliado ao grande acúmulo de lixo nas cidades e ruim execução e/ou manutenção dos sistemas drenantes, o que os impede de funcionarem corretamente, possibilitando a ocorrência de enchentes.

Existe hoje no Brasil material bastante consolidado que serve como guia para o estudo e a construção das vias rodoviárias, definindo:

- O número de faixas de rodagem e a necessidade de 3ª faixa em aclives;
- A largura da faixa de rodagem, principalmente em curvas ou áreas de manobra, indicando a necessidade ou não de superlargura;
- A largura da faixa de acostamento;

- A dimensão das caixas de acumulação ou estacionamento, com suas respectivas áreas de manobra;
- O dimensionamento do pavimento;
- As características físicas e dimensões de defensas, rígidas e flexíveis;
- O gabarito vertical;
- A disposição da sinalização horizontal e vertical;
- Classificação e velocidade da via.

Tabela 2 – Classificação de vias urbanas, segundo o Código de Trânsito Brasileiro

VIAS URBANAS	VELOCIDADE MÁXIMA PERMITIDA
Via de trânsito rápido	80 km/h
Via arterial	60 km/h
Via coletora	40 km/h
Via local	30 km/h

Fonte: CTB (1997)

De certa maneira o carro permite que o usuário tenha liberdade para definir seus horários de saída e chegada, no entanto na atual condição de muitas das cidades no Brasil, esta liberdade fica condicionada a alguns fatores, por exemplo: horários de pico e sistema de rodízio. Um outro problema que limita a liberdade que o carro proporciona está intimamente ligado ao fato de a população ter se tornado, ao longo dos anos, em sua maioria motorizada, ou seja, muitas pessoas possuem carro, aumentando consideravelmente o volume de carros nas ruas e por conseguinte dificultando o tráfego onde então começam os cenários de trânsito ou parada total dos veículos.

Conforme acima mencionado os usuários deste modal acabam arcando com diferentes gastos, atualmente altos, como: impostos, depreciação do veículo e gastos relacionados ao combustível, a limpeza, a segurança, a estacionamento e a própria compra do veículo. Além da exposição a poluição e a maior possibilidade de acidentes estes usuários estão sujeitos ao *stress*, devido ao trânsito, à má sinalização, ao desrespeito no trânsito, às dificuldades de acesso, às obras que causam interdições, ao elevado tempo de percurso, à baixa velocidade desenvolvida etc.

Uma vantagem deste meio de transporte está na sua capacidade de entrega porta a porta, pois o usuário na maioria das vezes (exceto situações em que o acesso por carro esteja impedido) pode alcançar seu destino final sem precisar utilizar outro modal, incluindo modal pedestre, ou seja, pode estacionar em frente ao seu destino e cumprir sua atividade. Esta característica possibilita o usuário de ter um alcance de percurso praticamente infinito, pois não depende de rota pré-determinada, nem de horários pré-existent.

4.4 ÔNIBUS

O sistema de transporte terrestre coletivo por ônibus é ofertado através de linhas e utiliza a malha viária, de maneira integrada com o transporte motorizado individual, ou por meio de faixas exclusivas ou vias segregadas (para ônibus do tipo BRT - Bus Rapid Transit). No Brasil, este sistema tem enfrentado diversos problemas devido a idade e custo da frota de veículos, variação salarial de motoristas, preço do combustível e redução de velocidade devido a congestionamentos, além das questões ambientais devido a poluição, mas também da própria superlotação do sistema, devido a densidade populacional das cidades e do grande número de pessoas que dependem deste modal.

Além da faixa em si a infraestrutura deste tipo de transporte requer outros componentes, como baias de embarque e desembarque, devidamente preparadas para garantir acessibilidade, espaço suficiente para a chegada do veículo, sinalizações e informações ao usuário. A infraestrutura torna-se ainda mais diferenciada e cara nos casos de via segregada para BRTs. Assim como no caso dos carros a infraestrutura básica de vias é cara para ser implantada e mantida, além de também causar problemas relacionados a impermeabilização do solo.

Atualmente tem-se intensificado o uso das faixas de ônibus, onde o trânsito pode ser exclusivamente para ônibus ou permitir que em certos horários o uso da faixa seja compartilhado. Do ponto de vista do motorista de carros, pode-se em muitos momentos pensar que a faixa de ônibus em verdade diminui o espaço destinado a carros, mas deve-se observar também que este tipo de infraestrutura tem suas vantagens ao isolar o tráfego dos ônibus, o qual é bastante diferenciado devido as paradas para embarque e desembarque de

passageiros, além de seguir velocidade também diferenciada, muitas vezes menor, em relação a velocidade dos carros.

O modal ônibus assim como o modal metroferroviário depende de rota pré-definida e grade de horários também definidos, os quais se alteram apenas em relação aos dias da semana, ou seja, durante a semana (segunda a sexta-feira) seguem um determinado horário enquanto aos finais de semana seguem outro.

Há diversas formas de se otimizar o transporte por ônibus, a começar pelo sistema de cobrança de tarifas, que pode ser feito por bilhete automático, dispensando o uso de notas e moedas para pagamento da tarifa, ou pode-se ainda utilizar sistema de cobrança externa. É importante fornecer a maior quantidade possível de informações a respeito de rotas, horários e paradas para os usuários, a fim de diminuir paradas desnecessárias ou erradas e diminuir confusão ou desconhecimento por parte dos usuários. Estas informações podem ser fornecidas na forma de avisos dentro do ônibus ou nos terminais e plataformas de embarque/desembarque, de forma sonora ou escrita. Há também a possibilidade de estas informações serem disponibilizadas na *internet*.

4.5 MODAL METROFERROVIÁRIO

O sistema metroferroviário por sua vez é responsável por evitar a circulação de cerca de 1 milhão de carros e 14 mil ônibus por dia nas áreas urbanas do Brasil (Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos, 2015). No entanto, englobam soluções de médio a longo prazo e de alto custo de implementação e de operação, o que dificulta sua disseminação em larga escala.

O transporte urbano sobre trilhos compreende diferentes serviços (VLT, trens de superfície, metrô, monotrilho), que em sua maioria contemplam sistemas de média a alta capacidade de passageiros e consomem energia elétrica ou diesel, chegam a transportar 80 mil passageiros por hora por sentido (caso do metrô). Diferentemente do sistema rodoviário, que pode ser ocupado por pedestres, bicicletas, ônibus e carros, o sistema de infraestrutura de metrô e trens pode ser utilizado apenas por estes modais. No entanto, possibilitam ao usuário um maior alcance (em quilometragem) e diminuem consideravelmente tempos de percurso,

devido a sua velocidade e constância de viagem, já que dificilmente sofrem com congestionamentos ou tem seu funcionamento impedido, além da sua alta frequência de serviço.

As soluções metroferroviárias discutidas neste trabalho se limitam ao metrô e trem urbano, uma vez que discute-se aqui sistemas de transporte dentro de áreas urbanas, funcionando o trem como um complemento do metrô, ou seja, aumenta o alcance da rede em quilometragem, podendo atingir regiões periféricas. Assim como o modal ônibus este modal requer outros elementos para complementar sua infraestrutura, como terminais, estações, plataformas de embarque e desembarque, pátios de manobra e garagem. Um problema relacionado ao modal metroferroviário está no fato de que este meio de transporte deixa de funcionar por curtos períodos de tempo, na tentativa de suprir da melhor maneira possível as demandas de transporte, restringindo assim o próprio período de manutenção do sistema.

Na maioria dos sistemas metroferroviários é importante que seja facilitada a possibilidade de expansão da rede. Ou seja, em seu planejamento deve-se estudar situações futuras, devido ao longo período e ao alto custo de implantação. Deste modo a rede deve ser planejada de tal forma que não se torne obsoleta tão rapidamente, ou que facilmente possa ser adaptada a situações de saturação.

O modal metroferroviário confere ao seu usuário conforto e confiabilidade, características garantidas por diversos fatores, como por exemplo o fato de um único vagão poder abrigar cerca de 55% mais pessoas sentadas que um ônibus, conforme considerações apresentadas no estudo estratégico “O Desafio da Mobilidade” de 2015, e por reproduzirem maiores velocidades o tempo de permanência do usuário dentro do vagão se torna menor, diminuindo a exaustidão durante a viagem, além de ser um serviço de alta frequência, onde normalmente precisa-se aguardar por outro trem entre dois e cinco minutos, em média. Neste caso também existem normas e outros guias para planejamento e execução de projetos metroferroviários, tais como a NBR 7641.

Mesmo sendo este um modal menos flexível, já que necessita de infraestrutura específica e rota pré-definida, pelas mesmas razões pode ser considerado um sistema de completa gestão, pois se tem definidos rotas, horários de funcionamento, quantidade de trens por hora, quantidade de vagões por trem, velocidades de operação etc. Além desta eficiência

operacional também é um modal de alta eficiência energética, por ter menor resistência ao avanço (devido ao sistema de trilhos e rodas de aço).

4.6 CUSTOS PARA O USUÁRIO

Os custos relacionados a implantação dos sistemas de transporte são aqueles denominados custos efetivos. Porém após sua implantação é iniciado o período de operação dos sistemas de transporte, os quais acabam gerando outros custos, os quais são custeados por aqueles definidos como pagantes (assunto discutido no capítulo 1 deste trabalho), sendo estes na maioria das vezes os próprios usuários dos modais.

Tabela 3 – Infraestrutura e sistemas necessários para operação/manutenção dos modais

PEDESTRE	BICICLETA	CARRO	ÔNIBUS	METRÔ/TREM
Infraestrutura de calçadas (pode ser compartilhada)	Infraestrutura de calçadas (pode ser compartilhada)	Infraestrutura rodoviária (pode ser compartilhada)	Infraestrutura rodoviária (pode ser compartilhada)	Infraestrutura ferroviária (uso exclusivo)
Sistema operacional de sinalização/informação		Sistema operacional (sinalização/informação)	Sistema operacional (sinalização/informação)	Sistema operacional (sinalização/informação)
		Local de armazenamento	Local de armazenamento (uso exclusivo)	Local de armazenamento (uso exclusivo)
			Sistema de manutenção	Sistema de manutenção
			Pontos de intermodalidade (passível de escolha)	Pontos de intermodalidade (obrigatório)
			Material rodante	Material rodante

Fonte: Produção do próprio autor

O preço da tarifa do transporte público, por exemplo, é calculado com base em custos variáveis, como o combustível, custos fixos, citando-se os salários dos funcionários, manutenção e despesas administrativas associadas aos impostos, à quantidade de passageiros que se utilizam do meio de transporte e à quilometragem que o meio consegue percorrer num período determinado.

Por isso é importante entender a influência de cada fator sobre o preço da tarifa. Por exemplo, devido ao trânsito os ônibus levam mais tempo para percorrer uma mesma distância, o que eleva os custos do meio de transporte e conseqüentemente o preço da tarifa. Enquanto isso o transporte não motorizado a pé não tem custo nenhum para o pedestre, já quando se faz uma comparação entre os custos para o ciclista e para quem possui carro próprio outros valores entram em cena: o ciclista deve fazer a manutenção de sua bicicleta, enquanto o carro necessita de manutenção, seguro, pagamento de impostos, pagamentos de estacionamentos, combustível e outros gastos.

Uma questão importante a respeito dos custos para o usuário está em mais uma vez analisar o perfil dos considerados pagantes dos sistemas de transporte. Isto porque quando se analisa a quantidade de vezes que uma pessoa utiliza o transporte público e a porcentagem do seu salário gasto com deslocamento por transporte público, pode-se perceber quanto uma pessoa depende do transporte público e quão caro é este meio de transporte. Daí a necessidade de se avaliar com clareza quem serão os pagantes *versus* os benefícios de um sistema de transporte mais barato e mais eficiente dentro da estrutura da cidade.

Figura 6 – Mobilidade urbana: benefícios



Fonte: Produção do próprio autor.

5 COMPARAÇÕES ENTRE MODAIS

Neste item não se procura decidir se um meio de transporte é melhor ou pior que outro, até porque decisão envolve muitas outras questões, tendo esta discussão diversas formas de análise e conclusão. Procura-se desta forma apenas demonstrar as diferenças e semelhanças entre modais a partir de suas características, além de formas de se garantir que a intermodalidade possa ser efetivada e cada modal melhor aproveitado.

Quando se faz a comparação entre os modais pedestre e a bicicleta percebe-se a existência de alguns conflitos operacionais devido principalmente as diferenças de velocidade entre esses modais. Isso significa dizer que para os casos de calçada compartilhada, por exemplo, torna-se importante rebaixar a velocidade da bicicleta para a do pedestre, de forma a criar uma situação confortável para os usuários da calçada. Porém desta forma, tem-se bastante reduzida a eficiência da bicicleta. A análise destas situações é que decidirá qual o melhor tipo de infraestrutura e qual o melhor local para sua instalação na estrutura das cidades de forma a otimizar da melhor maneira possível o deslocamento das pessoas, independentemente do meio de transporte que elas utilizam.

Com relação aos sistemas de transporte coletivo enquanto os ônibus cobrem mais efetivamente diferentes itinerários, pois possuem mais estações de parada ao longo do seu trajeto, os trens e metrô reproduzem maiores velocidades, portanto diminuem tempos de viagem, são mais confortáveis (assunto discutido no capítulo 4), mais seguros, menos poluente, mas não tão facilmente acessíveis, ou seja, não tem a mesma quantidade de estações por região que uma linha de ônibus teria, por exemplo.

A respeito de todos os sistemas de transporte coletivo torna-se importante discutir não apenas a velocidade que reproduzem, mas também a frequência com que eles circulam. Esta característica pode com propriedade definir o quão eficiente um meio de transporte coletivo pode ser. Quanto mais frequente um sistema está disponível para os usuários, maior sua confiabilidade. Isso significa afirmar que as pessoas tendem a confiar mais e utilizar cada vez mais o sistema disponível já que podem encontra-lo a sua disponibilidade com alta frequência.

Da mesma forma enquanto os carros são ainda mais confortáveis, flexíveis e podem proporcionar maior autonomia ao usuário, estes tem custos mais elevados para o proprietário. E analisando ainda as condições atuais de capacidade do sistema rodoviário, vê-se as diversas dificuldades que estes usuários estão sujeitos, como: congestionamentos, longo tempo de viagem, poluição e *stress*.

O modal metroferroviário não funciona tão efetivamente sozinho, ou seja, requer que formas de intermodalidade estejam integradas a ele, principalmente pelo fato de não reproduzir entregas ponto a ponto, entrega que outros modais são capazes de realizar: utilizando a bicicleta é possível sair de casa e retornar para casa diretamente, o que também ocorre com os pedestres e proprietários de carro.

Outro fator que obriga este sistema ser intermodal está no seu próprio alcance: se o metrô ou trem tivesse que parar para embarque e desembarque nas mesmas distâncias que um ônibus para o modal perderia sua eficiência, gastando muito mais energia, reproduzindo menores velocidades, alcançando pontos não tão distantes etc.

De maneira geral, outro ponto importante que pode vir a fazer uma pessoa decidir por um meio de transporte ou outro diz respeito ao seu alcance, ou seja, quão longe o usuário consegue chegar utilizando aquele modal. Esta comparação tem grande dependência do tamanho da estrutura de cidade estudada e como se dá a distribuição do local. Por exemplo, quanto mais afastada uma zona residencial for das zonas industriais e/ou áreas comerciais, mais longe as pessoas precisarão se deslocar, e se o sistema de transporte público coletivo não puder cobrir este alcance, maior a chance das pessoas dependerem e utilizarem sistemas de transporte privado.

Diversos outros fatores podem influenciar o alcance de um modal conforme já discutido nos capítulos anteriores, como por exemplo as características físicas e operacionais de cada tipo de infraestrutura, tais como qualidade das calçadas, presença de faixas exclusivas e/ou preferenciais de ônibus etc., mas também das características da sociedade em estudo: quanto longe um pedestre está disposto a andar a pé ou o ciclista de bicicleta, qual o nível de dependência de transporte privado, entre outras questões.

De forma geral pode-se entender que cada modal tem o alcance temporal conforme a Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Alcance em minutos dos modais disponíveis

	PEDESTRE	BICICLETA	ÔNIBUS	METRÔ	TREM	CARRO
0-5 min	X	X				X
5-10 min	X	X	X			X
10-20 min	X	X	X	X		X
20-30 min			X	X		X
30-45 min			X		X	X
45-60 min			X		X	X
60-90 min			X		X	X
90-120 min					X	X
Mais de 120 min						X

Fonte: Ferreira, J.B. (2015)

Outra questão que definirá qual meio de transporte uma pessoa utilizará ou não se dá pela análise das necessidades que o usuário que tomará esta decisão tem. As atividades relacionadas a compras na maioria das vezes acaba obrigando o usuário a utilizar os sistemas privados, pois não é possível se locomover confortavelmente, e em muitos casos se torna proibido, como é o caso de mercadorias pesadas e/ou de grandes dimensões.

Outras situações que também podem influenciar a escolha por um modal de maneira decisiva é o horário de partida e questões de segurança: muitas vezes os sistemas de transporte público só funcionam em horário diurno, o local de desembarque/embarque do transporte público está próximo de locais que apresentam periculosidade e portanto não atraem usuários. Enfim, diversas questões influenciam a escolha de um modal e devem ser consideradas dentro do estudo e planejamento de transportes.

Tabela 5 – Necessidades dos usuários

Necessidades dos usuários	
Pedestres/Ciclistas	- segurança - meio ambiente de qualidade (sem barulho, sem poluição etc.) - caminho atrativo - ambiente atrativo (possibilidade de fazer compras, de praticar esporte/brincar etc.)
Motoristas	- velocidade - segurança - conforto - estacionamento
Passageiros do transporte público	- velocidade - acessibilidade - baixo custo - diferentes opções de horário e de integração
Outros envolvidos indiretamente	
Moradores da área urbana	- segurança - meio ambiente de qualidade (sem barulho, sem poluição etc.) - ambiente atrativo (possibilidade de fazer compras, de praticar esporte/brincar etc.) - estacionamento
Empresas localizadas na área urbana	- estacionamento - acessibilidade

Fonte: Produção do próprio autor

Em razão ainda da interferência que o transporte de cargas tem na mobilidade urbana é importante que este tipo de transporte seja analisado e incluído dentro do planejamento de transportes. Quando se considera ainda a frequência deste tipo de transporte na atualidade, devido a rapidez da informação, os sistemas *online* e telefônicos de comercialização de produtos, entre outros motivos, torna-se ainda mais importante o entendimento destes deslocamentos.

Este sistema acaba por comprometer a sustentabilidade do meio ambiente, aumenta os riscos de acidentes no sistema viário e dificultam a mobilidade das pessoas nas cidades. Neste caso necessita-se, em grau superior, estudos de impacto de vizinhança durante o planejamento de transportes e da ocupação do solo.

Daí a importância da logística de transportes, que toma decisões relativas a horários, rotas, tamanho de veículos, entre outros, visando diminuir impactos oriundos deste tipo de transporte. Outro assunto de grande importância relacionado ao transporte são os acidentes. Além da segurança do próprio modal, deve-se ainda discutir a segurança que este modal trás para quem não o está utilizando. Ou seja, no caso de acidentes há os feridos que estavam dentro do veículo e muitas vezes tem-se os feridos que não utilizavam o modal.

Todos os acidentes de transporte podem vir a criar uma perda da capacidade produtiva de uma determinada faixa etária, ou até de várias, além de gerar custos sociais, relativos à recuperação dos acidentados, e custos de saúde. Indicadores relacionados a segurança de um modal são obtidos por estudos de probabilidade e análise de eventos históricos, desta forma não se pode garantir que um modal é totalmente seguro, sempre haverá riscos, mas quanto melhor e mais estudados estes riscos forem, maior a chance de se evitar que um acidente aconteça, assim como melhor pode-se agir quando um acidente ocorre.

Tem-se realizado estudos interessantes no país através dos chamados “Desafios Intermodais” ou “Desafios Modais”, os quais pretendem entender qual meio de transporte pode ser mais eficiente. Onde analisa-se o tempo gasto por cada modal para se alcançar um determinado destino. E muitos desses desafios analisam ainda o impacto ambiental de cada modal. Desta forma pode-se analisar o desempenho e a sustentabilidade de cada modal, além de mostrar as diversas possibilidades de locomoção nas cidades.

Figura 7 – Exemplo de resultados, Desafio Modal da Cidade de Brusque, 2014



Fonte: SECOM (2014)

6 CONECTIVIDADE ENTRE OS MODAIS

Com base nos conceitos apresentados pelas Políticas de Mobilidade e Planos Diretores de Transporte pode-se discutir meios de oferecer integração entre modais aos usuários de um sistema de transporte.

Quando relaciona-se ainda a essas políticas os conceitos de *Smart City* e Urbanismo (e muitos outros), observa-se que a mobilidade não se dá totalmente por um único meio de transporte e sim por diversos. Isto porque a escolha por um determinado modal baseia-se em diversos critérios como gostos pessoais, preferências, motivos de viagem, necessidade de deslocamento, tempo de viagem, tipo de carregamento entre outros tantos, além de razões comportamentais e sociais, como gênero, idade, acessibilidade da origem e/ou destino, salário, disponibilidade de automóvel próprio, disponibilidade/indisponibilidade de estacionamento em local de trabalho e/ou casa, características do sistema de transporte já existente, capacidade do sistema viário, qualidade da infraestrutura e do serviço do transporte público, entre muitos outros fatores.

Assim sendo, a existência de um relacionamento estreito entre diferentes modais é essencial e este relacionamento deve ser estudado. Para isso é necessário entender como esse relacionamento acontece, como pode ser melhorado, como estes modais coexistem e como podem se complementar para fornecer mobilidade de qualidade. A base deste estudo está no entendimento das relações entre a população e o espaço que habitam, o que é fornecido pela pesquisa de mobilidade dentro da rede urbana.

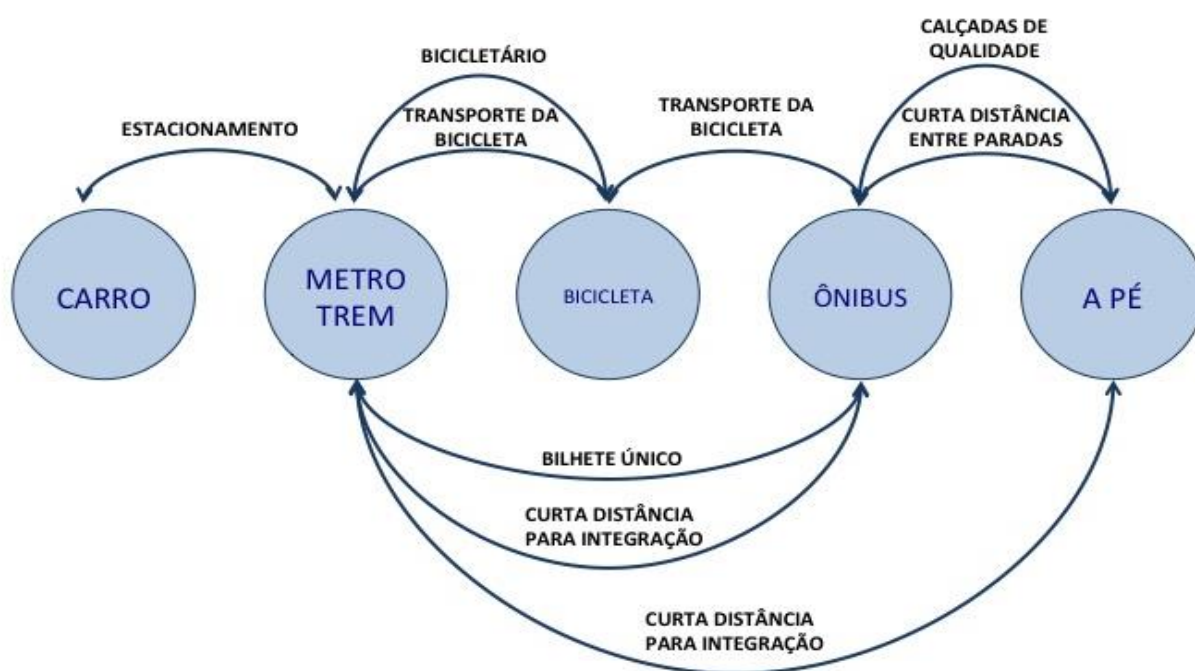
Pode-se caracterizar a integração dos transportes de três formas:

- Integração física: os modais são integrados pela estrutura espacial da linha/trajeto;
- Integração operacional: efetivada pela forma de operação dos modais com relação a horários, frequência e itinerários, de forma a se complementarem;
- Integração tarifária: forma de minimizar custos para o usuário, garantindo integração de diferentes modais através da cobrança de uma mesma tarifa.

São várias as razões para que exista integração modal dentro do sistema de transportes. O alcance origem-destino se torna maior, o sistema se torna mais eficiente, a possibilidade de saturação do sistema diminui, o uso de modais motorizados pode diminuir devido a eficiência do sistema, o tempo de viagem pode diminuir, modais não motorizados podem ganhar notoriedade, entre outros motivos. Para que isso ocorra deve-se analisar a infraestrutura que um meio precisa e a possibilidade de conexão com outros meios.

Essa conectividade pode se dar por meio de um bilhete único para ambos os modais, ou seja, a transferência de modal tem custo zero, por meio de um terminal que conecte os mesmos, por meio de estacionamentos para carros e/ou bicicletas, além disso distâncias entre pontos de ônibus podem ser reduzidas, vias para pedestres e ciclistas podem ser melhoradas, a possibilidade de carregar bicicletas dentro de metrô/trens e/ou ônibus pode ser implantada, entre outras medidas.

Figura 8 – Formas de integração modal



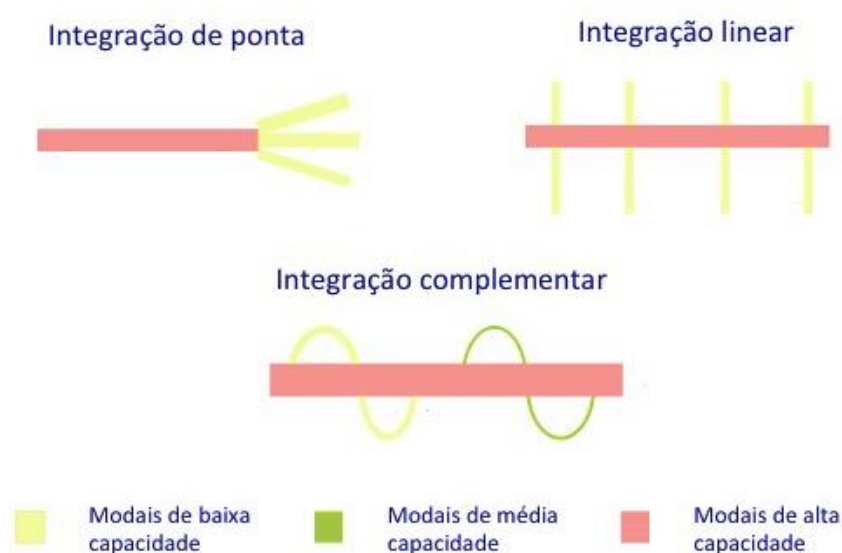
Fonte: Produção do próprio autor

Assim, os pontos de integração podem ter os seguintes formatos:

- Integração de ponta: onde um modal de maior capacidade é alimentado em um ponto através de vários modais de menor capacidade;

- Integração linear: um modal de maior capacidade é alimentado gradativamente em diversos pontos da sua rede por modais de menor capacidade;
- Integração complementar: a alimentação do modal de maior capacidade ocorre em pontos de contato com modais de menor capacidade, mas não através de terminais, mas de pontos de menores dimensões, permitindo que o usuário possa passar para o modal de maior capacidade várias vezes durante o trajeto utilizando o modal de menor capacidade.

Figura 9 – Modelos de pontos de ligação para integração entre diferentes modais



Fonte: Produção do próprio autor

Com relação as características físicas e operacionais dos pontos de integração modal, pode-se optar por sistemas de pagamento interno, ou seja, o pagamento da tarifa ocorre dentro do meio de transporte, ou externo, onde o pagamento é feito já na entrada do ponto de integração. Estes locais de transferência devem ter estrutura simples e que suportem mudanças ao longo do tempo devido alteração de demanda, devem possuir abrigo para os usuários e é interessante que suportem outras funcionalidades para a comodidade dos usuários, como: centros comerciais, restaurantes etc.

Além disso o projeto de um terminal de transferência deve considerar:

- Demanda prevista, incluindo a movimentação de passageiros dentro do ponto de integração;
- Movimentação dos elementos de transporte, considerando fluxos de entrada e saída, tempo de entrada e saída e ocupação espacial de plataformas.
- Demanda no horário de pico;
- Espaços físicos necessários para operação do sistema, incluindo administração, fiscalização, entre outras necessidades.

O ponto de interligação de modais deve portanto:

- possibilitar que o usuário escolha entre diversos modais para efetivar um mesmo trajeto;
- e/ou efetivar um trajeto através da complementação de um ou vários meios de transporte.

Vê-se então o claro impacto positivo que a integração modal tem sobre as estratégias de mobilidade urbana. Ou seja, com a disponibilidade de diferentes meios de transporte e uma relação funcional entre eles pode-se aproveitar ao máximo o potencial de cada meio de transporte e tornar as políticas de mobilidade urbana viáveis, visando sempre otimizar o deslocamento das pessoas e não um modal exclusivamente.

Figura 10 – Bicletário: uma das várias formas de se concretizar a integração modal



Fonte: Knapp, E. (2013)

7 A PESQUISA DE ORIGEM-DESTINO E A PESQUISA DE FLUXO DE TRÁFEGO

Para início dos trabalhos do planejamento de transportes como se viu na Figura 3 é preciso fazer a coleta de dados. Esta coleta tem como objetivo definir o padrão de viagens numa região, bem como as atividades desenvolvidas na região. Para isso são realizadas atualmente no Brasil pesquisas de Origem-Destino ou Pesquisas de Fluxo de tráfego.

A pesquisa de fluxo de tráfego se dá por meio da contagem (manual ou mecânica) de veículos ou pedestres que se locomovem através de uma interseção ou segmento de via e pretende-se analisar a quantidade, direção e composição do fluxo por unidade de tempo. Geralmente o período de contagem é de uma hora, podendo variar de acordo com o objetivo da pesquisa.

Figura 11 - Dispositivos mecânico para contagem



Fonte: KMF Traffic (2017)

A pesquisa de Origem-Destino realizada no Brasil se baseia na proposta oferecida pelo DNIT através do “Manual de Estudos de Tráfego”. Este tipo de pesquisa é apenas um dentre outros métodos apresentados pelo DNIT para estudos de tráfego e tem como norte identificar o objetivo e destino das viagens realizadas por um modal num determinado sistema, em especial o sistema rodoviário. Além disso, pode-se adicionar outros tipos de perguntas a esta pesquisa, visando complementar o resultados que serão obtidos. Como exemplo pode-se obter informações sobre a quantidade de passageiros no veículo, tipo e peso da carga transportada, razão da viagem, entre outras informações, tudo isto baseado nas razões pela qual a pesquisa será realizada.

Figura 12 - Formulário para contagem de preenchimento manual

CONTAGEM EM INTERSEÇÕES									
A FOLHA	B POSTO	C TEMPO	D DIA DA SEMANA		E DATA	F ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO			G PESQUISADOR
Nº	Nº	☐ SOL ☐ CHUVA ☐ NUBLADO	☐ DOM ☐ SEG ☐ TER ☐ QUA	☐ QUI ☐ SEX ☐ SAB	/ /				
HORA	DE SENTIDO PARA			DE SENTIDO PARA			DE SENTIDO PARA		
	MOVIMENTO			MOVIMENTO			MOVIMENTO		
	AUTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	AUTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	AUTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO
DE [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
ATÉ [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
DE [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
ATÉ [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
DE [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
ATÉ [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
DE [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]
ATÉ [][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]	[][][][]

Fonte: DNIT (2006)

Basicamente este tipo de pesquisa fornece dados sobre o comportamento do tráfego num determinado sistema viário, baseado em estimativas atuais e futuras, desvios e interrupções observados, custos operacionais ou de manutenção etc, os quais dependem da finalidade da pesquisa. Como preparação para iniciar a pesquisa de O/D é importante a delimitação da área de estudo, principalmente na forma de zonas.

Como métodos de pesquisa podem ser utilizadas as formas de entrevista a domicílio, o método de identificação de placas, o método de tarjetas postais, o método de etiquetas nos veículos e o método de entrevista na via. Cabe ser mencionado que cada pesquisa é realizada inteiramente com base no objetivo de pesquisa, portanto pode ocorrer de a pesquisa de origem e destino ser utilizada apenas como um elemento complementar para elaboração de outros estudos, como planos diretores, alocação de tráfego em novas rodovias, entre outros estudos,

desta forma a pesquisa de origem e destino torna-se bastante flexível quanto a inclusão de informações que se façam necessárias.

Também baseado no objetivo final da pesquisa é então definido o tipo de método a ser utilizado. Após tomada esta decisão faz-se o planejamento da pesquisa, tais como: seleção dos dados básicos a serem coletados, delimitação da área de estudo através de cordão externo, escolha do período em que a pesquisa será realizada, determinação do tamanho da amostra, de modo que esta possa representar todas as viagens que ocorrem na área delimitada de estudo, e para isso existe uma recomendação também fornecida pelo DNIT de acordo com a população da área de estudo. Como parte do planejamento da pesquisa também deve ocorrer uma validação de dados, realizada por controle de qualidade, que pode ser feito por comparação de repetição de pesquisa ou comparação dos resultados com índices provenientes de estudos anteriores. Também é necessário determinar o destino ou origem da pesquisa, a quantidade e localização de postos de entrevistas (para o caso de entrevista na via), que é baseado no “Manual de Origem e Destino” do DNER, dimensionar a quantidade de pessoal necessário para pesquisa, entre outras fases de planejamento, tudo isto visando uma orientação, mesmo que mínima, já que todo o processo de pesquisa sofre influência de muitos fatores, em especial o da aleatoriedade dos acontecimentos a serem estudados.

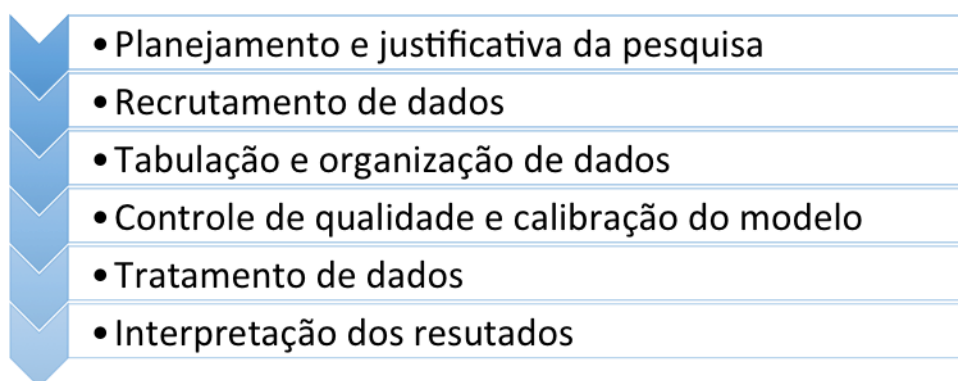
Deve-se lembrar no entanto que é imprescindível para a pesquisa de entrevista na via a coleta de informações básicas, denominadas “mínimas necessárias” pelo DNIT, sendo elas:

- localização do posto;
- época da pesquisa;
- intervalo horário da pesquisa;
- sentido do tráfego;
- tipo de veículo entrevistado (para áreas rurais adotar a classificação do DNIT);
- motivo da viagem;
- peso da carga do caminhão;
- tara do veículo (peso do caminhão vazio);
- produto transportado;
- valor da carga;
- origem e destino da viagem.

8 PESQUISA DE MOBILIDADE EM REDES URBANAS

A Pesquisa de Mobilidade pode ser o modelo que mais se adequa às necessidades de conhecimento que o planejamento de transportes prevê, ou seja, vincula diferentes variáveis que podem ter influência sobre o comportamento da demanda (como renda, tarifa de transporte público, entre outras), integra os diferentes modais e apresenta suas relações. Já que através da pesquisa, seja ela qual for, procura-se criar um quadro da realidade, baseado num número tal de amostras capazes de representar o todo, é muito importante que este quadro represente da melhor forma e o mais fielmente possível a realidade, pois só assim pode-se garantir com maior certeza que a solução proposta para resolução de problemas no transporte terá sucesso.

Figura 13 – Etapas para a realização da Pesquisa de Mobilidade



Fonte: Produção do próprio autor

A pesquisa de mobilidade nada mais é que uma pesquisa mais detalhada e mais individual da pesquisa de Origem e Destino, sendo no entanto apenas possível através do método de entrevista (que será posteriormente discutido). Também bastante flexível a Pesquisa de Mobilidade pode se transformar e ser incrementada de acordo com os objetivos da pesquisa. Pode ainda conter levantamentos quanto a opinião dos usuários, satisfação, preferências etc. Diferentemente da pesquisa de O/D atualmente realizada, pode-se dizer então que a pesquisa de mobilidade seria uma análise microscópica das situações em estudo, pois procura analisar o trajeto completo durante um dia inteiro de uma pessoa, e não apenas etapas que compõem um trajeto ao longo de um dia.

Além disso, a Pesquisa de Mobilidade não tem a intenção de hierarquizar o modal de transporte, ou seja, de considerar o modal utilizado na mais longa distância percorrida numa etapa tal como o “único” modal utilizado na viagem inteira, o que ocorre na pesquisa de O/D. Isto porque neste tipo de pesquisa não é objeto de estudo apenas o modal *mais* utilizado, mas sim o modo pelo qual as pessoas utilizam ao longo de diferentes etapas de uma viagem os diferentes meios de transporte hoje a disposição da população, por meio de diferentes infraestruturas e sistemas, e também como se dá a relação destes meios de transporte entre si.

Basicamente os objetivos deste tipo de pesquisa são norteados por dois conceitos: o de validação de projeto, ou seja, avaliar o cenário pós implantação de projeto, e o de coleta de dados para um novo projeto. Baseados nos resultados obtidos através da pesquisa de mobilidade pode-se avaliar a qualidade da infraestrutura já disponibilizada para a população e a satisfação de seus usuários, bem como a sua utilidade e necessidade.

No entanto, esta mesma pesquisa pode ser capaz de criar uma base de dados necessários para se avaliar a necessidade de infraestruturas, serviços ou sistemas futuros. Deste modo pode se aumentar a probabilidade de sucesso de um determinado projeto, já que este seria baseado em dados atuais e reais a partir de um grupo amostral que representaria o comportamento do todo.

As pesquisas de trafego hoje realizadas no Brasil não inter-relacionam os diferentes modais de transporte. O que ocorre na verdade é que cada empresa responsável por um determinado modal realiza sua pesquisa separadamente. A importância da pesquisa de mobilidade se dá inicialmente quanto a este fato, por analisar e estudar as relações dos modais entre si.

É importante ressaltar a importância do estudo dos fatores socioeconômicos e culturais, pois estes tem forte influência sobre a mobilidade. Estudos conduzidos em outros países mostram por exemplo a diferença entre a mobilidade entre homens e mulheres, entre estudantes e pessoas que trabalham, entre os jovens e os mais velhos.

Outros fatores como a disponibilidade de carro em casa, a infraestrutura do transporte público já ofertado, entre outros influenciam decisivamente a mobilidade, daí a importância de se estudar e definir o grupo de pessoas em estudo e o perfil da população da região em estudo.

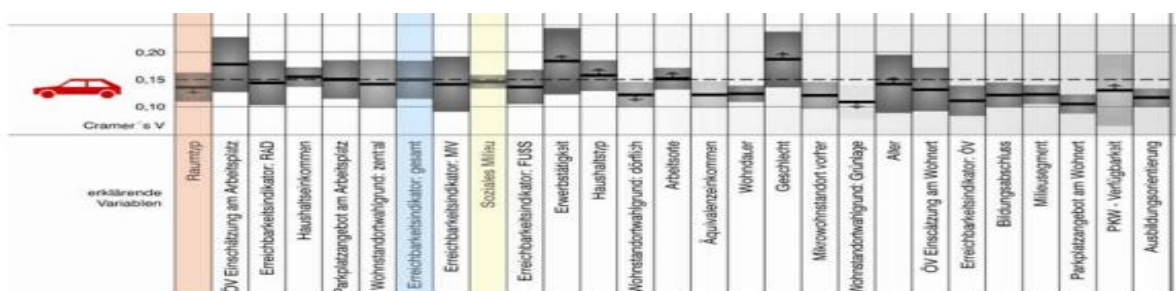
Tabela 6 – Influência sobre a mobilidade

Fatores que influenciam a mobilidade
Idade
Gênero
Atividade profissional
Tamanho da família
Disponibilidade de automóvel (seja pela posse de carro ou de carteira de motorista)
Horários de trabalho
Distância entre residência e outros pontos de interesse
Oferta de transporte público
Velocidade do meio de transporte oferecido
Custos
Características da cidade
Influência política
Preferências pessoais

Fonte: Produção do próprio autor

Existem estudos bastante interessantes que analisam a influência de cada fator considerando diferentes meios de transporte, utilizando principalmente a fórmula de Cramer, também chamada “Cramer’s Rule”. Este sistema de medidas permite criar uma simetria entre variáveis diferentes, ou seja, acaba por indicar a força de relação entre variáveis⁷.

Figura 14 – Exemplo de estudo de influência de cada variável sobre a escolha do modal carro



Fonte: Der Milieu-Ansatz in der Mobilitätsforschung (2007)

⁷ Der Milieu-Ansatz in der Mobilitätsforschung, disponível em: <https://www2.ffg.at/verkehr/file.php?id=424>

9 PROCEDIMENTO

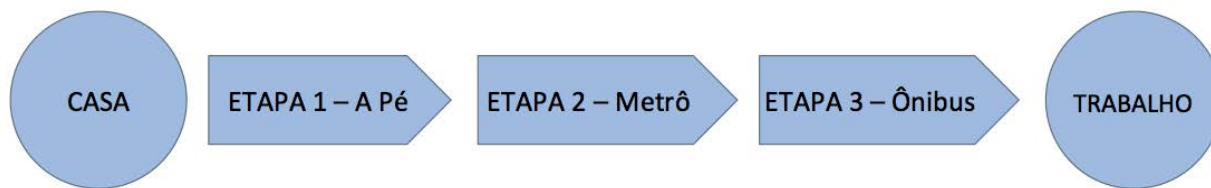
O método de realização da pesquisa de mobilidade consiste basicamente na forma de entrevista, podendo esta ser uma entrevista por pessoal ou na forma de formulário. Pode-se incluir neste formulário perguntas de caráter socioeconômico, como forma de caracterização do grupo amostral definido para o estudo. As perguntas desta fase pretendem diferenciar os indivíduos do grupo em diferentes faixas etárias, entre pessoas empregadas e/ou estudantes e seu gênero, além de outras perguntas que podem ser facilmente adicionadas de acordo com a finalidade da pesquisa.

Como objetivo principal a pesquisa pretende entender e analisar o trajeto individual de cada participante durante o período de um dia. O trajeto é então dividido em etapas de acordo com o modal utilizado numa etapa. É considerado como etapa todo deslocamento que tenha como propósito realizar alguma atividade e seja superior a uma distância tal, definida em pesquisa. Estudos sugerem que esta distância seja maior ou igual a 400 metros (CAMPOS, 2013), mas pode variar de acordo com o perfil da população e do local em estudo.

Para cada etapa deve-se informar o horário de saída e chegada, bem como o endereço de saída e chegada, além do modal utilizado para a etapa, uma média estimada em quilômetros da distância percorrida nesta etapa e o motivo de realização da mesma. Cada trajeto pode ser composto por um número indefinido de etapas, pode ter um único objetivo e pode ser realizado através de vários modais, enquanto uma etapa se dá por um único modal.

Para a definição dos objetivos de determinado trajeto (composto de etapas) são consideradas as situações mais recorrentes no cotidiano da população, ou seja, situações esporádicas como “ida ao médico” não são definidas como objetivos, exatamente por serem situações esporádicas não podem ser usadas para representar a maioria dos tipos de viagem que são feitas no dia a dia. Os objetivos são então pré-definidos neste trabalho como: compras, casa, estudo, trabalho ou lazer. O objetivo do trajeto é definido a partir do destino final do deslocamento. Por exemplo, se três etapas são realizadas para que o indivíduo chegue ao seu trabalho, as três etapas tem como objetivo “trabalho” e portanto o trajeto que elas compõem também tem “trabalho” como objetivo.

Figura 15 – Exemplo de trajeto Casa-Trabalho



Fonte: Produção do próprio autor

Atualmente existem diferentes meios de transporte que compõe a infraestrutura que garante mobilidade para a população, no entanto, são importantes e considerados na PM, se tratando ainda de uma pesquisa realizada em área urbana, os meios de transporte mais comumente utilizados, mais economicamente acessíveis e que permitem um alcance de pequena a média distância. Neste caso, por exemplo, fica excluído o avião. A PM também atenta-se as relações de transporte numa região de área delimitada, como uma cidade ou uma zona que concentre pequenas cidades e/ou municípios. Os modais utilizados neste estudo são então: carro, metrô/trem, ônibus (não havendo diferenciação entre ônibus fretado e ônibus de linha, neste caso), bicicleta e o modal pedestre.

A respeito do modal pedestre é importante definir uma distância mínima para que um percurso a pé seja considerado como uma etapa. Por exemplo: sair de casa para apenas levar o lixo para fora ou andar para buscar o carro não devem ser consideradas como etapas caso a distância percorrida seja muito pequena. Em alguns países, tendo a Áustria como exemplo, para efeitos de pesquisa, essa distância mínima é de apenas 400 metros, o que equivaleria a aproximadamente 5 minutos andando numa velocidade normal de aproximadamente 1,4 m/s, que é a velocidade média de uma pessoa andando. A importância da definição dessa distância mínima para a consideração de uma etapa a pé esta estreitamente relacionada a relevância que a “atratividade” de um modal tem sobre o fator de decisão do indivíduo em utilizar este determinado modal, conforme visto no item 4.1 deste trabalho.

Figura 16 - Exemplo de Formulário para Pesquisa de Mobilidade

PESQUISA DE MOBILIDADE		DATA: / / 2015
PESQUISA SOCIOECONÔMICA		
Gênero: ☐ F ☐ M Idade: ☐ 12 a 18 anos ☐ 19 a 25 anos ☐ 26 a 32 anos ☐ 33 a 40 anos ☐ 41 a 50 anos ☐ Mais de 50 anos	Empregado: ☐ Meio período ☐ Integral ☐ Não Estuda: ☐ Colégio ☐ Doutorado ☐ Faculdade ☐ Mestrado ☐ Cursos ☐ Não (línguas/outros)	
DESCRIÇÃO DA VIAGEM		
ETAPA 1 Horário de saída: Endereço de saída: Motivo: ☐ Compras ☐ Trabalho ☐ Estudo ☐ Lazer ☐ Casa Modo: Carro ☐ Motorista ☐ Passageiro Moto ☐ Motorista ☐ Passageiro ☐ Ônibus ☐ Metro ☐ A pé Horário de chegada: Endereço de chegada: Distância média:	ETAPA 2 Horário de saída: Endereço de saída: Motivo: ☐ Compras ☐ Trabalho ☐ Estudo ☐ Lazer ☐ Casa Modo: Carro ☐ Motorista ☐ Passageiro Moto ☐ Motorista ☐ Passageiro ☐ Ônibus ☐ Metro ☐ A pé Horário de chegada: Endereço de chegada: Distância média:	ETAPA 3 Horário de saída: Endereço de saída: Motivo: ☐ Compras ☐ Trabalho ☐ Estudo ☐ Lazer ☐ Casa Modo: Carro ☐ Motorista ☐ Passageiro Moto ☐ Motorista ☐ Passageiro ☐ Ônibus ☐ Metro ☐ A pé Horário de chegada: Endereço de chegada: Distância média:
ETAPA 4 Horário de saída: Endereço de saída: Motivo: ☐ Compras ☐ Trabalho ☐ Estudo ☐ Lazer ☐ Casa Modo: Carro ☐ Motorista ☐ Passageiro Moto ☐ Motorista ☐ Passageiro ☐ Ônibus ☐ Metro ☐ A pé Horário de chegada: Endereço de chegada: Distância média:	ETAPA 5 Horário de saída: Endereço de saída: Motivo: ☐ Compras ☐ Trabalho ☐ Estudo ☐ Lazer ☐ Casa Modo: Carro ☐ Motorista ☐ Passageiro Moto ☐ Motorista ☐ Passageiro ☐ Ônibus ☐ Metro ☐ A pé Horário de chegada: Endereço de chegada: Distância média:	ETAPA 6 Horário de saída: Endereço de saída: Motivo: ☐ Compras ☐ Trabalho ☐ Estudo ☐ Lazer ☐ Casa Modo: Carro ☐ Motorista ☐ Passageiro Moto ☐ Motorista ☐ Passageiro ☐ Ônibus ☐ Metro ☐ A pé Horário de chegada: Endereço de chegada: Distância média:

Fonte: Produção do próprio autor

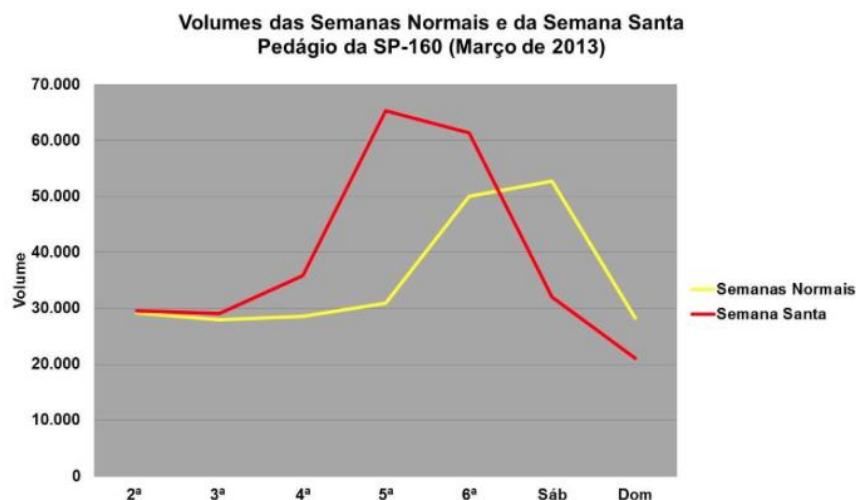
Como forma de controle de qualidade são requeridos durante a pesquisa os endereços de cada origem e destino de uma etapa para que possa ser possível minimizar ao máximo os erros que possam ocorrer durante a estimativa da media em quilômetros percorrida em cada etapa ou minimizar qualquer outro possível erro quanto a, por exemplo, horários. Quando necessário é possível ainda analisar situações de tráfego durante o percurso, como por exemplo, por comparações relacionadas a tempo $\times$ distância entre velocidades de tráfego em situações normais ou situações de trânsito.

Assim como na pesquisa de O/D é importante determinar, de acordo com o resultado de estudo que se pretende obter, a época do ano em que o estudo será realizado. Isto porque o comportamento de tráfego durante as estações do ano, as férias escolares, as datas comemorativas e os dias úteis são muito diferentes entre si. Se o objetivo da pesquisa é estudar o comportamento da mobilidade populacional durante as férias deve-se realizar o estudo durante as férias e assim por diante.

Além disso, dentro de uma mesma pesquisa podem ser feitas comparações entre diferentes épocas, como por exemplo, para análise da situação de um sistema rodoviário, torna-se viável e importante a análise e comparação da situação de tráfego durante pelo menos dois dias dentro do período de uma semana. Isto porque o tráfego durante os dias úteis e finais de semana podem se diferenciar drasticamente.

É importante então para economia de tempo e dinheiro escolher por exemplo que um único dia útil represente a semana de segunda a sexta-feira (ou até sábado, dependendo do perfil da região estudada) e um outro dia, no caso o domingo, para representar o fluxo do final de semana. É comumente observado que segundas e sextas-feiras tem um aumento expressivo de tráfego por serem o primeiro e último dias úteis da semana. Além disso, o sábado devido a atual cultura e funcionalidade das cidades brasileiras praticamente pode ser considerado como um dia útil normal e não como um dia de fim de semana, já que o comércio funciona, muitas vezes, normalmente e a maioria das pessoas também trabalha no sábado, o que gera intenso volume de tráfego nos diferentes modais.

Figura 17 - Variação diária do volume de Trafego na Rodovia SP-160 em Março de 2013



Fonte: DNIT (2013)

Deve haver uma consideração importante sobre os casos de análise dos chamados “horários de pico”. É de extrema importância que sejam agregados a pesquisa informações geralmente externas à entrevista que garantam o conhecimento das razões pelo qual um sistema está sofrendo saturação de trafego. Como a pesquisa de mobilidade tenta encontrar uma situação modelo para análise, torna-se importante entender se esta saturação se dá por eventos esporádicos ou eventos com fim premeditado (como obras), ou se esta situação de trânsito intenso, ou até mesmo imobilidade, é realmente causada pelo fato de o sistema e/ou infraestrutura estar saturado, ou seja, não é mais capaz de suportar aquele volume de trafego e portanto não garante um fluxo contínuo.

A importância deste entendimento está intrinsicamente ligada a interpretação posterior que a pesquisa virá a fornecer da situação em análise. Ou seja, pode haver uma má interpretação da situação de trafego, quando dizemos que um local tal sofre recorrentemente saturação de trafego, quando na verdade a causa da saturação é esporádica ou ainda, nos casos em que a pesquisa serve como banco de dados, pode haver superdimensionamento do projeto, quando uma situação não recorrente é tomada como modelo para o dimensionamento.

Para este tipo de pesquisa também é importante a delimitação e análise da região de estudo, a qual pode vir a ser dividida em diferentes zonas. Esta delimitação promove uma melhora de entendimento dos resultados da PM. Isto porque junto a esta delimitação são então consideradas a atratividade que cada modal tem numa determinada região. Por exemplo se

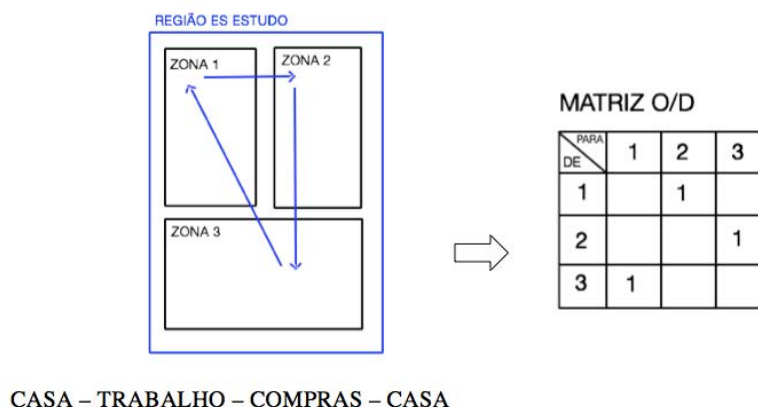
uma região dispõe intensamente de rodovias e poucas linhas de ônibus, o carro torna-se muito mais atrativo que o transporte público. Torna-se possível ainda analisar a atratividade própria de cada zona, baseando-se principalmente nas relações socioeconômicas, na densidade de emprego, na densidade de residências ou indústrias, no tipo de comércio, na conectividade de uma rede com outra, entre outras características próprias de uma região.

Atualmente é comumente observada a setorização das atividades mais recorrentes em nosso dia a dia, ou seja, diversas áreas são definidas como industriais, comerciais, residenciais, entre outras definições, o que facilita o entendimento de funcionamento de uma determinada zona. O próprio entendimento de funcionamento de uma região auxilia o planejador na subdivisão da região de estudo em zonas de menor área. Esta subdivisão da região em diferentes zonas garante o tratamento de dados posteriormente realizado sobre a pesquisa.

Partindo-se pelo conceito básico da Pesquisa de Origem e Destino, tem-se que cada zona tem origens e destinos. Cada zona tem definido o seu centroide, que pode ser um local com grande concentração das atividades que ocorrem na zona, por exemplo, e representará o ponto de partida e chegada de todas as viagens em cada zona.

Assim sendo, pode-se então criar uma Matriz, conhecida como “Matriz de Origem e Destino” para entendimento do funcionamento das relações entre essas zonas e das viagens dentro da própria zona. Para este trabalho viagens produzidas numa zona são aquelas que se originam dentro da zona, enquanto viagens atraídas são aquelas que tem como destino a mesma (CAMPOS, 2013).

Figura 18– Exemplo de subdivisão da região de estudo em Zonas e sua respectiva Matriz de O/D



Fonte: Produção do próprio autor

Seja a pesquisa de mobilidade uma entrevista feita por pessoal, por um preenchimento manual ou eletrônico, ela procura fazer uma análise completa do trajeto de um dia inteiro de um indivíduo. Portanto o período de realização da entrevista é considerado como o período de 24 horas.

Em suma, o formulário é preenchido com todas as etapas que compuseram um trajeto para concluir uma atividade, a partir do momento que a pessoa deixa sua casa e se move mais que a distância mínima definida em pesquisa para que um percurso a pé seja considerado até o momento que retorna a sua casa, sendo de extrema importância mencionar qual modal foi utilizado em cada etapa.

Uma variável muito importante dentro do estudo de demandas de transporte, tema do capítulo 10 deste trabalho, é a chamada demanda reprimida. A demanda reprimida é aquela que tecnicamente não existe, porém existiria caso a oferta de transporte permitisse tal deslocamento, ou seja, é um desejo, porém impossível de ser realizado. Pode-se citar situações em que as pessoas deixam de procurar e/ou aceitar um trabalho numa determinada região por não terem nenhuma opção de transporte para atingir o destino, seja através do transporte público coletivo ou até mesmo transporte privado, por exemplo por falta de infraestrutura rodoviária. A demanda reprimida também pode influenciar a escolha de escolas, centros comerciais e até mesmo de moradia, já que de maneira geral as pessoas tendem a preferir estarem bem localizadas de modo a facilitarem suas rotinas.

Analisando o conceito do planejamento de transportes de otimizar o deslocamento das pessoas em si, e não otimizar um único modal, entende-se a importância de conhecer estas demandas reprimidas. Pois nada melhor para o planejador do que conhecer as verdadeiras intenções dos usuários de transporte visando melhorar a qualidade de vida dos mesmos. Assim, pode ser interessante adicionar questões a respeito deste tipo de demanda no questionário da PM, para compreender quais locais os entrevistados gostariam ou teriam interesse em frequentar, caso houvesse esta possibilidade.

Seja qual for o modelo de pesquisa escolhido deve-se sempre deixar bastante claros os objetivos finais da pesquisa de mobilidade. Quanto mais transparentemente a pesquisa é apresentada ao público, maiores as chances de que as respostas sejam confiáveis e verídicas. Deve-se garantir também o sigilo com relação aos dados, pessoais ou não, das pessoas, desta forma pode-se dispensar a necessidade de fornecer nomes, sobrenomes e a numeração de endereços.

É preciso ainda garantir que as pessoas queiram de fato participar da pesquisa, ou seja, formas de incentivo são bem vindas, como por exemplo a oferta de recompensa, seja por dinheiro ou cupons de desconto, ou troca por um benefício. A propaganda a respeito da pesquisa também é importante, pois através dela pode-se divulgar sua importância e necessidade, possibilitando que a população tenha conhecimento a respeito da mesma.

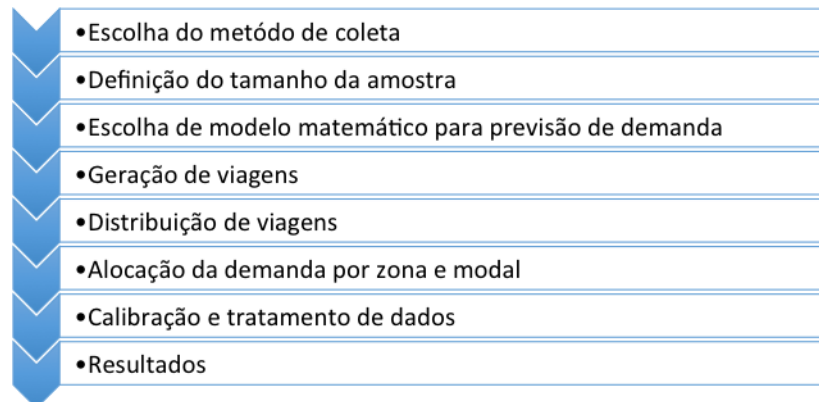
Outros fatores que podem garantir o sucesso da pesquisa estão relacionados a:

- Forma de distribuição do meio de pesquisa, ou seja: as pessoas conseguem ter acesso ao formulário com facilidade? Exemplo: formulários entregues por correio, *e-mail*, aplicativos em *Smartphones*;
- Facilidade para devolução, ou seja: quem participa consegue facilmente devolver este formulário ao planejador? Exemplo: em um prédio é possível fornecer uma caixa fechada para recolhimento dos formulários preenchidos;
- Prazo de devolução: as pessoas estão claramente informadas quanto ao prazo de devolução? Este prazo é viável? Etc.

10 ESTUDO DA DEMANDA E TRATAMENTO DE DADOS

A importância desta etapa se dá pela necessidade de os resultados serem os mais precisos possível.

Figura 19 – Sequência da Coleta e Tratamento de dados



Fonte: Produção do próprio autor

Após realizada qualquer que seja o tipo de pesquisa para levantamento de dados, escolhe-se o método de previsão da demanda, ou seja, define-se um modelo matemático para estimar as demandas. Esta estimativa pode ser:

- Incondicional (utiliza dados históricos);
- Condicional (vincula outros fatores influenciadores à demanda).

A estimativa incondicional se utiliza de projeções, podendo ser linear, geométrica, ou usar uma linha de tendência ou de logística. Todas utilizam dados históricos sobre a demanda e definem o tipo de crescimento que a demanda em estudo tem. Já a estimativa condicional leva em consideração fatores que influenciam a demanda, como características sócio econômicas, custo de uso do sistema, salário mínimo, população, entre outras e então é realizada uma regressão, que pode ser simples ou múltipla para a realização da análise.

Para as estimativas condicionais é ainda adicionado o conceito de elasticidade da demanda, que permite a alteração das características consideradas acima para observação da curva de demanda. Ou seja, se por exemplo o custo de uso do sistema é alterado torna-se possível analisar os efeitos dessa mudança sobre a demanda. A elasticidade pode ser direta ou

cruzada. A elasticidade cruzada analisa os efeitos da mudança de uma variável de um serviço sobre um outro serviço (CAMPOS, 2013).

A partir do modelo escolhido para estimar a demanda faz-se uma calibração do modelo e aí então gera-se as viagens, ou seja, objetiva-se estimar as viagens geradas ou finalizadas em cada zona (CAMPOS, 2013). Os métodos mais utilizados são:

- Fator de crescimento: determina número de viagens futuras por zona de tráfego, baseado nas variáveis que tem influência na geração destas viagens;
- Taxas de viagem: determina o número de viagens por tipo de ocupação do solo, ou seja, para cada atividade tem-se uma taxa de produção e/ou atração de viagens;
- Classificação cruzada: determina o número de viagens por tipo de residência, ou seja, gera viagens com “base-residencial”, qualificando ainda a unidade residencial por número de pessoas e número de carros por residência;
- e regressão: constrói-se uma função linear ou não-linear entre número de viagens existentes e os fatores que influenciam estas viagens.

Após a geração de viagens, estima-se o número de viagens entre pares de zonas de tráfego para geração da Matriz O/D (conforme mostrada na Figura 18), a partir do potencial de cada zona em gerar viagens, na sua atratividade e na distância, tempo ou custo de transporte entre cada par de zonas de origem e destino (CAMPOS, 2013).

$t_{ij} = f(\text{variáveis socioeconômicas entre } i \text{ e } j; \text{ viagens produzidas em } i; \text{ atraídas para } j; \text{ separação espacial ou custo entre } i \text{ e } j)$

onde t_{ij} representa o número de viagens entre a zona i e j no período de tempo considerado.

Para a distribuição de viagens utiliza-se os seguintes métodos:

- Fator de Crescimento (a estimativa é feita por aplicação de um fator à matriz);

- Gravitacionais (base conceitual é a lei gravitacional de Newton e portanto analisa o número de comunicações entre dois centros relacionando população e distância).

Cada método inclui variáveis diversas que podem influenciar a escolha por uma determinada viagem (ou seja, deslocamento entre zonas – viagens externas – ou dentro da zona – viagens internas). A escolha por cada método se define pelas vantagens e/ou limitações de cada um, de modo que por exemplo:

- Os Métodos de Fator de Crescimento:
 - são mais facilmente compreensíveis;
 - Necessitam de um número menor de iterações;
 - No entanto fica restrito ao planejamento de curto e médio prazo;
- Enquanto este método não considera mudanças no custo do transporte, o método Gravitacional utiliza diversas variáveis, como por exemplo custo direto da viagem e tempo gasto, para melhor explicar as decisões dos usuários ao optarem por uma viagem ou um transporte.

Por fim estima-se as demandas de acordo com cada modal disponível. Desta forma tem-se:

$t_{ijk} = f$ (variáveis socioeconômicas entre i e j ; viagens produzidas em i ; atraídas para j ; separação espacial ou custo entre i e j)

onde:

t_{ij} representa o número de viagens entre a zona i e j no período considerado de tempo por um modal k .

Ou seja, toma-se a matriz anterior e separa-se esta em uma quantidade n de matrizes, onde n representa a quantidade de modais considerados. Esta separação se dá pela consideração dos fatores que influenciam os usuários a escolherem um determinado meio de transporte, como características socioeconômicas e as características do sistema de transporte. De forma geral são considerados fatores a respeito do motivo de viagem, propriedade de veículo, renda, custo e tempo de viagem, conforto, acessibilidade, entre outros. A calibração

do modelo é feita então com base no tipo, quantidade e qualidade das informações disponíveis.

Os métodos de divisão modal podem ser:

- Determinísticos (Regressão linear, Classificação cruzada ou Curvas de desvio);
- Probabilísticos (Função utilidade, Logit Multinomial e Logit Binomial).

Nesta etapa do tratamento de dados torna-se necessário o conhecimento do grau de motorização da amostra, que se refere ao número de carros particulares a cada 1000 habitantes de uma zona. Para o método determinístico da Classificação Cruzada por exemplo é necessária a identificação de grupos homogêneos, classificados de acordo com as características do viajante ou dos modais.

No caso dos métodos probabilísticos, a probabilidade de um modal ser escolhido em relação a outros é o que determina a distribuição modal da matriz. Para isso é necessário primeiramente construir a função utilidade (*Utility Function*⁸) do modal, que basicamente expressa a “utilidade” que aquele modal tem, com base nos seus atributos e na satisfação do usuário.

Isto é, correlaciona diferentes variáveis relacionadas a um modal, as quais são devidamente equacionadas de acordo com a influencia de cada variável considerada. De forma geral a função de utilidade de um modal k seria:

$$U(k) = \alpha_k + \beta_{k1} \cdot X_{k1} + \beta_{k2} \cdot X_{k2} \dots + \beta_{ki} \cdot X_{ki} \quad (1)$$

Onde α_k é a constante de utilidade para o modal k;

β_{ki} é a influência de uma determinada variável i com relação ao modal k;

e X_{ki} é valor da variável i para o modal k.

⁸ Utility Function, estudo disponível em <http://www.transportmodeller.com/modechoiceoverview.html>

Ou seja, variáveis como tempo de viagem, custo de viagem, tempo de viagem para acessar o meio de transporte, distância entre dois pontos, entre outras, seriam variáveis X_{ki} , as quais podem ser balanceadas de acordo com sua influência β_{ki} .

E desta forma o modelo Logit Multinomial e Logit Binomial utilizam a função Utilidade do modal k para calcular a probabilidade de escolha do modo k em relação aos modos concorrentes. No caso, o modelo Binomial relaciona apenas duas alternativas de meio de transporte.

$$p(k) = \frac{e^{U_k}}{\sum_x e^{U_k}}$$

onde:

$p(k)$ é a probabilidade do modo k ser escolhido por unidade de decisão (indivíduo, residência etc.);

k é o modal;

x é a quantidade total de modais em questão;

e U_k é a função utilidade do modal k .

É possível ainda utilizar o modelo direto de divisão modal, onde estão inclusas a geração de viagem, distribuição de viagens e escolha modal numa única expressão, além do parâmetro de calibração.

$$V_{i,j,m} = \alpha_m + \beta_{m1}X_{i,j,m,1} + \beta_{m2}X_{i,j,m,2} + \dots = \alpha_m + \sum_k \beta_{mk} X_{i,j,m,k}$$

onde:

$V_{i,j,m}$ = quantidade de viagem da zona i para j pelo modal m ;

α_m = parâmetro para calibração do modal m ;

β_{mk} = influência do atributo k sobre o modal m ;

$X_{i,j,m,k}$ = valor do atributo k sobre o modal m pela viagem de i para j , exemplos da variável $X_{i,j,m,k}$ seriam: custo, frequência do serviço, tempo de viagem etc.

Finalmente, pode-se avaliar o equilíbrio entre oferta e demanda do sistema de transportes por meio da Alocação de Fluxo. Ou seja, após a distribuição modal, faz-se basicamente a distribuição de rotas entre as origens e destinos e toma-se como base que o usuário escolherá rotas que minimizem o tempo de viagem. Este é o princípio da modelagem

de transportes, em especial do sistema viário, pois desta forma pode-se analisar a limitação da capacidade do sistema, gargalos, tempo de viagens, entre outros fatores. Assim, pode-se ainda simular alterações para se verificar o efeito de mudanças no sistema.

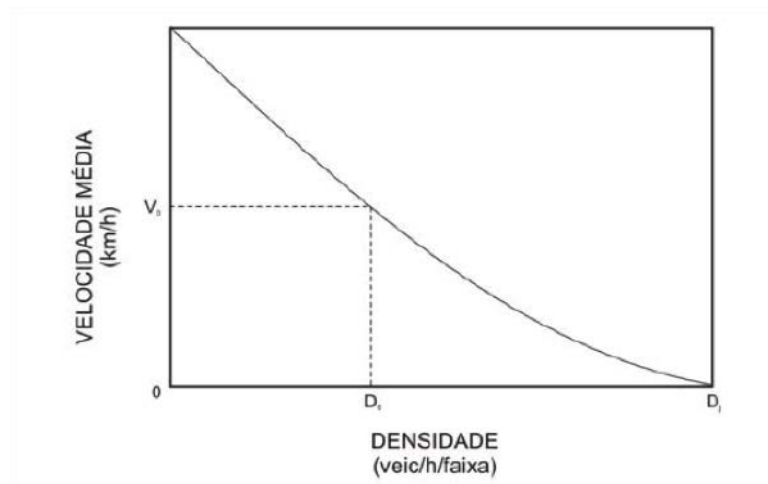
Define-se fluxo (f) ou volume como o número de veículos que passa por uma determinada seção da via por unidade de tempo, dada por veículo por hora. A densidade (d) por sua vez é o número de veículos numa seção num instante de tempo t , expressa em veículos por quilometro.

A velocidade cinemática (v) expressa a distancia percorrida pelos veículos na unidade de tempo (para trafego em regime permanente). Destas definições tem-se que:

$$f = v \times d$$

Ou seja, que a velocidade é uma função decrescente em relação a densidade.

Figura 20 – Relação entre velocidade e densidade



Fonte: DNIT (2006)

11 FORMULAÇÃO DE DIAGNÓSTICO

A formulação de diagnóstico de sistemas de transporte pode se dada de três formas:

- Comparação entre demanda e oferta;
- Caracterização e estudo da oferta atual;
- Ou pela caracterização e estudo da demanda.

De modo geral as três alternativas são formas de avaliação de cenários com comparações a situações consideradas ideais, através da observação de indicadores, podendo-se então definir as atuais condições de atendimento dos sistemas de transporte, as necessidades de melhoria deste sistema ou modificações para adequação do mesmo, assim como as futuras condições de um sistema.

Como este trabalho trata da Pesquisa de Mobilidade, vê-se que neste caso as formas mais adequadas para a formulação de diagnóstico seriam a forma de comparação entre demanda e oferta ou da caracterização e estudo da demanda, objetivo propriamente dito da Pesquisa de Mobilidade. Desta forma, como a PM fornece o retrato da demanda de transporte surge a necessidade de utilizar indicadores para posterior comparação e formulação do diagnóstico do estudo. A partir deste diagnóstico pode-se iniciar então a fase de sugestão de alternativas para resolução de problemas e por fim a fase de escolha da melhor alternativa e estratégia.

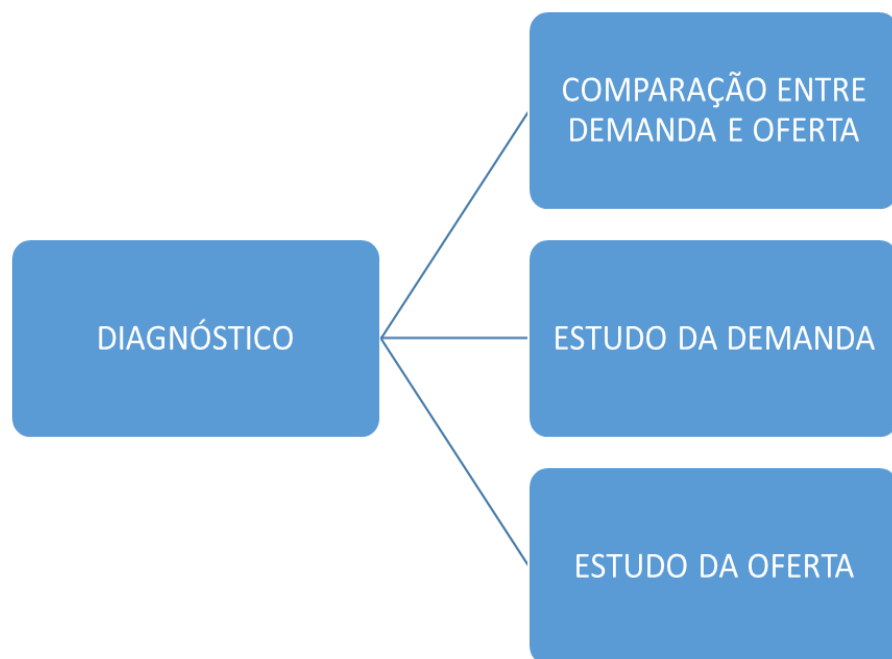
A comparação da demanda com indicadores define os desvios que a demanda e/ou oferta tem com relação aos resultados esperados, podendo-se então identificar problemas ou pontos de melhoria. Ou seja, confronta-se as condições estudadas (seja da demanda ou da oferta) com padrões operacionais, econômicos e sociais previamente estudados e planejados.

Os indicadores normalmente estudados e que tratam tanto da oferta quando demanda se referem a:

- Recobrimento espacial: forma e alcance do sistema de transporte disponível ou em estudo;

- Carregamento do sistema: verificação da intensidade de utilização do sistema de transporte (nível de serviço);
- Desempenho: análise dos tempos de viagem e condições de circulação;
- Desempenho de pontos de conectividade: avaliação dos tempos de embarque/desembarque, condições de circulação e manobra, volume de passageiros etc.;
- Tempo de espera pelo veículo;
- Qualidade e quantidade de informação ao usuário: horários de saída/chegada, pontos de parada, pontos de conexão com outros transportes;
- Tipo de cobrança: externa ou interna;
- Velocidade média de operação.

Figura 21 – Formas de alcançar diagnóstico



Fonte: Produção do próprio autor

Alguns indicadores, no entanto, são especialmente desenvolvidos para análise das informações fornecidas pela PM e seguem a seguir na Tabela 7.

Tabela 7 – Indicadores da PM

INDICADORES DA PESQUISA DE MOBILIDADE
Percentual de pessoas móveis (%)
Média de saídas por pessoa móvel por dia (Saída/24h)
Média em km por trajeto por pessoa móvel por dia (km/24h)
Média em min de trajeto por dia (min/24h)
Média em km do trajeto (km)
Média em minutos do trajeto (min)
Velocidade média (km/h)
Média de atividades por Pessoa Móvel por dia (atividade/24h)
Quantidade médias de saídas por pessoa móvel por dia (Saída.Pessoa móvel/24h)
Quilometragem a pé (%)
Quilometragem por bicicleta (%)
Quilometragem por carro (%)
Quilometragem por transporte público (%)
Porcentagem do caminho devido a atividade “compras” (%)
Porcentagem do caminho devido a atividade “trabalho” (%)
Porcentagem do caminho devido a atividade “estudo” (%)
Porcentagem do caminho devido a atividade “casa” (%)
Porcentagem do caminho devido a atividade “lazer” (%)
Média em km percorrida por pessoa por dia (Quilometro/Pessoa.dia)
Duração média de trajeto por pessoa por dia (Minuto/Pessoa.dia)
Quantidade de saídas por pessoa (ou pessoa móvel) por dia (Quantidade de Saída/Pessoa.dia)
Quantidade de atividades por pessoa por dia (Quantidade de atividades/Pessoa.Dia)

Fonte: Produção do próprio autor

Estes indicadores pretendem relacionar todo e qualquer tipo de resultado fornecido pela PM, por isso torna-se importante conhecer suas definições:

- Pessoa móvel: aquela que ao menos uma vez no período de estudo deixou sua casa;
- Caminho: mudança de lugar;

- Saída: diz respeito a saída de uma pessoa de sua casa devido a necessidade de realizar uma atividade e que seja maior que a distância mínima definida em pesquisa para que seja considerado como etapa (exemplo: 400 metros);
- Caminho padrão: sequência de atividades. (exemplo: CASA-TRABALHO-CASA);
- Atividade: atividades relacionadas as funções básicas de vida (Casa, Trabalho, Estudo, Compras e Descanso);
- Percentual de pessoas móveis: Percentual de pessoas móveis com relação ao total de entrevistados.

Conforme mencionado quando a formulação do diagnóstico depende da caracterização da oferta de transporte, deve-se mapear linhas existentes, pontos de integração, bem como os pontos de embarque/desembarque, a capacidade dos sistemas de transporte devem ser definidas, assim como as velocidades que alcançam, os horários de funcionamento, os itinerários, entre outras características.

Tabela 8 – Caracterização da Oferta

Trajetos	Tempos	Volumes	Pontos de Integração
itinerário	horário de funcionamento	volume de embarque/desembarque	planta do ponto de integração
terminais	dias de funcionamento	velocidade operacional	funcionalidades
pontos de embarque/desembarque	grade horaria por dia	tempos e demoras	facilidades
	tempo de viagem	volume de passageiros	
	extensão do trajeto	volume de veículos	

Fonte: Reck, G. (2005)

E por fim pode-se ainda realizar uma avaliação de desempenho da oferta, principalmente quando ainda não existem indicadores para comparação bem definidos ou os indicadores existentes não expressam fielmente o futuro desejável que se almeja para o sistema em estudo (exemplo: indicadores se referem a sistemas com características de locais e perfil populacional muito diferentes do local e população em estudo), através de indicadores básicos, conforme a Tabela 9 a seguir, onde se analisa características relacionadas a rentabilidade, eficiência, entre outros aspectos de um sistema de transportes.

Tabela 9 – Avaliações

Variável m Avaliação	Indicadores básicos
Nível de serviço	Lotação média nos trechos críticos Velocidade media ponderada Intervalo médio ponderado Número de transferências
Oferta de transporte	km de linha/habitante Frota total/ habitante
Desempenho Operacional	Passageiros / veículo.km Passageiros / lugares ofertados
Eficiência	Veículo.km / frota total Empregados / veículo (frota total)
Rentabilidade	Custo operacional médio Receita efetiva / passageiros transportados
Conveniência	Equipamentos nos terminais e pontos de parada Sistema de atendimento ao usuário Sistema de informações

Fonte: Reck, G. (2005)

Além da comparação com indicadores, pode-se fazer outras análises do sistema em estudo, conforme segue:

- Análise temporal da demanda: onde analisa-se qual o horário em que o sistema é mais requisitado, podendo esta análise ser:
 - Uma evolução anual;
 - Uma flutuação mensal;
 - Uma flutuação diária;
 - Uma flutuação horaria.
- Análise espacial: onde analisa-se em que local a demanda de transporte é maior;
- Análises referentes à outras características ligadas ao transporte, como por exemplo características ambientais e energéticas. É possível, por exemplo, estudar e comparar a emissão de poluentes (como CO₂, CO e outras partículas) por cada modal, definindo-se portanto o mais sustentável;
- Análise a respeito do uso de energia externa por meio de transporte (diesel, gasolina, energia elétrica): pode-se também analisar a necessidade e quantidade de energia externa para que um modal funcione, como o consumo de diesel, gasolina, energia elétrica etc.

Após formulado o diagnóstico a próxima fase do estudo consiste na apresentação de diversas soluções para os problemas encontrados, ou seja, formas de melhorar os indicadores que tiveram resultados diferentes do resultado esperado. Conforme já mencionado devido as peculiaridades de cada lugar em estudo esta fase de elaboração de soluções geralmente consiste em soluções específicas para cada situação.

No entanto, é completamente possível que soluções para outros locais e situações sejam aplicadas e adaptadas para o caso. Portanto, esta fase pode se dar através de *benchmarking*, que é o processo de observação das melhores práticas já desenvolvidas em outros cenários, e da pura observação da situação em estudo. Assim é possível se decidir então pelas melhores alternativas.

12 CONSIDERAÇÕES

Em 2015 foram investidos no Brasil cerca de 26,6 bilhões de reais, dados de 2015⁹ em projetos relacionados a meios de transporte e mobilidade. O tema ganhou destaque em 2014 onde os brasileiros se encontraram numa situação de saturação do sistema de infraestrutura de transporte disponível. Além dos problemas vividos há anos e do fato de o Brasil ter sido sede em 2014 da Copa do Mundo, evento que requer todo um planejamento e infraestrutura. Ônibus, trens e metrô lotados, sistema viário em baixas condições de uso, tráfego estagnado não mais apenas em horários de pico, enfim imensas dificuldades na mobilidade das pessoas e produtos são enfrentadas todos os dias pelos brasileiros.

Quando se compara o sistema de transporte brasileiro com outros sistemas pelo mundo a situação se torna ainda mais crítica. Equiparando-se mais uma vez, por exemplo, a cidade de Viena e a cidade de São Paulo, tem-se que enquanto Viena está distribuída em uma área de 414,9 km² e dispõe de uma malha de 78,5 km de metrô, ramificada em cinco diferentes linhas (dados de 2013), São Paulo está distribuída numa área de quase 8 mil km² e possui um sistema de metrô de apenas 78,4 km¹⁰. Isto é, mesmo São Paulo sendo quase 20 vezes maior em área que Viena ainda possui a mesma quilometragem de linhas de metrô que a capital austríaca.

12.1 CONCLUSÃO

Após entendimento da importância que o transporte tem para a população que vive nas cidades e de quanto tempo se perde diariamente devido a deslocamentos, aliado ainda à observação das dificuldades de locomoção encontradas no dia a dia da população, às situações de saturamento de diversos meios de transporte e aos altos custos de planejamento, execução e operação dos sistemas de transporte, percebe-se a relevância de se investir em projetos de transporte e mobilidade.

⁹ Investimento em Infraestrutura de transporte, dados de 2015. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/05/brasil-investiu-r-26-6-bi-em-infraestrutura-de-transportes-em-2015>

¹⁰ Folha de São Paulo, edição de 12 de fevereiro de 2014.

Todos esses fatores aliados ainda às novas tendências e ideologias, como o conceito de *Smart City*, entre muitos outros, vê-se a necessidade de desenvolver estruturas e sistemas mais eficientes, menos complicados, com custo justo e aceitável, além de proporcionar conforto durante a locomoção, que possam de alguma maneira influenciar positivamente a qualidade de vida das pessoas que dependem destes sistemas.

A Pesquisa de Mobilidade, que pode então ser comparada a uma fotografia, retrata na forma de indicadores a situação real do sistema e apresenta formas de aproveitá-lo da melhor maneira possível. A partir de informações simples pode-se fazer um diagnóstico completo do cenário em estudo. Com relação aos custos de projeto mais uma vez a PM serve de suporte, garantindo que o dinheiro seja gasto em projetos com maiores probabilidades de sucesso, ao invés de se gastar muito em projetos pouco funcionais.

Como a PM depende da participação ativa da população ela se torna uma forma de inclusão das pessoas nas decisões políticas, ou seja, é também uma forma de aproximação entre governo e população, além de se tornar uma forma de conscientização das pessoas a respeito dos temas que envolvem os meios de transporte, como por exemplo as questões ambientais.

Outro ponto importante de manter sempre a população envolvida nesses planejamentos está no fato de que, por melhores que sejam as melhorias, as pessoas sempre sentirão a necessidade de outras melhorias e mudanças. Isto porque quando se tem um sistema de transporte que não faz entrega nenhuma, o único desejo do usuário é chegar ao seu destino, independente de como. Quando ocorre uma significativa melhora elas passam a querer chegar mais rápido, depois querem conforto, custo-benefício e assim por diante. Assim, vê-se a transformação das necessidades e anseios dos usuários e quanto mais claros eles forem para os planejadores, mais facilmente as mudanças podem ser implementadas e maiores as chances de os projetos irem de encontro com o real desejo dos usuários.

Conforme já mencionado a Pesquisa de Mobilidade pode ser utilizada como forma de validação de projeto, ou seja, pode também demonstrar através de indicadores se um projeto já em funcionamento foi bem planejado e executado, se este atende a demanda da região em

que está inserido e até quando poderá atender uma demanda futura. Mas também pode ser utilizada como base de um novo projeto na área do planejamento de transportes.

Assim, entende-se que quanto mais integradas as políticas de ocupação com as demandas de transporte, bem como os interesses, expectativas e necessidades dos usuários aos projetos de transporte e de mobilidade maiores as chances de sucesso destes projetos, além de garantirem maior custo-benefício, ao assegurar a execução do principal objetivo da PM, o qual deveria ser também objetivo de todo projeto relacionado ao transporte de passageiros: otimizar o deslocamento em si e não apenas um único modal.

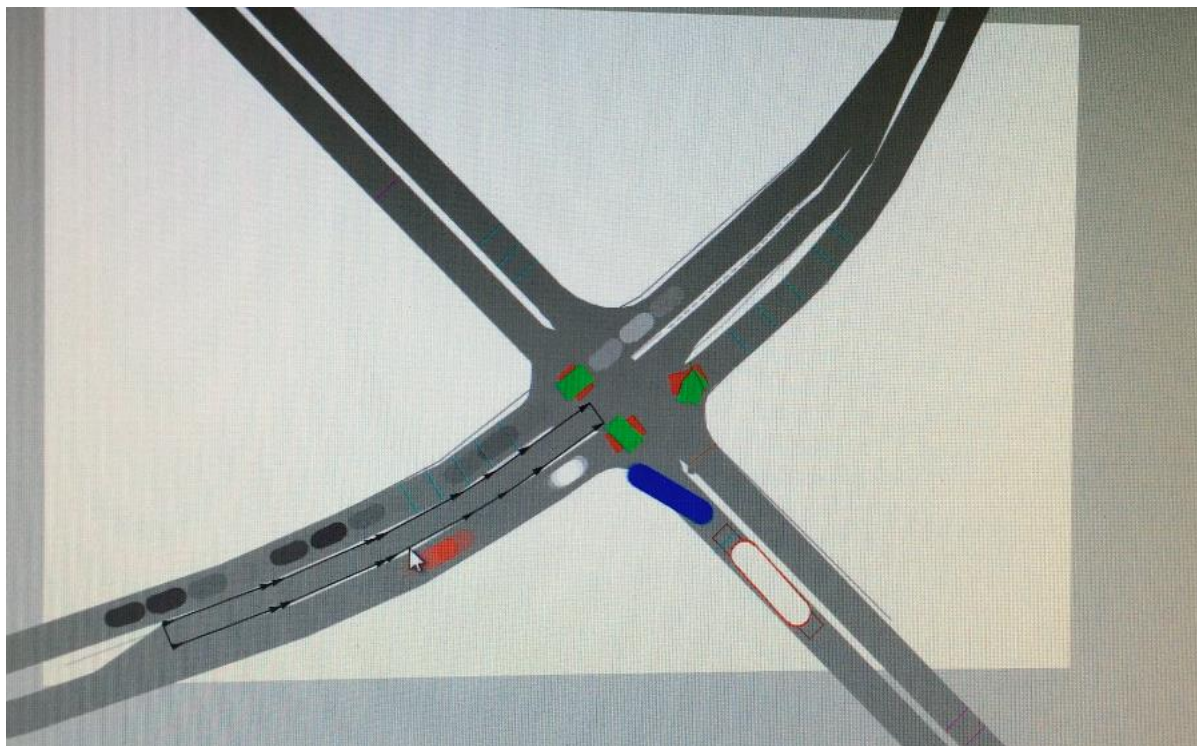
Com o crescimento exponencial da população nos dias de hoje vê-se cada vez mais pessoas com a necessidade de se locomover entre diversos lugares para executarem suas atividades diárias, e com mais pessoas se movimentando nas ruas percebe-se duas vertentes de direcionamento de investimentos para quem planeja o sistema urbano das cidades:

- ou investe-se no modal rodoviário fazendo com que cada vez mais as pessoas sintam a necessidade de possuir carro próprio, o que prejudica mais o meio ambiente, devido a emissão de poluentes, o que também ocupa bem mais espaço do espaço urbano, fazendo com que boa parte do solo seja impermeabilizada para garantir o deslocamento de carros, ônibus e caminhões, aumentando o trânsito diário e diminuindo a qualidade de vida das pessoas;
- ou entende-se a importância e significado de se investir em sistemas intermodais, que deem as pessoas mais opções para se locomoverem e dependerem cada dia mais de sistemas de transporte públicos, menos agressivos ao meio ambiente, mais confortáveis, confiáveis e mais baratos.

12.2 OUTROS ESTUDOS

É indispensável mencionar a relevância de correlacionar este estudo com outros similares, como por exemplo o de modelagem de transportes. A modelagem de transportes permite ao planejador simular situações baseadas nos dados fornecidos pela Pesquisa de Mobilidade para estudar as melhores soluções e opções para a definição do projeto de um sistema de transportes.

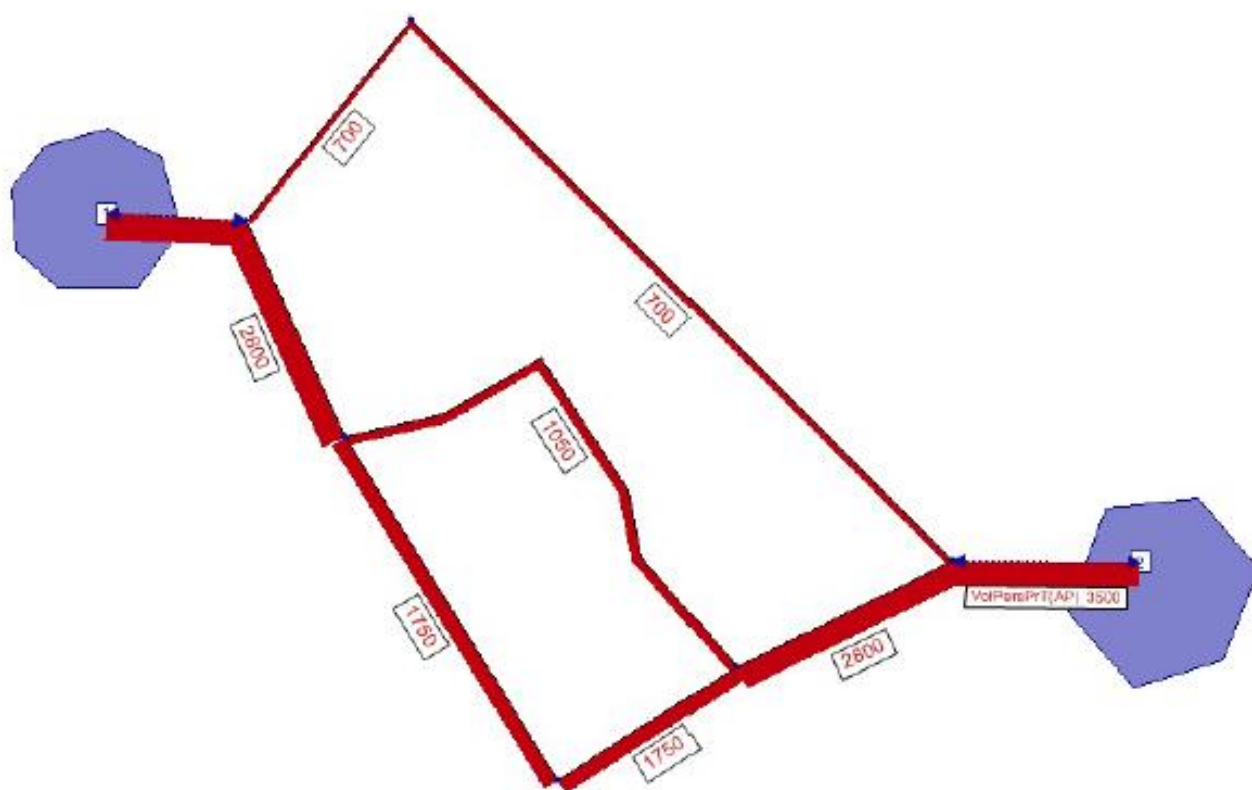
Figura 22 – Modelagem microscópica de uma zona de cruzamento entre quatro direções, tendo uma delas um ponto de ônibus. Modelagem realizada no *software VISSIM*.



Fonte: Produção do próprio autor

No caso da modelagem da Figura 22 tem-se uma modelagem microscópica, onde se analisa os efeitos da instalação de um ponto de ônibus nas proximidades de um cruzamento, ou seja, pode-se por exemplo examinar o tamanho da fila de carros que se formaria atrás do ônibus parado para embarque e desembarque de passageiros, quando se conhece o volume de veículos na região e o comportamento dos passageiros no que se diz respeito ao tempo necessário para embarque e desembarque.

Figura 23 – Modelagem macroscópica do fluxo entre duas zonas. Modelagem realizada no *software VISSIM*.



Fonte: Produção do próprio autor

Já na figura Figura 23 vê-se um caso de modelagem macroscópica, onde se tem a análise de volume de veículos por cada rota possível entre duas diferentes zonas, considerando que todo o fluxo se origina no centróide da zona e se destina também ao centróide de uma outra zona. Neste tipo de modelagem também é necessário o conhecimento sobre o comportamento da população em estudo e características do local, pois sempre haverá preferência por uma rota devido a alguma razão, seja ela comportamental ou do local (como exemplo: facilidade de acesso e/ou saída).

Além disso, deve-se integrar a todos estes estudos diferentes estratégias de ocupação do solo e de integração do transporte, como por exemplo as estratégias mencionadas na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10 – Estratégias de Integração

ESTRATÉGIAS DE INTEGRAÇÃO DO USO DO SOLO AO TRANSPORTE

Aumentar a densidade populacional em torno de estações/terminais

Garantir que a população tenha acesso a serviços diversos sem que necessitem de locomoção de longa distância (exemplo: residências próximas às escolas, supermercados, farmácias etc.)

Incentivo ao uso de meios de transporte não motorizados, através de calçadas e vias para bicicletas em bom estado, bem como opções de estacionamento e disponibilidade de sinalização adequada.

Oferecer estacionamento próximos a pontos de ligação com outros modais. Exemplo: estacionamento para carros próximo à estação de metrô.

Investimentos nos transportes de média à alta capacidade, como os metrô e trens. Permitindo que a população de locomova para locais distantes por meio do transporte público em detrimento do transporte individual motorizado.

Fonte: Campos, V. G. B. (2013)

Tudo isso para assegurar que um futuro desejável seja alcançado e que as melhores soluções de mobilidade sejam listadas e enfim a melhor alternativa seja escolhida.

Figura 24 – Estação Central de Viena, exemplo de intermodalidade: dali é possível acessar, trens interurbanos, trens com destinos internacionais, metrô, ônibus, carros e bicicletas de aluguel, taxis e o bonde.



Fonte: Luică, P. (2011)

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7641**: via permanente ferroviária. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei n. 12.587**, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, 2012.

BRASIL. **Lei n. 9.503**, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código Brasileiro de Trânsito, 1997.

BRASIL. **Lei n. 10.257**, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. O Estatuto da Cidade, 2001.

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. **Guia de calçad** . 3.ed. Campo Grande, 2011. 48p.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **Planejamento de transportes**: conceitos e modelos. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CENTRO DE ESTUDOS E DEBATES ESTRATÉGICOS E CONSULTORIA LEGISLATIVA. **O desafio da mobilidade urbana**. Edições Câmara, Brasília, 2015. Disponível em:< <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/edicoes/paginas-individuais-dos-livros/o-desafio-da-mobilidade-urbana>>. Acesso em: 15 fev.2017.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários**: escopos básicos/instruções de serviço. Rio de Janeiro, 1999.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Estradas de rodagem**: normas para o projeto das estradas de rodagem. Rio de Janeiro, 1973. Disponível em:< <http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/normas-projeto-estr-rod-reeditado-1973.pdf>> Acesso em: 20 nov. 2016.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **A importância dos dados de tráfego**. Disponível em:< <http://www.dnit.gov.br/download/planejamento-e-pesquisa/planejamento/contagem-de-trafego/a-importancia-da-contagem-de-trafego-cid-santos-bicudo-07.10.2014.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários**: escopos básicos/instruções de serviços. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006.

FERREIRA, José Bento. **Transportes III**. Departamento de Engenharia Civil UNESP, 2015. (Apostila do curso).

JORNAL DO COMÉRCIO. **Transporte de bicicletas no metrô**. Disponível em:< <http://jc.ne10.uol.com.br/blogs/deolhonotransito/2015/11/13/bicicletas-liberadas-diariamente-no-metro-do-recife-a-partir-de-segunda-mas-so-a-noite/>>. Acesso em 14 fev. 2017.

KNAPP, Eduardo. **Empréstimo de bicicleta em dez estações do metrô de SP é suspenso, 2013**. Disponível em:<<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2013/08/1321177-emprestimo-de-bicicleta-em-dez-estacoes-do-metro-de-sp-e-suspenso.shtml>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

KMF TRAFFIC GROUP. **Turning movement counter**. 2017. Disponível em:< <http://www.kmftraffic.com/TM.HTML>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

LOBO, R. **Expansão da linha 4 metrô**. 2013. Disponível em:< <http://viatrolebus.com.br/2013/09/sem-dar-data-alcmin-fala-de-metro-em-taboao-da-serra/>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

LUICĂ, Pamela. **Vienna main station: not just a railway station, but an actual transport hub**. 2011. Disponível em:< <http://www.railwaypro.com/wp/vienna-main-station-not-just-a-railway-station-but-an-actual-transport-hub/>>. Acesso em 4 mar. 2017.

MILLONIG, Alexandra. **Raum- und Siedlungsplanung**, Wien: Fachhochschule Technikum Wien, 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES E INSTITUTO PÓLIS. **Mobilidade urbana é desenvolvimento urbano**. 2015. Disponível em:< <http://www.polis.org.br/uploads/922/922.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

NABAIS, Rui José da Silva (org). **Manual básico de engenharia ferroviária**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

RECK, Garrone. **Apostila de transporte público**. Departamento de Transportes UFPR, 2005. Disponível em:< http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057_Apostila.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2016.

ROIDER, Oliver; RASER, Elisabeth; MENŠIK, Karl. **Grundlagen des Verkehrswesens 1**. Wien: Fachhochschule Technikum Wien, 2015.

SECOM. **Desafio modal apresenta comparativo entre meios de transporte**. 2014. Disponível em:< <http://www.brusque.sc.gov.br/web/noticia.php?id=10336%7Cdesafio-modal-apresenta-comparativo-entre-meios-de-transporte>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

STARK, Juliane; PICHLER, Christoph. **Grundlagen des Verkehrswesens 2**. Wien: Fachhochschule Technikum Wien, 2015.

WALKER, Jarrett. **Basics: walking distance to transit**. 2011. Disponível em: <<http://humantransit.org/2011/04/basics-walking-distance-to-transit.html>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

WIENER LINIEN GmbH & Co KG. **Zahlen, Daten und Fakten**. Wien: Wiener Linien, 2013. Disponível em: <https://www.wienerlinien.at/media/files/2014/betriebsangaben_2013_125616.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2016.

WIEN ORF. **U2-Publikumsfahrt bis Seestadt Aspern**. 2013. Disponível em: <<http://wien.orf.at/news/stories/2604752>>. Acesso em: 5 mar. 2017.