UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Dissertação DE MESTRADO

ANÁLISE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE CORREDORES ESTRUTURAIS DE ÔNIBUS

ALLYNE RODRIGUES RIBEIRO

UBERLÂNDIA, 14 DE AGOSTO DE 2009.

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Allyne Rodrigues Ribeiro

ANÁLISE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO CORREDORES ESTRUTURAIS DE ÔNIBUS

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Faria

Uberlândia, 14 de Agosto de 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 061/2009

CANDIDATA: Allyne Rodrigues Ribeiro

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Alberto Faria

TÍTULO: "Análise econômica da implantação de corredores estruturais de ônibus"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Operação de Transportes

DATA DA DEFESA: 14 de agosto de 2009

LOCAL: Sala de Apoio I da FECIV

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 14:00 - 16:30

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às argüições, os membros da Banca Examinadora decidem que a candidata foi:

(X) APROVADA

( ) REPROVADA

OBS:

correções no texto, alguns erros de impressão sobre e modificações nas conclusões.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

Professor Orientador: **Prof. Dr. Carlos Alberto Faria – FECIV/UFU**

Membro externo: **Prof.ª Dr.ª Luzenira Alves Brasileiro - UNESP**

Membro: **Prof.ª Dr.ª Ilce de Oliveira Campos – FECIV/UFU**

Uberlândia, 14 de agosto de 2009.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R484a Ribeiro, Allyne Rodrigues, 1983-
Análise econômica da implantação de corredores estruturais de ônibus / Allyne Rodrigues Ribeiro. - 2009.
135 f. : il.

Orientador: Carlos Alberto Faria.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
Inclui bibliografia.

1. Transportes coletivos - Uberlândia - Teses. 2. Transportes coletivos - Uberlândia - Aspectos econômicos - Teses I. Faria, Carlos Alberto. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 656.121(815.12)

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação e Classificação

Aos meus pais, pelo carinho e apoio;
a Deus, pela presença constante neste
período tão importante da minha vida

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por haver-me dado esta grande oportunidade.

Aos meus pais, ao meu namorado Marcus Vinícius e a todos os meus amigos, pela força e pela paciência durante todo este período.

Aos meus colegas de Mestrado da Faculdade de Engenharia Civil, em especial ao Marcos Antônio, Douglas, Miguel, Regina e Natália, que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Carlos Alberto Faria, pelas ideias e pelo empenho no desenvolvimento desta Dissertação.

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Civil, que forneceram o apoio necessário à realização da pesquisa.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

RIBEIRO, A. R. Análise econômica da implantação de corredores estruturais de ônibus. 91 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

RESUMO

Devido a uma política de prioridade ao transporte público, pela qual as implantações de corredores de ônibus torna-se cada vez mais frequente em cidades de médio e de grande porte, justifica-se este trabalho, que analisa economicamente a implantação de corredores Estruturais de ônibus. Em primeiro estágio, esta pesquisa visa a conhecer os tipos de intervenção e o nível de serviço em que o Sistema de Transporte opera. Com base em pesquisas de campo do tipo sobe e desce e de velocidade foi possível obter a velocidade operacional do veículo, o tempo de viagem e a quantidade de pessoas que utilizam o serviço no horário de pico; para obter esses dados antes da implantação dos corredores, foram feitas simulações de variação de e análise técnica e operacional do sistema,baseados nos custos operacionais e comparação entre os tempos de viagem antes e depois da implantação do corredor. Posteriormente, foi efetuada a análise econômica do empreendimento, utilizando os conceitos econômicos e determinou-se a economia de tempo como um dos benefícios do sistema e os custos de implantação e manutenção. Esses custos foram listados ao longo da vida útil do projeto e aplicaram-se os métodos de Valor Presente Líquido (VPL), a relação Benefício/Custo (RBC) e a Taxa Interna de retorno (TIR), de forma a verificar se o empreendimento é viável economicamente ou não. O estudo de caso foi o Corredor Estrutural da Avenida João Naves de Ávila que se situa na cidade de Uberlândia-MG.

Palavras-chave: Corredores de Ônibus – Transporte Público – Avaliação Econômica

Ribeiro, A. R. Economic analysis on the installation of bus corridors. 91 pp. MSc. Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2009.

ABSTRACT

Due to policy of prioritizing public transportation has become more frequent of bus corridors implementation, this work makes the technical, operational and economic analysis of the implementation of this type of enterprise. Initially, in this work was tried to identify the level of service that the transportation system operates and the types of intervention that currently are in use. Based on boarding and alighting flows on stops and collecting operational data to simulate the movement and get the operating speed in the corridor, travel time and number of people who use the service during peak hours. These data were analyzed based on concepts of operational analysis, then, it was carried out economic analysis of the enterprise. The benefits due to reduced travel time and costs of operation, maintenance and implementation were considered along the estimated useful life of 20 years. Had used the methods of net present value (NPV) of cost / benefit ratio (CBR) and Internal Rate of Return (IRR), in order to verify the economic feasibility of the project. The case study was conducted at the bus structural corridor at João Naves de Ávila Avenue, located in the southern city of Uberlândia, Minas Gerais, a Brazilian medium sized city.

Keywords: Bus Corridors - Public Transportation - Economic Assessment

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

SÍMBOLOS

R$ - *Reais*

US$ - *Dólar (americano)*

ABREVIATURAS

emp. - *empresa*

func. - *funcionários*

l - *litros*

Km - *quilômetros*

m - *metros*

pass. - *passageiros*

veic. - *veículo*

SIGLAS

ANTP - Associação Nacional de Transporte Público

BRT – Bus Rapid Transit

HCM – Highway Capacity Manual

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPK – Índice Passageiro por quilômetro

PMU – Prefeitura Municipal de Uberlândia

RBC – Relação Benefício Custo

SIT – Sistema Integrado de Transporte

STP – Sistema de Transporte Público

TEU – Transporte Expresso Urbano

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

VPL – Valor Presente Liquido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resultado dos testes de desempenho Dinâmico 30
Figura 2 - Faixa exclusiva no fluxo, junto à calçada 33
Figura 3 - Faixa junto ao canteiro central com plataformas não coincidentes 35
Figura 4 - Faixa junto ao canteiro central com plataforma no canteiro central 35
Figura 5 - Faixa exclusiva no contra-fluxo 37
Figura 6: Pista exclusiva 38
Figura 7: Rua exclusiva 40
Figura 8: Simulação de Velocidade antes do Corredor (Velocidade x Dist 83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nível de serviço 27
Tabela 2 - Tipos de alteração no sistema viário 33
Tabela 3: Coeficientes de Consumo Específico 51
Tabela 4: Designação de Linhas de ônibus por cores 72
Tabela 5: Designação por Letras 73
Tabela 6: Demanda diária dos Terminais SIT em Março de 2005 73
Tabela 7: Demanda e Quilometragem percorrida 74
Tabela 8: Localização dos antigos pontos de parada da Av. João Naves 77
Tabela 9: Linhas operantes na Av. João Naves 79
Tabela 10: Tipologia das Estações da Av. João Naves de Ávila 80
Tabela 11- Resultado da Pesquisa de Sobe e desce 81
Tabela 12 - Tempos de Viagem e Velocidades Operacionais 83
Tabela 13 - Taxa de Crescimento da Demanda na Vida Útil do Projeto 84
Tabela 14 - Custos de Manutenção 85

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO 14
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA 14
1.2 OBJETIVOS 18
1.3 JUSTIFICATIVA 18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 19
CAPÍTULO 2 - TRANSPORTE PÚBLICO URBANO 21
2.1 O SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO 21
2.1.1 Rede de Transporte Público 22
2.1.2 Priorização do Transporte Público 23
2.1.3 A Qualidade no Sistema de Transporte 25
2.1.4 Eficiência/Eficácia 27
2.1.3 Simulação da Velocidade Operacional 29
2.2 OS CORREDORES DE ÔNIBUS 31
2.2.1 Faixa exclusiva para ônibus no fluxo junto ao meio-fio 33
2.2.2 Faixa exclusiva para ônibus no fluxo junto ao canteiro central 34
2.2.3 Faixa exclusiva para ônibus no contra-fluxo: 36
2.2.4 Canaleta para ônibus ou *busway* 38
2.2.5 Via exclusiva para ônibus: 40
CAPÍTULO 3 - CUSTOS E PREÇOS EM TRANSPORTE 44
3.1 CUSTOS OPERACIONAIS E PREÇOS 46
3.1.1 Custo fixo 46
3.1.2 Custo variável 49
3.1.3 Custo Unitário e Tarifa 52
3.2. CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL E TARIFAS 53
CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA 63
4.1 MÉTODOS DE COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS 64
4.2 VALOR PRESENTE LIQUIDO (VPL) 64
4.3 RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO 65
4.4 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) 67
4.5 ANÁLISE ECONÔMICA DE CORREDORES DE TRANSPORTE 68
CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO 71
5.1 O SISTEMA DE TRANSPORTE DE UBERLÂNDIA 72
5.1.1 Cálculo Tarifário do SIT 74
5.2 AVENIDA JOÃO NAVES DE ÁVILA 76
5.3 AS LINHAS NA AVENIDA JOÃO NAVES 78
5.4 PONTOS DE PARADA 79
5.5 AVALIAÇÕES DO CORREDOR DA AVENIDA JOÃO NAVES DE ÁVILA 81
5.5.1 Simulação da Velocidade Operacional antes do Corredor 82
5.6 ANÁLISES E CONCLUSÕES 88
REFERÊNCIAS 90
Anexo A 96
Anexo B 103

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo, foi feita uma breve descrição do problema, que é a necessidade de se adotarem novas políticas de priorização para o transporte público. Nesta introdução, foi caracterizado o problema bem como o objetivo que se pretendeu atingir com este trabalho e sua justificativa. Ainda neste capítulo, foi apresentada a estrutura deste trabalho.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O transporte urbano é tão importante quanto qualquer outro tipo de infraestrutura (abastecimento de água, rede de esgoto, transmissão de energia etc.) e esta importância se evidencia à medida que as cidades crescem. O planejamento de transporte deve ser amplo o suficiente para que novas tecnologias de transporte possam ser incorporadas em um futuro breve.

Nesse sentido, o planejamento abrange toda a sociedade, pela existência de um sistema eficiente de transportes, seja para os trabalhadores acessarem o local de trabalho que lhes garante a sobrevivência; seja para o conjunto da sociedade, que pode usufruir de todos os bens e serviços que a vida urbana pode oferecer.

Os principais objetivos do planejamento de transportes é minimizar as externalidades e atender às demandas relacionadas ao transporte urbano. Entre os vários problemas ligados aos transportes, destacam-se os conflitos entre os ônibus e os veículos particulares nas vias, a poluição atmosférica e sonora, congestionamentos etc. Segundo Silva (2005 *apud* VUCHIC, 1999, p 20), os veículos particulares apresentam características mais relevantes do ponto de vista do usuário, pois estão sempre disponíveis como alternativas de transporte que trazem maior conforto, agilidade e confiabilidade ao usuário. No entanto, tais veículos consomem maior espaço viário, requerem maiores áreas para estacionamento, além de congestionarem as vias. Assim, a conveniência de se deslocar de carro torna-se algo socialmente inconveniente, demorado e oneroso.

Entretanto Reck *et al.* (2003) ressaltam que o congestionamento do sistema viário é consequência do uso crescente dos veículos particulares para viagens, principalmente do tipo casa-trabalho, denominadas pendulares e também do tipo casa-escola. A regularidade dos horários desses tipos de viagem provoca concentrações em determinadas faixas horárias, chamadas de períodos ou horas de pico. Nesse sentido, percentual de viagens por transporte individual é bastante superior ao de viagens realizadas por transporte público em padrão norte-americano, com uma proporção aproximada de 80% do transporte individual e 20% do transporte público, respectivamente; é o fluxo de automóveis que requer a maior parte da capacidade das vias urbanas.

Essa realidade tem recomendado que, nas vias de grande concentração de veículos de transporte público, seja estabelecido algum tipo de prioridade para os ônibus, de forma a reservar uma porção do espaço viário para o transporte coletivo e desestimular o transporte particular. Azambuja (2002) afirma que a implantação de corredores para o transporte público de passageiros, com sistemas integrados, e a utilização de bilhetagem eletrônica ainda têm pouca expressão nas cidades brasileiras. No entanto, essa realidade deve ser intensificada nos próximos anos. Apesar de as exigências de gestão acarretarem custos operacionais maiores para os sistemas integrados, esses instrumentos permitirão maior acessibilidade da população a oportunidades de melhoria da qualidade de vida urbana. Além disso, esse tipo de integração tem-se evidenciado em potencial de competitividade do sistema de transporte público.

A priorização do transporte coletivo pode ser implantada por diferentes estratégias de fluxos nas zonas urbanas; algumas medidas podem ser por atribuição de preferências em faixas de tráfego ou vias exclusivas, cujos principais objetivos são: (a) melhorar as condições de transportes, reduzindo o tempo e aumentando o conforto da viagem; (b) - Estimular maior uso do transporte público; (c)- Proporcionar fluxo mais livre nas vias e com velocidade média mais elevada; (d) Estimular a transferência do usuário do veículo particular para o coletivo, mostrando as vantagens operacionais e ambientais mais favoráveis do transporte coletivo.

Tais soluções aplicadas na priorização do Transporte Coletivo são exemplificadas pelos Comboios de Ônibus Ordenado (Projeto Comonor), Transporte Expresso Urbano (TEU) e o *Bus Rapid Transit* (BRT).

O projeto Comonor (COMONOR, 1979) foi desenvolvido pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, na década de 1980; sua ideia básica é aumentar a capacidade dos pontos de parada, evitando congestionamento nas faixas exclusivas dos ônibus provocado pelo embarque/desembarque, com pequeno investimento. O processo consiste na ordenação dos ônibus em comboios, com paradas nos pontos específicos, sempre na mesma ordem, não havendo necessidade de ultrapassagem.

O Transporte Expresso Urbano (TEU, 2007) surgiu por volta do ano 2000, tinha em princípio o ideal de ser implementado em corredores, mas transformou-se em tipo de corredor que possui os seguintes atributos:

• Integração com demais políticas urbanas:
- diretrizes de desenvolvimento urbano, econômico, social;

• Inserção urbana:
- qualificação do espaço urbano ao longo do traçado;
- recuperação de áreas degradadas;
- incorporação de novas áreas;

• Demanda:
- atendimento de alta e média capacidade;
- atendimento de importantes eixos de demanda;
- atendimento de eixos de indução de desenvolvimento urbano;

• Eficiência:
- atendimento aos desejos de deslocamento dos usuários;
- estruturação da rede de transporte, garantindo eficiência operacional (redução de custos).

Alouche (2006) define o BRT como um corredor com grandes níveis de demandas com tratamento preferencial para os ônibus, operando de forma integrada e com maior uso de tecnologia. O pioneirismo na concepção do projeto foi em Curitiba no ano de 1965, com a implantação do sistema integrado ao planejamento urbano e com as estações-tubos; todavia a implantação do BRT em Bogotá, em dezembro de 2000, tornou-se referência mundial por promover a integração de tecnologia com um transporte eficiente e com baixo nível de investimento.

O TransMilênio, implantado em Bogotá, na Colômbia, substituiu o sistema de transporte público caótico por um sistema de transportes de alta qualidade. Trata-se de um projeto de custo relativamente baixo e compatível com as condições econômicas dos países em desenvolvimento; houve também a integração tecnológica por meio da implantação de bilhetagem eletrônica, sistema de informações em tempo real, terminais inteligentes, GPS nos veículos etc. (TRANSMILÊNIO, 2007).

No Brasil, existem também exemplos de corredores de ônibus de boa qualidade e exibem características funcionais interessantes, entre os quais se podem destacar o Eixo Anhanguera, em Goiânia com 19,7 km de extensão; o corredor Amoreiras, em Campinas, com cerca de cinco quilômetros de extensão; e o Corredor Estrutural da Avenida João Naves de Ávila, em Uberlândia, com 7,5 km de extensão, que será abordado em maiores detalhes. A viabilidade econômica de implantação dos corredores de ônibus foi objeto de estudo deste trabalho, devido a uma política de implantação bastante difundida.

1.2 OBJETIVOS

Analisar o sistema de corredores estruturais de transportes no plano operacional e urbanístico.
Realizar avaliação econômica.

1.3 JUSTIFICATIVA

O século XX experimentou o maior desenvolvimento científico e demográfico da História da humanidade e esse desenvolvimento propiciou o crescimento dos centros urbanos de uma forma nunca vista (FERREIRA, 1999).

Em consequência, conforme a afirmação de Motta (2004), as cidades brasileiras de porte médio passam por um processo de rápido crescimento urbano, que revela haver uma tendência de interiorização do fenômeno urbano, rápida urbanização de áreas de fronteira econômica, crescimento acelerado de cidades de porte médio, aumento da periferização dos centros urbanos, consolidação das aglomerações urbanas metropolitanas e não metropolitanas.

Santos (2004), afirma que as cidades são grandes, por haver especulações que promovem o problema de escassez de terra e de habitação. Tal problema social promove a organização dos transportes que obedecem a essa lógica e torna mais pobres os que devem viver longe dos centros; não é pelo fato de pagar mais pelos seus deslocamentos, mas sim, por pagarem mais pelos serviços e bens, que são onerosos nas periferias. Isso fortalece os centros em detrimento das periferias, num verdadeiro círculo vicioso.

Tendo em vista os problemas sociais em relação à distância aos centros comerciais e visando a minimizar o problema do transporte público, deve-se priorizá-lo no sistema viário, na tentativa de aumentar a capacidade de pessoas transportadas num determinado trajeto, tempo e área ocupada. Essa capacidade está diretamente relacionada com as características do veículo utilizado e com as da via. Silva (2005) define o espaço viário como o espaço necessário para movimentar pessoas e mercadorias para o cumprimento das viagens.

Tendo em vista a dimensão dos problemas sociais envolvidos nesse estudo, pode-se afirmar que esta pesquisa foi de suma relevância, pois a política de priorização do transporte coletivo tem sido muito difundida e utilizada atualmente nas cidades de porte médio. Merecem destaque algumas iniciativas em âmbito mundial, tais como o TransMilênio e outros exemplos também relevantes e operantes no Brasil.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é constituído de cinco capítulos, organizados da seguinte maneira: o primeiro capítulo apresenta uma caracterização dos problemas do transporte coletivo, seguindo dos objetivos e a justificativa do trabalho; o segundo descreve a evolução do sistema de transporte, os conflitos entre o transporte público e o transporte particular, tendo em vista os diversos conflitos urbanos são apresentados, os tipos de redes que podem ser aplicadas para uma melhor eficiência do transporte público. Nesse capitulo é apresentada a concepção dos corredores de ônibus e a exemplificação de alguns modelos que foram bem sucedidos, e também há uma breve descrição dos tipos de corredores de ônibus existentes, demonstrando as vantagens e desvantagens da aplicação de cada modelo. O capítulo quarto caracteriza avaliação de projeto e justifica a necessidade de uma avaliação antes da implantação de um novo projeto ou possíveis investimentos; para isso, caracteriza os custos operacionais do sistema de transportes em fixo e variável, além de descrever e desenvolver matematicamente o método de cálculo de tarifa para o transporte coletivo, justificando a necessidade da cobrança das tarifas para garantir a confiabilidade no sistema. O quarto capítulo apresenta os métodos utilizados para avaliação econômica de projetos e os conceitos utilizados na avaliação, tais como o Valor Presente Liquido (VPL), a Relação Benefício/Custo (RBC) e a Taxa Interna de Retorno (TIR); por meio da aplicação desses conceitos ao longo da vida útil de um projeto pode-se determinar a viabilidade do projeto e os possíveis retornos do projeto. No capítulo quinto, é apresentado o estudo de caso do trabalho, o corredor Estrutural da Avenida João Naves de Ávila em Uberlândia; há uma caracterização histórica da cidade e do sistema de transporte e também a caracterização do cenário atual. Nesse capítulo, encontram-se as justificativas e as avaliações de projetos para a implantação de um corredor no setor Sul da cidade, tendo em vista a migração de diversos investimentos comerciais para o local. Há uma avaliação do empreendimento

levando em consideração todos os tópicos relacionados no trabalho. E, em seguida, apresentam-se as conclusões finais

CAPÍTULO 2

TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

2.1 O SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

O sistema de transporte público tem um papel importante no desenvolvimento das cidades e até mesmo nas diretrizes de crescimento urbano. De acordo com as afirmações de Morlok (1978), o desenvolvimento dos modos de transportes mecanizados permitiu o aumento gradativo do tamanho das cidades. No Brasil, mais de 78 milhões de viagens motorizadas são realizadas por dia e estima-se que mais de 70% sejam realizadas por transportes públicos. Aproximadamente 62% das pessoas que utilizam os transportes públicos têm por motivo o trabalho. Isso comprova a importância social e o importante papel dos insumos (PADILHA, 1998).

Ressaltando a importância do transporte público e a relevância social e econômica, Ferraz (1998) destaca que o transporte público urbano: (a) democratiza a mobilidade, proporciona locomoção para aqueles que não possuem automóveis ou não podem dirigir (incluindo-se: pobres, idosos, crianças, adolescentes, portadores de necessidades especiais etc.); (b) representa uma alternativa de transporte em substituição ao automóvel, fundamental para aliviar os congestionamentos, a poluição (sobretudo atmosférica), e o uso indiscriminado de energia fóssil (principalmente do petróleo, cujas fontes são finitas e não renováveis) e

(c) reduz a necessidade de investimentos na construção de vias, estacionamentos etc., permitindo a alocação de recursos em setores de maior relevância social, bem como uma utilização mais racional e humana do solo urbano.

O ônibus é o modo de transporte público mais difundido em todo o mundo, devido à flexibilidade, à capacidade de adaptar-se a diferentes demandas, à tecnologia simples, a flexibilidade de mudanças de itinerário ou criar novas rotas, além dos baixos custos de fabricação, implementação e operação quando comparados a outros meios. Tudo isso faz com que o ônibus seja o principal recurso de transporte público disponível em cidades de pequeno e médio porte, além de ser um complemento para os modos de alta capacidade nas grandes cidades (BALASSIANO, 1997; SILVA & FERRAZ, 1991).

Nos últimos anos, vários artigos que tratam da priorização do transporte coletivo por ônibus urbano têm sido publicados em eventos científicos e periódicos, especialmente em relação aos tipos de alteração viária para a prioridade do transporte coletivo, opção de escolha de área, ou corredor e se o investimento apresenta relativamente custos reduzidos e boa eficiência operacional. Entretanto, para analisar tais condições, é necessário primeiro entender o sistema de transporte.

2.1.1 Rede de Transporte Público

A rede de transporte pode ser definida com a área de abrangência do transporte na cidade; para isso, é necessário definir parâmetros de como o transporte irá atuar nas cidades. Para Ferraz (2004) e Macedo (1991) a rede de transporte público pode ser:

Radial: cada uma das regiões não-centrais é interligada a central por uma única linha; a linha radial pura é formada por linhas radiais e diametrais, favorecendo as viagens com origem e destino na área central.

Malha, Grelha ou Grade: consiste em dois ou mais conjuntos de rotas paralelas, aproximadamente perpendiculares entre si, sendo indicada para cidade em que não há uma forte concentração de atividades econômicas, cultura e lazer, permitindo ao usuário ir de um ponto a outro da cidade sem a necessidade de passar pela área central da cidade.

Com linhas tronco-alimentadoras: nestes tipos, há corredores e linhas-tronco, operadas por veículos de grande capacidade, e apresentando, geralmente, terminais de integração com outras linhas (alimentadoras). Nesse formato de rede, mesmo nas viagens ao centro, há necessidade de transferência de passageiros.

Para definir a rede de transporte público, Sanches (1988) relata que o planejamento global da rede de ônibus praticamente inexiste na maioria das cidades brasileiras de porte médio, dando origem a uma dispersa e antieconômica malha, em que as linhas de ônibus também podem ser classificadas por mais três definições conforme a seguir:

- Diametrais: são aquelas que ligam duas regiões da cidade, passando pela área central da cidade;
- circulares: são linhas que ligam várias regiões da cidade, formando um círculo, normalmente tendo em comum os pontos inicial e final;
- intersetoriais ou interbairros: similares à diametral, ligam duas regiões da cidade, mas não passam pela região central.

A adoção de redes é importante para planejamento setorial das cidades e tem como objetivo a fluidez e a organização das linhas de ônibus, contudo, para melhor eficiência do sistema, é necessária a adoção de medidas de prioridades ao transporte público.

2.1.2 Priorização do Transporte Público

Segundo Cavalcante (2002), o crescimento urbano gera o surgimento de inúmeros subcentros de negócios e serviços, aumentando a quantidade de destinos de viagens. A partir de então, a tradicional configuração de rede radial-concêntrica do Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP) passa a não atender satisfatoriamente aos usuários, devido às penalidades associadas com os transbordos na área central. A solução normalmente proposta é a de implantação de um sistema integrado com tronco-alimentadoras, cujos objetivos são: (a) otimizar os recursos utilizados no transporte; (b) aumentar a acessibilidade da população; (c) racionalizar o uso do espaço viário; (d) melhorar a qualidade de vida e a preservação ambiental.

No Brasil, em alguns casos, os sistemas integrados tronco-alimentadores não atingiram os resultados esperados. O sistema de transportes coletivos brasileiro entrou em crise e, consequentemente, a população buscou alternativas para suprir tal necessidade, como os transportes clandestinos, que geram o aumento excessivo do uso de automóveis; esse fato pôs em questionamento a configuração tronco-alimentada das redes de transporte coletivo. A confirmação só foi validada após a verificação de alguns projetos implantados, em que foram constatadas algumas falhas de planejamento ou de implantação que prejudicaram sua eficiência.

A NTU (2003) justifica que o sistema de transporte coletivo operando em tráfego misto, em vias cada vez mais congestionadas por automóveis, motos e veículos de carga de toda espécie, é afetado por uma série de problemas que comprometem a sua eficiência e capacidade de competição. Entre eles, destacam-se:

• baixas velocidades operacionais e tempos de viagem relativamente longos. Uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pela Associação Nacional de Transporte Público (ANTP), em junho de 2002, mostrou que a velocidade média dos ônibus, no pico da tarde, nos principais corredores de algumas cidades brasileiras, sem tratamento preferencial para o transporte público, atinge apenas 14,7 km/h. Menores velocidades significam maior tempo de viagem para os usuários. Nota-se que, em função das paradas obrigatórias para embarque e desembarque de passageiros, o transporte público já apresenta naturalmente, mesmo sem congestionamentos, velocidades médias menores do que as dos automóveis;

• aumento dos custos operacionais com os congestionamentos provocados pelos automóveis que aumentam os custos operacionais médios dos ônibus em valores que chegam a 16%, no caso de São Paulo e a 10% no Rio de Janeiro; acréscimos um pouco mais baixos foram observados nas demais cidades pesquisadas. O congestionamento provoca aumento de custos no transporte coletivo, uma vez que a redução da velocidade exige mais veículos e tripulações para fazer o mesmo serviço antes realizado. Além disso, o consumo de combustível por quilômetro aumenta quando a velocidade operacional se

situa abaixo de determinados limites e quando são necessárias acelerações e desacelerações frequentes;

• aumento de tarifas: Como as tarifas do transporte coletivo costumam ser fixadas com base no custo operacional por passageiro, ao aumentarem os custos decorrentes do congestionamento, aumentam também as tarifas e os gastos com transporte das famílias de baixa renda (principais usuárias do transporte público);

• maior irregularidade no atendimento. Sujeitos às paralisações e lentidões aleatórias no trânsito congestionado, os serviços de transporte coletivo tornam-se muito irregulares, não sendo possível o cumprimento das viagens e dos horários programados. Aumentam, dessa forma, os tempos de espera nos pontos de parada, uma das queixas mais comuns dos usuários.

2.1.3 A Qualidade no Sistema de Transporte

Na década de 1980, houve uma busca de métodos de avaliação do desempenho do transporte urbano no Brasil, cujas propostas incluíam alguns critérios para a escolha de indicadores para medir o nível de serviço do sistema, tais como: a utilização do serviço, a regularidade, a confiabilidade, o tempo de espera, o conforto, a segurança, o desempenho operacional, o desempenho da manutenção e o desempenho financeiro.

Em análise das condições de transporte, Pamplona (2000) afirma que são precárias para a maioria da população, pelo desconforto, pelos congestionamentos e por acidentes. Para tentar reverter essa situação, é necessário proporcionar melhores opções de deslocamento, com maior eficiência geral do sistema, visando a garantir o equilíbrio, aumentando a eficiência e proporcionando aos usuários melhores condições de uso.

Segundo a TCRP (2003), a qualidade do serviço é a aplicação das medidas de desempenho obtendo resultados benéficos; para isso, tem sido desenvolvida uma variedade de medidas de desempenho organizadas em categorias específicas que descrevem aspectos do transporte público, tais como a disponibilidade de serviços ou de manutenção, construção de vias e o tempo de viagem.

Tendo em vista que a aplicação dessas medidas é importante para o desempenho do transporte coletivo e condição essencial para garantir qualidade de vida aos usuários, os corredores de ônibus devem propiciar melhores condições de circulação para os veículos, podendo então, organizá-las de acordo com vários níveis de prioridade, em função das características de cada local. Contudo é importante definirmos se o sistema é eficiente e eficaz para garantirmos os níveis de serviços estimados.

O conceito de nível de serviço surgiu nos Estados Unidos no começo do ano de 1944, conforme Kittelson (2002), quando a comissão de rodovias interessada em estimar capacidade da qualidade do serviço oferecidos, começou a desenvolver pesquisas coletando dados de como o sistema funcionava e como seriam as projeções futuras. O principal objetivo era fornecer orientação para engenheiros de transportes, para que desenvolvessem estradas que garantissem fluidez e segurança aos usuários. Todas essas informações foram relacionadas e frequentemente são atualizadas no *Highway Capacity Manual (HCM)*, que abrange desde a implantação de rodovias até o controle do nível de serviço.

Embora a expressão "nível de serviço" seja amplamente utilizada para designar principalmente as operações das rodovias nos Estados Unidos, pode ser também utilizada para determinar a qualidade do serviço do trânsito de usuários, pedestres e ciclistas, tendo como fator significativo a presença de usuários com modais semelhantes, a existência (disponibilidade) do serviço ou facilidade. sendo o principal determinante da qualidade de serviço para esses outros modos. Segundo Mcleod (2001), nível de serviço é um quantitativo da desagregação da qualidade de serviço, que pode ser quantificado em seis grades de níveis de A até F, sendo o nível "A" o de mais alta qualidade e o nível "F" o de menor qualidade.

Para a ANTP (1990), o conceito de nível de serviço para o transporte coletivo está associado ao conceito de máxima ocupação do veículo. Assim, quanto maior for a ocupação média, tanto menor será o nível de serviço. Relaciona-se também ao nível de serviço com a regularidade operacional, os tempos de viagens, o intervalo máximo etc.

Define-se Índice de Ocupação Máxima, como a relação entre a Lotação Total e a Lotação Sentada, ou seja, a proporção entre o número total de passageiros (sentados e em pé) e os passageiros sentados. Serão definidos em níveis de ocupação de A até F, são convencionados em faixas de índices de ocupação máxima, de acordo com os parâmetros relacionados na Tabela 1:

Tabela 1: Nível de serviço

Nível de Serviço	Índice de Ocupação Máxima	Ocupação		Densidade de passageiros em pé por m²	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
A	1,00	38	38	-	-
B	1,25	47	42	1,70	0,75
C	1,50	57	52	3,58	2,64
D	1,75	66	62	5,28	4,53
E	2,00	76	71	7,17	6,23
F	2,25	85	81	8,87	8,11

Fonte: ANTP (1990)

Segundo Poole (2005), os sistemas cujo objetivo principal era uma elevada ocupação no interior dos veículos foram fadados ao fracasso; tal fato foi evidenciado com a inserção do transporte clandestino, que contribuiu para que sistema evoluísse e, para isso, foram implantadas algumas medidas de priorização, como vias exclusivas e corredores para ônibus, que contribuíram para o aumento da frequência dos ônibus e, consequentemente, diminuíram a ocupação dentro dos veículos, levando a um melhor nível de serviço.

Contudo, quando o fluxo de ônibus é alto, os ônibus impõem certa prioridade "de fato" devido ao seu tamanho e à sua natureza tomando uma ou mais faixas como exclusivas, independentemente de uma prioridade estabelecida legalmente. O maior problema é que os motoristas de automóveis invadem as faixas exclusivas para ônibus, provocando atraso. Nesse caso, a implantação legal dessas medidas é extremamente necessária, conforme descrito a seguir.

2.1.4 Eficiência/Eficácia

Segundo Souza *et al.* (2001), a eficiência e a eficácia representam as duas faces básicas da avaliação do desempenho de uma atividade produtiva. A eficiência é a capacidade do

sistema de utilizar os recursos disponíveis para realizar os serviços; e a eficácia diz respeito ao nível de qualidade alcançado na realização desses serviços. Tanto a eficiência quanto a eficácia dependem de uma série de aspectos operacionais, que incluem a configuração do sistema, o número e a extensão das linhas de transporte coletivo, a velocidade de operação, a frequência do serviço e as características dos veículos.

Além de fatores técnicos dos veículos, há outros fatores que irão interferir no desempenho operacional conforme os parâmetros estabelecidos pela a ANTP, conforme demonstrado em seguida:

Tempo médio de embarque e desembarque. Esse valor oscila entre dois e três segundos por passageiro;

Velocidade operacional, que representa a velocidade com que o veículo pode transitar ao longo de seu itinerário.

Itinerário (ida/volta). Foram avaliadas as condições que o sistema viário apresenta, os esquemas de circulação, por tratar-se de uma via sem deterioração e com exclusividade ao transporte público.

Há diversas formas de relacionar os insumos e serviços, que determinam os indicadores de eficiência, eficácia. Essas medidas dependem das especificações do serviço, definidas pelo órgão gestor e do desempenho gerencial de cada empresa e podem ser definidas de maneira simples, segundo referências de Lima (1996), como sendo:

• eficiência – relação entre a quantidade de insumos consumidos e a quantidade de serviços produzidos;

• eficácia – o grau que a organização alcança seus objetivos por meio da utilização dos recursos disponíveis, portanto, relacionada aos serviços consumidos; eficácia do serviço – relação entre a quantidade de serviço consumido e de serviço produzido, expressa pelo Índice de Passageiro por Quilômetro/IPK;

A eficiência está relacionada com indicadores de desempenho, como o baixo custo operacional para usuários, o número mínimo de veículos e pessoal, mas sem uma diminuição da qualidade do serviço prestado, ao passo que eficácia está relacionada com os resultados do transporte público em relação à população, quilômetros das Rotas prestadas em relação à área, bem como o nível de satisfação, em todos representando um serviço de alta qualidade para as mais baixas tarifas possíveis.

A importância da existência de indicadores de desempenho que atestem a eficácia do sistema se deve à possibilidade de mensurar o atendimento à maior reivindicação dos usuários: a prestação de um serviço que atenda as suas necessidades individuais, tendo em vista que a eficácia não está relacionada apenas com a qualidade do serviço em si, mas também se relaciona com as metas e objetivos da comunidade que devem ser alcançados.

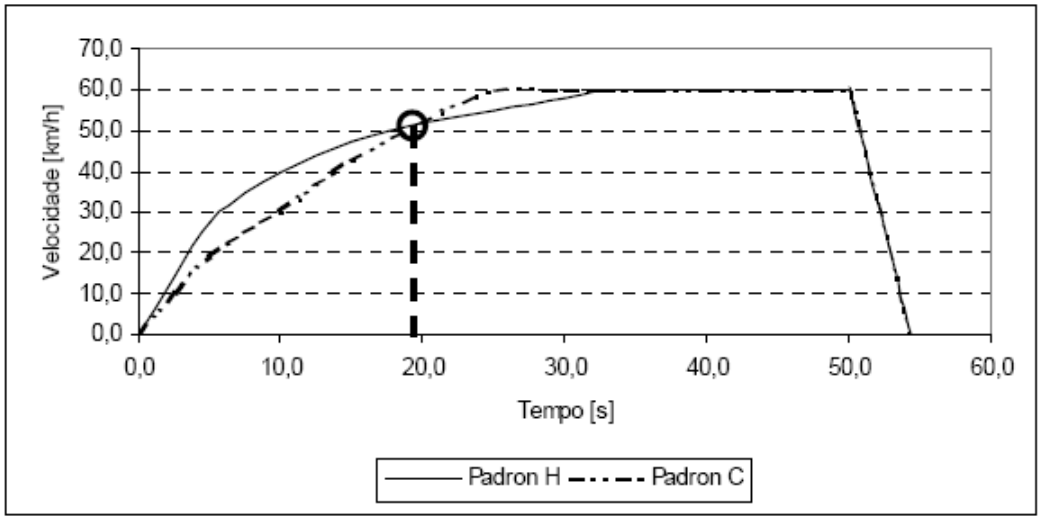
2.1.3 Simulação da Velocidade Operacional

A simulação da Velocidade Operacional é um dos parâmetros necessários a este estudo, tendo em vista que, com a velocidade conhecida num sistema operando em tráfego misto, determina-se o tempo de viagem que, posteriormente, será uma das bases para os cálculos dos benefícios na avaliação econômica.

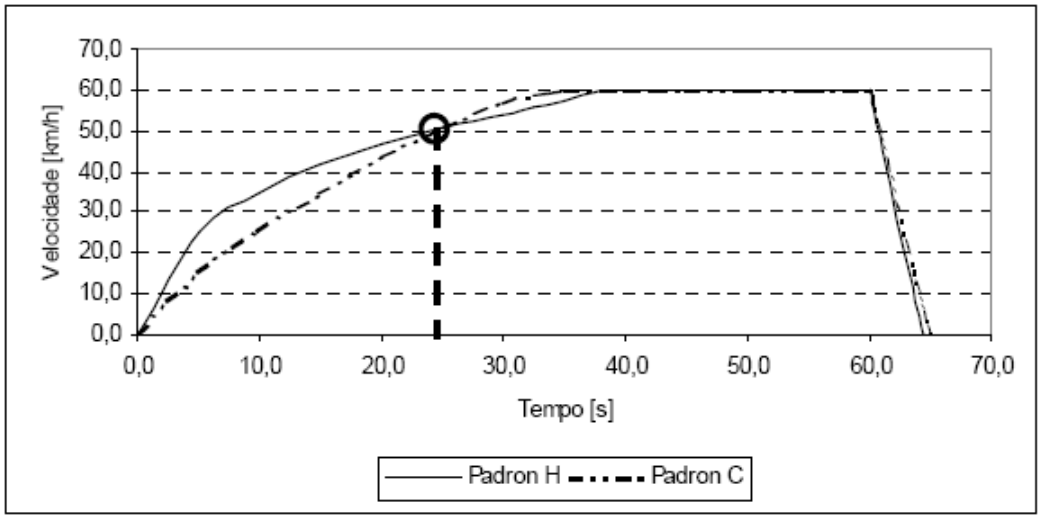
Para a taxa de aceleração e desaceleração, foram adotados os valores especificados tecnicamente para esse tipo de ônibus, utilizando o critério denominado de Desempenho Dinâmico, que consiste na aplicação direta de dados obtidos por meio de pesquisas de simulações em ônibus do tipo *Padron* e, no restante do percurso, foi considerada a velocidade em trânsito máxima de 60 km/h num movimento uniforme acelerado até a desacelaração do trecho; é importante ressaltar que, nas interferências em cruzamentos semaforizados foi considerado, inclusive, o tempo perdido nos semáforos.

Conforme D´Agosto *et al.* (2005), a execução dos testes de desempenho dinâmico consiste em teste de aceleração (0 a 60 km/h) e desaceleração (60 a 0 km/h), com valores de 0,52 m/s² para a aceleração e 3,33 m/s² para desaceleração, em veículos tipo *Padron*; foram obtidos os tempos e as distâncias de aceleração/desaceleração para um tamanho de amostra inicial de cinco experimentos, realizados em trecho de aproximadamente 2.000 metros de

rodovia em pista reta, plana, seca, pavimento asfáltico em perfeito estado e adequadamente sinalizada. Neste experimento, foi comparado o comportamento de ônibus *Padron* Hídricos com os ônibus *Padron* Comuns, utilizando combustível a base de Diesel, conforme demonstrado na Figura 1.



Condição Vazio



Condição Carregado

Condição Vazio x Condição Carregada

Figura 1 – Resultado dos testes de desempenho Dinâmico

Fonte: D'Agosto *et al*.(2005)

Nesse aspecto, deverá ser determinada a velocidade no trecho, bem como o tempo gasto durante o percurso entre os pontos de parada, entretanto, para definir a velocidade

operacional, deve-se utilizar os critérios da ANTP, em que se considera um tempo de dois segundos para cada passageiro embarcado. Quanto ao tempo perdido nos cruzamentos semaforizados, considera-se um tempo em torno de 30 segundos para cada fase do ciclo; vale ressaltar que, quando houver ciclos, deve-se considerar o número de faixas que compõem o cruzamento. Assim, obtém-se uma velocidade operacional do sistema, considerando as interferências e determina-se o tempo de viagem.

2.2 OS CORREDORES DE ÔNIBUS

Alouche (2006) refere-se historicamente à política de priorização dos corredores de ônibus; segundo esse autor, o sistema de corredores surgiu por volta de 1940, nos Estados Unidos, com a implantação de vias exclusivas. No Brasil, em 1965, em Curitiba, foi implantado, pela primeira vez no Brasil, um sistema de transporte planejado, cujas metas eram dar prioridade ao transporte coletivo (ônibus), proporcionando harmonia ao espaço urbano, com qualidade e custo acessível em corredores utilizando linhas integradas. Segundo Zurza (2001), o Projeto Ligeirinho de Curitiba, com a concepção das estações-tubos, demonstrou-se tão eficiente ao ponto de ter sua ideia exportada para as grandes cidades dos Estados Unidos. Esse foi um dos exemplos de sistemas que se tornou referência mundial.

Os corredores de ônibus são definidos por Silva *et al.*(2004) como soluções apontadas para mitigar a degradação ambiental dos centros urbanos, além de resolverem os problemas de integração da rede de transporte coletivo e a falta de recursos públicos para investimento em manutenção e em infraestrutura de transporte público. A premissa básica é a de um serviço de alta qualidade com custos razoáveis.

Esse sistema é bem diferenciado dos serviços comuns de ônibus por algumas características: faixas exclusivas, embarque e desembarque rápidos, estações fechadas, seguras e confortáveis, mapas e informação em tempo real, integração modal nas estações, veículos menos poluentes, plataformas niveladas ao piso do ônibus ou não, pagamento externo e veículos de alta capacidade com maior número de portas. Trata-se de um modo sobre pneus, rápido, flexível, de alto desempenho, que combina uma série de elementos

físicos e operacionais em um sistema integrado, com uma imagem de qualidade e identidade única.

O uso de benfeitorias em infraestrutura como tentativa de minimizar os problemas atuais com os congestionamentos, podem atrair mais tráfego, projetando o problema para o futuro. Tendo em vista essa situação, Melo (1979) listou alguns objetivos da política de priorização do transporte coletivo no sistema viário existente:

- Reduzir o tempo total de viagem no sistema;
- Estimular a transferência do transporte particular para o transporte público;
- Promover restrições ao tráfego do automóvel;
- Aumentar a eficiência do sistema de transporte público;
- Atender a um grande fluxo de pessoas com velocidade satisfatória;
- Racionalizar e reorganizar o serviço de ônibus;
- Reduzir o consumo de combustíveis;
- Criar eixos preferenciais para o transporte coletivo proporcionando melhor qualidade ambiental nos corredores de transporte coletivo e áreas adjacentes;

O desenvolvimento do transporte coletivo é visto como uma estratégia eficaz para resolver os problemas da mobilidade urbana, melhorar a qualidade de vida e aumentar a eficiência da economia urbana. Para garantir isso, é necessário separar a circulação do transporte coletivo e a do tráfego geral, identificando os níveis de segregação que oferecem relações desempenho/investimento adequadas a um grande número de corredores de transporte das grandes cidades brasileiras.

Silva (2005) descreve as principais medidas utilizadas e os tipos de alteração viária para dar prioridade ao transporte coletivo, suas categorias e exemplos, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Tipos de alteração no sistema viário

Tipo de Alteração	Categorias	Nível de Segregação	Grau de interferências	Exemplos
Faixa exclusiva	No fluxo ou no contra-fluxo; Junto ao canteiro central ou na lateral da via; Com ou sem faixa adicional nas estações;	Faixa com pintura ou tachões;	Muitas interferências transversais; Poucas interferências longitudinais;	Av. Protásio Alves (Porto Alegre)
Pista exclusiva (*busway*)	Via exclusiva; Canaleta central ou na lateral; Segregação física (canteiro, gradis) Com ou sem faixa adicional nas estações;	Canaleta totalmente segregada ao tráfego de veículos com cruzamento em nível;	Interferências transversais identificadas e controladas;	Eixo Norte/Sul (Curitiba)
Rua Exclusiva	Via totalmente segregada do fluxo de veículos;	Raros cruzamentos em nível	Quase sem interferências transversais	(Quito) Trolebus (São Paulo) Fura Fila e VLTs

Fonte: Silva (2005)

2.2.1 Faixa exclusiva para ônibus no fluxo junto ao meio-fio

Em geral, reserva-se faixa da direita da via para circulação exclusiva dos ônibus no mesmo sentido de circulação dos demais veículos, como demonstrado na Figura 2.

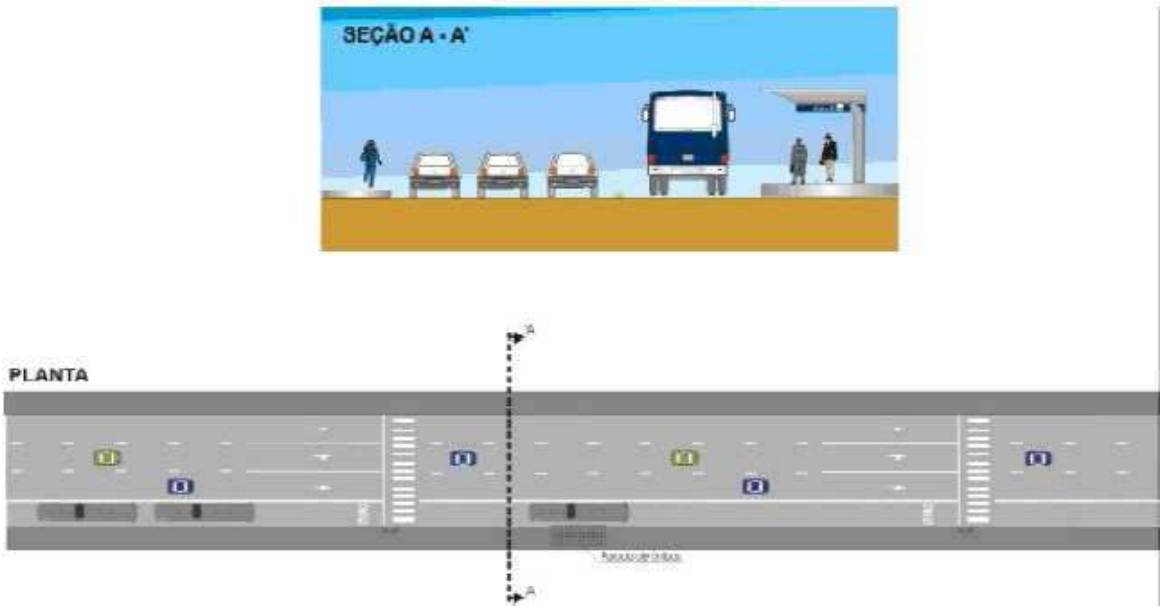


Figura 2 - Faixa exclusiva no fluxo, junto à calçada

Fonte: NTU (2002)

Essa medida é usualmente implantada em vias arteriais ou coletoras, pode ser adotada tanto em vias de pista única como também em vias de mão dupla. É a medida mais utilizada nas cidades brasileiras, devido ao seu baixo custo e à facilidade de implantação.

Segundo Melo (1979), outros veículos tais como bicicletas, táxis, ambulâncias e viaturas de polícia podem receber permissão para usar as faixas nos lugares onde, por motivo de segurança e capacidade, não gerem problemas para os ônibus.

Vantagens

• Baixo custo e tempo da implantação;

• Facilidade de parada ao longo do itinerário;

• Facilidade de acesso para passageiros realizarem embarque e desembarque nas no passeio.

Desvantagens

A eficiência da medida depende fortemente da proibição de estacionamento e da disciplina do tráfego geral no respeito à faixa exclusiva; e sofre interferência dos serviços de operação de carga e descarga; do embarque de passageiros de veículos de passeio; do acesso de outros veículos às propriedades lindeiras e das conversões à direita de outros veículos.

2.2.2 Faixa exclusiva para ônibus no fluxo junto ao canteiro central

Esse recurso é usualmente utilizado em vias arteriais. Segundo a NTU (2002), tem o objetivo de minimizar as interferências com o tráfego geral e pode ser implementada em vias de mão dupla, com elevado volume de conversões à direita. Nessas condições, a implantação de faixas à direita torna-se difícil e o posicionamento central da faixa exclusiva permite reduzir o impacto desses movimentos sobre a operação do transporte coletivo. Apesar de essa medida estar classificada no grupo 2, com um nível de segregação relativamente baixo, é possível elevá-la ao mesmo desempenho das pistas exclusivas, se

for implantada em via arterial, de trânsito rápido, com poucas interferências transversais de tráfego, conforme demonstram as Figuras 3 e 4.

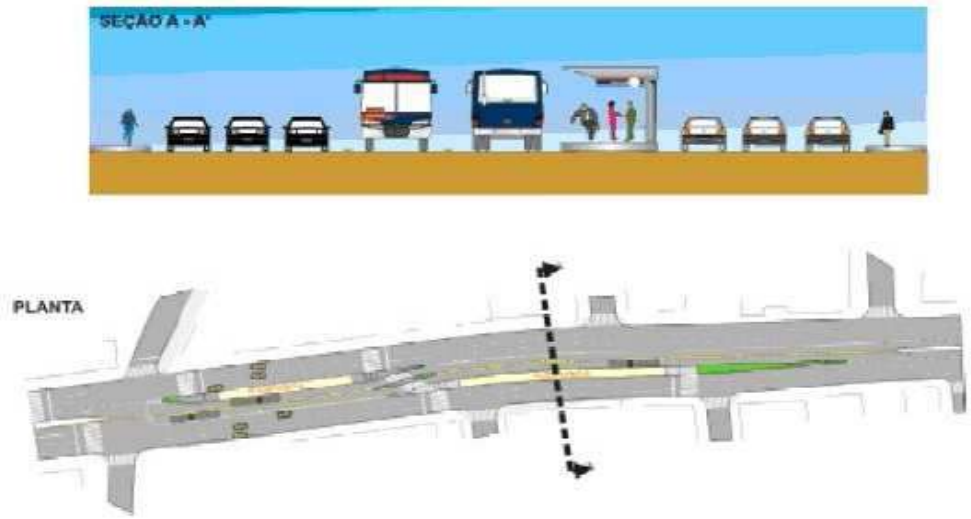


Figura 3 - Faixa junto ao canteiro central com plataformas não coincidentes

Fonte: NTU (2002)

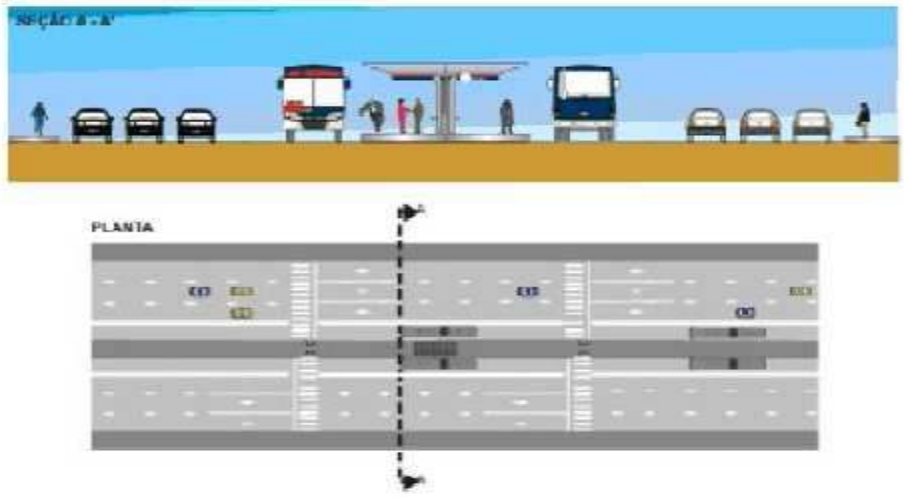


Figura 4 - Faixa junto ao canteiro central com plataforma no canteiro central

Fonte: NTU (2002)

A operação do transporte coletivo nas faixas exclusivas junto ao canteiro central pode ser realizada com embarque convencional à direita ou à esquerda, utilizando veículos adaptados para esse tipo de operação. No primeiro caso, são necessárias ilhas de embarque e desembarque com largura dimensionada de acordo com a intensidade do fluxo de

passageiros no ponto de parada. O embarque de passageiros pelo lado esquerdo do veículo requer uma largura do canteiro central de, pelo menos, quatro metros nos trechos com parada, permitindo a construção de plataformas com largura útil mínima de três metros para acomodação dos usuários que circulam nos dois sentidos da via. Em função do fluxo de passageiros, os pontos podem ser alternados, o que permite ganhos de capacidade viária e maior conforto na operação.

Vantagens

• Não sofre interferência das operações de carga e descarga realizadas junto ao meio-fio;
• Não sofre interferência do embarque de passageiros dos veículos de passeio;
• Não sofre interferência do acesso de veículos às propriedades lindeiras no lado direito da via;
• Não afeta as conversões de outros veículos à direita;
• Permite a liberação do estacionamento junto ao meio-fio direito;
• Permite obter maiores velocidades operacionais para o transporte coletivo; e
• Facilita a programação de semáforo com prioridade para o transporte coletivo

Desvantagens

• Necessidade de maior investimento em equipamentos de segurança;
• Dificulta a implantação de retornos ou conversões à esquerda;
• Dependendo do projeto arquitetônico, pode configurar a formação de uma barreira física ao longo da via, segregando espaços urbanos adjacentes; e
• Requer fiscalização constante para evitar que veículos do transporte privado invadam as faixas exclusivas.

2.2.3 Faixa exclusiva para ônibus no contra-fluxo:

São faixas de tráfego reservadas ao uso de ônibus, onde eles circulam em sentido oposto ao do fluxo normal de tráfego da via. Seu posicionamento na via é, geralmente, à esquerda do fluxo normal de tráfego, junto ao meio-fio da calçada, conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5 - Faixa exclusiva no contra-fluxo

Fonte: NTU (2002)

A NTU (2002) define como opção para minimizar os problemas de orientação de tráfego, a implantação de faixas exclusivas no contra-fluxo à esquerda do fluxo normal, mantendo a regra geral de circulação em vias de mão dupla.

Além disso, os movimentos de conversão à esquerda dos veículos devem ser restritos e regulamentados e o estacionamento à esquerda da via deve ser proibido. As faixas no contra-fluxo apresentam problemas maiores relacionados ao atrito lateral e, por isso, sempre que possível, são recomendáveis larguras de faixas maiores do que a normal, variando de 3,50 m a 4 m.

Vantagens

• Baixo custo e tempo de implantação;

• por ter sentido contrário ao do fluxo de tráfego geral, sofre menores problemas de invasão ou de interferência do tráfego geral na faixa;

• não sofre interferências devido a operações de embarque e desembarque de passageiros de veículos de passeio.

Desvantagens

• Maior insegurança para os pedestres, caso não haja tratamento adequado. Requer maiores investimentos em medidas e dispositivos de segurança;

• dificulta a operação de carga e descarga e de acesso às propriedades lindeiras no lado esquerdo da via;
• requer maiores cuidados na sinalização, na implantação dos dispositivos de separação da faixa exclusiva e no tratamento das interseções;
• rofre interferência do acesso de outros veículos às propriedades lindeiras;
• rnterfere nas conversões de veículos à esquerda e sofre interferência delas;
• o planejamento das fases e tempos de semáforo requer cuidados especiais.

2.2.4 Canaleta para ônibus ou *busway*

É um espaço viário caracterizado como pista exclusiva para ônibus, delimitada por dispositivos físicos intransponíveis. São implantadas, geralmente, na parte central das vias, contendo ambos os sentidos de circulação dos ônibus. Representam, em relação às faixas exclusivas, um nível superior de prioridade viária para o serviço de ônibus. São, no entanto, intervenções de custo elevado, maior prazo de implantação. Os benefícios principais são a maior redução no tempo da viagem, melhor índice de regularidade dos serviços, maior racionalização da frota de ônibus e melhores condições de atendimento que os atingidos pelas faixas exclusivas de ônibus, conforme demonstra a Figura 6.

Figura 6: Pista exclusiva
Fonte: NTU (2002)

Segundo a NTU (2002), as pistas exclusivas são partes das vias reservadas para o uso exclusivo dos veículos de transporte coletivo e separadas das áreas destinadas ao tráfego geral por meio de obstáculos físicos tais como canteiros, muretas, barreiras, grades etc.

Configura-se uma via exclusiva quando todas as faixas da via são reservadas para o uso do transporte coletivo.

As pistas exclusivas são geralmente implantadas na parte central de vias arteriais, em ambos os sentidos de circulação. Em casos excepcionais, dependendo das características locais de uso do solo, das condições físicas da via e da operação do tráfego, ou ainda, das características de operação dos veículos do transporte coletivo, elas podem ser implantadas ao lado direito ou esquerdo da via, junto à calçada.

Por apresentarem barreiras físicas, as pistas exclusivas requerem dispositivos para a retirada dos veículos no caso de defeitos ou acidentes. Como a maioria dessas ocorrências se verifica nos pontos de parada, sugere-se, quando possível, a adoção de área de reserva nos pontos para acomodação de veículos com defeitos.

Vantagens

• Impõe um nível de segregação e prioridade maior do que no caso das faixas exclusivas, sem segregação física;
• proporciona maior velocidade operacional para os veículos do transporte coletivo urbano do que as faixas exclusivas;
• não sofre interferência dos serviços de operação de carga e descarga de mercadorias;
• não sofre interferência do embarque de passageiros de veículos de passeio;
• não sofre interferência do acesso às propriedades lindeiras;
• não afeta e não sofre influência das conversões à direita, possibilitando estacionamento ou carga e descarga no caso de faixas centrais;
• necessita de pouca fiscalização do uso da pista.

Desvantagens

• Requer implantação de áreas para pedestres em todas as paradas por motivos de segurança;
• requer dispositivos especiais e sinalização para travessias de pedestres que podem implicar na redução de velocidade;
• requer a eliminação de conversões à esquerda para o tráfego geral, no caso de faixas centrais;

• pode configurar a formação de uma nova barreira física ao longo da via, segregando fortemente áreas urbanas adjacentes;
• Implica em maior custo e tempo de implantação em relação às medidas anteriores.

2.2.5 Via exclusiva para ônibus:

São aquelas em que as vias são destinadas somente à circulação de ônibus. São empregadas em áreas centrais densamente ocupadas, visam a possibilitar melhor acesso da população em áreas restritas à população pedestres, reduzindo percursos a pé, para atingir o destino final da viagem, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7: Rua exclusiva
Fonte: NTU (2002)

De acordo com a Melo (1979), as vias exclusivas devem ser utilizadas em segmentos de reduzida extensão, geralmente nas áreas centrais ou no entorno de grandes polos geradores de tráfego, caso contrário, sérios problemas podem ocorrer para os veículos de serviços. Os problemas relacionados com as operações de carga e descarga podem ser solucionados pela regulamentação de horários específicos.

As vias devem apresentar:
• predominância de uso e ocupação por comércio e serviços;

• interligação direta com o sistema viário, possibilitando trajetos diretos do transporte coletivo;
• acesso facilitado às áreas de pedestres.

Vantagens

• Reduzido prazo de execução e baixo custo de implantação;
• propicia elevada prioridade para o transporte coletivo urbano;
• permite maiores velocidades operacionais para o transporte coletivo urbano; e
• ampliação de espaço destinado à movimentação de pedestres.

Desvantagens

• Normalmente existem dificuldades institucionais e de caráter operacional para impor restrição muito ampla à circulação de outros veículos;
• dificuldade de acessos a garagens existentes em imóveis situados ao longo da via; e
• maior necessidade de fiscalização.

A NTU (2002) também ressalta que, além dessas, outras medidas podem ser adotadas para priorizar o transporte coletivo, tais como: a eliminação de semáforo para as vias exclusivas junto ao canteiro central, no caso de semáforos nos cruzamentos em "T", que permitem aos veículos provenientes da via transversal ter acesso ao corredor. Reck (2003) aponta outras medidas tais como a implantação de pontos de embarques espaçados adequadamente a intervalos de 400 a 500 metros; a substituição de veículos por outros maiores; estabelecer terminais de integração nos extremos do corredor; estabelecer um sistema de gerenciamento e fiscalização dos serviços para controle de frequências e períodos de operação; cobrança externa ao veículo nas estações e maior capacidade de embarques com maior quantidade de portas e maiores dimensões.

Para garantir serviços de boa qualidade no transporte coletivo, a implementação de medidas de priorização dos ônibus deverá ser procedida de estudos técnicos específicos, que identifiquem as medidas que possibilitarão melhor relação custo/beneficio e redução dos impactos ambientais. Esse fenômeno toma complexidade crescente, como têm mostrado algumas experiências com sucesso, no Brasil, que podem ser exemplificados

com: serviços expressos (TEU), comboios ordenados (COMONOR) e o TransMilênio conforme descritos a seguir.

Os transportes expressos urbano (TEU) são corredores fechados, isto é, possuem vias exclusivas totalmente segregadas onde operam apenas veículos do tipo *padron* circulando entre as extremidades. Os veículos são denominados popularmente como "paradores", servindo a todas as estações existentes ao longo do seu percurso. Não existe a possibilidade de ultrapassagens, pois as vias são únicas para cada sentido de movimento e os corredores ocupam a porção central do leito das avenidas por onde passam, em duas faixas exclusivas. O piso é construído com pavimento rígido (concreto), a fim de proporcionarem maior conforto aos passageiros e menores custos de manutenção, dada sua alta resistência. As vias laterais do corredor servem para o tráfego de veículos leves. A cobrança é realizada na entrada das estações, o que torna ainda mais rápidas as operações de embarque e desembarque.

Em São Paulo, foi adotado o Projeto COMONOR, que é um tipo de intervenção em vias para solucionar alguns problemas do sistema de tráfego urbano. Foram feitas experiências em algumas das faixas seletivas anteriormente implantadas, onde os ônibus passaram a operar em comboios ordenados, numa tentativa de minimizar os atrasos verificados nos pontos, nas operações de embarque e desembarque de passageiros (ESTEVES, 1982). Essa estratégia de ônibus em comboios aumentou a velocidade e a capacidade nos corredores. Com a simultaneidade das operações de embarque e desembarque nos pontos de parada, foi possível aumentar o volume de veículos que podem passar no corredor. No caso de linhas com diferentes destinos que passam pelo mesmo corredor, é empregado o sistema de comboios, conforme o destino. O número de unidades nos comboios varia normalmente de dois a quatro, embora, em São Paulo, já se tenha operado com até oito ônibus (FERRAZ, 1998).

E por último, o TransMilênio de Bogotá, na Colômbia, que substituiu um sistema feito por milhares de veículos pequenos, ineficientes e poluidores por um sistema de alta qualidade. Trata-se de um projeto de custo relativamente baixo e compatível com as condições econômicas dos países em desenvolvimento, denominado de *Bus Rapid Transit* (BRT).

Opera em cerca de 41 km de extensão, com 477 veículos articulados, que percorrem linhas expressas e paradoras. A demanda diária gira em torno de 750.000 passageiros e o custo de implantação foi de sete milhões de dólares por quilômetro, de acordo com a ANTP (2003). Em suma, é importante ressaltar que a eficiência do corredor está relacionada com um sistema integrado eficiente, no qual é necessário estabelecer uma operação com gestão empresarial e implantar uma estratégia logística para ajustar a oferta de serviços às necessidades da demanda, dentro de um nível de serviço adequado. Melo (1979) ressalta que o sucesso do esquema de prioridade só é concretizado quando implicar a redução da capacidade viária do sistema para os demais veículos.

Portanto, o processo de priorização do transporte coletivo é muito importante para o desenvolvimento da dinâmica urbana e a implantação de um sistema moderno de transporte deverá demonstrar sinas de eficiência. Tendo em vista a necessidade de uma avaliação do desempenho, serão referenciados no próximo capítulo alguns métodos que determinam a eficiência e eficácia aplicada em corredores de ônibus.

CAPÍTULO 3

CUSTOS E PREÇOS EM TRANSPORTE

Os custos e preços em transporte são itens integrantes de uma avaliação de projetos que consiste num conjunto sistemático de informações que serve de base para a tomada de decisões relativas à alocação de certo montante de recursos (POMERANZ, 1985). A esse respeito, Ferreira e Gomes (1994) descrevem como uma decisão com parte cotidiana, que, entretanto é uma das tarefas mais complexas e das mais controvertidos. Para Furtado e Kawamoto (1997), um problema de tomada de decisão é caracterizado por um conjunto de objetos, alternativas e valores. Sobre esse conjunto é necessário considerar as várias soluções possíveis, chamadas de ações potenciais.

Em sentido mais amplo, por intermédio da avaliação dos projetos, procura-se determinar, *a priori,* o desempenho das alternativas apresentadas quando da implantação e do funcionamento, tanto em relação ao próprio sistema a que pertencem como em relação aos demais sistemas com as quais elas interagem. A avaliação das alternativas permite, ainda, escaloná-los segundo uma ordem de prioridades para a realização dos investimentos, determinando quais os projetos que deverão ser prioritariamente executados.

No caso de projetos de transportes, a avaliação pode-se tornar tarefa complexa, devido ao profundo relacionamento existente entre os sistemas de transporte e as demais atividades exercidas pelo homem. Em geral, decisões relativas ao setor de transportes alteram de algum modo a estrutura econômica, social, e às vezes a ecológica, das regiões nas quais se

pretende modificar o sistema de circulação. No entanto é difícil prever o impacto que a implantação de qualquer obra de transporte possa provocar nos hábitos da população, na localização da produção, na natureza. Muitas vezes, a influência dos sistemas de transporte é benéfica, em outras é danosa, como se verifica ser frequentemente a desvalorização dos terrenos e das residências em áreas urbanas, devido à implantação de novas vias para o escoamento de tráfego.

A avaliação de projetos viários não deve ser feita apenas de modo parcial, isso é, medindo apenas algumas de suas consequências, mas de modo global. Todos os efeitos econômicos, sociais e ambientais devem ser avaliados, para que se possa ter certeza de uma boa aplicação dos recursos disponíveis. Os estudos e análises de implantação de projetos, principalmente os que envolvem aspectos qualitativos, estéticos e sociais, como é o caso do setor de transporte urbano, necessitam de estudos mais substanciais para o alcance do sucesso (nível de desempenho operacional e econômico desejado).

Nesse contexto, Silva (2005 *apud* WRIGHT, 1992, p 22), relata que projetos grandes têm impactos importantes, que não podem ser expressos em valores monetários. No entanto, os planejadores precisam saber quais são esses impactos antes de tomarem alguma decisão e, assim sendo, esta pesquisa analisará os fatores determinantes na tomada de decisão da implantação do sistema.

Mesmo com essa gama de processos que trazem custos para a implementação do sistema por ônibus, ele ainda é o menos oneroso de todos. É claro que, além dos subsídios do Governo, as tarifas cobradas nos ônibus são necessárias para conseguir manter o sistema em pleno funcionamento, pois elas fazem com que os empreendedores mantenham a qualidade e a confiabilidade do serviço oferecido.

Segundo Nunes (2007), o custo é a variável utilizada na implantação e na manutenção do sistema do sistema transporte coletivo. Tendo em vista que o ônibus é o modo mais utilizando no transporte de passageiros, por ser considerado menos oneroso quando em sintonia com a demanda. Os principais custos que influenciam no sistema são o aprimoramento de uma via (faixas exclusivas, manutenção da via, pontos de paradas); os veículos (tipo, quantitativo, itinerário, tecnologias, manutenção, combustíveis) e a mão-de-obra qualificada.

3.1 CUSTOS OPERACIONAIS E PREÇOS

Os custos operacionais dos ônibus podem ser divididos em dois grupos: variáveis e fixos.

3.1.1 Custo fixo

É a parcela do custo operacional que não se altera em função da quilometragem percorrida, ou seja, os gastos com os itens que compõem esse custo ocorrem, em princípio, mesmo quando os veículos não estão operando. Expresso em unidade monetária por mês (R$/mês), é constituído pelos custos referentes à depreciação, à remuneração do capital, à despesas com pessoal (salários e encargos) e à despesas administrativas (ROCHA, 1996).

Para a obtenção da despesa mensal correspondente ao custo fixo, deve-se fazer a soma das parcelas relativas à depreciação, à remuneração do capital, às despesas administrativas, e a parcela referente à despesas com pessoal.

a) Depreciação

Em resumo, Hendriksen (1999) afirma que a depreciação não passa de uma alocação de custos e muitos parecem rejeitar isso tentando encontrar um significado para ela. O maior esforço de interpretação começa com a definição de um ativo como reserva de serviços e sugere que a depreciação deve ser considerada como uma redução dessa reserva. Tal redução se justifica, em parte, pelo uso e desgaste do ativo e pela obsolescência causada por avanços tecnológicos ou mudanças das preferências dos consumidores.

Segundo Ferraz (1998), a depreciação corresponde à perda de valor de um bem ao longo do tempo, resultante do desgaste pelo uso e ação da natureza, mais a obsolescência tecnológica. Os bens naturais, como terrenos, por exemplo, não são considerados depreciáveis.

Para efeito do cálculo do custo de operação do transporte público por ônibus, é considerada a depreciação dos veículos que compõem a frota e a depreciação de máquinas, instalações

e equipamentos. Para calcular a depreciação do veículo, deve-se levar em consideração a sua vida útil e o seu valor residual.

A vida útil do veículo indica a época em que esse deve ser substituído e está relacionada às suas características construtivas e operacionais (tecnologia empregada). A infraestrutura viária, condições climáticas e pluviométricas, topografia e qualificação da mão-de-obra também influem para acelerar ou retardar o desgaste dos veículos.

b) Remuneração

Segundo ORRICO FILHO (1995), a remuneração equivale ao pagamento de juros sobre o investimento ainda não depreciado. A determinação do valor da taxa de remuneração é produto da definição do ganho no setor. Portanto, correspondem (sob uma taxa pré-determinada) à remuneração sobre o capital que ainda está imobilizado em veículos, equipamentos, instalações e mesmo sobre o material estocado no almoxarifado. A taxa de remuneração do capital normalmente utilizada no setor de transporte urbano no Brasil é de 12% ao ano (FERRAZ, 1998).

Em relação ao cálculo da remuneração de máquinas, instalações e equipamentos, admite-se o valor anual do capital imobilizado neste item correspondente a 4% do preço do veículo novo completo, para cada veículo da frota. No cálculo da remuneração do capital imobilizado em almoxarifado, admite-se o valor anual do capital investido correspondente a 3% do preço de um veículo novo completo, para cada veículo da frota (GEIPOT, 1996).

c) Pessoal

Esse item engloba todas as despesas relativas à mão-de-obra e é constituído pelas despesas com pessoal de operação, de manutenção, de administração, benefícios e remuneração da diretoria assalariada (GEIPOT, 1996).

A mão-de-obra no transporte público urbano envolve motoristas, cobradores, despachantes, funcionários de manutenção, da administração e da fiscalização. As despesas com pessoal de operação, manutenção e administração envolvem gastos mensais com a folha de

pagamentos e o recolhimento dos tributos incidentes sobre os salários de responsabilidade da empresa (FERRAZ, 1998).

Em relação às despesas com pessoal de operação, o valor da despesa mensal é resultado da multiplicação do salário mensal referente a cada uma das categorias, acrescido dos encargos sociais, pelo respectivo fator de utilização. Esse fator corresponde à quantidade de trabalhadores, por categoria, necessária para operar cada veículo da frota de acordo com o turno de trabalho.

d) Administração

São considerados como despesas administrativas os seguintes itens: material de expediente, impostos e taxas de pequena monta, energia elétrica, água, telefone, aluguéis, despesas das instalações e imóveis, seguro obrigatório, IPVA e seguro de responsabilidade civil.

O valor referente ao seguro obrigatório é o mesmo para todos os veículos e o referente ao IPVA deverá ser apropriado pelo total pago por todos os veículos. O seguro de responsabilidade civil representa uma cobertura, às operadoras, na ocorrência de acidentes de sua responsabilidade (GEIPOT, 1996).

d) Lucro

Esse é um ponto polêmico do sistema, pois, partindo-se do princípio de que a metodologia de cálculo tarifário é baseada em custos médios, estimados para um grupo de empresas operadoras, fica claro que a empresa que administrar melhor os seus custos, poderá enfrentar gastos reais menores que os considerados no cálculo tarifário, obtendo, assim, receita adicional. A sistemática de cálculo da tarifa única não exprime o custo real de cada empresa operadora e, sim, o custo médio estimado de todo o sistema.

f) Tributos

Todos os tributos (impostos, contribuições e taxas) que incidem sobre a receita operacional das empresas operadoras devem ser incluídos na planilha de custos. Os principais tributos incidentes sobre a atividade são: Imposto Sobre Serviços (ISS), Contribuição Social sobre o Faturamento (COFINS), Programa de Integração Social (PIS) e Taxa de Gerenciamento (TG). A alíquota do COFINS é 3% e a do PIS é 0,65%, ambos incidentes sobre a receita. Quanto ao ISS e à Taxa de Gerenciamento, devem-se aplicar as alíquotas cobradas nos respectivos municípios (GEIPOT, 1996).

3.1.2 Custo variável

É a parcela do custo operacional que mantém relação direta com a quilometragem percorrida, ou seja, sua incidência só ocorre quando o veículo está em operação. Esse custo, expresso em unidade monetária por quilômetro (R$/km), é constituído pelas despesas com consumo de combustível, com lubrificantes, com rodagem e com peças e acessórios.

O valor de cada parcela do custo variável é o resultado do produto do preço unitário de cada componente pelo seu respectivo coeficiente de consumo. Os coeficientes de consumo estão sujeitos à modificações em função das características de cada área urbana e de seus sistemas de transporte coletivo (GEIPOT, 1996).

a) Combustível

Corresponde ao gasto com a energia que movimenta o veículo: óleo diesel, gasolina, álcool, gás, energia elétrica, entre outros.

O consumo médio de combustível (quantidade consumida por unidade de distância ou tempo) depende de diversos fatores, tais como tipo de veículo, características topográficas da cidade, porcentagem do percurso realizado em vias não revestidas, condições de trânsito da cidade, distância média entre paradas, quantidade de semáforos e vias preferenciais

cruzadas pelos ônibus, idade da frota, estado de manutenção dos ônibus, qualidade dos motoristas etc.

Dessa forma, o valor do consumo médio de combustível varia de cidade para cidade e de empresa para empresa, devendo ser investigado em cada caso para um cálculo preciso. Contudo, como a amplitude de variação do consumo não é grande, pode-se, na ausência de dado específico, utilizar valores aproximados (FERRAZ & ZANELLA, 1992).

Geipot (1996) determina esse coeficiente de consumo que varia entre 0,35 a 0,39 l/km para veículo leve, de 0,45 a 0,50 l/km para veículo pesado (*Padron*) e de 0,53 a 0,65 l/km para veículo especial (articulado).

b) Lubrificantes

No caso dos ônibus diesel, o gasto com lubrificantes inclui o óleo do motor, o óleo da caixa de marcha, o óleo de diferencial, o fluido de freio e a graxa, que variam em função dos mesmos parâmetros e procedimentos do item combustível. Assim, é sempre recomendável a obtenção de dados específicos para cada cidade ou empresa. No entanto, se essas informações não estão disponíveis, podem-se adotar dados aproximados para o cálculo do custo (FERRAZ & ZANELLA, 1992).

Em relação ao consumo, algumas planilhas consideram cada um dos componentes do item lubrificantes, ao passo que outras, como as do GEIPOT (1996) e da NTU (1993), consideram um valor equivalente em combustível (ROCHA, 1996).

De acordo com o GEIPOT (1996), são considerados coeficientes de consumos específicos, conforme Tabela 3:

Tabela 3: Coeficientes de Consumo Específico

Tipo	Fator
Óleo do motor	0,0073 l/km
Óleo da caixa de mudança	0,00042 l/km
Óleo de diferencial	0,00058 l/km
Fluido de freio	0,00022 l/km
Graxa	0,00092 kg/km

Fonte: GEIPOT (2007)

O coeficiente de consumo de óleos e lubrificantes pode ser estimado também como equivalente entre 0,04 a 0,06 do consumo de combustível.

c) Rodagem

Esse item de custo é composto por pneus, câmaras de ar, protetores e reformas (recapagem e/ou recauchutagem). Como uma empresa pode utilizar diferentes pneus quanto ao tipo (radial ou diametral) e o gasto na rodagem leva em consideração o custo de cada espécie de pneu, a ponderação em função da porcentagem utilizada. Vale ressaltar que, a rigor, cada espécie de pneu apresenta preço e consumo diferenciados, inclusive no que se refere aos itens complementares (câmara, protetor e recapagem).

Como os índices de consumo da rodagem – sobretudo de pneu e reforma – dependem do tipo e estado da superfície das vias utilizadas, da sistemática de manutenção das empresas, das características topográficas da cidade etc., é recomendável a determinação de índices específicos em cada caso. Na ausência dessas informações, podem-se usar valores aproximados para o cálculo (FERRAZ & ZANELLA, 1992).

O cálculo de consumo de pneus adotado pelo GEIPOT (1996) admite uma vida mínima de 40.000 km para um pneu novo e 15.000 km para cada recapagem, com uma vida útil total de 70.000 km. A câmera e o protetor têm uma vida útil de 35.000 km cada, ou seja para cada pneu são consumidos dois conjuntos de câmara mais protetor

d) Peças e Acessórios

O consumo de peças e acessórios é influenciado diretamente pela quantidade de quilômetros rodados, pelo regime de operação, pela topografia, pelo clima e também pelo modo como o motorista conduz o veículo. Além do mais, por compreender uma grande variedade de componentes com os mais diversos tempos de vida útil, é de difícil mensuração. Apesar disso, recomenda-se que seja determinado o consumo efetivo de peças e acessórios em cada local, por meio de pesquisa, que se deve prolongar pelo período de tempo necessário (no mínimo doze meses) para abranger o comportamento das peças de longa duração (GEIPOT, 1996).

As planilhas GEIPOT (1994), ANTP (1990) e NTU (1993), apesar de considerarem esse item como integrantes do custo variável, tratam-no como se fosse fixo, pois não consideram a influência da idade do veículo em seu consumo (ROCHA, 1996).

3.1.3 Custo Unitário e Tarifa

Segundo FERRAZ (1997), o custo unitário do serviço de transporte público é obtido rateando-se o custo total entre os passageiros que utilizam o sistema. A tarifa é o preço cobrado dos usuários pelo transporte que, em tese, deveria suprir todos os custos do operador mais uma remuneração adequada.

Em vista da relevância social do transporte público urbano, muitas vezes é fixado um valor para a tarifa abaixo do custo unitário, sendo parte subsidiada pelo poder público. Esse subsídio pode ser realizado por transferência direta de dinheiro para as empresas operadoras ou indiretamente, por meio da eliminação de impostos e taxas.

No Brasil, os usuários de metrô e de trens de subúrbio têm as passagens subsidiadas pelo governo por meio de recursos do orçamento público, que são transferidos às empresas operadoras. Essas empresas não possuem critérios muito firmes em relação à escala e à qualidade dos serviços prestados, ao passo que o transporte público por ônibus é operado pela iniciativa privada, sem subsídios, devendo o custo total do serviço ser coberto pela tarifa paga pelos usuários (BARAT, 1991).

3.2. CÁLCULO DO CUSTO OPERACIONAL E TARIFAS

Desde 1980 até a atualidade, foram implantados diversos métodos de cálculo do custo operacional e de tarifas por diversos órgãos tais como: Conselho Interministerial de Preços do Governo Federal (CIP), Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos (EBTU) Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes (GEIPOT), Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da USP, que publicou o método DETESC, Associação Nacional de Transporte Público (ANTP) e a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU).

Neste trabalho, será feita uma aplicação do Método de Cálculo da Tarifa Única, pois é considerado o mais simples e também o mais utilizado nas cidades brasileiras e o recomendado pela Associação Nacional de Transporte Público (ANTP). No caso da cidade de Uberlândia, embora seja utilizado um método próprio, será aplicado o método da ANTP, com os dados fornecidos pela PMU, e em seguida será feita uma análise do resultado obtido com o resultado aplicado.

3.3. O MÉTODO DE CÁLCULO DA TARIFA ÚNICA

1. Custo de combustível

O gasto mensal com combustível (óleo diesel, gasolina, álcool etc.) é calculado por meio da Fórmula 3.1:

$$COM = CON * PCO * PM \qquad \textit{(3.1)}$$

Onde:

COM: custo mensal de combustível (R$/mês);

CON: consumo de combustível (l/km);

PCO: preço do combustível (R$ /l);

PM: percurso mensal da frota (km/ mês)

2. Custo de lubrificantes

O gasto mensal com lubrificantes (óleos, fluido e graxa) é calculado pela Fórmula 3.2:

$$LUB = FLU * COM \qquad \textit{(3.2)}$$

Onde:

LUB: custo mensal de lubrificantes (R$/mês);

FLU: fator lubrificante (fração do custo de combustível gasto com lubrificantes);

COM: custo mensal de combustível (R$/mês);

Pode-se utilizar fatores diferenciados para cada tipo de lubrificante, sendo estes óleo de motor, óleo da caixa de mudança, óleo de diferencial, fluido de freio e graxa.

3. Custo de rodagem

O gasto com rodagem (pneus, câmaras-de-ar, protetores e recapagens) é determinado mediante a Fórmula 3.3:

$$CMR = \left[(PPN + PCA * CCA + PPR * CPR + PRE * NRE) * \frac{NPN}{DPN} \right] * PM \qquad \textit{(3.3)}$$

Onde:

CMR: custo mensal de rodagem (R$/mês);

PPN: preço do pneu (R$/pneu);

PCA: preço da câmara (R$/câmara);

CCA: consumo de câmaras (câmaras/pneu);

PPR: preço do protetor (R$/protetor);

CPR: consumo de protetores (protetores/pneu);

PRE: preço da reforma (R$/reforma);

NRE: número de reformas (reformas/pneu);

NPN: número de pneus (pneus/ônibus);

DPN: duração dos pneus (km/pneu);

PM: percurso mensal da frota (km/mês);

Como os índices de consumo da rodagem dependem do tipo de ônibus, da porcentagem do percurso dos ônibus realizado em vias não pavimentadas, da qualidade dos motoristas e também do tipo de pneu utilizado (diagonal, radial ou especial), é recomendável determinar os valores dos índices para cada cidade ou empresa.

4. Custo de peças e acessórios

O gasto com peças e acessórios é calculado mediante a Fórmula 3.4:

$$CMPA = FPA * PON * PM \quad (3.4)$$

Onde:

CMPA: custo mensal de peças e acessórios (R$/mês);

FPA: fator peças e acessórios (fração do preço do ônibus novo gasto com peças e acessórios por quilômetro percorrido), de acordo com a ANTP um índice de 0,0083;

PON: preço do ônibus novo (R$/ônibus);

PM: percurso mensal da frota (km/mês).

O fator peças e acessórios varia com a idade, modelo e tecnologia dos veículos, assim também com as características e estado de conservação da infraestrutura viária, com as condições operacionais de tráfego, com a qualidade da manutenção etc., devendo ser determinado um fator para cada empresa ou cidade para um cálculo preciso. Em geral, este fator situa-se no intervalo: 5×10^{-7} a 10×10^{-7} (FERRAZ, 2000).

5. Custo de capital (depreciação e remuneração)

Existem diversos métodos de cálculo do custo de depreciação. Os mais usuais são o Método Linear e o Método da Soma dos Dígitos Decrescentes (Método de Cole ou Método da Soma dos Anos Decrescentes ou ainda Método da Soma dos Dígitos Inversos) (ROCHA, 1996).

O **Método Linear** admite que a perda de valor do bem é constante no tempo, sendo a curva de depreciação uma linha reta. Nesse caso, o custo anual da depreciação tem sempre o mesmo valor ao longo da vida útil do bem. A depreciação anual por este método é calculada por meio da Fórmula 3.5:

$$Da = \left[\frac{Vn - Vr}{n} \right] \quad (3.5)$$

Onde:

Da: depreciação anual;

Vn: valor do veículo novo sem rodagem;

Vr: valor residual;

n: vida útil adotada.

A depreciação linear dos ônibus é adotada em diversos métodos de cálculo de custos e tarifas.

O **Método da Soma dos Dígitos Decrescentes** considera que o veículo deprecia aceleradamente nos primeiros anos de vida útil. Este método é o que melhor representa a realidade do mercado. Os fatores de depreciação anual por este método são obtidos por meio da Fórmula 3.6:

$$Da_{j.oano} = VD * \frac{(n - j + 1)}{SD} \qquad (3.6)$$

Onde:

$Da_{j.o\ ano}$: valor da depreciação anual para o ano j;

VD: valor depreciável;

n: vida útil;

j: limite superior da faixa etária e SD: soma dos dígitos (anos) correspondentes à vida útil.

Podemos também calcular a remuneração pelo método linear e pelo método das somas dos dígitos. No **método linear** o custo anual devido a depreciação (CD) é igual para todos os anos é possível calcular um custo médio (CR) que vale para qualquer veículo da frota, independentemente da sua idade, esse valor pode ser determinado por meio da expressão 3.7:

$$CR = (Vi - Vr)^{n+\frac{1}{2n}} + 0,12 * Vr \qquad (3.7)$$

Onde:

Vi : Valor Inicial do bem;

Vr: Valor Residual do bem;

n: vida útil do bem;

No **método da soma dos dígitos**, o cálculo da remuneração anual (CR) é feito individualmente, como mostrado a seguir. No primeiro ano todo capital é remunerado enquanto que nos anos seguintes são excluídas uma a uma das parcelas de depreciação calculadas pelo mesmo método.

$$CR\ (1° \text{ ano}) = 0{,}12\ Vi$$
$$CR\ (2° \text{ ano}) = 0{,}12\ Vi\ (1 - 0{,}20)$$
$$CR\ (3° \text{ ano}) = 0{,}12\ Vi\ (1 - 0{,}20 - 0{,}1714)$$
$$CR\ (\text{último ano}) = Vi\ (0{,}20)\ (0{,}12) = Vr\ 0{,}12$$

O número de ônibus na frota é igual ao número de ônibus da frota em operação nos picos somado ao da frota reserva necessária para a realização da manutenção dos veículos bem como para a substituição dos que apresentarem defeitos durante a operação. Como o custo de capital também incide sobre a frota reserva, esta deve estar situada entre 5% e 15% da frota operante nos picos.

6. Custo de pessoal de operação e manutenção

O gasto mensal com pessoal é calculado mediante a Fórmula 3.8:

$$CMP = (SMO * FCO + SCO * FCO + SFD * FFD + SPM * FPM) * (1 + ES) \qquad (3.8)$$

Onde:

CMP: custo mensal de pessoal (R$/mês);

SMO: salário mensal dos motoristas (R$/ mês);

FMO: Fator de utilização de motorista (pessoa/ônibus);

SCO: salário mensal dos cobradores (R$/mês);

FCO: Fator de utilização de cobrador (pessoa/ônibus);

SFD: salário mensal dos fiscais/despachantes (R$/mês);

IFD: Fator de utilização de fiscais/despachantes (pessoa/ônibus);

SPM: Salário pessoal da manutenção (R$/mês);

FPM: fator pessoal de manutenção (pessoa/ônibus);

ES: encargos sociais (R$/mês).

O índice de motoristas, cobradores e fiscais/despachantes por ônibus depende do número diário de turnos de trabalho e da programação operacional do sistema. Deve efetivamente, já incluir férias, descanso semanal, licenças, faltas etc. Para um cálculo preciso, recomenda-se determinar o valor para cada empresa ou cidade. Em geral, os índices observados no país estão enquadrados da seguinte forma: motorista e cobrador = 1,90 e fiscal/despachante = 0,10 e o índice utilizado para o pessoal da manutenção em torno de 0,80.

O valor dos encargos sociais de acordo com a legislação trabalhista em torno de 1,70, significando um gasto para a empresa de 69,56% a mais em relação ao valor pago efetivamente os funcionários.

7. Custo de despesas administrativas

O gasto mensal com despesas administrativas é calculado pela Fórmula 3.9:

$$CMA = \left(\frac{SO}{12}\right) + (OD * FDA) \qquad (3.9)$$

Onde:

CMA: custo mensal de despesas administrativas (R$/mês);

SO: Seguro Obrigatório e IPVA (R$ /mês x veículo);

FDA: fator despesas administrativas (fração do preço do ônibus novo gasto com despesas administrativas por mês);

OD: Outras despesas que corresponde ao preço do veículo novo (R$/ônibus).

O valor de FDA adotado pelas empresas normalmente é 0,0017.

8. Custo de tributos

O gasto mensal com tributos é calculado pela Fórmula 3.10:

$$CMT = \left(\frac{TES}{NOF}\right) \qquad (3.10)$$

Onde:

CMT: Tributos, ou seja, despesas mensais com encargos sociais sobre a folha de pagamento (R$/veículo. Mês);
TES: Tributo de Encargo Social pago (R$/ mês);
NOF: número de ônibus da frota (veículo)

A taxa de tributos inclui os impostos e taxas incidentes sobre a receita operacional das empresas operadoras, os quais são os seguintes: ISS, COFINS, PIS e Taxa de Gerenciamento – TG.

A alíquota do COFINS é de 3% e a do PIS é de 0,65%. O valor do ISS varia de cidade para cidade, sendo que em algumas delas o serviço de transporte público é isento deste tributo. Em algumas cidades é cobrada uma taxa de gerenciamento do serviço (FERRAZ, 2000).

9. Custo total

O custo mensal total é obtido por meio da soma de todos os custos abordados neste método (n^{os} 1 a 9), como mostra a Fórmula 3.11:

$$CMT = CMC + LUB + CMR + CMPA + CR + CMP + CMA + CRT \qquad \textit{(3.11)}$$

Onde:
CMT: custo mensal total (R$/mês);
CMC: custo mensal de combustível (R$/mês);
LUB: custo mensal de lubrificantes (R$/mês);
CMR: custo mensal de rodagem (R$/mês);
CMPA: custo mensal de peças e acessórios (R$/mês);
CR: custo médio mensal de capital (R$/mês);
CMP: custo mensal de pessoal (R$/mês);
CMA: custo mensal de despesas administrativas (R$/mês);
CRT custo mensal de tributos (R$/mês).

10. Custo por passageiro ou tarifa

A tarifa é calculada por meio da Fórmula 3.12:

$$TAR = CMT/NPE \qquad \textit{(3.12)}$$

Onde:

TAR: tarifa (R$/pass);

CMT: custo mensal total (R$/mês);

NPE: número de passageiros equivalente mensal (pass/mês).

O número de passageiros equivalentes mensal é calculado com a Fórmula 3.13:

$$NPE = PSD + \left(PPA * \frac{A}{100} \right) + \left(PPB * \frac{B}{100} \right) + \left(PPC + \frac{C}{100} \right) + ... \qquad \textbf{\textit{(3.13)}}$$

Onde:

NPE: número de passageiros equivalente mensal (pass/mês);

PSD: número de passageiros sem desconto na tarifa (pass/mês);

PPA: número de passageiros que pagam A% da tarifa normal (pass/mês);

PPB: número de passageiros que pagam B% da tarifa normal (pass/mês);

PPC: número de passageiros que pagam C% da tarifa normal (pass/mês) etc.

As categorias que em geral desfrutam de desconto na tarifa são: idosos, estudantes, desempregados etc. O valor da tarifa a ser paga por cada categoria que tem desconto é calculada pelas fórmulas (3.14), (3.15) e (3.16):

$$TAA = TAN * \frac{A}{100} \qquad \textbf{\textit{(3.14)}}$$

$$TAB = TAN * \frac{B}{100} \qquad \textbf{\textit{(3.15)}}$$

$$TAC = TAN * \frac{C}{100} \qquad \textbf{\textit{(3.16)}}$$

Onde, TAA, TAB, TAC são tarifas paga pelas diferentes categorias (R$/pass); A, B, C porcentagens da tarifa normal paga pelas diversas categorias (%).

Outra maneira de calcular a tarifa é por meio da Fórmula 3.17:

$$TAN = \frac{Ckm}{IPK} \qquad (3.17)$$

Onde:

TAN: tarifa normal (R$/pass);
Ckm: custo por quilômetro percorrido (R$/km);
IPK: índice de passageiros equivalentes transportados por quilômetro percorrido (pass/km).
O custo por quilômetro é obtido pela Fórmula 3.18:

$$Ckm = CMT/PM \tag{3.18}$$

Onde:
Ckm: custo por quilômetro percorrido (R$/km);
CMT: custo mensal total (R$/mês);
PM: percurso mensal da frota (km/mês).

O índice de passageiros equivalentes transportados por quilômetro percorrido é calculado com a Fórmula (3.19):

$$IPK = \frac{NPE}{PM} \tag{3.19}$$

Onde:
IPK: índice de passageiros equivalentes transportados por quilômetro percorrido (pass/km);
NPE: número de passageiros equivalentes mensal (pass/mês);
PM: percurso mensal da frota (km/mês).

3.4. CÁLCULO DOS CUSTOS PARA DETERMINAÇÃO DA TARIFA ÚNICA

O Cálculo do custo operacional permite determinar os custos por quilômetro.

Para o cálculo do custo de capital (depreciação e remuneração), adotou-se uma taxa de juros de 1% ao mês, que corresponde a 12,68% ao ano (FERRAZ, 2000).

Tendo em vista a necessidade de analisar os custos, em primeiro estágio foram caracterizados os custos operacionais do sistema, todavia, no próximo capitulo será tratado da necessidade de analisar os custos de investimentos e os benefícios que esse investimento proporcionará futuramente por meio de alguns métodos de avaliação econômica.

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Em primeiro estágio, antes de se falar dos métodos de avaliação de um projeto, é necessária uma breve descrição dos benefícios e dos custos.

a) Benefícios

Os benefícios, em geral, favorecem grande número de pessoas em longo prazo e podem ser definidos como benefícios diretos e indiretos. Os benefícios diretos relacionam-se ao conforto e à conveniência proporcionados pelo melhoramento de rodovias, economia de tempo que podem ser mais difíceis de ser expressos em termos monetários, pois não há preço no mercado e os benefícios indiretos são estímulos à economia. Pode-se exemplificar os mais importantes benefícios de transportes como:

- Redução dos custos de operação;
- estímulo ao desenvolvimento econômico;
- economia de tempo (para passageiros e cargas);
- menos acidentes e redução de avarias;
- mais conforto e conveniência;

b) Custos Econômicos

A avaliação dos custos econômicos é tarefa mais simples que a quantificação dos benefícios econômicos, pois os custos são representados por todas as despesas envolvidas diretamente com o projeto, como os investimentos, custos de manutenção e operação do sistema.

4.1 MÉTODOS DE COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS E BENEFÍCIOS

Uma vez calculados os custos e os benefícios ao longo da vida útil do empreendimento, eles deverão ser comparados para verificar se o projeto é viável ou não economicamente. Adler (1987) afirma que essa não seria uma simples comparação dos somatórios de custos e benefícios, pois desprezaria o fator tempo, já que os custos podem sofrer mudanças durante um período e os benefícios somente têm retorno bem mais tarde. O autor exemplifica tal situação da seguinte forma: uma despesa feita neste ano tem um valor econômico maior que a mesma quantia despendida daqui a cinco anos, pois, nesse entretempo, os recursos correspondentes poderiam ter sido utilizados para outros fins; analogamente, um benefício auferido num determinado ano, tem valor mais alto que outro, equivalente, mas recebido só vinte anos depois.

Para a comparação entre os benefícios e os custos, é necessário transformar esses valores em um valor que leve em consideração as oscilações no mercado durante todo o período relacionado, para então obter um fluxo de caixa dos futuros custos e benefícios. Isso se faz descontando o fluxo de caixa a uma taxa de juros apropriada. A avaliação econômica será baseada no Valor Presente Liquido (VPL), na relação benefício/custo e/ou na Taxa Interna de Retorno (TIR).

4.2 VALOR PRESENTE LIQUIDO (VPL)

O valor presente líquido (VPL), ou método do valor atual, é a Fórmula matemático-financeira que, basicamente, calcula quanto os futuros pagamentos somados a um custo inicial estariam valendo atualmente. Há que se considerar o valor do dinheiro no tempo, devido ao custo de oportunidade, pois o montante poderia estar aplicado na poupança e render juros.

Westphal (2002) define Valor Presente líquido como a soma de todas as capitalizações do fluxo de caixa, calculadas como valor presente por meio de uma taxa de juros. Geralmente, utiliza-se uma taxa mínima de atratividade para definir o valor presente. E Lene (1991) afirma que no método do valor presente líquido, o custo de capital é utilizado com a taxa de desconto aplicada nos fluxos de caixa do projeto analisado. Se o projeto assim

descontado tem um valor presente líquido positivo, ele deve ser aceito; caso seja negativo, quando descontado ao custo de capital, isso significa que não cobrirá os custos de financiamento e deve ser rejeitado.

Usando o método VPL, um projeto de investimento potencial deve ser empreendido, se o valor presente de todas as entradas de caixa menos o valor presente de todas as saídas de caixa se for maior ou igual a zero, poderá ser empreendido. Esse método é padrão em finanças, sendo utilizado para a análise do orçamento de capitais (planejamento de investimentos em longo prazo).

A análise é feita por meio das possibilidades para o Valor Presente Líquido de um projeto de investimento ser:

- Maior do que zero: significa que o investimento é economicamente atrativo, pois o valor presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa.
- Igual a zero: o investimento é indiferente, pois o valor presente das entradas de caixa é igual ao valor presente das saídas de caixa.
- Menor do que zero: indica que o investimento não é economicamente atrativo porque o valor presente das entradas de caixa é menor do que o valor presente das saídas de caixa.

Entre vários projetos de investimento, o mais atrativo é aquele que tem maior Valor Presente Líquido.

4.3 RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO

A relação benefício/custo pode ser empregada em qualquer análise econômica, seja privada ou pública. Todavia, é comumente empregada em maior escala, nas análises de obras públicas, nas quais a conceituação de benefícios é mais complexa do que em empreendimentos privados. Hirschfield (1992) conceitua custos como as avaliações específicas de dispêndios, gastos, despesas e tudo mais que tende a endividar o

empreendimento previsto, e os benefícios são as avaliações específicas de receitas, faturamentos, e tudo aquilo que tende a beneficiar o empreendimento previsto.

A comparação entre o benefício e o custo tem que considerar alguns critérios de tempo e taxa de atratividade conforme Adhler (1987), que define a comparação da relação benefício/custo como custos mensurados no presente e benefícios restituídos somente no longo prazo; o valor econômico atual de uma despesa é menor do que daqui a cinco anos. Para comparar custos e benefícios, ambos têm que ser reduzidos a um denominador comum, para isso, tanto os benefícios como os custos têm os valores reajustados de acordo com uma taxa de juro apropriada, obtendo um fluxo de caixa com valores reajustados.

De acordo com Poister (1980), a análise benefício/custo é uma abordagem que utiliza técnicas de análises econômicas e refere-se à tentativa de medir a produtividade a partir de investigações de dados, rendimentos e produtos em quaisquer níveis de serviço. É muito usada em programas e projetos públicos para analisar a viabilidade bem como níveis que projeto irá suportar, além de ser uma ferramenta importante na área de planejamento, pois permite selecionar os melhores projetos entre inúmeras soluções.

O critério de avaliação de projetos por intermédio da relação Benefício/Custo como os demais critérios de rentabilidade apoia-se em conhecimentos de Economia da Engenharia. Conhecendo se o valor do investimento no início do projeto, se a rentabilidade de um investimento será garantida e se as receitas produzidas irão superar as despesas incorridas.

A relação Benefício/Custo (RBC) é definida como sendo o quociente entre o valor atual dos benefícios e o valor atual dos custos. O resultado dessa relação determina se o projeto será viável ou não, assim sendo:

$RBC \geq 1 \rightarrow$ Projeto viável economicamente.

$RBC < 1 \rightarrow$ Projeto inviável economicamente.

Os benefícios econômicos variarão com a natureza do projeto analisado. No caso de projetos de transportes, são assim considerados os ganhos de natureza econômica que atingem aqueles que fazem uso direto do melhoramento, pois esses ganhos são devido às melhores condições de tráfego existentes após a implantação do projeto. As avaliações dos

projetos de transporte demonstram os benefícios aos usuários para fins econômicos da seguinte forma:

- Redução do Custo Operacional dos veículos;
- redução do Tempo de viagem;
- ganhos em Segurança e Conforto.

Vale ressaltar que a avaliação econômica por meio da relação Benefício/ Custo deixa de considerar os benefícios indiretos e realiza um estudo ligado praticamente a um parâmetro, o volume de tráfego.

Segundo Souza e Clemente (2001), a relação Benefício/Custo visa, em parte, a corrigir a deficiência do VPL que é a de expressarem o retorno em valores absolutos. A relação Benefício/Custo é um indicador relativo e mede a expectativa de retorno para cada unidade de capital imobilizada no projeto.

4.4 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

E por último, a Taxa Interna de Retorno é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldo de caixa. Quando for usada em análise de investimentos, significa a taxa de retorno de um projeto Lene (1991).

No método de taxa de retorno, o custo de capital é, normalmente, utilizado como um ponto de limite ou de taxa limite. Todos os projetos com taxas de retorno superiores ao custo de capital são, presumivelmente, aceitáveis, enquanto os que possuírem menores taxas de retorno devem ser rejeitados.

A Taxa Interna de Retorno de um investimento pode ser:

- Maior do que a Taxa Mínima de Atratividade: significa que o investimento é economicamente viável;

- igual à Taxa Mínima de Atratividade: o investimento está economicamente numa situação de indiferença.
- menor do que a Taxa Mínima de Atratividade: o investimento não é economicamente viável;

Sengundo Westphal (2002), Taxa Mínima de Atividade (TMA), ou também chamada de custo de oportunidade ou taxa de desconto, é aquela paga pelo mercado financeiro em investimentos correntes, tais como poupança e fundos de investimentos. Essa taxa é utilizada para representar o fluxo de caixa em valores presentes.

Entre vários investimentos, o melhor será aquele que tiver a maior Taxa Interna de Retorno. Matematicamente, a Taxa Interna de Retorno é a taxa de juros que torna o valor presente das entradas de caixa igual ao valor ao presente das saídas de caixa do projeto de investimento.

Na comparação do fluxo de caixa, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto seja zero. Um projeto é atrativo, quando sua TIR for maior do que o custo de capital do projeto. Esses métodos de utilização do custo de capital podem levar, algumas vezes, a decisões incorretas, devido aos pressupostos dos métodos de taxa de retorno e do valor presente líquido, especialmente em relação ao reinvestimento ou financiamento dos fluxos intermediários de caixa.

Um dos pontos negativos do método de cálculo da TIR é que múltiplos valores podem ser encontrados, se o fluxo anual de caixa mudar de sinal mais de uma vez (ir de negativo para positivo e para negativo novamente, ou vice-versa) durante o período de análise. Para os casos de alteração frequente de sinal, deve-se utilizar a Taxa externa de retorno (TER).

4.5 ANÁLISE ECONÔMICA DE CORREDORES DE TRANSPORTE

A análise de Corredores de Transportes utiliza como dados o tempo de viagem antes e depois da implantação de corredores; estes podem ser obtidos por meio de simulações em *softwares* ou até mesmo com aferições em pesquisas de campo. O principal objetivo é obter a diferença de tempo antes e após a implantação de corredores e, de posse desse

dado, consegue-se identificar se houve economia para o usuário, com a implantação do corredor.

Para quantificar financeiramente estes benefícios, é necessário o conhecimento da zona de influência do corredor e, com isso, obter a renda per capita dos usuários do serviço. Em função dessa diferença de tempo das viagens antes e após a implantação do corredor e a renda per capita da população residente nos bairros próximos e usuários do transporte coletivo, obtém-se um valor monetário referente à hora média trabalhada dos usuários, que, multiplicada pela alíquota da diferença de tempo e pelo número de usuários do sistema, o resulta num valor monetário economizado com a mudança de antes e após a implantação do corredor.

Tendo em vista a dificuldade de se obterem dados dos benefícios, conclui-se que os custos são mais fáceis de serem quantificados, tendo em vista que parte deles serão os custos com o investimento inicial no qual consideramos toda a infraestrutura, obras e programas de educação e conscientização e informações para os usuários e o custo na manutenção do sistema, sendo o salário dos funcionários, manutenção da frota e da infraestrutura do sistema.

Além de determinar o investimento inicial do projeto, determinará os custos e os benefícios ao longo da vida útil através de um estudo de previsão de demanda. Na maioria dos casos, esse estudo é feito num horizonte de vinte anos e deve ser considerado índices reais obtidos através de pesquisas de campo, índices do IBGE de crescimento populacional nas áreas de abrangência e outros índices do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia, para se obter a demanda ao longo do prazo do projeto.

A partir da previsão de demanda, os custos e benefícios devem ser relacionados ao longo dos vinte anos para obter-se o valor presente liquido (VPL) dos custos e os benefícios do projeto.

Após a elaboração do fluxo de caixa com o prazo de acordo com a vida útil do projeto, calcula-se o Valor Presente Liquido (VPL), em que se subtraí o valor presente dos custos do valor presente dos benefícios e verifica-se se o projeto é economicamente viável ou não.

Em seguida, analisa-se o projeto utilizando a relação Benefício/Custo, em que se obtém uma razão entre a somatória dos valores presentes dos benefícios e a somatória dos valores presentes dos custos, resultando um índice, que quando maior que um, significa que é viável e quando menor que um, é classificado como inviável economicamente.

Para aplicação da Taxa Interna de Retorno (TIR), deverá haver uma averiguação se a taxa utilizada Taxa Mínima de Atratividade (TMA) ou denominada de taxa de mercado é economicamente viável.

Tendo em vista todos esses critérios de análise de investimentos, no próximo capítulo, será tratado o estudo de caso do trabalho, o Corredor Estrutural da Avenida João Naves de Ávila. A importância todos esses conceitos mencionados se faz necessária para uma análise mais detalhada do empreendimento, porém os resultados obtidos nos três métodos demonstrarão o mesmo resultado, haja vista que confirmarão a veracidade das análises.

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE CASO

Neste estudo de caso, foi feita uma análise do Corredor Estrutural de Ônibus da Avenida João Naves de Ávila, situado em Uberlândia, sendo esse o principal ponto de ligação entre o setor sul e o centro da cidade.

Uberlândia é um cidade de porte médio, situada no estado de Minas Gerais, possui mais de 608.000 habitantes, de acordo com a estimativa do IBGE 2007, com uma área de mais de 4.000 km². A área urbana do município corresponde a 135 km², sendo a 16ª maior do Brasil em área urbana. Geograficamente, localiza-se no oeste do estado, na região do Triângulo Mineiro.

É considerada o segundo potencial mercado consumidor de Minas Gerais, sendo a economia fundada nas agroindústrias que formaram um dos principais centros industriais do País e destaca-se também no setor de serviços. Nesse sentido, estão sediados na cidade grandes atacadistas de atuação nacional, devido à localização geográfica na região central do Brasil. Em virtude de um grande e contínuo fluxo migratório, houve aumento vertiginoso da população da cidade nos últimos trinta anos e, apesar de grandes empresas estarem sediadas na cidade, ainda é caracterizada por oferecer mão-de-obra com nível de remuneração menor que outras cidades de mesmo porte ou maiores.

5.1 O SISTEMA DE TRANSPORTE DE UBERLÂNDIA

Em breve histórico, o início do planejamento de trânsito e transporte público da cidade aconteceu por volta do final da década de 1970, quando a prefeitura contratou uma empresa terceirizada para consultoria e elaboração do Plano Diretor do Sistema Viário.

Segundo Faria (2006), a elaboração do Plano de Ação Imediata de Tráfego e Transporte (PAITT) correspondeu à primeira fase do trabalho, em que se objetivava a reorganização dos deslocamentos existentes, na busca de adequação e racionalização da estrutura viária.

No ano de 1988, foi lançado o Programa de Aperfeiçoamento do Transporte Público por ônibus (PROBUS) e, em âmbito nacional, é importante ressaltar a criação de órgãos ligados ao setor de Transporte que seriam mais tarde agentes financiadores de projetos no setor de Transporte em Uberlândia: Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) e a Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU).

Em 1997, a PMU implantou o Sistema Integrado de Transporte (SIT), constituído por cinco terminais de integração de transporte público coletivo por ônibus, racionalizando a rede de transporte público. O sistema foi bem aceito, tendo em vista que a cidade ainda não possuía 500.000 habitantes, conforme exigência do Estatuto das Cidades.

O Sistema de transporte de Uberlândia (SIT) é composto por linhas troncais, alimentadoras e interbairros, que utilizam cores e prefixos de identificação do número das linhas diferenciados para que os usuários possam identificar os veículos a longas distâncias, conforme designado nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Designação de Linhas de ônibus por cores

Cores	Linhas
Amarela	Linhas troncais e expressas
Verde	Linhas alimentadoras
Vermelha	Linhas interbairros
Cinza	Microônibus destinado ao Sistema Beija-flor

Fonte: PMU (2007)

Tabela 5: Designação por Letras

Prefixo	Significados
A	Linhas que vão de Bairros ao Terminal Central
B	Linhas que vão de um bairro ao outro sem entrar nos terminais
T	Linhas que vão de um terminal ao outro
E	Linhas Expressas que não param nos pontos de paradas, tendo como embarque e desembarque os terminais.

Fonte: PMU (2007)

O sistema de ônibus de Uberlândia também é composto por cinco terminais localizados nos principais bairros da cidade: Terminal Central, Terminal Umuarama, Terminal Santa Luzia, Terminal Industrial e Terminal Planalto. E possui a seguinte demanda conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Demanda diária dos Terminais SIT em Março de 2005

Terminal	Passageiros
Terminal Central	410.326
Terminal Industrial	18.615
Terminal Planalto	25.840
Terminal Sta. Luzia	38.335
Terminal Umuarama	38.264
Total	**531.380**

Fonte: Banco de dados da SETTRAN (2007)

Além dos terminais e visando a maior fluidez do trânsito, foram implantados três corredores de transportes que são: Corredor da Avenida Monsenhor Eduardo, Corredor da Avenida João Pinheiro e o Corredor Estrutural da Avenida João Naves de Ávila, que interliga o Terminal Central ao Terminal Santa Luzia; nessa avenida também operam ônibus expressos.

É possível identificar claramente o colapso no sistema de Transportes: a princípio, foi implantado um Sistema Integrado com linhas Troncais e Alimentadoras em tráfego misto que, aos poucos teve oscilação na demanda conforme Tabela 7.

Tabela 7: Demanda e Quilometragem percorrida

Ano	Demanda real	Frota operacional	Tarifa (R$)	Viagens realizadas	Quilometragem realizada	IPKr	IPKe	Demanda equivalente	Linhas
1998	58.173.095	331	0,70	1.633.462	25.447.624,90	2,29	2,19	55.769.601	80
1999	55.711.639	340	0,90	1.667.536	26.526.072,98	2,10	1,98	52.634.749	84
2000	49.698.303	350	0,90	1.718.831	27.959.712,60	1,78	1,67	46.806.803	86
2001	51.823.665	351	0,90	1.780.519	29.685.605,30	1,75	1,64	48.769.775	91
2002	59.625.255	351	1,25	1.867.757	31.674.564,70	1,88	1,77	55.964.670	85
2003	55.694.462	351	1,50	1.751.609	28.801.213,50	1,93	1,81	52.127.353	86
2004	54.733.131	355	1,50	1.665.523	27.081.635,70	2,02	1,88	50.855.507	88
2005	53.317.611	353	1,90	1.653.368	28.782.310,50	1,85	1,55	44.501.293	93
2006	54.708.315	329	1,90	1.664.495	29.657.418,60	1,84	1,57	46.108.998	96
2007	57.759.575	332	1,90	1.691.457	30.010.301,70	1,92	1,63	49.022.608	101

Fonte: SETTRAN (2008)

Em setembro de 2006, foi implantado o Corredor Estrutural da Avenida João Naves de Ávila, tornando-se um eixo de estruturação urbana. A justificativa para a implantação desse corredor foi um crescimento populacional relevante na região Sudeste da Cidade, o que ocasionou, em curto prazo, congestionamentos e baixa velocidade operacional no Sistema de Transporte na região.

Contudo, ao analisar o índice de passageiros por quilômetro (IPK) no Sistema de Transporte de Uberlândia, percebe-se que a eficiência do sistema está relacionada com indicadores de desempenho, como o número mínimo de veículos e pessoal, mas sem uma diminuição da qualidade do serviço prestado, ao passo que eficácia está relacionada com os resultados do transporte público em relação à população tais como, a cobertura que a rede de transporte abrange e o nível de satisfação do usuário. Em todos os índices apresentados na tabela 7, representa um serviço de qualidade e compatíveis aos de outros municípios de mesmo porte. Pode-se concluir que a implantação do Sistema Integrado de Transporte (SIT) contribuiu para que o Transporte coletivo de Uberlândia operasse de forma eficiente.

5.1.1 Cálculo Tarifário do SIT

É importante ressaltar que o município de Uberlândia possui um método próprio de Cálculo de Tarifário para o Transporte Coletivo Urbano, contudo esse método aproxima-se bastante do método desenvolvido pela Associação Nacional de Transporte Público (ANTP). Tendo em vista essas informações será desenvolvido um cálculo da tarifa para o

Sistema de Transporte de Uberlândia pelo método da ANTP, com base no banco de Dados da Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU), contando com as informações de demanda ano de 2004, período pelo qual foi pleiteado o reajuste da tarifa de R$ 1,50/passageiro para o valor de R$ 1,90/passageiro, e os demais custos e preços obtidos com base no valor de mercado atual, para, consequentemente, comparar à tarifa vigente com a tarifa calculada.

O método consiste em calcular o custo fixo e o Custo Variável para, posteriormente, obter o custo por quilômetro e o custo por passageiro e, para isso consideram-se diversos itens conforme relacionado no Capitulo terceiro deste trabalho e o Anexo A.

Em primeiro instante, calcula-se o número de passageiros equivalentes, em que são compensados os passageiros portadores de descontos com a respectiva porcentagem e somados aos passageiros não portadores de desconto, para obter-se uma quantidade de passageiros equivalentes de 4.252.143,20 passageiros/mês. Em segundo instante, de posse da frota de ônibus em operação, obtêm-se 13.413,70 passageiros/veiculo×mês. Também se calcula o percurso médio mensal por veículo, tendo em vista que se trata do sistema e não de uma linha isolada, que tem 7.116,56 km/ veiculo×mês.

Entre os dados que devem ser fornecidos para o calculo tarifário, além dos dados operacionais do sistema, deverão ser fornecidos preços do combustível, óleo, pneus, recapagem, veículo e da mão-de-obra atuante. Também serão fornecidos dados da frota como a idade da frota operante e a respectiva quantidade, a fim de calcular a idade média da frota operante.

Para o Cálculo dos Custos Variáveis, basicamente o custo pelo veículo em operação e os respectivos índices de consumo, obteve-se um valor de R$ 1,0139 por quilômetro rodado. Já os Custos Fixos consideram o custo do capital despendido, a depreciação, a manutenção, as despesas diretas com o pessoal (motorista, cobrador e fiscais) e as despesas Administrativas com seguros e impostos dos veículos, tendo um valor de R$1,74 por quilômetro.

O valor do Custo por quilômetro pelo método da ANTP é de R$ 2,7539 por quilômetro, tendo em vista que o Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK) de 1,88 passageiro/km, resulta-se na tarifa de R$ 1,70/passageiro considerando os impostos.

O Valor da tarifa pleiteado difere da Tarifa praticada, entretanto justifica-se devido ao fato que o Método da ANTP não considera o lucro, de forma explicita, que as empresas operadoras obtêm com o transporte público, tendo em vista que esses são operados pela iniciativa privada; também vale ressaltar que, após o ano de 2004, houve uma queda no índice IPK, que se justifica como melhoria na qualidade do serviço oferecido aos usuários (menor quantidade de passageiros transportado, gerando conforto) e aumento dos custos operacional, ressaltando o fato que o cálculo tarifário considera o IPK para determinação da tarifa.

5.2 AVENIDA JOÃO NAVES DE ÁVILA

A Avenida João Naves de Ávila possui um traçado plano, por ter sido historicamente uma linha férrea, cuja estação se localizava na atual Praça Sérgio Pacheco. Com a crescente urbanização e a expansão do centro da cidade, a linha férrea e a estação foram deslocadas para o Bairro Custódio Pereira, desobstruindo, assim, as principais linhas de tráfego do município.

Nesse contexto, houve a criação de diversos bairros que se expandiram na região Sudeste da cidade, o que gerou um fluxo de passageiro crescente ao longo da Avenida, pois trata-se do principal trajeto de ligação dos bairros ao Centro; nela, havia 31 pontos de paradas de ônibus, dos quais dezesseis operavam no sentido Bairro-Centro e quinze no sentido Centro Bairro, conforme demonstrado na Tabela 8.

O excesso de pontos de paradas ocasionava perda de tempo, devido à falta de fluidez no tráfego. A solução para tal caso seria a implantação de um sistema ágil e eficiente, como um corredor estrutural de ônibus, que garantisse a prioridade do transporte coletivo sobre o particular, uma melhor fluidez para o tráfego e, consequentemente, melhoria de qualidade do sistema.

Tabela 8: Localização dos antigos pontos de parada da Av. João Naves

N° do Ponto	Referência do Ponto de Parada entre Rua anterior e posterior	
TERMINAL SANTA LUZIA		
1	Rua Lourdes de Carvalho	R. Antônio Zeferino de Paula
2	R. Manoel Ascenso Batista	R. Prof. Maira Alves Castilho
3	R. José R. Queiroz	R. Lycidio Paes
4	R. José Carrijo	R. João Catanduva
5	R. Antônio Salvano Rezende	R. Jorge Martins Pinto
6	R. Joaquim F. Veloso	R. Romenos Simão
7	R. Prof. Nilda S. José	R. Arlindo S. Monteiro
8	R. Saturino Santos	R. Francisco Bernardes
9	R. Joaquina P. Dias	R. Antônia Saltão Almeida
10	Al. Uberaba	R. Izaú de Mendonça
11	Av. Segismundo Pereira	R. Francisco Vicente Ferreira
12	Av. Belarmindo Cota Pacheco	Av. Segismundo Pereira
13	Av. Rondon Pacheco	Av. Anselmo Alves dos Santos
14	R. Monte Alegre	R. Prata
15	R. Roosevelt de Oliveira	R. dos Pereiras
16	Av. Cesário Alvim	R. Cruzeiro dos Peixotos
TERMINAL CENTRAL		
17	Av. Cesário Alvim	R. Agenor Paes
18	R. Cruzeiro dos Peixotos	R. Geraldo Morais
19	R. Camilo Braga	R. Hortêncio Moraes
20	R. Modesta Maria	R. Luiza Jesus
21	R. José Rezende Costa	R. Inocêncio Rocha
22	Av. Salim Suaid	R. Manoel dos Santos
23	R. Timbiras	R. Tupis
24	R. Emboabas	R. Xavantes
25	Al. Uberaba	R. Paissandu
26	R. Vicente Piragibe	R. Bento de Faria
27	R. Alvares de Azevedo	R. Aldorando J. De Souza
28	R. Olavo C. De castro	R. José Zacarias Jr.
29	R. João Ramalho	R. Brigadeiro Luiz Antunes
30	R. Conselheiro Lafaiete	R. Marconi
31	R. Amoroso Costa	R. Jayme Tannus

Fonte: Banco de dados da SETTRAN, 2007

Com o propósito de promover a priorização do transporte coletivo no sistema viário, ligando à periferia da cidade aos polos de geração e atração de tráfego de viagem, o Corredor estrutural da Avenida João Naves de Ávila foi proposto no ano de 2000, entretanto só começou operar em Setembro de 2006. O projeto foi implantado com faixa exclusiva junto ao canteiro central, diminuindo a largura da pista de rolamento aos veículos particulares, para oferecer a faixa da esquerda exclusiva aos ônibus; para isso, foram

proibidas as conversões à esquerda na maioria do trecho, porém há alguns pontos determinados no qual é autorizado essas conversões, sendo alguns semaforizados e outros não.

5.3 AS LINHAS NA AVENIDA JOÃO NAVES

Antes da implantação do corredor, a avenida era atendida por dez linhas do sistema com integração nos terminais sendo elas troncais e alimentadoras, além de três linhas do Sistema Beija-flor, que são linhas seletivas, que realizam um serviço complementar ao transporte coletivo convencional, com melhor qualidade, visando a atrair os usuários de automóvel, com a frota composta por micro-ônibus denominados executivos, que só transportam pessoas sentadas, porém esses serviços, oferecidos no início da operação, após um certo tempo, foram desabilitados.

Após a implantação do corredor, o sistema continua sendo atendido por dez linhas com integração nos terminais, sendo troncais e alimentadores, além de duas linhas alimentadoras que integram em estações. O SIT definiu as linhas de acordo com a função exercida: os veículos foram pintados em vermelho, amarelo e verde para facilitar a identificação pelo usuário.

A frota em operação foi mantida em 53 veículos, entretanto foram adquiridos oito veículos articulados, o que proporcionou ao corredor maior capacidade de usuários transportados, já que antes as linhas operavam apenas com ônibus *padron*. Além de maior capacidade de passageiros transportados o veículo, opera melhor nas estações por possuir três portas de embarque e desembarque no lado esquerdo. Houve também a aquisição de dois veículos de piso baixo, que não possuem nenhum degrau, facilitando o embarque e desembarque dos portadores de necessidades especiais.

Devido às características das linhas Beija-Flor, de não estarem integradas ao SIT e com ônibus *Padron* com duas portas à direita, as linhas B903, B909 e B905 foram desabilitadas.

Tabela 9: Linhas operantes na Av. João Naves

Linhas operando em 2005		Linhas operando em 2007	
T131	T. Sta. Luzia – T. Central (adap)	T131	T. Sta Luzia – T. Central
T132	T. Sta Luzia – T. Central (adap)	E131	T. Sta Luzia – T. Central (Expres)
T101	Morumbi _T. Central (Adap.)	T132	T. Sta Luzia – T. Central
T103	Morumbi _T. Central (Adap.)	T101	Morumbi _T. Central
A105	Sta Mônica – Terminal Central	T103	Morumbi _T. Central
A116	Sta Mônica – Terminal Central	A105	Sta Mônica – Terminal Central
A117	Griff Shop – Terminal Central	A115	Saraiva – Terminal Central
A171	Patrimônio – T. Central (Adap.)	A116	Sta Mônica – Terminal Central
A115	Saraiva – Terminal Central	A117	Griff Shop – Terminal Central
A118	Terminal Central - Pampulha	A118	Terminal Central - Pampulha
B903	Granada - Centro	E111	Jd. Botânico – Est. São Francisco
B905	São Jorge - Centro	E801	St. Universit. - Est. São Francisco
B909	São Gabriel - Centro	-	-

Fonte: Banco de dados da SETTRAN, 2007

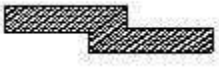
5.4 PONTOS DE PARADA

Os pontos de paradas, também denominados de estações, foram executadas em perfis em aço com laterais em vidro e esquadrias e esquadrias metálicas. Para garantir ventilação nas laterais das estações, a parte superior possui um painel de ventilação e na parte inferior, brise. Para visualização e iluminação foram utilizados vidros temperados nas laterais, os quais receberam um tratamento artístico com fotos que relatam a história da cidade.

Foram implantadas treze estações de trajeto, localizados próximos aos antigos pontos de embarque e desembarque, e consistem numa melhoria com uma estrutura diferenciada juntamente com uma organização da via. Das treze estações da avenida, três são de transferência, modalidade que permite a conexão com os bairros sem passar pelo Terminal Central, são essas: Estação 05 – Prefeitura, Estação 08 – São Francisco e Estação 11 – UAI

As estações 2, 6, 9 e 10 caracterizam em módulos diferenciados; por razões topográficas, possuem mais de um metro de desníveis entre as pistas de rolamento. Sendo assim, são interligadas por escadas internas e elevadores, para atender aos portadores de necessidades especiais. Já no caso das estações 1 e 5, o desnível foi vencido por escadas internas e rampas.

Tabela 10: Tipologia das Estações da Av. João Naves de Ávila

Estação	Tipo de Plataforma		Dimensões (m)
1 – Cesário Alvim	Única		36 x 5
2 - Pereiras	Deslocada		2 x 36 x 3
3 - SESC	Única		36 x 5
4 - Shopping	Única		36 x 5
5 - Prefeitura	Única		36 x 5
6 - UFU	Única		2 x 36 x 3
7 - Nicodemos	Única		18 x 5
8 – São Francisco	Única		36 x 5
9 - Lagoinha	Única		2 x 18 x 3
10 - Carajás	Única		2 x 18 x 3
11 - UAI	Única		36 x 5
12 - Pampulha	Única		18 x 5
13- João Balbino	Única		18 x 5

Fonte: Faria (2007).

5.5 AVALIAÇÕES DO CORREDOR DA AVENIDA JOÃO NAVES DE ÁVILA

A princípio a avaliação do Corredor da Avenida João Naves, consistiu na coleta de dados de pesquisas de sobe-desce realizadas pela Universidade Federal de Uberlândia em conjunto com a Secretaria de Trânsito e Transporte (SETTRAN), antes da implantação do corredor. De posse destes dados, realizou-se uma nova pesquisa, que obteve o seguinte resultado no horário, conforme Tabela 11.

Tabela 11- Resultado da Pesquisa de Sobe e desce

Situação	Total de paradas	Distância (m)	Quantidade de Passageiros	IPK
Antes da Implantação do Corredor	31	15..300	793	4,29
Após a implantação do Corredor	26	15..300	2.196	2,85

Foram obtidos dados para essa comparação numa pesquisa de sobe-desce e esses dados demonstrados referem ao período das 7h às 8h; as respectivas foram realizadas no mês de novembro de 2005 e 2007. As distâncias entre pontos e a distância total do trecho foi obtida por meio de mapas fornecidos pelo cadastro da Prefeitura Municipal de Uberlândia no *software* AutoCAD, e obtiveram-se os dados para o cálculo do IPK nesse horário.

Após a implantação do corredor, foram constatados outros fatores técnicos, tais como a adaptação das portas dos veículos para agilizar o embarque e desembarque de passageiros; há outros fatores que interferem no desempenho operacional, e conforme análise da pesquisa de sobe e desce, concluiu-se que os padrões encontrados estão conforme os parâmetros estabelecidos pela a ANTP, conforme demonstrado abaixo:

- Tempo médio de embarque e desembarque. Esse valor oscila entre 2,0 a 2,5 segundos por passageiro;
- velocidade operacional média de 23,55 km/h, representa a velocidade nas condições reais de operação ao longo do itinerário.

- itinerário (ida/volta). Foram avaliadas as condições que o sistema viário apresenta para os esquemas de circulação, sendo o tempo de ciclo médio de 38,99 minutos, além de ter uma via sem deterioração e com exclusividade ao transporte público, e os pontos de paradas foram redistribuídos ao longo do trajeto reduzindo o excesso de parada.

5.5.1 Simulação da Velocidade Operacional antes do Corredor

Baseado em alguns estudos de tráfego efetuados pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia e pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, foi realizada uma simulação de movimento de veículos com variação de velocidade, para determinar-se a velocidade média com que os ônibus operavam na Avenida João Naves de Ávila antes da implantação do corredor. Para isto, foram listadas as distâncias entre os pontos de paradas, e a partir de então foi feita uma simulação, considerando as acelerações até obter a velocidade máxima da via de 60 km/h, e em segundo instante dependendo do trecho um movimento uniforme e as desacelerações nas paradas de ônibus e interferências tais como semáforos.

A taxa de aceleração e desaceleração foi adotado o critério denominado de Desempenho Dinâmico, conforme descrito no capitulo segundo e no restante do percurso foi considerada a velocidade máxima de 60 km/h (velocidade máxima regulamentada nesta via) num movimento acelerado; é importante ressaltar que, nas interferências em cruzamentos semaforizadas foram considerados, inclusive, o tempo perdido no semáforo.

Foi determinada a velocidade no trecho e o tempo gasto durante o percurso entre os pontos de parada, porém para definir a velocidade operacional, foram utilizados critérios da ANTP, que consideram um tempo de dois segundos para cada passageiro embarcado e o tempo perdido em todos os cruzamentos semaforizadas sendo em torno de 30 segundos para cada fase, porém tendo ciclos diferenciados de acordo com o número de faixas que compõe o cruzamento. Vale ressaltar que o movimento em condição de regime nas interferências, resultando numa velocidade operacional final de 20,17 km/h, extremamente superior as velocidades encontradas em pesquisas da ANTP.

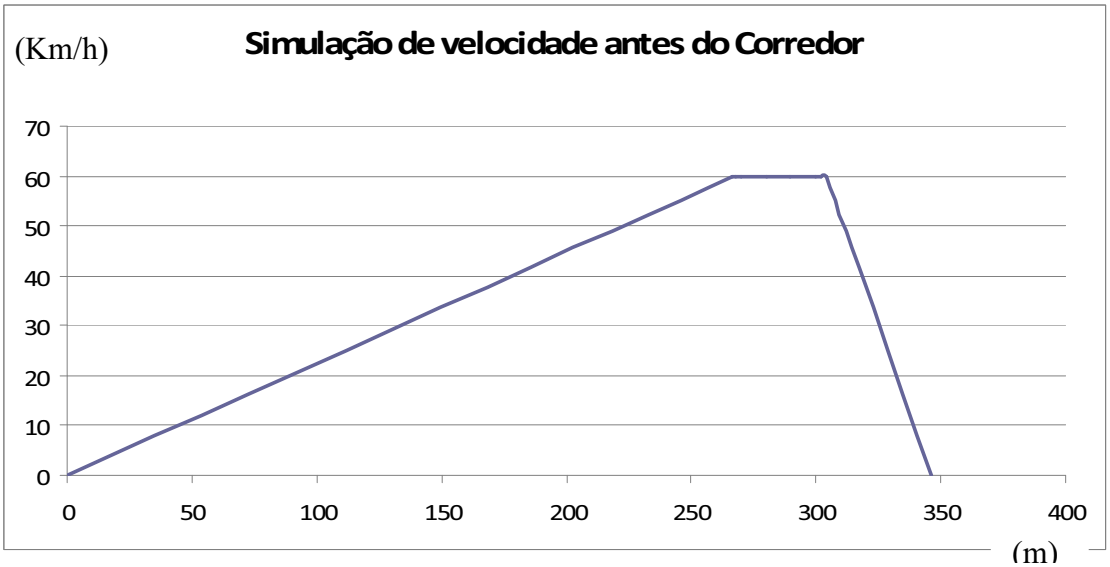


Figura 8: Simulação de Velocidade antes do Corredor

O Corredor da Avenida João Naves de Ávila demonstrou que opera em um nível de serviço A, oscilando às vezes ao nível de Serviço B, durante os horários de pico. Também se constata que a implantação do corredor da Avenida João Naves de Ávila implicou a redução de um IPK no percurso de 4,29 pass/km para 2,85 pass/km, porém este IPK é superior ao IPK encontrado quando se analisa a demanda do Sistema de Transporte de Uberlândia como um todo.

Contudo, a determinação do tempo de viagem, após a implantação do Corredor da Avenida João Naves de Ávila, foi feita por meio de aferição durante o percurso nas pesquisas de sobe e desce realizadas em novembro de 2007, todavia o tempo antes da implantação do corredor foi obtido por meio de simulação em que se utilizou o teste do Desempenho Dinâmico conforme, descrito no capitulo segundo, obtendo-se os tempos de viagem e as velocidades operacionais constantes da Tabela 12.

Tabela 12 - Tempos de Viagem e Velocidades Operacionais

Situação	Tempo Total (seg.)	Tempo Perdido em Paradas (seg.)	Velocidade Operacional (km/h)
Antes da Implantação do Corredor	2.731,3	264,5	20,17
Após a implantação do Corredor	2.339,5	335,5	23,55

Com os resultados obtidos, obteve-se a redução de 6,53 minutos no tempo de viagem total após a implantação do corredor, além do aumento da velocidade operacional do sistema de 20,17 km/h para 23,55 km/h. Esse resultado é satisfatório e esperado, tendo em vista que o sistema flui em vias não segregadas e sem influência do trânsito externo; vale ressaltar que o número de veículos que circulam na via aumentou devido às facilidades de mercado na aquisição de novos veículos e ao crescimento populacional na região Sul da cidade.

Contudo, o crescimento populacional da região Sul também é um fator importante na avaliação de projeto, tendo em vista que o sistema foi dimensionado para uma capacidade máxima de 120.000 passageiros por dia. Para obtermos uma projeção ao longo dos vinte anos que representam a vida útil do projeto, foi feita uma aferição dos dois primeiros anos, com base na comparação dos dados obtidos em novembro de 2005 e de 2007 e constatou-se um crescimento de demanda de 4,65% ao ano nos dois primeiros anos; entretanto, em consulta ao órgão de pesquisas demográficas o IBGE, obtém-se um crescimento padrão considerado em todas as cidades de médio porte do território brasileiro de 1,03% ao ano, tendo em vista a variação dos resultados e considerando-se a previsão de futuro crescimento populacional na região sul com a implantação de um Hospital Municipal e a crescente comercialização do local. Foi evidenciada uma média entre os valores reais e o índice do IBGE, obtendo-se as seguintes diretrizes do crescimento da demanda do corredor de ônibus da Avenida João Naves, conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Taxa de Crescimento da Demanda na Vida Útil do Projeto

Situação	Crescimento
Crescimento na demanda no 1° e 2° ano	4,66%
Crescimento na demanda do ano 3° ao 10° ano	2,84%
Crescimento na demanda a partir do 11° ano	1,03%

O corredor da Avenida João Naves de Ávila entrou em Operação em setembro de 2006, e a duração das obras foi de dez meses, tendo um mês de obra paralisada.

Para cálculo do empreendimento, será considerada uma taxa de juros de 12% ao ano, correspondente à taxa aplicada no mercado, uma capacidade inicial de 46.715 passageiros/ dia e um investimento inicial de R$5.423.912,19, conforme a PMU (2007). A renda per

capita da população é de R$415,00 (quatrocentos e quinze reais), conforme PMU (2008); e o custo por quilômetro rodado obtido pelo cálculo tarifário é de R$2,75, acrescido o custo de manutenção dos pontos de paradas que compõem o corredor conforme demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 - Custos de Manutenção

Custo de Manutenção		
Descrição	**Valor (R$)**	**Fonte**
Salário Fiscal (3 pessoas/ mês) (R$)	2.414,33	fonte PMU 2006+dissidio de 2007+ 2008
Salário Faxineira/Manutenção (4 pessoas/mês) (R$)	1.660,00	Salário Mínimo
Encargos Sociais Funcionários (R$)	5.166,26	1,27% sobre o valor do Salário
Água/Energia (R$)	6.000,00	(Estimativa)
Seguranças (empresas de segurança) (R$)	15.000,00	(Estimativa)
Adicionais/Sinalização (R$)	35.000,00	(Estimativa)
Total (R$)	**65.240,59**	

Os custos e benefícios foram relacionados ao longo da vida útil do projeto, sendo ambos obtidos por meio da projeção da demanda, conforme os índices de crescimentos apresentados na Tabela 13. Para os custos, foi encontrado o número de viagens que seriam necessárias para atender a demanda futura e por meio dele, considerando a extensão do corredor e o custo por quilometro rodado obtido anteriormente, obtêm-se o custo do corredor em operação. Deve-se ressaltar que no final do primeiro ano os custos serão de operação e manutenção dos terminais e ônibus.

Já os benefícios foram calculados multiplicando pela a diferença do tempo antes e após a implantação do corredor da Avenida João Naves de Ávila (economia de tempo), pela a renda per capita da população e pela a projeção da população obtém-se o beneficio proporcionado a população ao longo dos 20 anos, vale ressaltar que foi calculado o valor presente tanto dos custos quanto aos benefícios, considerando uma taxa mínima de atratividade de 12% a.a, sendo a taxa utilizada no mercado atualmente, conforme demonstrado na Tabela 15.

Para obtenção dos dados de demanda, custos e benefícios (receitas) ao longo dos anos, foi utilizada a Fórmula da Matemática financeira Valor Futuro, conforme demonstrado na Fórmula 5.1

$$VF = VP * (1+i)^n \qquad (5.1)$$

Onde:

VP: Valor Presente

VF: Valor Futuro

i: taxa de juros, no caso a utilizada é de 12 % ao ano

n: a vida útil do projeto, no caso 20 anos

Tabela 15: Valores dos Custos e Benefícios

			Custos		Benefícios	
Datas	**Demanda/dia (pass. Equiv.)**	**Demanda/ano (pass. Equiv.)**	**Custos Operacionais (R$)**	**Valor Presente dos Custos (12%a.a)**	**Benefícios**	**Valor Presente dos Benefícios (12%a.a)**
0	-	-	5.423.912,19	6.803.754,45	-	-
1	46.715,00	17.050.975,00	3.445.058,61	3.445.058,61	3.500.307,18	3.500.307,18
2	48.890,05	17.844.868,40	3.569.009,31	3.186.615,46	3.663.281,48	3.270.787,03
3	51.166,37	18.675.725,47	3.698.731,17	2.948.605,84	3.833.843,86	3.056.316,86
4	55.658,03	20.315.180,93	3.954.699,62	2.814.877,07	4.170.399,26	2.968.407,82
5	57.241,22	20.893.046,25	4.044.921,82	2.570.620,95	4.289.026,27	2.725.753,73
6	58.869,45	21.487.348,95	4.137.710,40	2.347.848,00	4.411.027,62	2.502.935,54
7	60.543,99	22.098.556,59	4.233.138,35	2.144.639,63	4.536.499,30	2.298.331,73
8	62.266,16	22.727.150,03	4.331.280,75	1.959.251,45	4.665.540,03	2.110.453,37
9	64.037,33	23.373.623,82	4.432.214,81	1.790.097,22	4.798.251,31	1.937.933,23
10	65.858,87	24.038.486,55	4.536.019,93	1.635.734,26	4.934.737,57	1.779.515,84
11	66.539,19	24.286.804,11	4.574.789,80	1.472.959,88	4.985.713,41	1.605.266,28
12	67.226,54	24.537.686,80	4.613.960,15	1.326.403,29	5.037.215,83	1.448.079,18
13	67.920,99	24.791.161,10	4.653.535,14	1.194.446,56	5.089.250,27	1.306.283,79
14	68.622,61	25.047.253,80	4.693.518,93	1.075.633,40	5.141.822,23	1.178.372,94
15	69.331,48	25.305.991,93	4.733.915,76	968.652,96	5.194.937,25	1.062.987,09
16	70.047,68	25.567.402,83	4.774.729,88	872.325,30	5.248.600,95	958.899,77
17	70.771,27	25.831.514,10	4.815.965,62	785.588,32	5.302.819,00	865.004,65
18	71.502,34	26.098.353,64	4.857.627,32	707.485,93	5.357.597,12	780.303,70
19	72.240,96	26.367.949,63	4.899.719,39	637.157,50	5.412.941,10	703.896,64
20	72.987,21	26.640.330,55	4.942.246,27	573.828,28	5.468.856,78	634.971,33
		Total (R$)	**-**	**44.706.642,97**	**-**	**36.694.807,70**

Tendo em vista todos os valores listados, obtêm se os índices da Relação Beneficio/Custo (RBC), o Valor Presente Liquido (VPL) e a taxa interna de Retorno (TIR), por meio das fórmulas 5.2 e 5..3:

- Relação Benefício Custo (RBC):

$$RBC = \frac{VPB}{VPC} = \frac{36.694.807,70}{44.706.642,97} = 0,82 \qquad \textbf{(5.2)}$$

Onde:

RBC: Relação Benefício/Custo;

VPB: Valor Presente dos Benefícios;

VPC: Valor Presente dos Custos;

Tendo em vista que RBC é igual 0,82 e menor que 1, conclui-se que o investimento não é economicamente viável.

- Valor Presente Liquido (VPL):

$$VPL = VPB - VPC \qquad \textbf{(5.3)}$$

Onde:

VPL: Valor Presente Liquido (R$);

VPB: Valor Presente dos Benefícios (R$);

VPC: Valor Presente dos Custos (R$);

O Valor Presente Liquido (VPL) é de R$8.011.835,26, sendo menor que zero, o que indica que esse empreendimento é inviável economicamente.

- Taxa Interna de Retorno (TIR):

Considerado a relação benefício/custo (RBC) igual a um e empregando a ferramenta "atingir metas" do Microsoft Excel, o valor da taxa interna de retorno obtido foi de 4,35 % ao ano.

5.6 ANÁLISES E CONCLUSÕES

Segundo dados PMU (2007) o corredor da Avenida João Naves de Ávila possui uma extensão de 7,428 km em cada trecho, totalizando uma extensão de 14,856 km; no entanto o percurso total percorrido de um terminal ao outro é de 15,3 Km. Tendo em vista que o investimento do empreendimento foi R$ 5.423.912,19 (cinco milhões e quatrocentos e vinte e três mil e novecentos e doze reais e dezenove centavos), obtém-se um investimento de R$ 365.099,09 (trezentos e sessenta e cinco mil e noventa e nove reais e nove centavos) por quilômetro.

Entretanto, em outras análises em relação ao empreendimento, principalmente em relação ao custo operacional do sistema, deve se ressaltar que a tarifa praticada não leva em consideração o investimento despendido no corredor, pois este foi executado pelo poder público e não terá retorno econômico.

Em relação ao investimento, conclui-se que não haverá retorno ao longo dos vinte anos, se for aplicada a taxa de juros usual aplicado no mercado financeiro, pois as perspectivas de crescimento da demanda no corredor não são tão otimistas. De acordo com o IBGE, o crescimento médio populacional dos bairros de Uberlândia tem sido de 1,033% ao ano, entretanto, com a implantação do Hospital Municipal e com a crescente comercialização imobiliária na da região, houve um crescimento um pouco maior, de 4,66%, nos primeiros anos de implantação. Devido a essas taxas de crescimento, concluí-se que, dificilmente, neste período de vinte anos, o empreendimento alcançará a demanda máxima de projeto de 120.000 passageiros por dia.

Em suma, o investimento não é viável economicamente, mas avaliando-se os parâmetros sociais e comparando-se o nível de serviço oferecido antes e depois da implantação, o

empreendimento se justifica tendo em vista que a frota de veículos na cidade aumentou, de acordo com o IBGE, para 122.313 automóveis (IBGE,2007) e que a Avenida João Naves é uma das principais avenidas no município. Se o empreendimento não fosse consolidado, haveria um atraso nos serviços oferecidos, em virtude do excesso de veículos e do tráfego misto.

REFERÊNCIAS

ADLER, H. **Economic Appraisal of Transport Projects.** A Manual with Case Studies. International Bank for Reconstruction and Development. 1987.

ALOUCHE, P. L. Corredores Urbanos de Transporte para Altas Demandas. **Seminário Soluções Integradas de Transporte**, Porto Alegre, 2006.

ANTHI, T. e DEGHANI, Y. **Models for transportation level of service**. Transpa Res-B, vol. 14-B. 1980, p 87-99.

ANTP. **Gerenciamento de Transporte Público Urbano**: Módulo 2 – Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbano. Instruções Básicas. v. 1 São Paulo, junho de 1990

ANTP. **Gerenciamento de Transporte Público Urbano**: Módulo 3 – Dimensionamento de Linhas de Ônibus. Instruções Básicas. v. 1 São Paulo, junho de 1990

ANTP. **Transporte Urbano e qualidade de vida.** Informativo ANTP 3 – *102, Abril de 2003.* Disponível em: <http://portal.antp.org.br/Publicações%20ANTP/Informativo%20ANTP/info102_pg03.pdf. Acesso em 20 de junho de 2007.

ARIAS, C.A e Y Consultores. **Bus Rapid Transit Planing Guide.** New York: Hewllett Foundation: 3. Ed., 2007

AZEVEDO, M. **Impacto dos transportes urbanos no meio-ambiente.** Notas de aula disciplina Transportes Urbanos. Universidade Federal do Ceará, 2007.

BALASSIANO, R. Planejamento Estratégico de Transportes Considerando Sistemas de Média e Baixa Capacidade. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes-ANPET, 11, Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. v.1, p.203 – 216.

BARAT, J. Sistema de Transporte nos Países em Desenvolvimento: Financiamento e Tarifação. **Revista dos Transportes Públicos** – ANTP, São Paulo,1 991 ano13, n.52, p.5 – 15

BOVAIRD, T. **Key Performance indicators in BBC Word Service: a balanced Scorecard approach**. Birmingham: University of Aston, (mimeo), 1997.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de Projetos.** Rio de Janeiro: Campus, 1984.

CANÇADO, V. L. **Regulador e Regulados: Análise do processo de avaliação do desempenho das empresas do sistema municipal de transporte por ônibus de Belo Horizonte.** In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Tese de Doutorado**.Belo Horizonte, 1999.

CAVALCANTE, R. A. **Estimativa das Penalidades Associadas com os Transbordos em Sistemas Integrados de Transporte Público**. 2002 In. COPPE/UFRJ, ESCOLA DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES. **Dissertação de Mestrado**. Rio de Janeiro 2002

CBCA - **Conceito valoriza usuário e interação tecnológica.** Disponível em: http://www.cbca-ibs.org.br/noticias_exibe.asp?Codigo=685&Refresh=200778468. Acesso em 05 de novembro de 2007.

COMONOR - Comboios de Ônibus Ordenados. **Boletim Técnico** nº 22 Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo. (1979).

D'AGOSTO, M. A; RIBEIRO, S. K. e PEREIRA, P.H.S. **Ônibus de Propulsão Hídrica e o Potencial de Economia de Óleo Diesel no Transporte Urbano de Passageiros no Brasil.** In.: COPPE – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro, 2005. Artigos.

DAMAZO, P. S. Infraestrutura urbana e turística da cidade de Uberlândia. In. OLIVEIRA, S. F. (org.) **Turismo de negócios**. Uberlândia: Rápida, 2004, p. 7-36.

ESTEVES, L. M. B., 1982, **Um Modelo de Simulação da Operação de Ônibus em Faixas Exclusivas em Vias Arteriais.** In. COPPE – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Tese de Mestrado**. Rio de Janeiro, 322 p.

FARIA C. A. **Percepção do usuário com relação às características do nível de serviço do transporte coletivo urbano por ônibus**.1985. In: ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Dissertação de Mestrado.** São Carlos, 1985.

FARIA, G. E. F. **Implantação do Corredor Estrutural João Naves de Ávila**. 2007. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Uberlândia, 2007.83 p. Relatório.

FERRAZ, A. C. P. **Escritos sobre transporte, trânsito e urbanismo**. São Carlos, 1998.

FERRAZ, A. C. P.; ZANELLA, C. **Cálculo e Gerenciamento da Tarifa dos Ônibus nas Cidades Médias e Pequenas**. São Carlos, 1992.

FERRAZ, A. C. P. e TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. São Paulo: Rima, 2004.

FERREIRA, A. C. S., GOMES, L. F. Critérios e decisões em Transportes – Uma análise comparativa de dois métodos analíticos para a redução de interdependência**.** In. CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 8º, 1994, Recife. **Anais...** ANTP, 1994. v. 2, p. 143-152.

FERREIRA, E. A. **Um método de utilização de dados de pesquisa embarque/desembarque na calibração de modelos de distribuição do tipo gravitacional.** 1999. In. ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Dissertação de Mestrado**. São Carlos, 1999. 118 p.

FURTADO, N. e KAWAMOTO, E. **Avaliação de Projetos de Transportes.** Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2002. Apostila.

GEIPOT– EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbanos – Instruções Práticas Atualizadas**. Brasília,1996..

GIBSON, J., BARZA I. e WILLUSSEM L. **Bus-stops, congestion and congested bus-stops**. Traffic Engineering and Control. 1989. p. 291-302,

GIMENEZ, L. e OLVEIRA, N. S. A. A Solução Adotada nos Novos Corredores de Ônibus de São Paulo- In: **XII Congresso Brasileiro de Transportes e Trânsito** - ANTP, 1998. Rio de Janeiro, 1998,

HENDRIKSEN, Eldon S.; VAN BREDA, Michael F. **Teoria da Contabilidade**. São Paulo: Atlas, 1999. Tradução da 5. ed. americana por Antonio Zoratto Sanvicente.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LANCASTER, K. **A Economia Moderna: Teoria e Aplicações.** 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

LENE, T. A. G. **Custo de oportunidade do capital**. Lia Pauto, FEA/USP, Circulação Interna, 1991. p. 2230.

LIMA, I. M. O., FIGUEIREDO, A. S., ERNESTO, F., LIMA, L. E. A. S. Gestão de Qualidade e Produtividade em Transporte Público Urbano no Brasil. **Revista Indicadores de Qualidade e Produtividade,** artigo III, 1993.

LIMA, I. M. O. Eficiência e qualidade em regime de concessão. **Revista dos Transportes Públicos**. São Paulo: v. 17, n. 4, p. 77-95,1996.

LIMA, M. L. P. **Sistemas de Transporte**. In: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. Rio Grande, 2002. Notas de Aula.

KITTELSON, W. K. **Historical Overview of the Committee on Highway Capacity and Quality of Service**. In: 4th International Symposium on Highway Capacity, 2002.

MACEDO, M. H. **Tempo de Viagem Por Transporte Coletivo: um Estudo Para o Caso das Cidades Médias**. 1991 In: ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Dissertação de Mestrado.** São Carlos,1991

MC LEOD, D. **Multimodal Arterial Level of Service**. **USA Transportation Research Circular E-C018: 4th International Symposium on Highway Capacity. Florida Department of Transportation.** Florida*, 2001, p. 221-233*

MELO, C. **Sistemas de ônibus nas áreas urbanas**. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Recife, 1979.136 p.

MOTTA, D. M. **As metrópoles e os desafios da política urbana**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004.

NTU. **Integração no Transporte – Uma análise dos sistemas implantados: Vias exclusivas**. Disponível em <http://www.ntu.org.br/banco/integracao/integra_pag_10.htm>. Acesso em 12 de Julho de 2007.

NTU. **Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano**. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. Gráfica Itamarati. Brasília, 2002. Relatório técnico.

NUNES, O. A. **Transporte Coletivo por Ônibus.** In: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE GOIÁS. Goiânia, 2007.

PADILHA, E. Por uma Política de Transportes Urbanos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 31 mar. 1998.Caderno 1, p.3.

PMU. **Prefeito de Uberlândia visita estação do Corredor Estrutural.** Disponível em: <http://www2.uberlandia.mg.gov.br/pmu/site.do?evento=x&lang=pt_BR&idConteudo=4341&chPlc=4341>, Acesso em 26 de junho de 2007.

POISTER, T. H. **Methods of Economic Analysis.** Survey Research Metods. Institute of Public Administration the Pennsylvania. Pennsylvania, 1980. p. 376-431.

POMERANZ, L. **Elaboração e análise de projetos.** São Paulo: Hucitec, 1985.

RECK, G., SZASZ. P. e GASPARETTO V. **Corredores de Transporte Público de Alta Capacidade: O Caso Da Avenida Caracas.** 2003 In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Florianópolis, 2003.

ROCHA, E. C. **As Planilhas Tarifárias do Transporte Coletivo Urbano por Ônibus e os Diferentes Modelos de Veículos**, 1996. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COPPE/UFRJ. **Dissertação de Mestrado.** Rio de Janeiro, 1996. 184 p.

ROSSITER, A. C. **Contribuição Metodológica para a monitoração do desempenho de sistemas de transporte público por ônibus**, 1998. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Dissertação de Mestrado**. Rio de Janeiro, 1998.

ORRICO FILHO, R. D. Ônibus urbanos: custos de capital, manutenção e tarifas. **Revista dos Transportes Públicos***,* São Paulo*,* ANTP, ano18, n.69, p.73 – 84, 1995.

PAMPLONA, M. R. - **Considerações Sobre o Emprego dos Diferentes Tipos de Ônibus no Transporte Público Urbano,** 2000. In. ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Dissertação de Mestrado.** São Carlos, 2000.

PEREIRA, W.A.N. **Modelo Multicritério de Avaliação de Desempenho Operacional do Transporte Coletivo por Ônibus no Município de Fortaleza**, 2001. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Dissertação de Mestrado**. Fortaleza, 2001. 192 p.

POOLE, R. W Jr. and BALAKER, T.**Virtual Exclusive Busways:Improving Urban Transit While Relieving Congestion**. ed. Reason Foundation, September 2005. 50 p.

SAMPAIO, B. R; NETO, O. L. e SAMPAIO, Y. **Efficiency analysis of public transport systems:Lessons for institutional planning**. In: Transportation Research Part A, January, 2008

SANCHES, S. P. **Contribuição à Análise Operacional de Redes de Transporte Coletivo em Cidades de Porte Médio**. 1988. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Dissertação de Mestrado**. São Carlos, 1988.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1994. p. 96.

SILVA, A. N. R.; FERRAZ, A. C. P. **Transporte público urbano: operação e administração**. In: ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS. São Carlos, 1991. 82p. Notas de Aula.

SILVA, G. A. P. **Considerações sobre as Características de vias exclusivas para ônibus no transporte coletivo urbano**. 2005. In: FACULDADE DE TECNOLOGIA: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. **Dissertação de Mestrado**. Brasília, 2005.

SIQUEIRA, M. M. Eficácia da Administração Pública: imposição democrática. **Revista de Administração de Empresas**, v.30, n, 1, p. 65-72, 1990.

SOUZA, A. e CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2001, 168 p.

TEU. **Promovendo o Transporte Urbano - As qualidades do TEU.** Disponível em: <http://www.teu.antp.org.br/novosite/?p=18#more-18>. Acesso em 17 de dezembro de 2007.

TRANSMILÊNIO - **TransMilênio, Bogota, transporte, transport, taxis, buses, busetas, Bogota, Articulated buses, cabs, Colômbia.** Disponível em: <http://www.bogota-dc.com/trans/transmilenio.html> . Acesso em 13 de julho de 2007.

TCRP - Transit Capacity and Quality of Service Manual – Transportation Research Board Executive Committee. 2nd edition, 2002

VUCHIC, V. R. **Urban public Transportation**: System and Technology. New Jersey: Prentice-Hill. 1981

WALL, G. and MCDONALD, M. **Improving bus service quality and information in Winchester**. Transport Policy. United Kingdom. 14nd. 2007. 165–179 p.

WESTPHAL, F. S. **Estudo de Viabilidade Econômica de uma proposta comercial de Retrofit em um Edifício Comercial**. 2002. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Dissertação de Mestrado.** Florianópolis, 2002.

ZORZAL, F. M. B; SARMENTO, R; SERAFIM, A. J. **A Concepção da Agenda 21 para a Cidade de Curitiba.** In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental João Pessoa, 2001,9 p.

Anexo A

Cálculo Tarifário

1) Cálculo do Número Equivalente de Passageiros

Passageiros transportados com desconto (pass)	805.212
Porcentagem de desconto	40
Passageiros transportados sem desconto (pass)	3.769.016

Fonte: PMU (2007)

Cálculo do Número de Passageiros Equivalente:

$$NPE = PSD + \left(PPA * \left(1 - \frac{A}{100} \right) \right) = 3.769.016 + \left(805.212 * \left(1 - \frac{40}{100} \right) \right) = 4.252.142{,}2 \text{pass}$$

Onde:

NPE: número de passageiros equivalente mensal (pass/mês);

PSD: número de passageiros sem desconto na tarifa (pass/mês);

PPA: número de passageiros que pagam A% da tarifa normal (pass/mês);

2) Cálculo do Número de Passageiros Trasnportados por mês

Frota efetiva em operação (veículos)	317

Cálculo do número de passageiros transportados por veículos:

$$PTV = \frac{NPE}{NVF} = \frac{4.252.142{,}2}{317} = 13.413{,}70 \text{pass/veiculoxmês}$$

Onde:

PTV: Número de passageiros Transportados por veículo (pass/veicxmes)

NPE: Número de passageiros equivalentes (pass)

NVF: Número de Veículos da Frota (veic)

3) Cálculo do Percurso Médio Mensal

Quilômetragem total percorrida por mês (km/mês)	2.255.950

Cálculo do Percurso Médio Mensal (PMM)

$$PMM = \frac{QKM}{NVF} = \frac{2.244.950}{317} = 7.116{,}56 km/veicxmês$$

Onde:

PMM: Cálculo do Percurso Médio Mensal (Km/veic.xmês)

QKM: Quantidade Total de Quilômetros Percorrido por mês (km/mês)

NVF: Número de Veículos da Frota (veic.)

4) Requisitos Básicos para o Cálculo de Tarifa

Preço de um litro de combustível	R$ 2,19
Preço de um litro de óleo de motor	R$ 5,02
Preço de um litro de óleo de caixa de mudança	R$ 5,83
Preço de um litro de óleo para diferencial	R$ 5,83
Preço de um litro de fluido para freio	R$ 8,97
Preço de um quilo de graxa	R$ 8,97
Preço de um pneu novo	R$ 873,33
Preço de uma recapagem	R$ 244,33
Preço de uma câmara	R$ 45,67
Preço de um protetor	R$ 25,67
Preço de um veículo novo (o mais representativo da frota)	R$ 325.298,00
Despesa com seguro obrigatório por veículo/Mês	R$ 35,55
Despesa total com Imposto sobre propriedade de Veiculo (IPVA)	R$ 43,82
Frota total (veic)	317
Composição Etária da frota total	
número de veículo de 0 a 1 ano	0
número de veículo de 1 a 2 anos	10
número de veículo de 2 a 3 anos	25
número de veículo de 3 a 4 anos	27
número de veículo de 4 a 5 anos	19
número de veículo de 5 a 6 anos	34
número de veículo de 6 a 7 anos	36
número de veículos com mais de 7 anos	187
Salários do Pessoal Operacional	
Salário mensal médio de motorista	R$977,23
Salário mensal médio de cobrador	R$586,32
Salário mensal médio de fiscal/despachante	R$804,78
Salário mensal médio de mecânico	R$934,29

5) Custos Variáveis (CV)

a) Cálculo do Consumo de Combustível

Preço de um litro de combustível	R$ 2,19
Coeficiente máximo de consumo (l/km)	0,38

$$COMB = PComb * CC = 2,19 * 0,38 = R\$0,8322/km$$

Onde:

Comb: Cálculo do Consumo de Combustível (R$/km)

Pcomb: Preço do Combustível (R$/l)

CC= Coeficiente de Consumo de Combustível (l/km)

b) Cálculo de óleos e Lubrificantes

Cálculo do oleo de motor por quilômetro (R$/km)	0,0366679
Cálculo do oleo da caixa de mudança (R$/km)	0,0024486
Cálculo do oleo de Diferencial (R$/km)	0,0033814
Cálculo do Graxa (R$/km)	0,0019734
Cálculo do Fluido de Freio (R$/km)	0,0082524
Cálculo dos Custos de óleo lubrificantes por quilômetros (R$/km)	0,0527237

c) Custo de Rodagem

Pneu novo (6 unidades)	R$5.239,98
Recapagem (2 vezes nos 6 pneus)	R$2.931,96
Câmara (2 unidades para cada um dos 6 pneus)	R$548,04
Protetor (2 unidades para cada um dos 6 pneus)	R$308,04
Custo Total da Rodagem	R$9.028,02

Quilometragem mínima admissível, pneu novo (km)	40.000
Quilometragem mínima admissível, 2 (duas) recapagens (km)	30.000
Vida útil mínima Total(km)	70.000

$$Rod = \frac{CRod}{VU} = \frac{9.028,02}{70.000} = R\$0,129/km$$

Onde:

Rod: Cálculo do Custo com rodagem (R$/km)

CRod: Custo com pneus e recapagens (R$)

VU: Vida útil(km)

d) Custo Variável Total (CV)

Custo do combustível por quilômetro (R$/km)	0,8322
Custo de óleos lubrificantes por quilômetros (R$/km)	0,0527
Custo de Rodagem por quilômetro (R$/km)	0,129

$$CV = 0{,}8322 + 0{,}0527 + 0{,}129 = R\$1{,}0139/km$$

Onde

CV: Custo Variável Total (R$/Km)

6) Custos Fixo (CF)

a) Custo Capital

Preço do veículo novo (R$)	R$ 325.298,00
Preço da Rodagem (6 pneus + 6 câmaras)	R$ 5.514,00
Preço do Veículo novo menos a rodagm	R$ 319.784,00
Frota total em operação	317

b) Depreciação da Frota

$$CD = QV * CV$$

Onde:

CD: Coeficiente de Depreciação

QV: Quantidade de Veículos no ano relacionado;

CV: Coeficiente relacionado ao ano do Veículo relacionado;

Veículo de 0 a 1 ano (0,20)	0
Veículo de 1 a 2 anos(0,1714)	1,714
Veículo de 2 a 3 anos(0,1429)	3,5725
Veículo de 3 a 4 anos(0,1143)	3,0861
Veículo de 4 a 5 anos (0,0857)	1,6283
Veículo de 5 a 6 anos (0,571)	1,9414
Veículo de 6 a 7 anos (0,0286)	1,0296
Veículos com mais de 7 anos (zero	0
Coeficiente de Depreciação anual da Frota	12,9719

$$DV = CVa * PV$$

Onde:

DV: Depreciação do Veiculo (R$/ano)

CVa: Coeficiente de Depreciação anual da Frota

PV: Preço Do Veículo (R$)

Depreciação anual da Frota (R$)	4.148.206,07
Depreciação anual por veículo (R$/veic x ano)	13.085,82
Depreciação mensal por veículo (R$/veic x mês)	1.090,49
Depreciação mensal de máquinas, instalações e equipamentos (R$/mês)	32,53
Depreciação Mensal (R$/veic x mês)	1.123,02

c) Remuneração do Capital Empregado

$$CR = QV * CRV$$

Onde:

CD: Coeficiente de Remuneração

QV: Quantidade de Veículos no ano relacionado;

CV: Coeficiente de Remuneração relacionado ao ano do Veículo;

Veículo de 0 a 1 ano (0,10)	0
Veículo de 1 a 2 anos(0,008)	0,08
Veículo de 2 a 3 anos(0,0063)	0,1575
Veículo de 3 a 4 anos(0,0049)	0,1323
Veículo de 4 a 5 anos (0,0037)	0,0703
Veículo de 5 a 6 anos (0,0029)	0,0986
Veículo de 6 a 7 anos (0,0023)	0,0828
Veículos com mais de 7 anos (0,0020)	0,374
Coeficiente de Remuneração mensal da Frota	0,9955

$$RV = CRa * PV$$

Onde:

RV: Remuneração do Veiculo (R$/ano)

CRa: Coeficiente de Remuenração anual da Frota

PV: Preço Do Veículo (R$)

Remuneração mensal do capital empregado na frota (R$/mês)	318.344,97
Remuneração mensal do capital empregado em veículos (R$/ veic x mês)	1.004,24
Remuneração mensal do capital empregado em almoxarifado (R$/ veic x	97,59

mês)	
Remuneração mensal do capital empregado em instalações e equipamentos	130,12
Depreciação Mensal (R$/veic x mês)	1.123,02
Custo total do capital (R$/veicx mês)	2354,97

d) Despesa com Peças e Acessórios

$$DPA = PV * CPA$$

Onde:

DPA: Despesas Peças e Acessórios (R$/veic x mês)

PV: Preço do Veículo Novo;

CV: Coeficiente de Remuneração relacionado ao ano do Veículo;

Despesas com peças e acessórios (o,oo83) (R$/ veic x mês)	2.699,97

e) Despesas com o Pessoal da Manutenção

Encargos Sociais	1,58
Fator de Utilização Motorista/Cobrador	1,9
Fator de Utilização Pessoal da Fiscalização	0,1
Fator de Utilização Pessoal da Manutenção	0,8
Valor do Motorista (R$/ mês)	2.933,65
Valor do Cobrador (R$/ mês)	1.760,12
Pessoal da Fiscalização (R$/ mês)	127,15
Pessoal da Manutenção (R$/ mês)	1.180,94

Despesas Mensal com pessoal de operação e manutenção (R$ / veic x mês)	6.001,87

f) Despesas Administrativas

Seguro Obrigatório por mês (R$/ veic x mês)	35,55
IPVA (R$/ veic x mês)	136,25
Pessoal administrativo (0,1) (R$/ veic x mês)	600,19
Outras Despesas (0,0017) (R$/ veic x mês)	553,00

Despesas Administrativas Mensais (R$/veic x mês)	1.324,99

g) Custo Fixo por quilômetro

Custo Total de Capital (R$/veic x mês)	2.354,97
Despesas com peças e acessórios (R$/veic x mês)	2.699,97
Despesas com pessoal de operação e manutenção (R$/veic x mês)	6.001,87
Despesas Administrativas (R$/veic x mês)	1.324,99

Custo fixo total por mês (R$/veic x mês)	12.381,80
Percurso Médio Mensal (PMM)	7.116,56
Custo fixo total por quilômetro (R$)	1,74

3) Custo Final da Tarifa

a) Cálculo do Custo Total por quilômetro

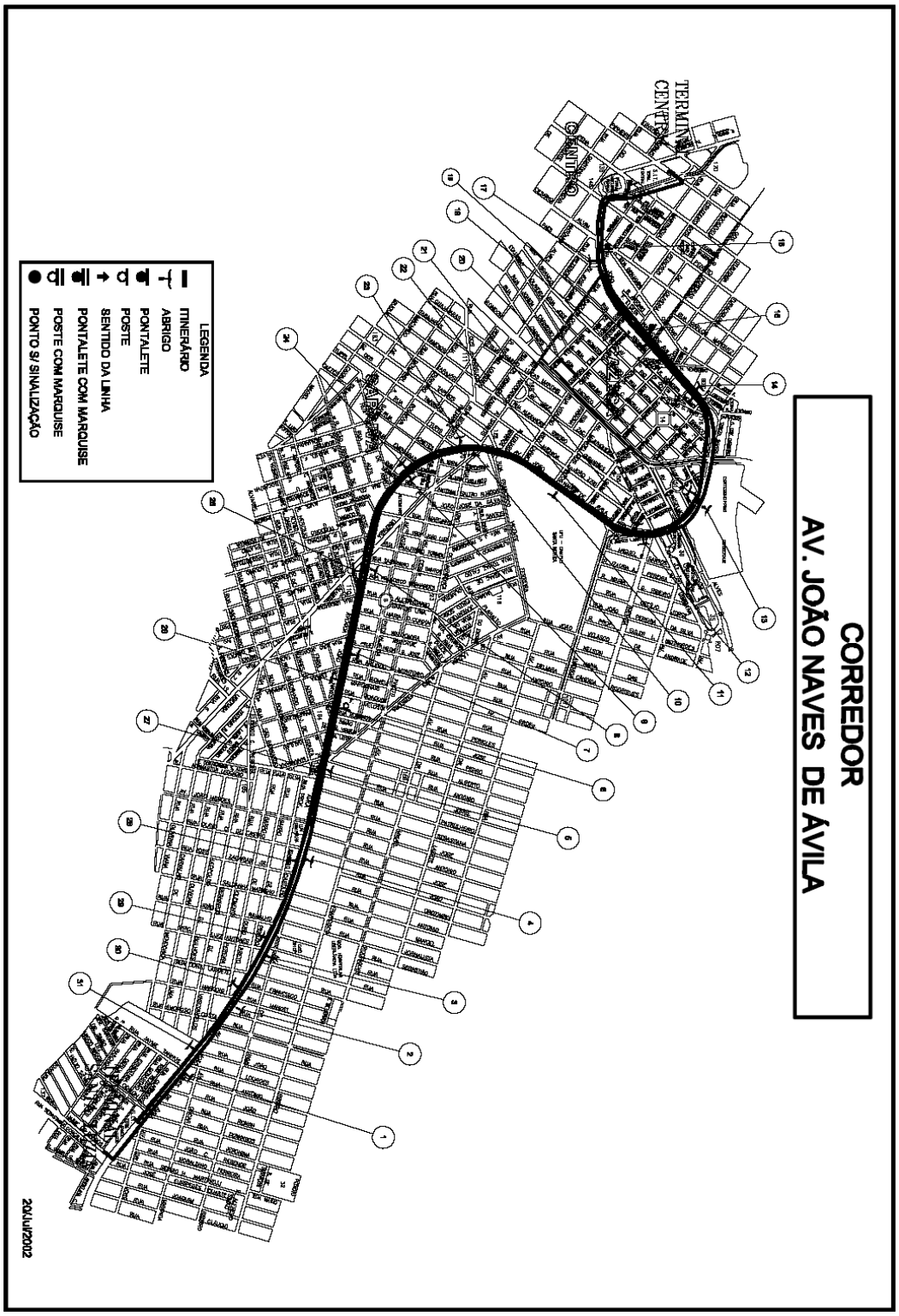
Custo variável total por quilômetro (R$ / Km)	1,0139
Custo fixo total por quilômetro (R$ / Km)	1,74
Custo Total por quilômetro (R$ / Km)	2,7538

b) Cálculo do Índice de Passageiros por quilômetro (IPK)

Passageiros transportados por veículos por mês (pass / veic x mês)	13.413,70
Percurso médio mensal (PMM) (km/veic x mês)	7.116,56
Índice de passageiros por quilômetro (IPK) (pass / km)	1,88

c) Cálculo da Tarifa

Cálculo (R$/ pass)	1,46
Cálculo da Tarifa com imposto; ISS 5%, PIS 0,65%, FINSOCIAL 2% (R$/ pass)	1,70

Anexo B

Avenida João Naves antes da implantação do Corredor