

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Vinicius Isoppo Rodrigues

**AVENIDA PROFESSOR OSCAR PEREIRA:
ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIAS NA
CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS**

Porto Alegre
julho 2014

VINICIUS ISOPPO RODRIGUES

**AVENIDA PROFESSOR OSCAR PEREIRA:
ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIAS NA
CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: João Fortini Albano

Porto Alegre
julho 2014

VINICIUS ISOPPO RODRIGUES

**AVENIDA PROFESSOR OSCAR PEREIRA:
ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA MELHORIAS NA
CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2014

Prof. João Fortini Albano
Dr. pelo PPGEP/UFRGS
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fernando Dutra Michel (UFRGS)
M. Eng. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Daniel Sérgio Presta Garcia (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. João Fortini Albano (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Vilson e Eliane, ao meu irmão Roberto, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. João Fortini Albano, orientador deste trabalho, pela por toda atenção dedicada durante a sua elaboração, e pelo conhecimento que me foi transmitido nos dois anos em que tive a oportunidade de trabalhar ao seu lado, como monitor da disciplina de Rodovias.

Agradeço a minha namorada pela atenção, pela paciência, e pelo apoio prestado durante toda a minha graduação, especialmente durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço as engenheiras Shadia Bortolazzo e Rosi Bernardes, pelas experiências profissionais compartilhadas comigo e a empresa Magna Engenharia pela oportunidade de aprendizado e crescimento profissional durante dois anos de estágio.

Sonhos determinam o que você quer.
Ação determina o que você conquista.

Aldo Novak

RESUMO

Este trabalho trata de um estudo sobre a circulação de veículos na Avenida Professor Oscar Pereira, em Porto Alegre. Esta Avenida é um importante eixo de ligação entre a zona Sul e o Centro da Cidade, porém possui estrutura de baixa capacidade para escoar o fluxo de veículos. Esta situação se repete em diversas localidades no Brasil, onde os graves problemas estruturais causados por muitos anos sem investimentos no setor de infraestrutura ficaram evidentes com o crescimento acentuado da frota. Na primeira parte da revisão bibliográfica são listadas diversas alternativas para solucionar problemas de mobilidade urbana, como o *Bus Rapid Transit*, o Veículo Leve Sobre Trilhos, o Aeromóvel, o metrô e a bicicleta, além das medidas restritivas ao uso do automóvel. Na segunda parte, são apresentados os conceitos de nível de serviço e avaliação da qualidade de circulação na via. Tendo em vista os problemas encontrados no estudo da Avenida, e as soluções indicadas durante a revisão bibliográfica foram propostas duas alternativas de aumento de capacidade, uma mais simples, prevendo apenas uma duplicação com implantação de ciclovia, e outra mais complexa, utilizando também um sistema de BRT. A finalização do estudo se dá pela comparação da situação atual do tráfego na região, com três situações futuras, num horizonte de 20 anos, com uma sem ampliação de capacidade, e outras duas com as alternativas propostas. Após a análise comparativa pode-se perceber que as dificuldades que seriam encontradas para implantar o projeto de duplicação com o corredor de ônibus, face às pequenas diferenças na melhoria da circulação em relação à duplicação simples, tornam esse investimento desfavorável. Também foi possível verificar a necessidade de planejar um melhoramento nessa via, pois a mesma já se encontra saturada em alguns pontos.

Palavras-chave: Avenida Professor Oscar Pereira. Nível de Serviço. Mobilidade Urbana.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de pesquisa	17
Figura 2 – Vias exclusivas para a circulação do Transmilenio	22
Figura 3 – Estações simples do Transmilenio	23
Figura 4 – Terminais do Transmilenio	24
Figura 5 – VLT em Estrasburgo	25
Figura 6 – Aeromóvel em Porto Alegre	26
Figura 7 – Metrô de São Paulo	27
Figura 8 – Mapa do metrô de Londres.....	28
Figura 9 – Ciclovía em Utrech	31
Figura 10 – Minianel viário onde os veículos sofrem restrições devido ao rodízio	32
Figura 11 – Mapa de Localização da Av. Prof; Oscar Pereira com destaque para o início e o final do trecho estudado.	41
Figura 12– Distribuição dos acidentes na Avenida Professor Oscar Pereira por local de ocorrência.....	43
Figura 13 – Distribuição dos acidentes na Avenida Professor Oscar Pereira por tipo de ocorrência.....	43
Figura 14– Mapa de Localização dos postos de contagem de veículos na a Av. Prof; Oscar Pereira.....	45
Figura 15– Seção Transversal Tipo para a alternativa 1.....	49
Figura 16– Seção Transversal Tipo para a alternativa 2.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Valores de Capacidade.....	39
Quadro 2– Relações Demanda / Capacidade x Nível de Serviço.....	39
Quadro 3 – Localização dos segmentos homogêneos da Avenida Professor Oscar Pereira.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Níveis de Serviço na situação atual da Avenida Professor Oscar Pereira.....	46
Tabela 2– Níveis de Serviço na situação futura da Avenida Professor Oscar Pereira.....	47
Tabela 3– Níveis de Serviço na situação futura para alternativa 1 de melhoramento da Avenida Professor Oscar Pereira.....	52
Tabela 4– Níveis de Serviço na situação futura para alternativa 2 de melhoramento da Avenida Professor Oscar Pereira.....	52

LISTA DE SIGLAS

BRT – *Bus Rapid Transit*

EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação

HCM – *Highway Capacity Manual*

PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre

SMOV – Secretaria Municipal de Obras e Viação

TRENSURB – Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre

UCP – Unidade de Carros de Passeio

VLT – Veículo Leve sobre Trilhos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DE PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal	15
2.2.2 Objetivo secundário	15
2.3 PREMISSE	15
2.4 DELINEAMENTO	16
2.5 LIMITAÇÕES	16
2.6 DELINEAMENTO	16
3 MOBILIDADE URBANA	18
3.1 CONCEITO DE MOBILIDADE URBANA	18
3.2 AUMENTO DA FROTA E CONGESTIONAMENTOS	19
3.3 MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL	19
3.4 CIRCULAÇÃO NÃO MOTORIZADA – CAMINHADA	20
4 ALTERNATIVAS DE MOBILIDADE URBANA	21
4.1 O BRT	21
4.1.1 Vias exclusivas	22
4.1.2 Estações	23
4.1.3 Pátios de manobra e estacionamento	24
4.2 O VLT	24
4.3 AEROMÓVEL	25
4.4 METRÔ	26
4.5 BICICLETA	29
4.6 MEDIDAS RESTRITIVAS AO USO DO AUTOMÓVEL	31
4.6.1 Rodízio de veículos	31
4.6.2 Pedágio urbano	32
5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CIRCULAÇÃO	34
6 A AVENIDA PROFESSOR OSCAR PEREIRA	40

6.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO	44
6.2 CONTAGENS DE TRÁFEGO.....	44
6.3 SITUAÇÃO ATUAL NA AVENIDA	45
7 ENCAMINHANDO SOLUÇÕES	48
7.1 ALTERNATIVA 1	48
7.2 ALTERNATIVA 2	50
7.3 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS	51
7.3.1 Projeção da Alternativa 1	51
7.3.2 Projeção da Alternativa 2	52
7.3.3 Análise Comparativa	53
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os graves problemas estruturais causados por muitos anos sem investimentos no setor de infraestrutura ficaram evidentes com o crescimento da frota. Esse crescimento que ocorreu de forma acentuada devido ao aquecimento da economia, motivado pela grande diversidade de financiamentos e pelas constantes reduções de impostos, permitiu que as classes C e D adquirissem automóveis. Em abril de 2014, o País atingiu a marca de 46,2 milhões de automóveis (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2014). Isso significa, em média, um automóvel a cada cinco habitantes.

Porto Alegre possui atualmente cerca de 580 mil automóveis (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2014), uma média de aproximadamente um automóvel para cada três habitantes. Cabe ressaltar que esse número retrata apenas os veículos licenciados na Capital, sem levar em conta os vários veículos procedentes da região metropolitana que circulam em Porto Alegre diariamente. A Cidade tem enfrentado muitos engarrafamentos e problemas de circulação. Escolhida uma das sedes da Copa do Mundo de 2014, a Cidade está recebendo uma série de investimentos na área de mobilidade urbana, visando uma redução desses problemas, como por exemplo, o aumento da capacidade viária, investimentos e incentivos ao uso do transporte público.

A zona Sul de Porto Alegre é a região que mais cresceu nos últimos anos. Houve grande ocupação dos vazios urbanos, aumentando significativamente o número de usuários do sistema viário da região, desencadeando vários problemas.

A Avenida Professor Oscar Pereira é um importante eixo de ligação entre a zona Sul e o Centro da Cidade, desenvolvendo-se radialmente da zona central a partir do entroncamento das avenidas Azenha e Princesa Izabel até o bairro Restinga. Possuindo o menor percurso entre esses dois pontos, a Avenida torna-se um eixo estratégico, porém possui estrutura viária deficiente e baixa capacidade para escoar o fluxo de veículos.

O estudo foi desenvolvido utilizando o conceito de nível de serviço como parâmetro para a análise da qualidade de circulação na via, comparando a situação atual do tráfego na região, com três situações futuras, uma com um projeto simples de ampliação de capacidade, uma

com um projeto complexo de ampliação de capacidade e outra sem a ampliação de capacidade. Em todos os casos tomando um fator de crescimento da frota de veículos em um horizonte de 20 anos.

O trabalho visa analisar o quanto um projeto de aumento de capacidade melhoraria a circulação de veículos nesse importante eixo da cidade.

Inicialmente o trabalho traz alguns conceitos de mobilidade urbana. O conceito de mobilidade urbana sustentável, circulação não motorizada, além de abordar uma relação entre o aumento da frota e o aumento dos congestionamentos.

O trabalho segue descrevendo alguns modais de transportes utilizados para resolver problemas de mobilidade urbana em diversas cidades. Entre eles estão o *Bus Rapid Transit*, o metrô e o aeromóvel.

A última etapa do trabalho inicia descrevendo os conceitos utilizados na avaliação da capacidade de uma via, e a avenida estudada. Posteriormente é feita a proposição de alternativas de melhoramento, análises e comparações finais.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais alternativas podem ser propostas para melhorar a circulação de veículos na Avenida Professor Oscar Pereira, e como essas se classificam tecnicamente?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a indicação de alternativas para melhorar a circulação na Avenida Professor Oscar Pereira, indicando como podem ser classificadas tecnicamente.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário do trabalho é a identificação dos problemas de circulação de veículos na Avenida Professor Oscar Pereira.

2.3 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que a cidade de Porto Alegre necessita planejar a circulação dos veículos, melhorando a fluência do trânsito nos principais eixos da cidade.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a estudar alternativas para melhorias na Avenida Professor Oscar Pereira em Porto Alegre, analisando os problemas na circulação de veículos na região.

2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se a estudar a circulação apenas no trecho entre o entroncamento com a Avenida Aparício Borges e o entroncamento da Estrada Costa Gama com a Rua Doutor Sarmiento Barata, pois os dados referentes às contagens de tráfego realizadas pela Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC) se referem a esse trecho.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

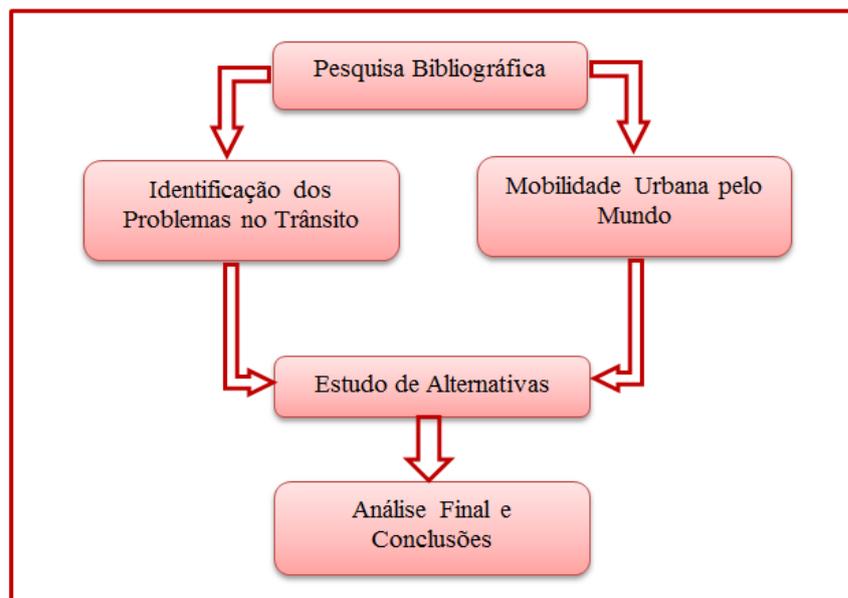
- a) pesquisa bibliográfica;
- b) mobilidade urbana pelo mundo;
- c) identificação dos problemas no trânsito;
- d) estudo de alternativas;
- e) análise final e conclusões.

A etapa de **pesquisa bibliográfica** teve por objetivo desenvolver um embasamento teórico através de uma coleta de conceitos relativos ao assunto proposto. Para tanto, foi feito o uso de bibliografia técnica, tais como livros, artigos científicos, trabalhos de conclusão, teses e dissertações.

A etapa **mobilidade urbana pelo mundo** consistiu em avaliar os conceitos obtidos durante a pesquisa bibliográfica, expondo alternativas para a solução nos problemas de circulação dos veículos que resolveram problemas em grandes cidades pelo mundo.

Na etapa **identificação dos problemas no trânsito** foi realizado um estudo com os dados das contagens de tráfego realizadas pela EPTC, com a avaliação de níveis de serviço e demais parâmetros necessários para a indicação dos pontos mais críticos da avenida.

Figura 1 – Etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Na etapa **estudo de alternativas** foi feita a proposição de duas alternativas para solucionar os problemas citados no item anterior. Para isto foram levadas em conta às práticas que obtiveram êxito na solução de problemas em outras partes do mundo citadas na etapa mobilidade urbana pelo mundo, analisando o quão significativas essas alternativas seriam na melhoria do problema.

Por fim, a etapa de **análise final e conclusões** consiste nas considerações e análises finais, avaliação crítica dos resultados obtidos, apontando qual a melhor das alternativas propostas por critério técnico, e também considerando os impactos econômicos gerados por uma intervenção em uma via existente.

3 MOBILIDADE URBANA

Uma das questões mais debatidas ultimamente refere-se à mobilidade urbana. O grande aumento no número de veículos, motivado pelas facilidades em adquirir um automóvel, tem causado grandes problemas na circulação de veículos nas cidades em todas as partes do mundo. A falta de qualidade e confiabilidade no transporte público fez com que a opção pelo automóvel aumentasse, levando à paralisia do trânsito, tendo como consequência o desperdício de tempo e de combustível, além dos problemas ambientais e de ocupação do espaço público.

Este capítulo traz alguns pontos referentes à mobilidade urbana, como a sua definição, considerações sobre aumento da frota e congestionamentos, intermodalidade no transporte e circulação não motorizada.

3.1 CONCEITO DE MOBILIDADE URBANA

Mobilidade urbana é definida pelo material do Curso de Gestão Integrada da Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades (BRASIL, 2006a, p. 19) como:

[...] um atributo associado à cidade; corresponde à facilidade de deslocamento de pessoas e bens na área urbana. Face à mobilidade, os indivíduos podem ser pedestres, ciclistas, usuários de transportes coletivos ou motoristas; podem utilizar-se do seu esforço direto (deslocamento a pé) ou recorrer a meios de transporte não-motorizados (bicicletas, carroças, cavalos) e motorizados (coletivos e individuais).

Vista dessa maneira, a mobilidade, muito além de ser uma questão apenas das condições de deslocamento e de uso de meios de transporte, traduz relações dos indivíduos com o espaço – seu local de vida – com os objetos e meios empregados para que o deslocamento aconteça, e com outros indivíduos. É, portanto, produto de processos históricos que refletem características culturais de uma sociedade.

A mobilidade é afetada por fatores como a renda do indivíduo, idade, sexo, capacidade para compreender mensagens, capacidade para utilizar veículos e equipamentos do transporte, entre outros. Todas essas variáveis podem implicar em redução permanente ou temporária de movimentação.

3.2 AUMENTO DA FROTA E CONGESTIONAMENTOS

Como resultado do crescimento da renda, as famílias urbanas brasileiras estão adquirindo mais veículos motorizados, causando a saturação dos sistemas de transporte público no Brasil, decorrente da falta de investimentos das últimas décadas.

Os congestionamentos não surgem apenas pelo aumento do número de veículos, mas também por falta de planejamento, que poderia minimizar os efeitos decorrentes desse aumento.

As vias de uma rede viária estruturada devem ser classificadas como vias expressas, arteriais, coletoras e locais, pois para cada tipo de via, tem-se um tipo de tráfego característico. Porém, praticamente todas as vias das cidades brasileiras, misturam o tráfego local, geralmente mais lento, com o de passagem, que deve ser mais rápido para agilizar os deslocamentos. Além disso, as vias urbanas brasileiras acabam misturando diferentes modais de transportes, automóveis, motos, ônibus e caminhões, aumentando ainda mais os congestionamentos.

3.3 MOBILIDADE URBANA E INTERMODALIDADE NO TRANSPORTE

Uma questão de grande relevância para solucionar problemas de mobilidade urbana refere-se à intermodalidade no transporte.

A baixa intermodalidade dos sistemas de transportes nas cidades brasileiras está vinculada a diversos fatores, que não dão ao pedestre a devida importância no sistema, não viabilizando suas viagens de forma ágil e segura. Essas viagens representam a forma mais simples de se interligar modos distintos de transporte.

Um diagnóstico dos problemas da integração intermodal entre modos rodoviário e ferroviário passa por redes de ônibus e sistemas sobre trilhos que não estão planejados como sistemas funcionais complementares, havendo sobreposições de linhas ônibus e trilhos, infraestrutura inadequada ou inexistente para a integração modal e sistemas de bilhetagem eletrônica, que vêm sendo implantados, porém não são projetados com foco na integração tarifária dos modos (BRASIL, 2006a, p. 25).

3.4 CIRCULAÇÃO NÃO MOTORIZADA – CAMINHADA

Um elemento essencial para o sucesso de uma rede de transportes integrada que atenda as necessidades da população é a circulação não motorizada, principalmente a caminhada.

O manual do Curso de Gestão Integrada da Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades (BRASIL, 2006a, p. 36) traz um bom diagnóstico sobre circulação não motorizada:

Caminhar, além de ser a forma mais antiga e básica de transporte humano, constitui-se no modo de transporte mais acessível e barato. Com exceção dos equipamentos necessários para melhorar a mobilidade das pessoas com deficiência, caminhar não exige nenhum equipamento especial. Porém, apesar da infraestrutura de passeios públicos ser relativamente barata, a maioria das cidades brasileiras não se preocupa em acomodar os pedestres com o mesmo empenho dedicado aos veículos.

Os passeios públicos e as áreas de uso compartilhado, planejados para acomodar os pedestres em seus deslocamentos, poderiam constituir elementos de cidades mais humanas. Mas, ao longo do tempo, esses espaços foram sendo cedidos para a ampliação do viário, dos estacionamentos, ou simplesmente invadidos pelos veículos e pelo comércio informal.

Ainda mais grave é a situação das pessoas com deficiência, para as quais é praticamente impossível sair de casa e ter acesso a qualquer atividade urbana sem contar com a solidariedade de amigos ou familiares.

Basta tentar realizar um deslocamento a pé para entender na prática as questões trazidas acima. Faixas de segurança mal posicionadas, meio-fio rebaixado obstruído, passeios públicos irregulares e cheios de obstáculos são encontrados em diversos locais. Esses problemas somados a falta de respeito do motorista com o pedestre são alguns dos responsáveis pelos números de acidentes citados.

A valorização das calçadas ou passeios públicos, como estrutura essencial para a circulação do pedestre, entendendo-a como parte do sistema viário, é uma alternativa para incentivar e tornar mais seguros os deslocamentos a pé.

Para tentar minimizar os problemas na circulação dos pedestres nas vias públicas, a Secretaria Municipal de Obras e Viação de Porto Alegre promoveu a campanha “Cuidar da calçada é legal! A calçada é da cidade. E sua também.” (PORTO ALEGRE, 2013). Essa campanha tem como objetivo conscientizar a população sobre a necessidade e importância da manutenção dos passeios públicos, porém, quando necessário, a prefeitura aplica multas aos responsáveis pela má conservação das calçadas.

4 ALTERNATIVAS DE MOBILIDADE URBANA

Para tentar minimizar os problemas de mobilidade urbana, é necessário planejamento das redes de transportes. Nesse planejamento podem ser utilizadas diversas alternativas para melhorar a circulação de veículos. Este capítulo ilustra os modais de transportes que podem ser utilizados como alternativas para resolver problemas de mobilidade urbana, os modais são:

- a). *bus rapid transit* (BRT);
- b) veículo leve sobre trilhos (VLT);
- c) aeromóvel;
- d) metrô;
- e) bicicleta;
- f) rodízio de veículos;
- g) pedágio Urbano.

4.1 O BRT

O manual do BRT (BRASIL, 2008, p. 1) define o sistema como:

[...] um sistema de transporte de ônibus que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável e com custo eficiente através da provisão de infraestrutura segregada com prioridade de passagem, operação rápida e frequente e excelência em marketing e serviço ao usuário.

O BRT basicamente imita as características de desempenho e conforto dos modernos sistemas de transporte sobre trilhos, mas a uma fração de custo. Um sistema BRT custa, tipicamente, de 4 a 20 vezes menos que um sistema de bondes ou de veículo leve sobre trilhos (VLT) ou entre 10 a 100 vezes menos que um sistema metrô.

Para obter a eficiência desejada, os sistemas geralmente são baseados na identificação e planejamento de uma rede de transportes. As linhas de ônibus ficam divididas entre troncais e alimentadoras. As troncais se posicionam de forma radial, normalmente em avenidas com grande circulação de veículos, nessas linhas os usuários devem fazer os seus maiores deslocamentos. As linhas alimentadoras podem ou não cruzar as troncais, e possui a função de captar passageiros nos bairros para posteriormente descarregá-los nas linhas troncais. Os

veículos de alta capacidade, sejam eles articulados ou biarticulados executam as linhas troncais, permitindo assim o deslocamento de um grande número de passageiros por viagens.

Uma vez que o sistema prevê que os usuários troquem de veículo durante a sua viagem, a integração é essencial para o êxito do sistema. Quando surgiram os primeiros sistema de BRT a integração era feita de forma física, ou seja, o usuário efetuava o pagamento ao ingressar no sistema, e não pagaria outra passagem enquanto estivesse dentro do sistema. Com o avanço da tecnologia, a integração passou a ser feita através de cartões eletrônicos com *chip*, que permite proporcionar ao usuário integração por um determinado período de tempo, mesmo que o usuário necessite sair do sistema.

A implantação desse sistema não depende apenas da aquisição de ônibus de alta capacidade, o BRT precisa de algumas estruturas especiais para ser aplicado integralmente.

4.1.1 Vias exclusivas

Para manter a velocidade operacional do sistema, é necessário implantar vias exclusivas, separadas fisicamente das pistas de uso misto. As faixas exclusivas são projetadas especialmente para o tráfego constante de veículos pesados. Para agilizar ainda mais o sistema, utiliza-se uma via segregada com duas faixas de circulação em cada sentido (figura 2), permitindo ultrapassagens a veículos lentos ou parados nas estações.

Figura 2 – Vias exclusivas para a circulação do Transmilenio



(fonte: TRANSMILENIO, 2013)

4.1.2 Estações e Terminais

Outra estrutura necessária para garantir a eficácia de um Sistema BRT e garantir a agilidade nas operações de embarque e desembarque de passageiros, são as estações. Geralmente são projetadas com piso na altura do veículo e preparadas para receber o pagamento antecipado da passagem, medidas necessárias para reduzir o tempo de parada do veículo.

O acesso as estações e terminais é feito por meio de passarelas ou túneis, de modo a não interferir no fluxo dos veículos. O sistema possui dois tipos de estações, as estações simples, conforme figura 3, que se distribuem ao longo dos corredores de ônibus, e os terminais ou portais, localizados nos extremos das linhas principais, nas quais ocorrem integrações com ônibus alimentadores e/ou outros modais de transporte (figura 4).

Figura 3 – Estações simples do Transmilenio



(fonte: TRANSMILENIO, 2013)

Figura 4 – Terminais do Transmilenio



(fonte: TRANSMILENIO, 2013)

4.1.3 Pátios de manobra e estacionamento

Como o BRT funciona como um metrô sobre rodas, sendo composto por veículos longos, normalmente articulados ou biarticulados, torna-se necessária a construção de pátios de manobra, garagens e estacionamentos adequados para melhor operação e manutenção e operação dos veículos.

4.2 O VLT

O Veículo Leve sobre Trilhos (figura 5) é um pequeno trem movido à eletricidade. Seu tamanho reduzido em comparação com um metrô permite que ele faça curvas com raios menores e que sua estrutura de trilhos se encaixe no meio urbano existente.

As principais características do VLT incluem ser transporte coletivo de alta capacidade, podendo transportar mais de 3000 passageiros por hora por sentido. É um sistema bastante confiável, pois sua plataforma possui prioridade nas interseções e paradas controladas. Como se movimenta a velocidades baixas, entre 18 e 22 km/h pode dividir a via com usuários de outros modos de transportes, como pedestres e ciclistas, sem causar grandes problemas de segurança para os mesmos (FRANÇA, 2012, p. 4).

Este sistema de transporte necessita de um planejamento consistente, pois a implantação dos trilhos deve prover as viagens necessárias da população, integrado a outros modais de transporte. Segundo o Ministério da Ecologia, do Desenvolvimento Sustentável e da Energia da França “A implantação de um VLT é precedida por uma reflexão global dos deslocamentos dentro da cidade para entender melhor as necessidades de transporte dos habitantes e assim fornecer respostas adequadas.” (FRANÇA, 2012, p. 4).

Figura 5 – VLT em Estrasburgo



(fonte: FRANÇA, 2012, p. 5)

4.3 AEROMÓVEL

O Aeromóvel (figura 6) não é um meio de transporte público de massa, funciona de forma automática em via elevada de concepção brasileira e utilizando um sistema de propulsão pneumática, inventado por Oskar H.W. Coester. O funcionamento do Aeromóvel é descrito no site de Porto Alegre para a Copa do Mundo de 2014 (RIO GRANDE DO SUL, 2013):

O Aeromóvel é um meio de transporte automatizado em via elevada de concepção inteiramente nacional, que se baseia no princípio da redução do peso-morto por passageiro transportado, através do emprego de veículos leves, sem motores embarcados, resultando em estruturas de sustentação muito esbeltas.

Sua propulsão é pneumática, com empuxo fornecido por gradientes de pressão que se estabelecem no interior de um duto, localizado no interior da via elevada, logo abaixo do veículo e que propelem o mesmo através do empuxo de ar fornecido a uma aleta (tal qual uma "vela" de um veleiro) fixada por uma haste ao veículo, que se movimenta sob rodas de aço em trilhos tradicionais.

O ar é insuflado pela ação de ventiladores centrífugos industriais de alta eficiência energética, dispostos em casas de máquinas acusticamente isoladas em pontos estratégicos no solo.

Figura 6 – Aeromóvel em Porto Alegre



(fonte: EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRE, 2013)

O Aeromóvel possui grande facilidade de adaptação ao local de implantação, visto que funciona em via elevada, ocupando pouco espaço na paisagem da cidade, sendo assim uma boa alternativa no preenchimento de falhas na rede de transporte. O site da Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre traz alguns detalhes sobre a aplicação do Aeromóvel na cidade (EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRE, 2013):

A primeira linha da tecnologia Aeromóvel em operação comercial no mundo interligará a Estação Aeroporto ao Terminal 1 do Aeroporto Internacional Salgado Filho. O projeto é totalmente desenvolvido no Brasil e usa tecnologia 100% nacional. Os veículos suspensos, movidos a ar, permitirão integração e acesso rápido e direto dos usuários ao terminal aeroportuário. O trajeto de 814 metros, com duas estações de embarque, será percorrido em 90 segundos. A linha contará com dois veículos - um com capacidade para 150 passageiros, outro para 300 -, que estarão em funcionamento conforme a demanda do período.

4.4 METRÔ

O metrô (figura 7) é um meio de transporte urbano que circula sobre trilhos, transportando passageiros. Para que um sistema seja considerado um metrô, os trilhos não necessitam ser subterrâneos, podem estar no mesmo nível das vias urbanas ou sobre vias elevadas. Apesar do mais comum ser o metrô subterrâneo, as características da linha dependem muito da topografia do terreno e das condições do solo. Existem diferentes técnicas construtivas, o

sistema escava e tapa, também conhecido como *cut-and-cover*, e o sistema de perfuração profunda, conhecido popularmente como tatuzão.

O sistema escava e tapa consiste em escavar uma vala, construir a estrutura de circulação do metrô, e depois tapar, recompondo os elementos presentes antes da escavação. Esse método construtivo tem como inconveniente a necessidade de interrupção de vias e grandes custos com desapropriações.

Figura 7 – Metrô de São Paulo



(fonte: URBANRAIL, 2012)

O sistema de perfuração profunda consiste em utilizar uma perfuratriz que escava um túnel na profundidade desejada, seguido das obras necessárias para contenção. Este sistema gera menor impacto na superfície, porém possui um custo construtivo mais elevado, principalmente em função das obras de contenção.

Os sistemas de metrô estão normalmente organizados em redes (figura 8), ou seja, várias linhas distribuídas pela cidade de forma que as viagens diárias necessárias da população sejam atendidas. Para que as linhas funcionem efetivamente como uma rede, é necessário que sejam previstas várias ligações entre as linhas do sistema.

Figura 8– Mapa do metrô de Londres



(fonte: URBANRAIL, 2012)

Uma característica comum à maioria das linhas de metrô que estão sendo implementadas atualmente é o fato de circularem em vias independentes umas das outras. A ligação de umas com as outras é feita através de uma ou duas estações, não consecutivas, comuns às duas linhas, ou através de passagens de nível entre as estações.

As principais razões para esta forma de planejar as redes são, em primeiro lugar, questões econômicas, pois é mais fácil paralisar uma estrutura na qual opera apenas uma linha para se proceder a atividades de manutenção e reparação da via do que fazer o mesmo numa via em que circulem várias linhas. Em segundo lugar, o fato das estações pertencerem a apenas uma linha faz com que a densidade de passageiros seja menor, tendo que fazer apenas algumas estações, maiores, para a conexão de várias linhas.

Por outro lado, as vias individuais também têm desvantagens. Numa perspectiva econômica, é mais dispendioso construir várias vias do que apenas uma. A conclusão que se obtém dessa análise é que o tipo de rede é específico às necessidades locais da cidade onde será construído.

4.5 BICICLETA

Dentro de uma visão de sustentabilidade nos transportes, um modal que vem recebendo bastante destaque é o modal cicloviário. Por se tratar de um modal de transporte não motorizado, a bicicleta não causa impactos ambientais referentes à emissão de poluentes ou ruídos, além de ser uma prática saudável para o usuário.

O uso da bicicleta no Brasil é descrito pelo Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007, p. 25):

Diz-se que a bicicleta é “transparente” ou “invisível” na circulação não só por suas características físicas – extremamente simples, mas também pelo baixo impacto que causa ao ambiente, seja pelo porte da infraestrutura necessária à circulação e ao estacionamento, que demanda pouco espaço, seja ausência de ruídos e de emissão de gases. Muitas vezes, a bicicleta não é bem vista pelos usuários das vias, somente sendo percebida quando julgam que ela “atrapalha o trânsito”, não se levando em conta o inestimável benefício social que ela representa.

O mesmo material traz considerações importantes sobre os baixos investimentos em infraestrutura para a bicicleta no País (BRASIL, 2007, p. 37):

Historicamente tem-se investido poucos recursos em infraestrutura para a bicicleta nas cidades brasileiras, resultado da pouca importância dada a ela como alternativa de transporte. Na Europa, por exemplo, onde a bicicleta é encarada como um modo importante na matriz de transporte, encontramos exemplos de ampla rede de infraestrutura. A Holanda tem mais de 16 mil quilômetros de infraestrutura cicloviária, somente em estradas, e mais de 18 mil quilômetros em suas cidades. Isto representa que um país com um quinto do território do Estado de Santa Catarina, consegue ter quatorze vezes mais infraestrutura neste campo do que o Brasil, com 8,5 milhões de km². Este é um exemplo de um país rico (16ª economia do mundo, com um PIB de US\$ 622 bilhões) que, culturalmente, incorpora a bicicleta na matriz de transporte.

Para tentar expandir o uso da bicicleta nos grandes centros, algumas cidades do Brasil estão instalando bicicletários e desenvolvendo programas de aluguel de bicicletas. Com um baixo custo para o usuário em conjunto com a ampliação da malha cicloviária, espera-se ampliar o uso da bicicleta.

Porém o brasileiro ainda não vê a bicicleta como um meio de transportes, segundo o Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, o País ainda apresenta quatro imagens distintas (BRASIL, 2007, p. 65):

A primeira delas corresponde à imagem de objeto de lazer para todas as classes sociais [...], a segunda [...] é de objeto com largo uso junto à criança [...], a terceira

[...] constituída pelas bicicletas esportivas, é cada vez mais presentes junto aos ciclistas da classe média, incentivados por um calendário relativamente grande em número de eventos [...], e por fim, a quarta [...] a imagem mais forte, e predominante no seio da sociedade, é ainda de que bicicleta é meio de transporte da população de baixa renda.

Enquanto isso, em países europeus a bicicleta tem seu uso bem incorporado ao dia-a-dia da população, como descreve o Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007, p. 66):

Para muitos países europeus, como Holanda, Dinamarca, Alemanha, Suíça, Noruega e Finlândia, a bicicleta está perfeitamente incorporada ao cotidiano da mobilidade dos seus habitantes, alcançando índices da repartição modal superiores a 20%. Para outros países, como França, Bélgica, Suécia, partes da Itália, Irlanda, e mais recentemente a Inglaterra, este índice situa-se entre 4 e 8%, estando em franca expansão as políticas voltadas ao provimento de infraestrutura para as bicicletas.

A Holanda é um dos países da Europa onde o uso da bicicleta é mais difundido. Nesse país os deslocamentos feitos de bicicleta já fazem parte da cultura da população, seja como único modal utilizado para a viagem, seja como parte da viagem realizando integração com outros modais.

A cidade de Utrecht (figura 9) possui uma boa rede de ciclovias devidamente integrada ao espaço urbano e a rede de transportes local, onde segundo o Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007, p. 191):

Diariamente cerca de 30 mil bicicletas estacionam ao redor da Estação Central de Trens de Utrecht. Hoje, estão instalados próximos dela três bicicletários com capacidade para 6 mil vagas, mas elas são insuficientes para tamanha demanda. Na estação circulam trens que se dirigem para outros locais da Holanda, Bélgica, França e Alemanha. Ao redor e junto da estação operam ainda sistemas de transportes por ônibus, bondes modernos e táxis.

Esta quantidade de bicicletas e veículos coletivos convive em situações de permanentes riscos. No entanto, a existência de infraestrutura hierarquizada, em especial nas interseções, permite certa harmonia entre os diversos veículos em toda a área.

Figura 9– Ciclovía em Utrech



(fonte: BRASIL, 2007, p. 191)

A cidade de Porto Alegre vem investindo na ampliação da malha cicloviária, a partir dos conceitos abordados pelo Plano Diretor Cicloviário Integrado de Porto Alegre (2008). Este material traz um estudo completo do potencial das vias da cidade para a implantação de ciclovias.

4.6 MEDIDAS RESTRITIVAS AO USO DO AUTOMÓVEL

Este tipo de medidas consiste na aplicação de mecanismos que visam à limitação do tráfego de automóveis no espaço urbano, contribuindo assim para a redução dos níveis de congestionamento, poluição e ruído, bem como o aumento da segurança para a circulação de pedestres e bicicletas.

4.6.1 Rodizio de veículos

O rodizio de veículos consiste em limitar a circulação de alguns veículos na região central das cidades, onde geralmente encontram-se as maiores demandas de tráfego. A limitação na circulação se dá inicialmente com a limitação de um perímetro que terá o tráfego restrito

(figura 10). Os veículos impedidos de circular em determinado dia da semana são definidos geralmente pelo número final da placa.

Figura 10– Minianel viário onde os veículos sofrem restrições devido ao rodízio



(fonte: SÃO PAULO, 2013)

Em São Paulo, onde o rodízio é utilizado, as limitações funcionam da seguinte forma: “De acordo com o final de placa e dia da semana [...], os veículos não poderão circular nas ruas e avenidas internas ao chamado minianel viário, inclusive [...], das 7 às 10 horas e das 17 às 20 horas.” (SÃO PAULO, 2013).

A implementação do rodízio pode reduzir o número de veículos nas áreas vigentes, mas pode trazer algumas consequências negativas a circulação nas cidades que o utilizam, como o aumento da frota. Como alternativa as limitações impostas pelo rodízio, os usuários acabam adquirindo outro veículo, tendo assim sempre um veículo a disposição independente do dia da semana.

4.6.2 Pedágio urbano

O pedágio urbano é uma taxa que se aplica geralmente a condutores que acessam à zona central da cidade onde foi implementado. A princípio define-se uma zona de restrição, geralmente localizada na região que mais atrai veículos, e posteriormente se define uma taxa a ser paga diariamente pelos veículos que ingressarem nessa zona.

Segundo Jordão e Salvo (2012) na cidade de Estocolmo o pedágio urbano chegou a reduzir os congestionamentos na hora do pico entre 10 e 15%, já em Singapura, pioneira no sistema, o sistema reduziu 45% dos congestionamentos e 25% dos acidentes.

5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CIRCULAÇÃO

Para dar início a um projeto de melhoria na circulação de veículos em uma determinada via urbana, e assim resolver problemas de mobilidade urbana através das alternativas citadas anteriormente, é preciso realizar um estudo completo da via em questão, a fim de determinar sua capacidade, seus problemas e possíveis soluções. Capacidade é definida pelo *Highway Capacity Manual* (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000¹ apud HOEL, et al. 2011, p. 125):

A capacidade de uma via é a máxima taxa horária esperada, de forma razoável, em que pessoas ou veículos cruzam um ponto ou uma seção uniforme de uma faixa ou pista durante um determinado período de tempo em uma dada condição de pista, tráfego e operação.

Nem sempre obter a capacidade que uma via pode receber é um parâmetro razoável para um projeto de melhoramento.

Uma alternativa bastante utilizada na obtenção de uma quantificação da qualidade de circulação é a metodologia de classificação da em níveis de serviço. Geralmente a via, que pode ser dividida em trechos, recebe uma classificação através de uma letra, variando de A a F, sendo que a letra A representa as melhores condições e, a F, as piores (HOEL, et al. 2011, p. 126).

A classificação em níveis de serviço relaciona capacidade com demanda, sendo essas as principais variáveis a considerar num estudo de qualidade de circulação em uma via. Senço (2008, p. 71) descreve essa relação entre capacidade e demanda da seguinte forma:

Quando a demanda se aproxima da capacidade, as condições se tornam precárias, mesmo satisfeitas às condições ideais de trânsito e plataforma. A operação dos veículos fica afetada pela movimentação do conjunto, de forma que um veículo em particular tem suas manobras condicionadas à disposição dos demais veículos, sendo reduzida a sua liberdade de opção por uma ou outra manobra. A velocidade cai a níveis compatíveis com a dos veículos lentos que passam a comandar inteiramente todos os demais veículos.

¹ O autor cita apenas HCM, porém nas referências da obra consta: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *Highway Capacity Manual*, Special Report 209. 4. ed. Washington, D.C. National Research Council, 2000.

Para que se possa classificar a circulação da pior situação até a melhor, a metodologia de classificação em níveis de serviço utiliza principalmente dois parâmetros, a velocidade de operação e a relação demanda/capacidade.

A velocidade de operação é definida por Senço (2008, p. 72) como:

[...] a maior das velocidades médias nas quais o motorista pode viajar em certa estrada sob condições favoráveis de tempo, e sob condições de tráfego que predominam nessa estrada, assim como abaixo da velocidade de projeto. Aumentando o volume de tráfego, a velocidade de operação reflete a influência dos veículos entre si e as limitações devidas ao traçado e às condições da estrada.

Já a relação demanda/capacidade é (SENÇO, 2008, p. 72):

Medindo-se o volume de trânsito e conhecendo-se a capacidade da rodovia, pode-se calcular o nível de serviço em que a rodovia está trabalhando. Nos casos em que estão especificados a capacidade e o nível de serviço, V representa o volume de serviço máximo que poderá ocorrer na rodovia, nas condições pertinentes ao nível de serviço fixado.

As variações presentes em uma rodovia com comprimento significativo podem fazer com que seja necessário dividi-la em subtrechos com características semelhantes. Essa divisão é justificada por Senço (2008, p. 72) como:

Tal trecho pode ter variação de condições de operação em diferentes pontos ou em subtrechos ao longo de sua extensão, devido à mudança de demanda ou capacidade. As variações da seção transversal da rodovia resultam das variações em planta e perfil do projeto geométrico, terminais de rampa, áreas de entrelaçamento, restrições laterais e das interseções. Variações de volume resultam dos movimentos de entrada e saída em pontos ao longo da rodovia.

O caso de uma via urbana se assemelha a uma rodovia com as variações citadas anteriormente, sendo prudente seguir o critério de divisão em subtrechos, a fim de obter resultados mais coerentes com a realidade da via.

Tendo as velocidades operacionais em cada subtrechos estudado basta fazer uma média ponderada das mesmas para obter a velocidade operacional da via (SENÇO, 2008, p. 73).

Senço (2008, p. 73) classifica os tipos de rodovia como:

- a) vias expressas;
- b) rodovias de faixas múltiplas;
- c) rodovias de duas ou três faixas;

- d) arteriais urbanas;
- e) ruas centrais.

O mesmo autor define cada um dos níveis de serviço como:

- a) nível de serviço A: descreve a condição de fluxo livre com baixos volumes e altas velocidades. A densidade de trânsito é baixa. Existe pouca ou nenhuma restrição à liberdade de manobra devido à presença de outros veículos, e os motoristas podem manter a velocidade desejada com pequeno ou nenhum retardamento;
- b) nível de serviço B: constitui a zona de fluxo estável, com velocidades de operação começando a sofrer restrição devido à presença de outros veículos. Os motoristas ainda têm razoável liberdade na escolha da sua velocidade e faixa de trânsito para operação. Reduções de velocidade são razoáveis, com baixa probabilidade do fluxo se tornar restrito. O limite inferior (mais baixa velocidade e mais alto volume) deste nível de serviço tem sido associado a volumes de serviço empregado no projeto de rodovias rurais;
- c) nível de serviço C: constitui ainda faixa de fluxo estável. Muitos dos motoristas, no entanto, sofrem restrições na liberdade de escolha de sua própria velocidade, mudança de faixa ou ultrapassagem. Uma velocidade de operação relativamente satisfatória ainda pode ser obtida. São os volumes de serviço desejáveis no projeto de vias urbanas;
- d) nível de serviço D: aproxima-se do fluxo instável, com velocidade de operações toleráveis, embora consideravelmente afetadas pelas mudanças das condições de operação. Flutuações em volume e temporárias restrições ao fluxo podem causar substanciais quedas nas velocidades de operação. Os motoristas têm pouca liberdade de manobra e o conforto e a conveniência são sofríveis, mas essas condições podem ser toleradas por curtos períodos de tempo;
- e) nível de serviço E: não pode ser descrito apenas pela velocidade, porém apresenta velocidades de operação ainda inferiores àquelas do nível D; com volumes próximos ou iguais a capacidade da rodovia. Ao atingir a capacidade, as velocidades são tipicamente de 48 km/h, embora nem sempre. O fluxo é sensível e podem ocorrer paradas com a duração de alguns instantes;
- f) nível de serviço F: descreve a operação em fluxo forçado e onde os volumes são inferiores à capacidade. Essas condições usualmente resultam em filas de veículos que se formam devido à restrição a jusante. O trecho em estudo serve como área de armazenamento durante uma fração ou toda hora de pico. As velocidades são reduzidas substancialmente e as paradas podem ocorrer por períodos de tempo curtos ou longos devido ao congestionamento a jusante. Em um caso extremo, tanto a velocidade como o volume podem cair a zero.

Em função do grande número de interferências em uma via urbana, outra grandeza importante na análise da circulação dos veículos é a capacidade para fluxo interrompido. Esta pode ser dividida em capacidades básica ou teórica, possível e prática.

As capacidades básica e possível possuem um grande número de simplificações, pois não levam em conta fatores importantes como os pedestres, veículos estacionados, conversões,

atribuindo apenas valores de capacidade para um determinado período de sinal verde numa via urbana (SENÇO, 2008, p. 76).

Para obter a capacidade das interseções em vias urbanas utiliza-se o método da velocidade de percurso, que leva em conta principalmente o estudo dos semáforos nas interseções. Senço (2008, p. 79) define velocidade média de percurso como “[...] a velocidade média observada ao longo de um determinado segmento viário e expressa pela relação entre a distância percorrida e o tempo total gasto no percurso.” (SENÇO, 2008, p. 79).

Para determinar a velocidade média de percurso podem ser utilizados dois métodos: o das placas de licença e o do veículo teste.

O método das placas de licença consiste em posicionar dois observadores em pontos distintos da via, um no início e outro no final do trecho a ser estudado. Cada observador anota o número das placas e o instante de passagem dos veículos que passam pelo seu posto, formando uma amostra de pelo menos 50 veículos. Como o levantamento pode ter problemas e desencontro de informações sugere-se anotar os dados de pelo menos 100 veículos. Posteriormente basta confrontar as informações e calcular a velocidade média e o tempo de percurso (SENÇO, 2008, p. 79).

O método do veículo-teste consiste em realizar pelo menos três viagens no trecho em estudo, o método possui várias peculiaridades que devem ser levadas em conta, como descrito por Senço (2008, p. 80-81):

Na prática, o condutor, que tem de ser alguém com algum conhecimento do assunto, deve imprimir ao veículo uma velocidade que, em sua opinião, é representativa da velocidade do fluxo, por ocasião da pesquisa. O observador, com dois cronômetros, monitora os tempos de retardamentos devido a paradas e outros retardamentos que ocorram no percurso, inclusive as prováveis causas.

Os três percursos em casa sentido precisam ser repetidos na hora do pico e em período fora do pico.

Medidas geralmente tomadas nessas pesquisas:

- a) identificação da rota;
- b) sentido do percurso;
- c) período;
- d) número sequencial do percurso;
- e) data;

- f) pontos de referência: início e fim de cada subtrecho;
- g) tempo de percurso;
- h) tempos e causas dos retardamentos de parada;
- i) tempos e causas dos retardamentos de percurso;
- j) condições meteorológicas.

Para entender o impacto das interferências na circulação de uma via, é possível comparar a velocidade média de percurso com a velocidade de fluxo livre. Esta é definida por Senço (2008, p. 81) como “[...] a relação entre a distância percorrida – L – e a diferença entre o tempo de percurso e a soma dos retardamentos [...]”. A velocidade de fluxo livre pode ser definida matematicamente pela fórmula 1 (SENÇO, 2008, p. 2008):

$$V_f = L / (T - (T_p + 0,5.T_r)) \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

V_f = velocidade de fluxo livre;

L = distância percorrida;

T = tempo de percurso;

T_p = retardamento de parada P;

T_r = retardamento de percurso.

Os elementos apresentados nesse capítulo são essenciais para a determinação dos problemas na circulação na avenida estudada, porém em função das limitações dos dados obtidos referentes às contagens de tráfego realizadas pela Empresa Pública de Transporte e Circulação, o cálculo da capacidade da via, e do nível de serviço foram calculados de forma mais simples, considerando apenas a relação entre capacidade e fluxo de tráfego, através do método demonstrado por Senço (2008), nos quadros 1 e 2.

Quadro 1– Valores de Capacidade

Rodovia 2f2m	Rodovia 3f2m	Rodovias de faixas múltiplas (nf)	Capacidade e velocidade de operação característica
Total (v/h)	Total (v/h)	Por faixa (v/h)	
2.000	4.000	2.000	Básica Possível em condições ideais
1.500	2.000	1.500	Prática. Urbana. Velocidade de operação: 55 a 65 km/h
900	1.500	1.000	Prática. Rural. Velocidade de operação: 70 a 80 km/h

(fonte: SENÇO, 2008, p. 67)

Quadro 2– Relações Demanda / Capacidade x Nível de Serviço

Demanda / Capacidade	Nível de Serviço
Até 0,25	A
De 0,25 a 0,50	B
De 0,50 a 0,75	C
De 0,75 a 0,90	D
De 0,90 a 1,00	E
Sem significado numérico	F

(fonte: SENÇO, 2008, p. 75)

6 A AVENIDA PROFESSOR OSCAR PEREIRA

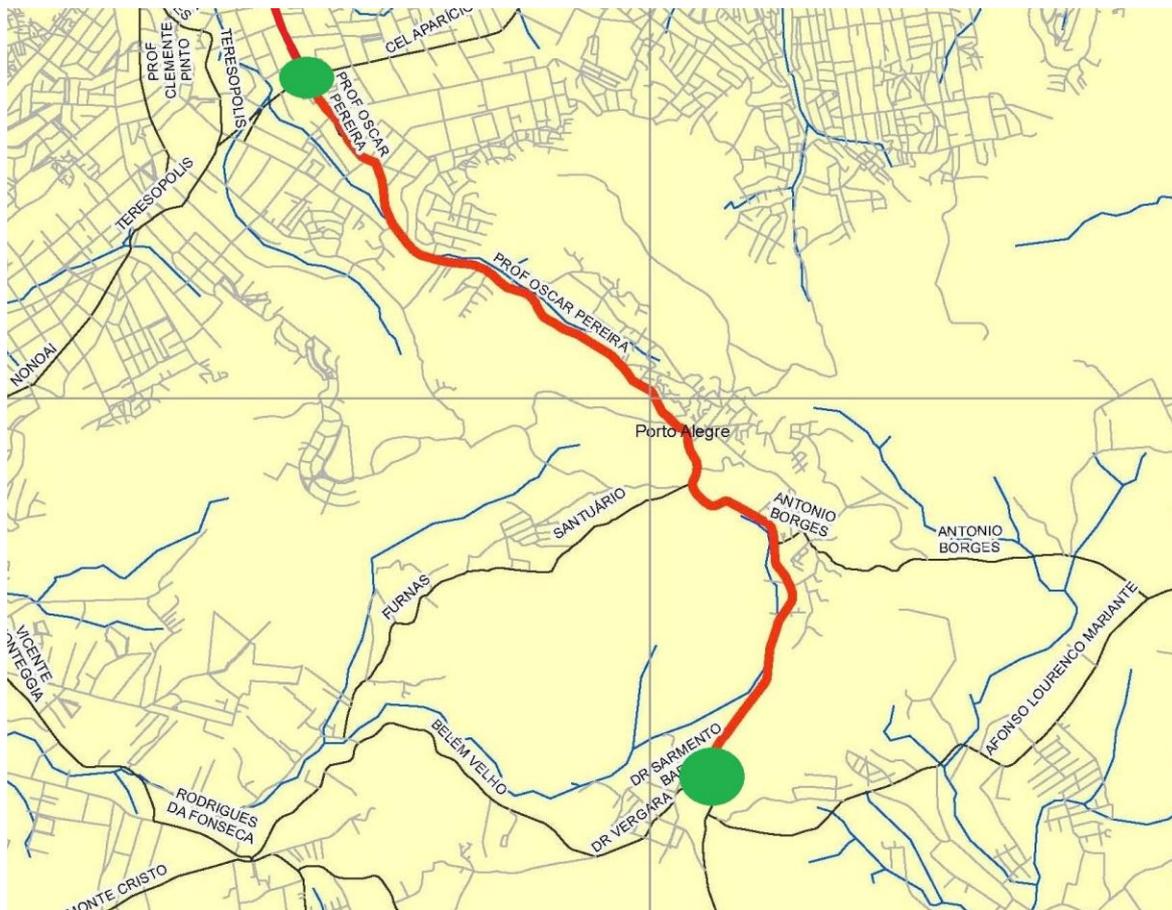
Como citado anteriormente a zona Sul de Porto Alegre é a região que mais cresceu nos últimos anos. Houve grande ocupação dos vazios urbanos. Com o aumento da população na região cresceu significativamente a demanda por viagens, principalmente nos horários de pico, onde a população geralmente se desloca para as áreas mais próximas ao centro da cidade, e no final do dia, com o fluxo no sentido inverso. Esse fluxo acaba ocorrendo porque a Zona Sul ainda não possui tantas atividades geradoras de emprego, ou oportunidades de estudo, se tornando uma região dormitório. Esse aumento acelerado do número de usuários do sistema viário da região não acompanhou os investimentos em mobilidade urbana na cidade, com uma rede viária deficiente foram desencadeados vários problemas.

Uma descrição da Avenida Professor Oscar Pereira é:

- a) desenvolve-se radialmente, a partir da região central de Porto Alegre, no entroncamento com as Avenidas da Azenha e Princesa Isabel, seguindo na direção sudeste até o bairro Restinga;
- b) importante eixo de ligação entre a Zona Sul e o centro da cidade;
- c) menor itinerário entre a Zona Sul e o Centro de POA;
- d) inserida em uma região classificada como montanhosa, circundada por diversos morros, tais como: Morro da Polícia (286 m), da Cascata (267 m), do Pelado (298 m) e da Pedra Redonda (279 m);
- e) eixo estratégico, porém possui estrutura viária deficiente e baixa capacidade para escoar o fluxo de veículos;
- f) 21 linhas passam pela via em algum ponto de sua extensão.

Como citado nas diretrizes da pesquisa o estudo foi desenvolvido no trecho que se desenvolve entre a Avenida Coronel Aparício Borges e o entroncamento da Estrada Costa Gama com a Rua Dr. Sarmiento Barata (figura 11), pois as contagens de tráfego realizadas pela EPTC que são utilizadas no estudo se referem a esse trecho.

Figura 11– Mapa de Localização da Av. Prof; Oscar Pereira com destaque para o início e o final do trecho estudado.



(fonte: elaborado pelo autor)

O trecho estudado possui 15 interseções, ou seja, avenida Professor Oscar Pereira com:

- a) rua Intendente Azevedo;
- b) rua Madre Ana;
- c) rua Padre Teschauer e rua Comendador Antônio Fontoura;
- d) av. Eng. Ludolfo Bohel;
- e) rua da Gruta;
- f) rua das Enfermeiras;
- g) rua Francisco Martins;
- h) av. Herval;
- i) rua do Santuário;
- j) estrada Antônio Borges;
- k) rua Vacacaí;
- l) acessos Hospital Parque Belém;

- m) estr. Sarmiento Barata;
- n) rua Santiago Dantas;
- o) estrada Afonso Lourenço Mariante.

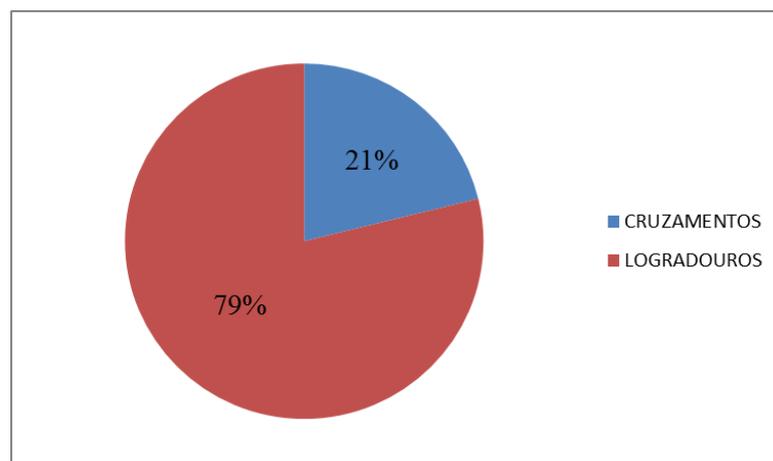
Cabe ainda ressaltar como parâmetros a dificultar e elaboração de alternativas, como a largura do gabarito previsto no anexo 9 do Plano Diretor de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 2011, p. 2), e as interferências contidas no trecho. O gabarito é variável, possuindo 30 metros do início do trecho estudado até o entroncamento com a Avenida Engenheiro Ludolfo Boehl, e da Avenida Herval até o final do trecho. O gabarito possui 20 metros entre as Avenidas Ludolfo Boehl e Herval. O trecho possui diversos tipos de interferências. As de cunho social, como as praças Zeferino Brasil e Cruz Vermelha, o Colégio Nossa Senhora da Glória, e comunidades como as Vilas Graciliano Ramos, Nossa Senhora de Lourdes, 1º de Maio, Alto Embratel e Canudos. Também interferências urbanas como o sistema de abastecimento de água e esgoto como os reservatórios e estação de bombeamento do DMAE; além de questões ambientais e construções históricas, de interesse cultural.

Ao mesmo tempo em que a Avenida Oscar Pereira possui grande importância estratégica para a mobilidade urbana na Zona Sul de Porto Alegre, possui diversos condicionantes que dificultam os projetos a região, muitas interferências e interseções, além de possuir uma plataforma de rolamento bastante estreita e com pavimento deteriorado.

Segundo a Empresa Pública de Transporte e Circulação (trabalho não publicado)², ocorreram 988 acidentes no trecho estudado entre 2007 e 2012, divididos primeiramente em dois tipos: os ocorridos em cruzamentos e interseções, e os ocorridos nos demais trechos da via, chamados de acidentes em logradouros. A distribuição dos acidentes por local de ocorrência encontra-se na figura 12.

² Material não publicado fornecido para a elaboração de estudos de tráfego referentes a projeto de duplicação.

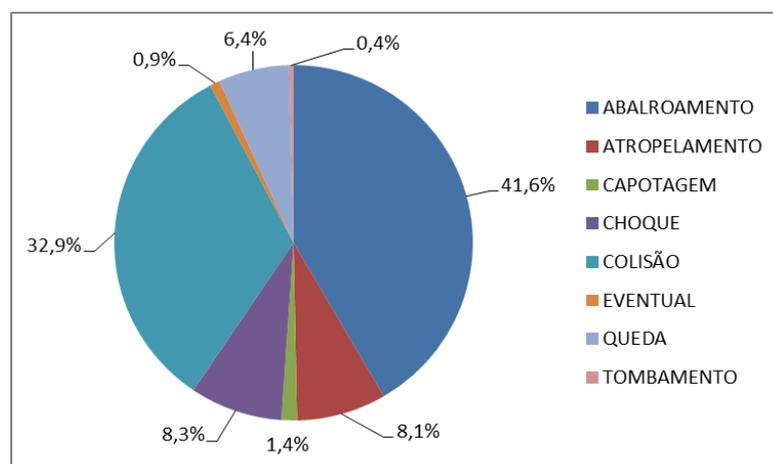
Figura 12– Distribuição dos acidentes na Avenida Professor Oscar Pereira por local de ocorrência



(fonte: adaptado de trabalho não publicado)

Cabe ressaltar o número significativo de acidentes ocorridos nos cruzamentos. Porém, os acidentes ocorridos no restante da via, ainda são grande maioria. Os acidentes podem ser divididos por tipo de ocorrência, como consta na figura 13.

Figura 13 – Distribuição dos acidentes na Avenida Professor Oscar Pereira por tipo de ocorrência



(fonte: adaptado de trabalho não publicado)

O grande número de acidentes, e principalmente o grande percentual de acidentes ocorridos em cruzamentos, geralmente causados por falta de ordenamento do tráfego, ilustram a necessidade da via passar por melhorias de traçado e capacidade.

6.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os estudos de tráfego, seja para uma via rural ou para uma urbana, têm por objetivo:

- a) avaliar a suficiência do sistema de transportes existente;
- b) servir de subsídio, em conjunto com os estudos topográficos, para a definição do traçado da via;
- c) definir e dimensionar as características técnicas;
- d) determinar as características operacionais da via e como se adaptará às demandas nos anos estabelecidos no horizonte do projeto.

Para tanto, o desenvolvimento de todo estudo de tráfego deve seguir como base o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (BRASIL, 2006b).

6.2 CONTAGENS DE TRÁFEGO

As contagens de tráfego, ou contagens volumétricas classificatórias, visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam pelos vários pontos da via objeto do estudo e das interseções existentes. Essas informações são geralmente usadas na análise de capacidade, avaliação de congestionamento, dimensionamento de pavimento, projetos de canalização do tráfego, estudos de engenharia, viabilidade e outras melhorias.

Nos locais de interseções onde o objetivo é o conhecimento do tráfego nas vias de acesso à interseção, levantou-se todos os movimentos dessa intervenção. Pois assim, a contagem esclarece o tráfego em todas as direções.

Para o estudo foram utilizados 16 postos de contagem³ (figura 14), localizados nas 15 interseções presentes no trecho, e no acesso ao Hospital Parque Belém, que possui fluxo significativo de veículos.

Na realização das contagens classificatórias de veículos foi considerada a classificação de categorias:

- a) veículos leves: passeio, utilitários pequenos, vans e caminhonetes;
- b) veículos médios: micro-ônibus, lotação e caminhão pequeno;

³ Material não publicado fornecido para a elaboração de estudos de tráfego referentes a projeto de duplicação.

- c) veículos pesados: ônibus e caminhões três eixos ou mais;
- d) motos.

Figura 14– Mapa de Localização dos postos de contagem de veículos na a Av. Prof; Oscar Pereira



(fonte: elaborado pelo autor)

6.3 SITUAÇÃO ATUAL NA AVENIDA

A primeira etapa do estudo do trecho em questão se dá pela análise da situação existente, através da determinação da capacidade e nível de serviço do cenário atual. Para determinar a capacidade da via, o trecho foi dividido em quatro segmentos homogêneos, com características geométricas similares, como descritas no quadro 3.

Quadro 3 – Localização dos segmentos homogêneos da Avenida Professor Oscar Pereira

Trecho		Número de Faixas / Sentido	
Início	Final	Para centro	para Zona Sul
Av. Aparício Borges	R. Intendente Alfredo Azevedo	3	3
R. Intendente Alfredo Azevedo	Rua da Gruta	2	2
Rua da Gruta	Rua Francisco Martins	1	2
Rua Francisco Martins	Estrada Costa Gama	1	1

(fonte: elaborado pelo autor)

A análise da capacidade e o cálculo dos níveis de serviço foram feitos segundo métodos apresentados no capítulo anterior, consistindo na comparação da capacidade e do fluxo de veículos na via na hora mais carregada. A capacidade atual da via foi estimada através da bibliografia, citada no capítulo anterior, para o caso estudado, 1500 UCP/h. Para essa análise, é necessário obter um fluxo de veículos em Unidades de Carro de Passeio (UCP), logo é necessário converter os veículos médios, pesados e motos em veículos leves. Para a determinação da UCP foram adotados os seguintes coeficientes de equivalência, segundo o Termo de Referência dos Estudos de Tráfego e Projeto de Circulação e Segurança para a Avenida Professor Oscar Pereira (PORTO ALEGRE, 2012):

- a) 1,0 para veículos leves;
- b) 1,5 para veículos médios;
- c) 2,0 para veículos pesados;
- d) 0,8 para motocicletas.

Os resultados da análise são apresentados na tabela 1.

Tabela 1– Níveis de Serviço na situação atual da Avenida Professor Oscar Pereira.

Para Zona Sul					Para Centro				
V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço	V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço
1788	3	1500	0,40	B	1842	3	1500	0,41	B
1301	2	1500	0,43	B	1699	2	1500	0,57	C
1344	2	1500	0,45	B	1670	1	1500	1,11	F
1147	1	1500	0,76	D	1477	1	1500	0,98	E

(fonte: elaborado pelo autor)

Os níveis de serviço do horário mais carregado, no final do trecho, que possui menor capacidade, ilustram que a via já está saturada no sentido Zona Sul – Centro.

A situação da via já é crítica no trecho com menor infraestrutura, e situação se agrava consideravelmente quando se simula uma situação futura. Para tal estudo, se utilizou uma taxa de crescimento de 1,5% ao ano, que consta no Termo de Referência dos Estudos de Tráfego e Projeto de Circulação e Segurança para a Avenida Professor Oscar Pereira (PORTO ALEGRE, 2012). O período escolhido para a simulação foi de 20 anos. Os resultados encontram-se na tabela 2.

Tabela 2– Níveis de Serviço na situação futura da Avenida Professor Oscar Pereira.

Para Zona Sul					Para Centro				
V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço	V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço
2408	3	1500	0,54	C	2481	3	1500	0,55	C
1752	2	1500	0,58	C	2288	2	1500	0,76	D
1810	2	1500	0,60	C	2249	1	1500	1,50	F
1545	1	1500	1,03	F	1989	1	1500	1,33	F

(fonte: elaborado pelo autor)

Na situação original a via possui um estado crítico nos dois trechos finais no sentido Zona Sul-Centro, com níveis de serviço E e F, porém quando se simula o crescimento, se vê que a via passa a apresentar saturação também no trecho final no sentido Zona Sul – Centro, além de piorar os níveis de serviço nos outros trechos.

Cabe ainda ressaltar que recentemente a taxa de crescimento de veículos em Porto Alegre vem sendo superior a 1,5% ao ano. Segundo o Departamento Nacional de Trânsito (2014) o crescimento do número de veículos licenciados em Porto Alegre em 2013 foi de 4,1%, muito em função da redução nos impostos para a aquisição de veículos novos, que fomentou a indústria automobilística nos últimos anos.

7 ENCAMINHANDO SOLUÇÕES

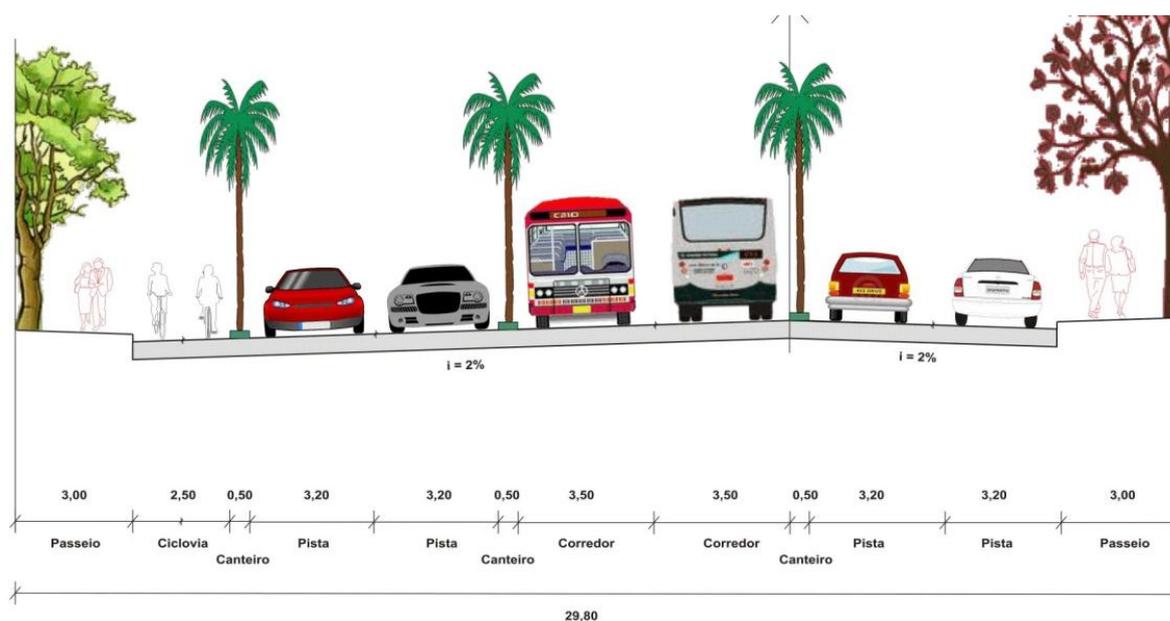
Tendo em vista os problemas de circulação ilustrados no capítulo 6 – Avenida Professor Oscar Pereira, fica clara a necessidade de melhorias via. Baseado nos conceitos expostos no capítulo 4 – Alternativas de Mobilidade Urbana, resolveu-se propor duas alternativas de melhoramentos na via estudada.

As alternativas foram propostas de forma coerente aos demais projetos que estão sendo desenvolvidos na área de mobilidade urbana em Porto Alegre. Limitações geográficas e de custo também foram consideradas, eliminando assim as medidas restritivas, implantação de metrô, veículo leve sobre trilhos e aeromóvel. A partir dessas considerações, foram propostas alternativas envolvendo ampliação de capacidade, implantação de ciclovia, e analisando a implantação ou não de um sistema BRT.

7.1 ALTERNATIVA 1

A primeira alternativa (figura 15) consiste na implantação de um sistema BRT, com corredor exclusivo para ônibus, duas faixas para tráfego misto para cada sentido de circulação e ciclovia, com sentido duplo de circulação, totalizando uma seção tipo de 29,80 metros de largura.

Figura 15– Seção Transversal Tipo para a alternativa 1



(fonte: elaborado pelo autor)

A alternativa foi proposta com essa composição, pois se mostra coerente com os demais projetos na área de mobilidade que estão sendo realizados na cidade. Porto Alegre vem implantando o sistema de BRT nos corredores de ônibus das Avenidas Protásio Alves, Bento Gonçalves e João Pessoa, como descrito no site da Secretaria Municipal de Obras e Viação (PORTO ALEGRE, 2014). Outro ponto importante desta alternativa é a previsão de uma ciclovía, pois o Plano Diretor Ciclovitário de Porto Alegre classifica a Avenida Oscar Pereira como um eixo potencial para ciclovía (PORTO ALEGRE, 2008, p. 129).

O trecho inicial da Avenida Professor Oscar Pereira possui duas pistas com três faixas cada, separadas por canteiro central. Essa concepção seria mantida nesse trecho em função das facilidades existentes para a execução da obra no local, apenas seria adicionado o corredor de ônibus. Nos trechos onde a avenida apresenta duas pistas com duas faixas de circulação, seria adicionado o corredor de ônibus e os respectivos canteiros centrais.

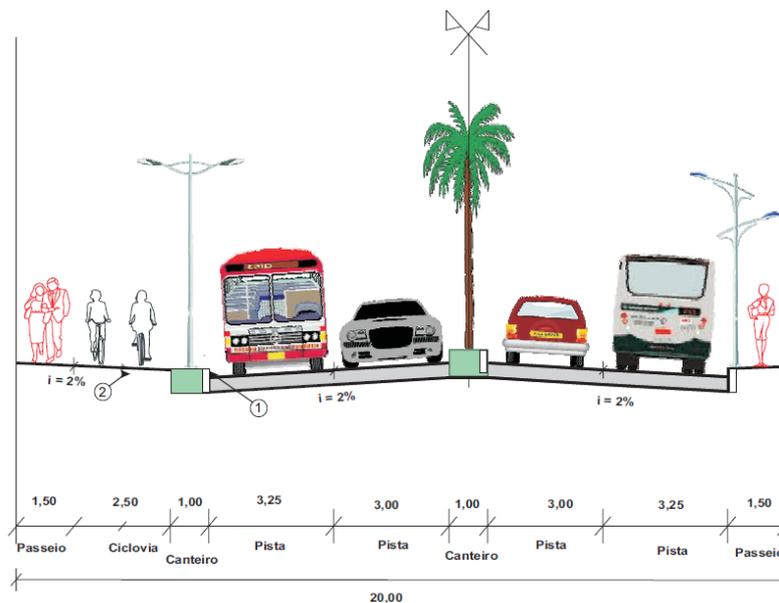
Essa alternativa possui um problema grave, pois não atenderia o gabarito previsto no Plano Diretor da cidade que é de 20 metros em alguns trechos, como descrito anteriormente. Isso aumentaria as dificuldades na execução e os problemas de desapropriação, além do alto custo proveniente da implantação de um sistema BRT.

7.2 ALTERNATIVA 2

A segunda alternativa (figura 16) consiste numa proposição menos complexa, com duas pistas com duas faixas de circulação para cada sentido, além de canteiro central e ciclovia num dos lados da via, totalizando uma seção transversal de 20 metros de largura.

Nesta alternativa o gabarito mínimo previsto pelo Plano Diretor de Porto Alegre é respeitado, reduzindo as dificuldades de execução, principalmente em questões referentes a desapropriações. Essa proposta mantém a previsão de ciclovia, pois além da previsão no Plano Diretor Ciclovitário de Porto Alegre, que classifica a Avenida Oscar Pereira como um eixo potencial para ciclovia (PORTO ALEGRE, 2008, p. 129), a implantação de uma ciclovia incentiva à utilização de um transporte alternativo, com o aumento de segurança proporcionado pela mesma.

Figura 16– Seção Transversal Tipo para a alternativa 2



(fonte: elaborado pelo autor)

Da mesma forma que apresentado na alternativa anterior, seria mantida a concepção do trecho inicial da Avenida Professor Oscar Pereira, que possui duas pistas com três faixas de rolamento cada, separadas por canteiro central. Nos trechos onde a avenida apresenta duas pistas com duas faixas de circulação, seria adicionado canteiro central.

7.3 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS

Para verificar o impacto de um projeto de melhoramento na circulação de veículos na avenida estudada, faz-se a mesma análise desenvolvida no estudo da condição atual da via, calculando capacidade e nível de serviço para cada alternativa, num horizonte de 20 anos.

Para capacidade, foi utilizado nos cálculos o valor de 1900 UCP/h/faixa, e para taxa de crescimento de 1,5 % ao mês, ambos indicados no Termo de Referência dos Estudos de Tráfego e Projeto de Circulação e Segurança para a Avenida Professor Oscar Pereira (PORTO ALEGRE, 2012).

O aumento nos valores utilizados no cálculo de capacidade da via proporcionarão um ganho na qualidade de circulação, mesmo nos locais onde será mantido o mesmo número de faixas da situação atual. Essa ampliação se dá principalmente em função das melhorias na geometria da via, correção de curvas com raio pequeno e descontinuidade de faixas, e aumento das larguras de faixa.

7.3.1 Projeção da Alternativa 1

Para calcular os níveis de serviço nos trechos da Avenida Professor Oscar Pereira dentro da primeira alternativa, numa projeção de 20 anos, foram utilizados os mesmos fluxos de veículos provenientes das contagens, porém em função do projeto de corredor exclusivo para ônibus, foram retirados do cálculo dos fluxos os valores referentes aos ônibus, pois estes não trafegarão mais nas faixas de uso misto. Durante as contagens, foram feitas pequenas observações sobre o número de ônibus que trafega na hora mais carregada do dia. Os resultados para esta alternativa encontram-se na tabela 3.

Tabela 3– Níveis de Serviço na situação futura para alternativa 1 de melhoramento da Avenida Professor Oscar Pereira

Para Zona Sul					Para Centro				
V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço	V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço
2330	3	1900	0,41	B	2402	3	1900	0,42	B
1674	2	1900	0,44	B	2210	2	1900	0,58	C
1732	2	1900	0,46	B	2171	2	1900	0,57	C
1467	2	1900	0,39	B	1910	2	1900	0,50	B

(fonte: elaborado pelo autor)

Os resultados são promissores, os níveis de serviço ficam todos entre B e C, traduzindo boa qualidade de circulação.

7.3.2 Projeção da Alternativa 2

Para analisar as melhorias na circulação de veículos na Avenida Professor Oscar Pereira proveniente da implantação da alternativa 2, foram utilizados os mesmos parâmetros de capacidade e taxa de crescimento descritos na alternativa 1, e os fluxos provenientes das contagens. Os resultados são apresentados na tabela 4.

Tabela 4– Níveis de Serviço na situação futura para alternativa 2 de melhoramento da Avenida Professor Oscar Pereira

Para Zona Sul					Para Centro				
V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço	V UCP/h	faixas	C UCP/h/faixa	V/C	Nível de Serviço
2408	3	1900	0,42	B	2481	3	1900	0,44	B
1752	2	1900	0,46	B	2288	2	1900	0,60	C
1810	2	1900	0,48	B	2249	2	1900	0,59	C
1545	2	1900	0,41	B	1989	2	1900	0,52	C

(fonte: elaborado pelo autor)

Assim como na alternativa 1, os resultados obtidos são muito bons, com pequenas diferenças, mas mantendo os níveis de serviço entre B e C.

7.3.3 Análise comparativa

Quando se observa os valores obtidos projetando o fluxo de veículos atual para um horizonte de 20 anos, se vê que a via que já se encontra atualmente saturada, tende a piorar, atingindo o nível de serviço F em mais de um trecho.

Quando se faz uma projeção de 20 anos utilizando a alternativa 2, se tem uma grande melhora na qualidade de circulação, com níveis de serviço B e C, assim como a alternativa 1. Fica claro que é necessário projetar alguma alternativa para ampliar a capacidade da via.

Quando se compara as duas alternativas propostas, tem-se resultados muito parecidos em termos de melhoria na circulação de veículos, de forma que a alternativa 2 se torna mais vantajosa, mesmo sendo mais simples. Isso porque para executar a alternativa 1, seria necessário ultrapassar o gabarito proposto pelo Plano Diretor da cidade em alguns trechos, a área de seção transversal seria maior, gerando maiores áreas de desapropriação, que além de aumentarem o custo da obra, geralmente causam atrasos por discussões na justiça. Além disso, para implementar um sistema BRT, são necessários dispositivos específicos, como estações e terminais, citados no capítulo 4, além de um pavimento com a estrutura apropriada para o tráfego de veículos pesados em linha, geralmente usa-se placas de concreto de cimento Portland, que possuem melhor durabilidade, mas custo mais elevado.

Caso um projeto de aumento de capacidade venha a ser executado na via, poderia gerar uma demanda reprimida, pois usuários que hoje não trafegam pela avenida, poderiam passar a utilizá-la, além disso, uma expansão da avenida poderia estimular os gestores do transporte público a aumentar o número de linhas de ônibus no trecho, aumentando o número de ônibus na via, fazendo com que o corredor exclusivo tenha um maior impacto na melhoria de circulação da via. Nesse caso, a alternativa mais complexa seria a mais indicada.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento das cidades, e principalmente o grande crescimento no número de veículos tem feito com que as cidades necessitem aprimorar a gestão e o planejamento na área de mobilidade urbana. Em função disso, diversas obras são realizadas a cada ano nas grandes cidades, porém antes de iniciar um investimento que movimenta grandes quantias de dinheiro, devem ser realizados estudos criteriosos sobre a circulação de veículos, e as melhores alternativas para possíveis melhorias.

Ao buscar alternativas de melhoramento, encontra-se diversos exemplos que foram executados com sucesso em grandes cidades no mundo inteiro. Pode-se utilizar medidas restritivas, alternativas pouco populares por limitarem a circulação de veículos numa região, porém com boa eficácia na redução dos volumes de tráfego num perímetro crítico. Pode-se buscar transportes alternativos, como a bicicleta, através da ampliação das malhas cicloviárias, e estimular os deslocamentos feitos a pé, melhorando a qualidade das calçadas. Tem-se maneiras de melhorar a eficiência e aumentar a capacidade do transporte público urbano, através de sistemas de sistemas BRT, veículo leve sobre trilhos, metro e também com novas alternativas, como o aeromóvel.

Visualizar toda a malha de transportes como uma rede única, integrada, é essencial para se obter sucesso nas melhorias dos problemas de mobilidade urbana, prevendo integrações entre os diferentes modais de transportes, explorando suas peculiaridades, aumentando a confiabilidade sobre o sistema como um todo.

Porém para criar um projeto numa via urbana, muitas peculiaridades precisam ser levadas em conta, além das questões normais de planimetria e altimetria envolvidas nos projetos de rodovias. Num projeto urbano o número de interferências é elevado, as possíveis construções a serem desapropriadas estão mais próximas da via, o número de acessos e interseções por quilômetro é elevado. Ou seja, não basta apenas pensar na melhor alternativa, na mais moderna, é necessário encontrar a melhor alternativa que se adapta a realidade da região escolhida para o projeto.

Para o trecho estudado poderia ter sido proposta a implantação de metrô, viadutos, passagens de nível, entre alternativas mais complexas. Porém as mesmas precisam estar dentro do contexto de cada cidade, de forma coerente com o que vem sendo planejado e executado.

A conclusão do estudo demonstrou que a implantação de um corredor de ônibus no trecho traria pouca melhoria na circulação em relação à execução da duplicação sem corredor de ônibus. Porém antes de optar pela não inclusão do corredor de ônibus, o gestor público deve analisar a rede de transporte da cidade e o planejamento da sua ampliação. Por exemplo, com a ampliação da via, a prefeitura poderia realizar um estudo de ampliação das linhas de ônibus da região, esse aumento no número de linhas poderia justificar a inclusão de um corredor de ônibus, que garantiria melhor confiabilidade ao transporte público, e menor interferência no tráfego de veículos.

A realização do trabalho permitiu ampliar a minha visão sobre todas as condicionantes envolvidas numa tomada de decisão, desde a listagem de alternativas, até os estudos necessários para comprovar ou não a sua eficácia, mostrando que, não basta apenas observar números, tabelas ou copiar projetos de referência, para uma boa tomada de decisão é necessário compreender a cidade e a rede de transporte como um todo, com suas peculiaridades. Cada caso deve ser tratado de forma individual, pois nem sempre a alternativa realizada em um bairro, terá a mesma eficácia em outro.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. **Gestão integrada da mobilidade urbana**. Brasília, DF, 2006a.

_____. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Estudos de Tráfego**. Brasília, DF, 2006b. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf>. Acesso em: 10 abril. 2014

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. **Programa Bicicleta Brasil: caderno de referência para a elaboração de plano de mobilidade por bicicleta nas cidades**. Brasília, DF, 2007. 1 CD.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. Diretoria de Mobilidade Urbana. **Manual de BRT – Bus Rapid Transit: Guia de Planejamento**. Brasília, DF, 2008. 1 CD.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota 2014: municípios**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>>. Acesso em: 10 maio. 2014.

EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRE. **Aeromóvel: detalhes de projeto**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/galeria_projetos_detalhes.php?codigo_sitemap=87>. Acesso em: 18 maio. 2013.

FRANÇA. Ministério da Ecologia, do desenvolvimento sustentável, e da energia. **O renascimento do VLT na França**. Paris, 2012. 1 CD.

HOEL, L. A.; GARBER, N. J.; SADEK, A. W. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

JORDÃO, C.; SALVO, M. P. de. Pedágio urbano: em cada metrópole, de um jeito. **Site da Revista Veja**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://vejasp.abril.com.br/materia/pedagio-urbano-em-cada-metropole-de-um-jeito>>. Acesso em: 20 fevereiro. 2013. Não paginado.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Secretaria dos Transportes. **Plano Diretor Ciclovitário Integrado de Porto Alegre**. Porto Alegre, RS, 2008. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu_doc/pdci_relatorio_final.pdf>. Acesso em: 2 abril. 2014

_____. Secretaria de Planejamento Municipal. **Lei Complementar n. 434**, de 1º de dezembro de 1999 atualizada e compilada até a Lei Complementar n. 667, de 3 janeiro de 2011. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Porto Alegre, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2011. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/planeja/pddua.htm>>. Acesso em 2 abril. 2014

_____. Secretaria Municipal de Transportes. Empresa Pública de Transporte e Circulação. **Termo de Referência:** Estudo de tráfego e Projeto de Circulação e Segurança. Porto Alegre, RS, 2012. Disponível em:
<http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smov/usu_doc/81038119tr_eptc.pdf>.
Acesso em: 2 abril. 2014

_____. Campanha pela Conservação das Calçadas. **Site da Secretaria Municipal de Obras e Viação.** Porto Alegre, 2013. Disponível em:
<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smov/default.php?p_secao=123>. Acesso em: 20 setembro. 2013. Não paginado.

_____. Prefeitura de Porto Alegre divulga balanço das obras nos corredores BRT. **Site da Secretaria Municipal de Obras e Viação.** Porto Alegre, 2014. Disponível em:
<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smov/default.php?reg=50&p_secao=121>. Acesso em: 20 maio. 2014. Não paginado.

RIO GRANDE DO SUL. Prefeitura discute obra do aeromóvel para ligar a Estação Trensurb do Aeroporto ao novo terminal. **Site de Porto Alegre 2014.** Porto Alegre, 2013. Disponível em:
<http://www.estado.rs.gov.br/portoalegre2014/principal_novo.php?menu=42&idPersonalidade=5&view=not&cod=939>. Acesso em: 20 maio. 2013. Não paginado.

SÃO PAULO (Município). **Rodízio de veículos:** como funciona. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/rodizio-municipal/como-funciona.aspx>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas e Projetos Rodoviários.** São Paulo: Pini, 2008.

TRANSMILENIO. **Sistema Transmilenio:** infraestrutura. Bogotá, 2013. Disponível em:
<<http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura>>. Acesso em: 18 maio. 2013.

URBANRAIL. Provides a gateway to any information related to metros, subways or urban rail systems similar around the world. Berlin, 2012. Disponível em:
<<http://www.urbanrail.net/about.htm>>. Acesso em: 10 june. 2013.