



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**  
**ÁREA DE TRANSPORTES E GESTÃO DAS INFRA-ESTRUTURAS URBANAS**

**MELHORIA DA PERFORMANCE DOS ÔNIBUS EM  
CORREDORES DE TRÁFEGO MISTO: ESTUDO DE CASO DO  
CORREDOR DA AVENIDA NORTE NO RECIFE**

**AUTOR: LEONARDO HERSZON MEIRA.**

**RECIFE, JANEIRO DE 2007.**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MELHORIA DA PERFORMANCE DOS ÔNIBUS EM CORREDORES DE TRÁFEGO MISTO: ESTUDO DE CASO DO CORREDOR DA AVENIDA NORTE NO RECIFE.**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.**

**AUTOR: LEONARDO HERSZON MEIRA.**

**ORIENTADOR: PROF. DR. ING. OSWALDO CAVALCANTI DA COSTA LIMA NETO.**

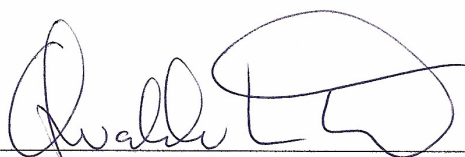
**RECIFE, JANEIRO DE 2007.**

**MELHORIA DA PERFORMANCE DOS ÔNIBUS EM CORREDORES DE TRÁFEGO  
MISTO: ESTUDO DE CASO DO CORREDOR DA AVENIDA NORTE NO RECIFE**

**Leonardo Herszon Meira.**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE PERNAMBUCO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.**

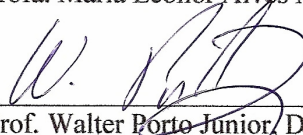
Aprovada por:



Prof. Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto, Dr. Ing.



Prof. Maria Leonor Alves Maia, Ph.D.



Prof. Walter Porto Junior, Dr. Ing.

**M514m Meira, Leonardo Herszon**

Melhoria da performance dos ônibus em corredores de tráfego misto: estudo de caso do corredor da Avenida Norte no Recife / Leonardo Herszon Meira . - Recife: O Autor, 2007.  
x, 132 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2007.

Inclui referências.

**1. Engenharia Civil. 2. Transporte Coletivo. 3. Simulação de Tráfego. 4. Prioridade Semafórica I. Título.**

**624 CDD (22. ed.)**

**BCTG/2007-114**

Aos meus pais, Jaime e Belinda pela  
oportunidade e o incentivo dados aos meus estudos e a  
Carol pelo amor, companheirismo e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me iluminar e me guiar sempre pelo melhor caminho;

Ao professor, orientador, mestre e amigo Oswaldo Lima Neto por despertar em mim o interesse pelo estudo dos transportes, pela valiosa orientação recebida e pela competência e dedicação oferecidas mesmo com os muitos compromissos do seu dia-a-dia;

Aos professores Maria Leonor Alves Maia, Anísio Brasileiro de Freitas Dourado e Ricardo Melo pelas aulas, ajuda, atenção e cooperação oferecidas nos momentos mais difíceis;

Aos outros professores do mestrado em transportes da UFPE por acreditarem no meu potencial e por empreender e manter este curso tão importante;

Aos alunos de engenharia de tráfego pela ajuda nas contagens volumétricas classificadas em campo sem as quais essa pesquisa seria inviável e pela amizade conferida e à Priscila Oliveira pela ajuda nas contagens dos ônibus em campo;

À CAPES pelo apoio financeiro;

Aos meus pais Jaime e Belinda pela amizade e apoio recebidos;

Aos meus irmãos Jaime e Rafaela pela amizade, apoio e interesse nessa pesquisa;

À minha namorada Carolina pela dedicação, amor, paciência e carinho demonstrados ao longo de tantos anos;

À minha avó Elza pelo apoio financeiro dado ao longo dos anos.

Aos amigos Herbertes e Cláudia pelo companheirismo e pela ajuda na parte da estatística, mesmo nos domingos à noite;

Aos colegas do mestrado Allan Lopes, Wagner Henriques, Fernando Rolim, Karla Leite, Robson Calazans, Maurício Andrade, Maurício Domingues, Ivan Cunha, Humberto Farias, Marcello Araújo, Vital Amílcar, Angelusa, Eliane Cavadinha e Lúcia Recena pela amizade, pelas discussões sadias sobre transportes e pela convivência sempre alegre;

Aos amigos do grupo de ex-alunos do Colégio São Luís por me lembrarem a cada dia como é bom e importante o trabalho em grupo e a amizade;

Aos meus amigos (irmãos) Adolfo Urt, Aldo Gama, Átila Andrade, Bruno Accioly, Fábio de Melo, Fábio Duarte, Fábio Spinelli, Filipe Araújo, Flaviana Chiappetta, Gustavo Rêgo, Isabela Moroni, Juarez Barreto, Keila Feijó, Marília Montenegro e Rômulo Cunha pelo excelente convívio, por escutarem minhas aflições e descobertas, pela amizade perpétua e pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis da minha vida.

## RESUMO

Este trabalho analisa medidas de engenharia de tráfego e operacionais que possam contribuir para a performance do transporte coletivo por ônibus em corredores onde estes veículos atuem em tráfego misto. Foram estudados o impacto em redução de tempo ao se dispor de paradas de embarque e desembarque com piso nivelado ao primeiro degrau do ônibus. Também foi testada a distância entre paradas, como também sua localização dentro do quarteirão e por fim estudou-se os impactos na operação dos ônibus devido a implantação de uma coordenação semafórica no corredor. Todas estas medidas foram avaliadas confrontando uma situação com e sem a introdução dessas intervenções, fazendo uso do micro-simulador de tráfego INTEGRATION. O estudo de caso foi realizado em um dos principais corredores viários da Cidade do Recife, o corredor da Avenida Norte. Os resultados demonstraram que a elevação do nível da plataforma de embarque e desembarque das paradas oferta um ganho considerável de diminuição no tempo de viagem; que as distâncias entre paradas mais adequadas e que respeitem o tempo de caminhada dos usuários redundaram também em grande diminuição no tempo de viagem; que o posicionamento da parada dentro do quarteirão evidenciou que a localização ao final do quarteirão se mostrou mais favorável e que a coordenação semafórica não apresentou vantagens para a situação específica deste corredor de duas faixas em cada sentido e com volumes consideráveis de tráfego transversal em algumas interseções.

Palavras-chave: transporte coletivo, simulação de tráfego, prioridade semafórica, paradas de ônibus.



## **ABSTRACT**

This paper analyses operational and traffic measures that can contribute for bus performance in mixed traffic corridors. The trip time reduction in bus stops with floor leveled to the first step of the bus had been studied. The distance between bus stops, its localisation inside the block and finally the impacts of a bus signal priority in the corridor were studied. All these measures had been evaluated collating a situation before and after its introduction, using a software called INTEGRATION. The case of study was in one of Recife's main corridors, Avenida Norte. The results had demonstrated that the rise of the level of the bus stops offers a considerable trip time reduction; better distances between bus stops respecting users walk time had also resulted in great trip time reduction; the study of bus stop position inside the block evidenced that the localisation in the end of the block was more favorable; the bus signal priority did not present advantages for the specific situation of this two lane in each direction and great transversal traffic in some intersections corridor.

Key Words: public transports, traffic simulation, signal priority, bus stops.

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	3
2.1. INTRODUÇÃO.....	3
2.2. IMPORTÂNCIA.....	9
2.3. OBJETIVOS.....	9
2.3.1. Objetivo geral.....	9
2.3.2. Objetivos específicos.....	9
2.4. LIMITAÇÕES.....	10
3. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA.....	11
3.1. OBRAS SELECIONADAS SOBRE O TEMA.....	11
4. QUADRO CONCEITUAL.....	13
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA PRIORIDADE AO TRANSPORTE COLETIVO.....	13
4.1.1. Cobrança externa.....	18
4.1.2. Bilhetagem automática.....	19
4.1.3. Operação em comboios ordenados.....	20
4.1.4. Layout adequado dos veículos.....	22
4.1.5. Posicionamento das catracas.....	23
4.1.6. Faixas exclusivas para os coletivos.....	24
4.1.7. Pavimentação e conservação das vias urbanas com prioridade àquelas que servem de rota de ônibus.....	25
4.1.8. Informação ao usuário.....	27
4.1.9. Comunicação direta com a central de operações.....	27
4.1.10. Melhoria do conforto do material oferecido ao usuário.....	28
4.1.11. Restrição ao estacionamento nos centros urbanos.....	29
4.1.12. Restrição ao uso do automóvel particular.....	30
4.2. MEDIDAS A SEREM TESTADAS E AVALIADAS NO CASOS DE ESTUDO.....	31
4.2.1. Características gerais de uma parada de transporte coletivo.....	31
4.2.2. Realização de embarque e desembarque no nível do primeiro degrau dos ônibus.....	34
4.2.3. Localização das paradas, enfocando a distância entre elas.....	38
4.2.4. O uso da micro-simulação de tráfego na avaliação de medidas de melhoria ao transporte coletivo por ônibus.....	46
4.2.5. Coordenação semafórica voltada para o transporte coletivo.....	48
4.2.5.1. Implantando a prioridade semafórica para ônibus.....	53
4.2.5.1.1. Checagens para a pré-implementação.....	53
4.2.5.1.2. Diretriz para interseção específica.....	54
4.2.5.1.3. Diretriz para operação e design.....	55
5. INDAGAÇÕES.....	60
6. METODOLOGIA.....	61
6.1. REALIZAÇÃO DE EMBARQUE E DESEMBARQUE NO NÍVEL DO PRIMEIRO DEGRAU DOS ÔNIBUS.....	62
6.2. LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS, ENFOCANDO A DISTÂNCIA ENTRE ELAS.....	67
6.3. COORDENAÇÃO SEMAFÓRICA VOLTADA PARA O TRANSPORTE COLETIVO.....	68
6.3.1. Checagens para a pré-implementação.....	68
6.3.2. Diretriz para interseção específica.....	69
6.3.3. Diretriz para operação e design.....	69

7. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	71
7.1. A CIDADE DO RECIFE.....	72
7.2. A AVENIDA NORTE.....	73
8. LEVANTAMENTO DE DADOS .....	81
8.1. DADOS LEVANTADOS EM CAMPO .....	81
8.2. DADOS LEVANTADOS PELA INTERNET .....	96
8.3. DADOS LEVANTADOS POR CONSULTAS DIRETAS AO ÓRGÃO .....	96
9. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA AO CASO DA AVENIDA NORTE.....	98
9.1. REALIZAÇÃO DE EMBARQUE E DESEMBARQUE NO NÍVEL DO PRIMEIRO DEGRAU DOS VEÍCULOS.....	98
9.2. LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS DE ÔNIBUS.....	111
9.3. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA COM PRIORIDADE PARA O TRANSPORTE COLETIVO .....	118
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	124
REFERÊNCIAS .....	127

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
CET/SP	Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo
COMONOR	Comboio de Ônibus Ordenado
CONDEPE-FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CTA	Central de Tráfego por Área
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CTTU	Companhia de Trânsito e Transporte Urbano
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DETRAN/PE	Departamento Estadual de Trânsito de Pernambuco
EBTU	Empresa Brasileira de Transporte Urbano
EMPREL	Empresa de Informática do Recife
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
FHWA	Federal Highway Administration
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ITS	Intelligent Transportation System
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
O/D	Origem e Destino
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
PDCR	Plano Diretor de Circulação do Recife
PPP	Parceria Público-Privada
PSO	Prioridade Semafórica para Ônibus
RMR	Região Metropolitana do Recife
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RPA	Região Político-Administrativa
SCRITS	SCReening for ITS
SEDU/PR	Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República
SEI	Sistema Estrutural Integrado
SET	Serviço Especial de Transporte
STPP/RMR	Sistema de Transporte Público de Passageiros/Região Metropolitana do Recife

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Evolução da frota de veículos e da população urbana brasileira. ....	4
Figura 4.1 - Exemplo de estado do pavimento em algumas vias de grande circulação de ônibus.26	
Figura 4.2 – Dimensões ideais dos pontos de parada para ônibus com 13m de comprimento. ....	32
Figura 4.3 – Dimensões necessárias para as manobras de estacionamento.....	33
Figura 4.4 – Pontos de ônibus em baias avançadas.....	33
Figura 4.5 - Pontos de ônibus tipo “dente de serra”. ....	34
Figura 4.6 – Tempo médio gasto durante uma viagem de ônibus.....	35
Figura 4.7 – Ponto posicionado antes do cruzamento. ....	41
Figura 4.8 – Ponto posicionado após os cruzamentos.....	41
Figura 4.9 – Posição de pontos em lados opostos nas vias estreitas. ....	42
Figura 4.10 – Características geométricas das baias recuadas para estacionamento fora do fluxo. .....	43
Figura 4.11 – Pontos em canaletas localizadas próximo ao canteiro central e em faixas opostas com separação física.....	44
Figura 4.12 – Pontos em canaletas localizadas próximas ao canteiro central e em faixas opostas sem separação física. ....	45
Figura 6.1 – Localização das Avenidas Norte e Caxangá na cidade do Recife. ....	63
Figura 7.1 – Divisão territorial do Recife.....	72
Figura 7.2 – Avenida Norte. ....	74
Figura 7.3 - Terminal Integrado da Macaxeira.....	75
Figura 7.4 – Abrigos de concreto armado da Avenida Norte.....	77
Figura 7.5 – Abrigo metálico da Avenida Norte. ....	78
Figura 7.6 – Abrigo metálico com publicidade, que na ocasião estava sem publicidade. ....	79
Figura 9.1 - Importância do Combustível nos Custos Variáveis.....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Brasil: mudança na população e no número de veículos, 1950 – 2000.....	4
Tabela 2.2 – Evolução do passageiro equivalente do STPP/RMR, 1995 – 2003:.....	6
Tabela 4.1 - Níveis de segregação e tipos de tratamento/operação das vias: .....	25
Tabela 4.2 - Dificuldades apontadas no embarque e no desembarque dos ônibus urbanos de Florianópolis:.....	36
Tabela 4.3 - Tempos de deslocamento porta-a-porta por modo de transporte, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), 1997: .....	39
Tabela 4.4 - Resumos das estratégias de Priorização Semafórica para ônibus: .....	51
Tabela 4.5 – Sistema de checagens por pontos para pré-implementação:.....	54
Tabela 4.6 – Recomendações baseadas no nível de saturação: .....	55
Tabela 4.7 - Diretriz para operação e design: .....	56
Tabela 4.8 – Dados e análises propostas pelo sistema SCRITS:.....	58
Tabela 7.1 – População residente, domicílios particulares, áreas e densidades, segundo RPA ....	73
Tabela 7.2 – Localização e tipos de abrigos das paradas de ônibus da Av. Norte, sentido subúrbio-cidade .....	77
Tabela 7.3 – Localização e tipos de abrigos das paradas de ônibus da Av. Norte, sentido cidade-subúrbio .....	78
Tabela 7.4 – Linhas que fazem parte do Serviço Especial de Transporte (SET) .....	80
Tabela 8.1- Contagem dos tempos de parada dos ônibus por passageiro – Avenida Caxangá.....	82
Tabela 8.2 - Contagem dos tempos de parada dos ônibus por passageiro – Avenida Norte.....	85
Tabela 8.3 – Ruas e Avenidas que cortam a Avenida Norte pelo sentido subúrbio-cidade.....	88
Tabela 8.4 – Ruas e Avenidas que cortam a Avenida Norte pelo sentido cidade-subúrbio.....	90
Tabela 8.5 - Informações sobre as ruas e avenidas que cruzam a Av. Norte, sentido subúrbio-cidade.....	92
Tabela 8.6 - Informações sobre as ruas e avenidas que cruzam a Av. Norte, sentido cidade-subúrbio .....	93
Tabela 8.7 – Contagens volumétricas classificadas na Avenida Norte, sentido subúrbio-cidade. 95	
Tabela 8.8 – Contagens volumétricas classificadas na Avenida Norte, sentido cidade-subúrbio. 95	
Tabela 8.9 – Semáforos da Avenida Norte.....	97
Tabela 9.1 - Contagens volumétricas e dados estatísticos da Avenida Caxangá .....	98
Tabela 9.2 - Contagens volumétricas e dados estatísticos da Avenida Norte .....	102
Tabela 9.3 – Tempos médios de embarque e desembarque calculados para as Avenidas Norte e Caxangá, com suas respectivas confianças estatísticas: .....	106
Tabela 9.4 - Planilha orçamentária da construção das plataformas de embarque / desembarque na Avenida Norte .....	107
Tabela 9.5 - Frota e número de viagens diárias das linhas que circulam pela Avenida Norte no trecho pesquisado .....	108
Tabela 9.6 - Passageiro médio transportado pelas linhas que circulam pela Avenida Norte no trecho pesquisado .....	109
Tabela 9.7 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o primeiro trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C).....	115
Tabela 9.8 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o segundo trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C).....	115

Tabela 9.9 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o terceiro trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C).....	116
Tabela 9.10 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o quarto trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C).....	116
Tabela 9.11 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o quinto trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C).....	117
Tabela 9.12 – Sistema de checagens por pontos para pré-implementação.....	120
Tabela 9.13 – Coordenação semafórica para o primeiro trecho da Avenida Norte.....	121
Tabela 9.14 – Coordenação semafórica para o segundo trecho da Avenida Norte.....	122
Tabela 9.15 – Coordenação semafórica para o terceiro trecho da Avenida Norte.....	122
Tabela 9.16 – Coordenação semafórica para o quarto trecho da Avenida Norte.....	123
Tabela 9.17 – Coordenação semafórica para o quinto trecho da Avenida Norte.....	123

## **1. APRESENTAÇÃO**

Esta dissertação está estruturada em 10 capítulos. O capítulo 1 traz a apresentação do trabalho, com a estruturação e as características de cada capítulo. O capítulo 2 aborda a introdução e a importância do problema a ser tratado no trabalho, englobando os objetivos gerais e específicos do estudo, além de suas limitações.

Uma revisão bibliográfica comentada, de forma a auxiliar os interessados em aprofundar os temas e conceitos discutidos, tratando os principais trabalhos utilizados na elaboração deste estudo é mostrada no capítulo 3.

O quadro conceitual, mostrado no capítulo 4, discute os principais conceitos trabalhados no estudo.

No capítulo 5 são explicitadas as indagações que deverão ser analisadas e respondidas ao término da dissertação.

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho está descrita no capítulo 6. Nele constam os métodos e técnicas aplicados em cada passo do desenvolvimento que levarão ao atendimento do objetivo proposto e às respostas das indagações formuladas.

O capítulo 7 traz a descrição da área de estudo, fornecendo uma caracterização da cidade do Recife e detalhando o corredor da Avenida Norte, objeto deste trabalho.

No capítulo 8 está a parte de levantamento dos dados primários e secundários necessários ao desenvolvimento do trabalho através da metodologia proposta. Nele se detalha a pesquisa de campo realizada e as variáveis levantadas. Também se mencionam os dados secundários relevantes e as instituições que os forneceram.



O capítulo 9 traz a aplicação prática e detalha a realização propriamente dita do trabalho, de onde se extrairá através das análises dos resultados a determinação da eficácia ou não de cada tipo de medida estudada no trabalho, cumprindo desta forma os objetivos.

Finalmente o capítulo 10 apresenta as considerações finais sobre cada elemento pesquisado, as respostas às indagações formuladas e as recomendações para futuras pesquisas.

## **2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA**

### **2.1. INTRODUÇÃO**

Os usuários do transporte coletivo por ônibus no Brasil estão sendo submetidos há décadas a um ciclo vicioso que se expressa da seguinte forma: com o aumento vertiginoso da motorização nas cidades os níveis de congestionamento dos sistemas viários atuais tendem a apresentar níveis cada vez mais altos. Com isto o transporte coletivo por ônibus, que tem itinerário fixo e opera normalmente em tráfego misto, está cada vez mais sujeito a se tornar lento, impontual, não regular e não confiável. Estas características são incentivos para que seus usuários busquem uma forma de se livrar destes inconvenientes. Estes cidadãos compram um veículo ou uma moto na primeira oportunidade e abandonam o serviço de transporte público, indo se somar aos demais veículos e aumentando o congestionamento. Esta ação, além de piorar as condições operacionais dos ônibus, impõe um aumento tarifário devido ao aumento dos custos operacionais e a diminuição da demanda. Finalmente, esta elevação dos preços vai contribuir para diminuir ainda mais a demanda, pelo afastamento daqueles que não podem mais suportar as altas despesas com o transporte.

Portanto, o grande alimentador deste ciclo vicioso é o vertiginoso crescimento da frota nacional, ao qual estão submetidas a maioria das cidades brasileiras. O que se observa é que o número de veículos no País tem crescido rapidamente nas últimas décadas: de 430.000 em 1950, o número aumentou para 1 milhão em 1960, passando a 3 milhões em 1970, a 11 milhões em 1980, alcançando 18 milhões em 1990 e chegando a 30 milhões em 2000 como pode-se observar na tabela 2.1 e na figura 2.1 a seguir (ANTP, 1999; DENATRAN, 2006). O aumento de renda da população brasileira verificado nos últimos anos, a redução do custo dos automóveis, aliado às facilidades de crédito, ampliaram sobremaneira a quantidade daquelas pessoas que podem ter acesso a um automóvel, fato inimaginável décadas atrás.

Tabela 2.1 – Brasil: mudança na população e no número de veículos, 1950 – 2000:

Ano	Veículos	População (milhões)			Hab/veículo
		Total	Urbana	% urbana	
1950	426.621	51.937	18.782	36	122
1960	987.613	70.991	31.303	44	72
1970	3.111.890	93.139	52.084	56	30
1980	10.731.695	119.099	80.436	68	11
1990	18.267.245	143.395	110.990	77	9
1995	26.609.232	152.374	120.350	79	6
2000	29.503.503	169.799	137.953	81	5,76

Fontes: ANTP, 1999; Denatran, 2006 para dados de veículos e IBGE (2000) para dados de população.

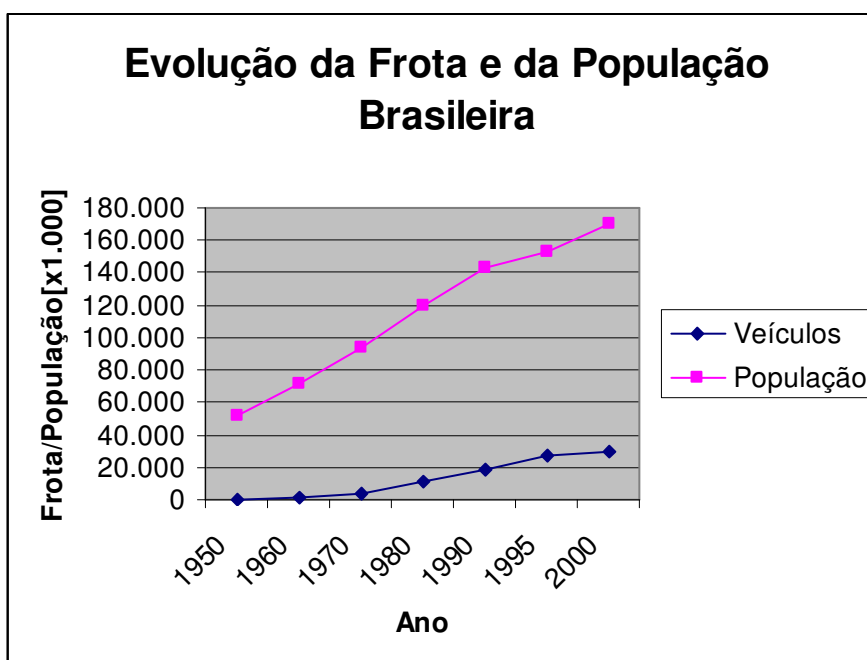


Figura 2.1 – Evolução da frota de veículos e da população urbana brasileira.

Pesquisa realizada conjuntamente pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA e a Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP, financiada pelo Banco Mundial em 10 cidades brasileiras (Belo Horizonte, Brasília, Campinas, Curitiba, João Pessoa, Juiz de Fora, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo) em 1998, constatou que as deseconomias urbanas causadas por congestionamento nestas cidades provocam a perda de 240 mil/horas/ano. São desperdiçados 200 milhões de litros de gasolina e 4 milhões de litros de óleo diesel,

totalizando uma perda monetária ao País superior a R\$ 500 milhões/ano. A frota de ônibus dessas cidades tem de ser aumentada em média 7,89%, o que gera um acréscimo nesses municípios de 4.789 veículos só devido ao congestionamento (IPEA-ANTP, 1999).

O impacto da situação descrita anteriormente sobre a demanda de passageiros do transporte coletivo por ônibus é muito grande, o que pode ser observado pelo comportamento da demanda no período de 1995 a 2002 na Região Metropolitana do Recife – RMR. Neste período ocorreu uma redução de 90 milhões de passageiros, conforme mostra a tabela 2.2. Vale salientar que concomitantemente aos fatores já listados, observa-se a existência de uma concorrência predatória exercida pelo transporte clandestino de pequeno porte que também retirava uma boa parcela da demanda do transporte coletivo por ônibus convencional. Porém, mesmo com sua extinção, ocorrida no Recife em 2003 após longo período de repressão, não foi possível recuperar a queda de demanda sofrida.

Tabela 2.2 – Evolução do passageiro equivalente do STPP/RMR, 1995 – 2003:

MÊS (1)	PASSAGEIROS EQUIVALENTES				
	1995	1996	1997	1998	1999
<b>JANEIRO</b>	34.418.248	31.847.299	31.764.090	27.338.145	25.889.644
<b>FEVEREIRO</b>	31.327.659	29.780.909	28.444.632	25.908.412	24.132.266
<b>MARÇO</b>	35.794.726	33.112.981	32.481.299	30.480.065	29.135.820
<b>ABRIL</b>	31.852.645	31.907.038	32.922.437	27.047.633	26.023.165
<b>MAIO</b>	36.236.665	36.571.499	32.987.778	27.772.363	27.821.814
<b>JUNHO</b>	33.948.577	34.293.867	31.133.991	27.140.022	26.363.645
<b>JULHO</b>	32.258.836	32.606.682	29.266.267	25.985.151	26.169.366
<b>AGOSTO</b>	34.657.695	37.790.541	32.489.203	29.478.509	27.840.412
<b>SETEMBRO</b>	32.022.311	32.335.086	32.578.726	29.376.405	27.063.139
<b>OUTUBRO</b>	33.268.975	33.585.866	33.158.381	29.544.998	26.910.515
<b>NOVEMBRO</b>	32.560.567	32.814.826	31.201.966	28.703.569	26.790.460
<b>TOTAL</b>	368.346.904	366.646.594	348.428.770	308.775.272	294.140.246
<b>% ANO ANTERIOR</b>	-	-0,50%	-5,00%	-11,40%	-4,70%
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	
<b>JANEIRO</b>	24.865.910	25.363.453	24.121.387	25.690.918	
<b>FEVEREIRO</b>	26.218.059	23.163.235	21.611.900	25.978.827	
<b>MARÇO</b>	26.791.016	27.627.777	24.761.388	25.771.764	
<b>ABRIL</b>	26.678.458	24.925.909	26.416.362	25.763.245	
<b>MAIO</b>	29.261.680	27.856.721	26.591.530	26.106.971	
<b>JUNHO</b>	27.185.888	25.980.366	23.910.087	24.376.507	
<b>JULHO</b>	26.822.349	25.428.052	23.926.900	26.903.439	
<b>AGOSTO</b>	29.433.480	27.645.586	27.899.143	29.546.180	
<b>SETEMBRO</b>	27.289.822	24.860.576	26.597.755	29.687.021	
<b>OUTUBRO</b>	27.951.387	25.883.637	25.850.769	30.181.684	
<b>NOVEMBRO</b>	27.769.187	24.766.673	26.475.667	34.883.437	
<b>TOTAL</b>	300.267.236	283.501.985	278.162.888	304.889.993	
<b>% ANO ANTERIOR</b>	2,10%	-5,60%	-1,90%	9,60%	
<b>PERDA TOTAL DO SISTEMA</b>			-20,8%		

(1) A EMTU não informa o mês de dezembro;

Fonte: EMTU (2003).

O impacto maior deste perverso processo de exclusão é revelado por estudo do Movimento Nacional pelo Direito ao Transporte Público de Qualidade e para Todos, ligado à Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP, que afirma ser 37 milhões o número de brasileiros que moram nas cidades e não usam o transporte público por falta de renda para custear a despesa com o transporte coletivo (ANTP, 2006).

Também é importante salientar que com o aumento dos congestionamentos geralmente a principal reivindicação dos usuários de automóveis é a ampliação do sistema viário. Esta

alternativa tem se mostrado cara e ineficaz, pois as vias ampliadas muito cedo voltam a ficar congestionadas.

Os mais renomados especialistas mundiais têm apontado os seguintes caminhos para minorar a problemática discutida acima, que na realidade corresponde à falência do atual modelo de mobilidade urbana brasileiro que se baseia na priorização do auto privado:

- Planejamento integrado de transporte e uso do solo urbano;
- Melhoria do transporte coletivo urbano;
- Promoção da circulação não motorizada;
- Uso racional do automóvel.

Ressalte-se que o Ministério das Cidades elegeu estas diretrizes como eixos de ação de sua Política Nacional para a Mobilidade Urbana Sustentável.

Devido à óbvia restrição de recursos que afeta sobremaneira a ação da maioria dos municípios brasileiros, dever-se-ia acrescentar uma quinta diretriz: tirar o maior proveito possível da infra-estrutura viária existente. A engenharia de tráfego é uma disciplina que se adequa perfeitamente a esta quinta diretriz, pois busca através de suas técnicas melhorar a fluidez e a segurança dos pedestres, ciclistas e usuários dos veículos motorizados, com o mínimo de dispêndio possível. Desta forma ela também seria um meio para atender as demais diretrizes, em especial a de melhorar o transporte coletivo urbano.

Fica claro desta forma que é imprescindível e urgente que as cidades médias e grandes deste País tornem efetivas as diretrizes acima expostas, em especial aquela voltada à priorização do transporte coletivo urbano. O preço a ser pago caso essa atitude não seja adotada é a deterioração da qualidade de vida de seus cidadãos a uma velocidade cada vez maior.

Todos esses motivos apontados já trazem um quadro bastante grave que demanda uma ação coordenada e, principalmente, contínua de combate aos problemas apresentados. Infelizmente a maioria dos órgãos gestores de transporte público brasileiros estão tão envolvidos

na operação diária, que praticamente não têm tempo para dedicar ao planejamento do transporte coletivo em sua cidade e muito menos em observar em detalhe o seu funcionamento, entendê-lo e propor medidas práticas e de menor monta que em um conjunto podem contribuir para melhorá-lo.

Em alguns casos são contratados projetos que visam tratar os problemas macros da rede como, por exemplo, a reestruturação de todo ou de parte do sistema, com a criação de corredores, etc. Mesmo quando estes projetos são implantados com êxito, o sistema continua apresentando uma série de problemas que são importantes para a qualidade do serviço e que não são percebidos. Por exemplo, a viagem inicia-se na casa do usuário, que tem de percorrer um trecho a pé até a parada e normalmente não é avaliada a qualidade do caminho que leva ao ponto de ônibus, se há formas de melhorar este trajeto ou se há formas de encurtá-lo.

São raríssimos os órgãos gestores que dispõem de uma avaliação atualizada da situação das paradas de ônibus. Normalmente não sabem se são pavimentadas ou se o piso está em bom estado ou se existe abrigo e como está sua manutenção. Na maioria das vezes não existem estudos que indiquem qual a melhor situação de uma parada em um quarteirão e também não é comum avaliar o quanto se perde em termos de tempo de viagem cedendo a pressões de poucas pessoas que solicitam o aumento do número de paradas. A visão dos técnicos quase sempre está focada nos ônibus e não no sistema de mobilidade como um todo. Não é comum inquirir os motoristas para saber a partir de sua experiência diária no tráfego quais os problemas mais sérios que são enfrentados. Finalmente, são raros os casos em que se procura acompanhar o trajeto dos ônibus para identificar pequenos obstáculos ou problemas localizados no percurso que reduzem a velocidade operacional dos veículos.

Se estas ações fossem regularmente realizadas os técnicos e gestores do setor poderiam se surpreender com o desperdício de tempo e de oportunidades de melhorar a qualidade do serviço para os usuários através de soluções simples e de baixo custo.

O foco deste estudo é justamente analisar algumas dessas ações e outras opções de engenharia de tráfego possíveis de serem aplicadas num contexto de um corredor de tráfego misto, visando beneficiar o transporte coletivo por ônibus.

## 2.2. IMPORTÂNCIA

Praticamente não existem estudos que se dedicaram a examinar as operações de transporte coletivo por ônibus em corredores mistos e que através de observação e análise viessem a propor medidas operacionais ou de trânsito capazes de melhorar a operação dos ônibus, aumentando sua velocidade operacional, o conforto dos usuários e contribuindo para diminuir os tempos de viagem.

Ao sugerir medidas práticas e de baixo custo que realmente melhorem a operação dos ônibus, a contribuição é melhorar a vida nas 223 cidades com mais de 100 mil habitantes, onde existem em circulação cerca de 115.000 ônibus, transportando 59 milhões de passageiros por dia, respondendo por 60% das viagens motorizadas nas cidades brasileiras.

## 2.3. OBJETIVOS

### 2.3.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é testar, analisar e propor uma série de medidas simples e de baixo custo, seja de caráter operacional ou de engenharia de tráfego, que possam vir a melhorar a velocidade operacional e o conforto dos transportes coletivos por ônibus que funcionam em corredores de tráfego misto. O estudo de caso será realizado na Avenida Norte, um importante corredor viário da Região Metropolitana do Recife - RMR.

### 2.3.2. Objetivos específicos

- Fazer um levantamento das técnicas nacional e internacionalmente utilizadas como medidas de prioridade ao transporte coletivo;



- Medir a eficácia de algumas opções de engenharia de tráfego voltadas para o aumento da velocidade comercial dos ônibus;
- Estimar se há redução dos custos no transporte coletivo produzido por estas medidas;
- Estimar a redução do tempo por viagem produzido por estas medidas;
- Observar ganhos que estas medidas podem trazer aos usuários e aos cidadãos relativos à saúde e a qualidade de vida.

## 2.4. LIMITAÇÕES

A principal limitação imposta a este trabalho esteve no campo das informações, pois se ressentiu da inexistência de contagens de tráfego atualizadas. A própria defasagem da data da última pesquisa de origem-destino da RMR, realizada em 1997, como também a não disponibilidade de algumas informações que enriqueceriam os resultados obtidos pelo trabalho.

Em função do tempo restrito à execução deste trabalho se optou por deixar de fora da análise algumas medidas de engenharia de tráfego, concentrando o esforço de análise nas seguintes medidas:

- Realização de embarque e desembarque no nível do primeiro degrau dos ônibus;
- Localização das paradas, enfocando a distância entre elas;
- Posição da parada no quarteirão: se no meio da quadra, antes ou depois da interseção;
- Coordenação semafórica voltada para o transporte coletivo.

### 3. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

#### 3.1. OBRAS SELECIONADAS SOBRE O TEMA

⇒ Tratamento preferencial ao transporte coletivo por ônibus da EBTU, 1982. Este livro traz uma série de medidas de prioridade que podem ser adotadas para facilitar a circulação dos ônibus, notadamente a implantação de faixas exclusivas.

⇒ Relatório técnico de prioridade ao transporte coletivo urbano da SEDU/PR e da NTU. Livro mais recente, produzido em 2002, feito em parceria da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República com a Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano. Possui uma importante coletânea de definições, características técnicas, condições de viabilidade, eficiência operacional, além de aplicações em cidades brasileiras e estrangeiras.

⇒ Transporte público urbano de Antônio Pinto Ferraz e Isaac Espinosa Torres, de 2004. Livro com boa abordagem sobre os transportes públicos e seu planejamento, além de conter muitas definições, vantagens, desvantagens, estimativas de custos, índices de qualidade de vias e do serviço prestado.

⇒ Simulação de tráfego – conceitos e técnicas de simulação de Licínio da Silva Portugal, 2005. Praticamente uma enciclopédia sobre simulação de tráfego. Traz desde técnicas disponíveis, teoria de simulação, passando pela caracterização da simulação, fundamentos e técnicas de modelagem, até uma abordagem sobre os simuladores de tráfego existentes.

⇒ O transporte na cidade do século 21 da ANTP, 1999. A ANTP publicou este trabalho quando da realização de seu XII Congresso em 1999. É uma abordagem sobre como as cidades deviam se preparar para os desafios e exigências do século que, na época, se aproximava. Traz sugestões e propostas para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

⇒ Artigo de autoria de Juergen Richard Langenbuch denominado “A falta de conforto nos ônibus urbanos”, Revista dos Transportes Públicos da ANTP nº 77, 1997. Fala sobre diferentes

aspectos que levam ao desconforto dos usuários, inclusive apresenta comparações com sistemas internacionais de transporte público.

## 4. QUADRO CONCEITUAL

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA PRIORIDADE AO TRANSPORTE COLETIVO

Conforme relatado anteriormente o transporte coletivo por ônibus em nossas cidades está submetido a um ciclo vicioso que tem ocasionado uma perda de demanda considerável ao serviço. Resta aos usuários cativos, que são aqueles que não tem outra opção, todos os impactos negativos deste processo, notadamente os grandes tempos de viagem, o desconforto e as tarifas mais caras. A priorização do transporte coletivo por ônibus sobre o transporte individual motorizado é a ação mais óbvia, mundialmente e tecnicamente recomendada e há muito tempo reivindicada pelos usuários dos transportes públicos, que representam a maioria daqueles que se deslocam diariamente pelas cidades do Brasil. A seguir serão apresentadas e discutidas alternativas de implementar prioridade ao transporte coletivo, dedicando uma atenção maior àquelas capazes de serem implantadas na RMR.

Medidas de prioridade são tipos especiais de tratamento das vias, da sinalização e de outras facilidades que visam criar condições privilegiadas para a circulação do transporte coletivo no sistema viário urbano. É o que se conhece usualmente como vias e faixas de tráfego de uso exclusivo dos veículos de transporte coletivo e como dispositivos de sinalização, sobretudo semafórica, que dão preferência de passagem aos fluxos de veículos coletivos nos cruzamentos (SEDU-NTU, 2002).

ANTP (1999) afirma que a cidade é um ambiente de uso coletivo, portanto o acesso aos sistemas de transporte deve seguir regras democráticas. Isto implica, no contexto brasileiro, na atribuição de regras de prioridade no uso do sistema viário que obedçam a seguinte hierarquia: circulação de pedestres, dos ciclistas, dos meios de transporte público coletivo, especialmente os ônibus e por último os automóveis. Naturalmente esta regra vai de encontro à cultura imposta pelos detentores de automóveis, originados nas classes privilegiadas do País, onde esta hierarquia é invertida. Esta tradição de apoio incondicional aos automóveis, que tem norteado há décadas a política de mobilidade nacional, passa atualmente por um processo de mudança, onde o Governo Federal, a partir da criação do Ministério das Cidades começa a fazer valer uma nova política de

mobilidade urbana sustentável no País, privilegiando os modais não motorizados e o transporte coletivo urbano.

À primeira vista, parece injusto propiciar prioridade aos ônibus nos cruzamentos, visto que a quantidade desses veículos circulando no meio urbano é bem menor que a de automóveis e outros veículos. Mas se considerarmos, ao invés de veículos, a quantidade de passageiros transportados, a situação se inverte e a prioridade passa a ser uma questão de equidade social nas grandes cidades brasileiras (OLIVEIRA NETO, 2004).

O serviço de transporte público, junto com a estrutura viária e de estacionamento, é parte importante do sistema de mobilidade urbana. Um projeto de melhoria do trânsito deve levar em conta todos os elementos do transporte. Para tratar os problemas de mobilidade urbana é necessário estabelecer um equilíbrio adequado entre as melhorias nas ruas, o estacionamento e o sistema de transporte público (BOX e OPPENLANDER, 1976).

Ferraz e Torres (2004) listam as principais características positivas e negativas do transporte público coletivo urbano.

#### Características Positivas:

- É o modo de transporte motorizado que apresenta segurança e comodidade com o menor custo unitário – em razão disso, o modo motorizado de transporte mais acessível à população de baixa renda;
- Contribui para a democratização da mobilidade, pois muitas vezes é a única forma de locomoção para aqueles que não têm automóvel, não têm condições econômicas para usar o carro, não podem dirigir (idosos, crianças, adolescentes, doentes, deficientes), não querem dirigir, etc;
- Constitui uma alternativa de transporte em substituição ao automóvel, para reduzir os impactos negativos do uso massivo do transporte individual: congestionamentos, poluição, consumo desordenado de energia, acidentes de trânsito, desumanização do espaço urbano e perda de eficiência econômica das cidades;

- Também como alternativa ao automóvel, diminui a necessidade de investimentos em ampliação do sistema viário, estacionamentos, sistemas de controle do tráfego, etc, permitindo maiores aportes de recursos em setores de maior importância social: saúde, habitação, educação, etc;
- Proporciona uma ocupação mais racional (eficiente e humana) do solo nas cidades;
- Propicia, quase sempre, total segurança aos passageiros.

Já os principais inconvenientes do transporte público ao usuário são:

- Rigidez dos horários de passagem, que constitui um problema sério nas linhas de baixa frequência;
- Total falta de flexibilidade no percurso;
- Necessidade de caminhar ou utilizar outro meio de transporte para completar a viagem, a qual não é porta a porta;
- Desconforto de caminhadas e esperas em condições climáticas adversas: neve, chuva, frio, sol, calor excessivo, vento forte, etc;
- Em geral, maior tempo de viagem, devido à menor velocidade média, maior percurso e maior distância de caminhada;
- Necessidade de transbordo para uma parcela significativa de usuários;
- Geralmente, impossibilidade de fazer paradas intermediárias durante a viagem para realizar alguma atividade;
- Impossibilidade de transportar carga;
- Necessidade de esperar o veículo de transporte.

Ao apontar as características positivas e negativas do carro particular, Ferraz e Torres (2004) contribuem para os defensores de uma política de transporte urbano sustentável, pois elas devem sempre ser recordadas quando da definição dos projetos de melhoria do transporte coletivo.

Características positivas dos automóveis:

- Total liberdade na escolha do horário de saída;
- Total liberdade na escolha do percurso;
- Viagem de porta a porta;
- Em geral, menor tempo de viagem, devido à maior velocidade, menor percurso e menor distância de caminhada;
- Viagem direta, sem necessidade de transbordo;
- Possibilidade de transportar volumes médios de carga, como alimentos, roupas, eletrodomésticos, etc;
- Possibilidade de fazer paradas intermediárias durante a viagem para realizar outras atividades;
- Não necessidade de espera pelo veículo de transporte;
- Viagem realizada com total privacidade, pois o carro é quase uma casa móvel, onde se pode fazer muitas coisas estando o mesmo em movimento ou parado;
- Grande conforto interior, proporcionando deslocamentos com comodidade em condições de chuva, neve, frio, vento, etc;
- Sensação de importância ao viajante, pois o carro é considerado símbolo de status social.

As principais desvantagens do transporte por carro particular para o usuário são as seguintes:

- Necessidade de investimento na compra do veículo;
- Maior custo dos deslocamentos, embora o desembolso direto seja apenas parte do total (algo em torno de 20% a 30%);
- Necessidade de pagamento de estacionamento e pedágios;
- Risco de acidentes e roubo;
- Necessidade de dirigir (ação extremamente desagradável em condições de trânsito intenso).

A maioria dos fatores listados acima pode facilmente ser identificado até pelas pessoas mais humildes e sem acesso a educação da população. Num país como o Brasil, onde as pessoas das chamadas classes D e E são uma grande parcela dos cidadãos, a melhoria das condições de transporte é fator primordial para o aumento da qualidade de vida da sociedade.

Rolim [199-] afirma que estudos realizados pela CET/São Paulo, para o período 1992 a 1998 revelam crescimento no número de vias sujeitas a congestionamento no Município de São Paulo, apesar da implantação dos rodízios de veículos por parte do Estado e Prefeitura Municipal. No horário de pico da tarde, a velocidade média é de 17 Km/h. O congestionamento obriga o aumento na oferta do número de ônibus em circulação, nos horários de pico, em razão do maior tempo necessário para o percurso do mesmo trajeto. O estudo revelou que no pico da tarde há necessidade de um aumento de 30% na frota de ônibus para manter o atendimento da demanda. A partir das mensurações realizadas foram estimados os custos das deseconomias geradas pelos congestionamentos que, no caso de São Paulo, chegou a um montante de cerca de 346 milhões de reais ao ano. Desta forma, deve-se alertar que a política de privilegiar o transporte coletivo tem de ser ampla e não pode ficar apenas em medidas de restrição ao uso do transporte individual.

A seguir serão listadas e analisadas uma série de medidas voltadas para a priorização do transporte coletivo urbano por ônibus.

- Cobrança externa;
- Bilhetagem automática;
- Operação em comboios ordenados;
- Layout adequado dos veículos;
- Posicionamento das catracas;
- Faixas exclusivas para os coletivos;
- Pavimentação e conservação das vias urbanas com prioridade àquelas que servem de rota de ônibus;
- Informação ao usuário;
- Comunicação direta com a central de operações;
- Melhoria do conforto do material oferecido ao usuário;



- Restrição ao estacionamento nos centros urbanos;
- Restrição ao uso do automóvel particular;
- Realização de embarque e desembarque no nível do primeiro degrau dos ônibus;
- Localização das paradas, enfocando a distância entre elas;
- Localização da parada no quarteirão: se no meio da quadra, antes ou depois da interseção;
- Coordenação semafórica voltada para o transporte coletivo.

#### **4.1.1. Cobrança externa**

O processo de cobrança quando inadequado pode vir a ser um fator de aumento do tempo de viagem, especialmente pelas dificuldades que os operadores interpõem ao processo. Começando pela pequena largura da porta de acesso, pelo limitado espaço antes do posto de cobrança, passando pelo tempo necessário para vencer o obstáculo físico que representa a catraca, especialmente para os portadores de pacotes ou malas ou os obesos, e por fim pela demora em receber o troco. Todos estes aspectos retêm mais do que o necessário repetidas vezes os ônibus nas paradas esperando que os usuários possam subir no veículo.

A cobrança da tarifa externa ao veículo seria uma medida a se adotar neste caso. Este sistema, que é característico das operações metroviárias, já está em uso em algumas cidades do País, como é o caso do sistema de transporte coletivo de Curitiba, onde a cobrança é efetuada nas estações tubo, antes do embarque, no corredor do ABC na Região Metropolitana de São Paulo e em Goiânia, onde a compra dos bilhetes ou cartões eletrônicos é feita fora do veículo.

A grande dificuldade para a implantação deste sistema é a disposição dos postos de venda das passagens. É necessária a implantação de uma estrutura externa onde se efetue a cobrança e, ao mesmo tempo, o usuário possa aguardar o coletivo – seja na parada ou no terminal. Outro aspecto importante, principalmente com os índices de violência em todo o País, é como prover a segurança destes pontos de venda em cada estação ou terminal. É uma medida que é eficaz, porém necessita de maiores estudos para vencer os obstáculos, com o principal sendo a vulnerabilidade do posto de cobrança externo ao veículo.

#### 4.1.2. Bilhetagem automática

NTU (2005) coloca que a bilhetagem automática possibilita a criação e a prática de vários tipos de tarifas, ao mesmo tempo em que aperfeiçoa os mecanismos de controle da receita e amplia a capacidade de planejamento operacional dos serviços. Ademais, melhorias na interoperabilidade dos meios de pagamento facilitam o estabelecimento de parcerias do transporte público com outros setores, como bancos, estacionamentos, redes varejistas.

Outra vantagem do processo é a questão da diminuição do montante de dinheiro dentro dos coletivos. Isso gera ganho de tempo, uma vez que não é necessário troco e também um aumento da segurança nos veículos, visto que os assaltos aos ônibus tendem a diminuir.

Moreira (1996) ainda diz que o sistema, além de armazenar os dados da arrecadação de toda a operação, possibilita uma série de melhorias ao serviço:

- Permite a adoção de diversas políticas tarifárias, como a diferenciação do preço da passagem por seguimento da demanda, por horário do dia, etc;
- Dá maior confiabilidade ao sistema, na medida em que diminui a possibilidade de fraude no momento de cobrança da passagem;
- Permite o controle de bilhetes não válidos, através do cadastramento de uma lista negra. Isto provê segurança tanto para o órgão gestor quanto para o usuário que, eventualmente, perder seu bilhete;
- Permite a integração tarifária. Que tem sido, talvez, a principal motivação para os órgãos adotarem sistemas de bilhetagem automática. A possibilidade da implantação da integração tarifária entre linhas de ônibus e com outros modos, sem a necessidade de terminais, dá ao sistema uma boa relação custo/benefício.
- Permite, ainda, a "integração horária" onde o usuário, em um espaço de tempo determinado, utiliza quantas linhas precisar para cumprir seu deslocamento com um único bilhete.

O sistema consiste na implantação de validador acoplado a catraca de cobrança dos coletivos. Este instrumento libera a entrada dos passageiros após a leitura e o reconhecimento dos dados inseridos em um cartão, que fica em poder dos usuários. Ao final de cada viagem ou quando da chegada dos ônibus à garagem ou aos terminais é realizado o repasse das informações contidas no validador para o sistema de controle e gestão da bilhetagem.

No Brasil já se encontram em operação sistemas de bilhetagem que utilizam diferentes tecnologias, entre as quais se destacam a magnética e a eletrônica. Os cartões magnéticos armazenam e transacionam informações, comportando integrações temporais e espaciais. São reutilizáveis e sua durabilidade é menor do que a da tecnologia eletrônica. Os cartões eletrônicos, também chamados de inteligentes (*smartcards*) ou *chipados*, se apresentam nas versões com e sem contato e são capazes de armazenar 15 vezes mais informações que os cartões magnéticos, por meio de um *microchip*, que possui memória e processa informações complexas. Por isso, há maior potencial de uso dessa tecnologia nas políticas de diversificação tarifária (NTU, 2005).

Em virtude da diferença de dados e possibilidades de operação os cartões magnéticos são em geral mais baratos que os eletrônicos. Trata-se de dispositivos mais modernos que o antigo papel de vale-transporte e a tendência é que seu uso seja cada vez mais incentivado até a completa substituição do modo convencional de pagamento.

#### **4.1.3. Operação em comboios ordenados**

As primeiras ações voltadas para priorizar o transporte coletivo por ônibus foram iniciadas, em muitas cidades, pela implantação de faixas exclusivas nos corredores mais importantes para este fluxo. Apesar de já representar um ganho considerável de tempo de viagem, esta alternativa apresentava o problema de não permitir ultrapassagem aos veículos. Isso obriga os coletivos a trafegar em fila indiana, além de provocar muita confusão nos pontos de ônibus, uma vez que os usuários não sabem o local onde sua linha efetuará a parada.

Visando resolver este problema foi implantada pela primeira vez nos corredores de São Paulo a operação em comboios ordenados. Em 1978 a Companhia de Engenharia de Tráfego –

CET-SP publicava o Boletim Técnico N° 9, COMONOR: comboio de ônibus ordenado, de autoria de Pedro Szasz. A medida consistia em ordenar os veículos na entrada do corredor que a partir daí percorreriam todo o corredor até seu ponto de saída, mantendo a mesma ordem. Desta forma, pode-se demarcar o local de parada de cada linha nas estações de embarque ao longo do corredor.

Ferraz<sup>1</sup> (1998 apud PAMPLONA 2000) argumenta que com a simultaneidade das operações de embarque e desembarque nos pontos de parada, é possível aumentar substancialmente o volume horário de veículos que pode passar no corredor. O número de unidades nos comboios varia normalmente de 2 a 4, embora em São Paulo já se tenha operado com até 8 ônibus em comboios ordenados.

Mercedes-Benz<sup>2</sup> (1987 apud PAMPLONA 2000) afirma que teoricamente, chega-se a transportar 28.000 passageiros por hora e sentido, operando-se com comboio de ônibus articulados com intervalos de 20 segundos e em faixas segregadas, com um número reduzido de paradas.

---

<sup>1</sup>FERRAZ, A. C. P. (1998). *Escritos sobre transporte, trânsito e urbanismo*. São Carlos, SP.

<sup>2</sup>MERCEDES-BENZ (1987) *Manual de Sistema de Transporte Coletivo Urbano por Ônibus – Planejamento e Operação*. São Bernardo do Campo, São Paulo, 1987.

#### **4.1.4. Layout adequado dos veículos**

Langenbuch (1997) salienta que a disposição interna convencional nos ônibus urbanos contempla a existência de grupos de bancos transversais duplos, de dois assentos cada, em ambos os lados do veículo, separados entre si pelo corredor central. É a forma que maximiza a possibilidade de transportar passageiros sentados, mas que, em contrapartida, diminui a capacidade total de lotação dos ônibus (já que um passageiro sentado ocupa mais espaço que um conduzido em pé) e dificulta a locomoção interna no veículo, quando muito lotado. Um outro inconveniente pode se apresentar de um modo um tanto preocupante, sobretudo em linhas curtas ou outras com elevado índice de renovação de passageiros. Em tais casos pode-se justificar a substituição de bancos duplos por simples em um ou mesmo nos dois lados do veículo, já que em linhas desse tipo os passageiros efetuam percursos de pequena extensão, não sendo tão importante que grande número deles viajem sentados.

O problema é que é comum ônibus circularem lotados nos horários de pico. Isso faz com que os usuários tenham que se espremer dentro dos coletivos para poder se acomodar. Isso aumenta a possibilidade de atraso na viagem, uma vez que muitos passageiros não conseguem estar próximos à porta de saída na hora do desembarque.

Os motores também se constituem numa dificuldade, visto que a maioria dos ônibus em circulação no País tem seus motores na parte dianteira do veículo. Esta posição do motor faz com que o espaço restante para o ingresso ou a descida dos usuários (depende do processo de acesso aos veículos, que hoje se dá principalmente pela porta dianteira do veículo) se torne muito estreito, aumentando consideravelmente o tempo de embarque ou desembarque, contribuindo para aumentar o tempo parado nos pontos de ônibus e aumentando o tempo total de viagem. Esta característica contraria premissas apontada há décadas pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT, quando do desenvolvimento do ônibus denominado PADRON, que tinha como uma de suas características ter motor traseiro ou entre os eixos, abaixo do piso, e portas amplas para facilitar a subida e descida dos passageiros.

Além disso, o motor localizado na dianteira faz com que sua posição fique ao lado do motorista e desta forma pode causar Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR), conforme indica um estudo realizado com motoristas de ônibus na cidade de São Paulo que avaliou a associação entre a exposição à vibração de corpo inteiro e o ruído. Foi encontrado um nível de exposição semanal médio para motoristas que trabalhavam em ônibus com motor na parte dianteira de 83,6 dB(A) e para ônibus com motor na parte traseira de 77,0 dB(A). As audiometrias indicaram 35% dos motoristas com PAIR (SILVA<sup>3</sup>, 2002 apud FERNANDES *et al* 2004).

Já no que concerne às portas, a maioria dos ônibus urbanos brasileiros conta somente com duas portas, geralmente estreitas, possivelmente com vistas à contenção de eventual evasão tarifária. Isso provoca longa e vagarosa circulação dos passageiros pelo interior do ônibus (LANGENBUCH, 1997).

#### **4.1.5. Posicionamento das catracas**

Normalmente as catracas são utilizadas na parte dianteira do veículo. Uma das vantagens, alegadas pelos órgãos gestores e empresários, desta configuração é na questão da segurança. Segundo eles ao aproximar o cobrador do motorista se diminui o risco de assalto, uma vez que os dois podem observar e se comunicar sobre alguma movimentação estranha dentro ou fora do coletivo.

Outra vantagem que pode ser enumerada é o fato do embarque ser efetuado pela porta da frente. Isso faz com que as pessoas idosas ou com dificuldade de locomoção tenham um melhor acesso ao coletivo.

---

<sup>3</sup>SILVA, L.F. *Estudo sobre a exposição combinada entre ruído e vibração de corpo inteiro e os efeitos na audição dos trabalhadores*. 2002. 182 p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Langenbuch (1997) afirma que, ao que consta, o Brasil é o único país a adotar catracas no interior de veículos de transporte coletivo, o que leva a concluir que há outras formas de controlar o pagamento das passagens por parte dos passageiros e de se evitar a evasão tarifária. Diante disso, é de se sugerir uma medida talvez um pouco radical, como a substituição das catracas por algum meio de controle alhures, ou, ao menos amenizar a situação, voltando-se às catracas de trânsito confortáveis, as quais, diga-se de passagem, continuam existindo em alguns serviços de ônibus urbanos. Um pouco de evasão tarifária sempre haverá, cumprindo tolerá-la e mantê-la em níveis aceitáveis.

#### **4.1.6. Faixas exclusivas para os coletivos**

De todas as medidas listadas acima talvez uma das mais utilizadas é a adoção de faixas exclusivas para o transporte coletivo. Ao implantar faixas exclusivas o órgão gestor pode escolher se ao longo do trajeto irá, ou não, ser permitida a ultrapassagem entre os ônibus. Normalmente é recomendável que exista essa possibilidade, mas nem sempre é viável sua implantação. As manobras de ultrapassagem geralmente são permitidas nos pontos de parada com a colocação de mais uma faixa de rolamento para aqueles coletivos que não forem atender àquela parada possam efetuar a ultrapassagem.

A necessidade de se propiciar, a uma grande parcela da população, viagens de ônibus mais rápidas e curtas determina o surgimento de atuações no tráfego que possibilitam ao ônibus maior liberdade de circulação. As faixas, pistas e vias de circulação exclusiva dos coletivos possibilitam a esses veículos uma circulação mais fluida, livre de congestionamentos e garantem aos passageiros viagens mais diretas e, sob determinados aspectos, mais confortáveis (EBTU, 1982).

Segundo SEDU-NTU (2002) existem quatro níveis de segregação, conforme pode ser visto na tabela 4.1 a seguir:

Tabela 4.1 - Níveis de segregação e tipos de tratamento/operação das vias:

Nível de Segregação	Tipo de tratamento / Operação	Variações	Características
1	Tráfego misto		Veículos de transporte coletivo circulam junto com o tráfego geral, sofrendo grandes interferências longitudinais e transversais. Cruzamentos em nível frequentes.
2	Faixa exclusiva	No fluxo	Veículos do transporte coletivo trafegam em faixa exclusiva, mas sem elemento de separação física do tráfego geral. A faixa exclusiva costuma estar na lateral da via (embora possa estar também no centro) e ter ou não faixa dupla para ultrapassagem junto aos pontos de parada. Número considerável de cruzamentos em nível.
		No contra-fluxo	
3	Pista exclusiva (canaleta, busway)	Em via de múltiplos usos	Veículos do transporte coletivo trafegam em faixa exclusiva com elemento de separação física do tráfego geral. A faixa pode estar no centro ou nas laterais da via e ser ou não duplicada para ultrapassagem (especialmente junto aos pontos de parada). Poucos cruzamentos em nível.
		Via exclusiva	
4	Via Segregada		Veículos do transporte coletivo trafegam em via totalmente segregada, não sofrendo interferências longitudinais ou transversais de qualquer tipo. Não há cruzamentos em nível.

#### 4.1.7. Pavimentação e conservação das vias urbanas com prioridade àquelas que servem de rota de ônibus

Diversas legislações pelo País determinam a prioridade da pavimentação das ruas e avenidas àquelas que servem aos coletivos. Esta regra não é percebida em alguns locais. Áreas muito movimentadas, com grande circulação de ônibus possuem seu pavimento, em muitos pontos, em péssimo estado de conservação, conforme mostra a figura 4.1 a seguir.





Figura 4.1 - Exemplo de estado do pavimento em algumas vias de grande circulação de ônibus.

Muitas vezes os ônibus são obrigados a trafegar por corredores que possuem lombadas, principalmente em vias coletoras. Mesmo com as determinações contrárias à sua utilização impostas pelo Código de Trânsito Brasileiro – CTB as lombadas ainda são comuns nos ambientes urbanos e geram problemas como a diminuição da velocidade comercial, aumento dos tempos de viagem, além de um acréscimo na possibilidade de quebra dos coletivos.

A qualidade da superfície de rolamento é o aspecto mais importante para a vida útil dos ônibus. As freqüentes reduções e aumentos da velocidade devido a presença de buracos, lombadas e valetas e a existência de poeira ou lama no caso das vias não pavimentadas são altamente prejudiciais. Isso gera uma diminuição no tempo de uso dos coletivos, que por sua vez gera uma necessidade antecipada de gasto com a aquisição de peças e de novos ônibus, o que traz mais uma deseconomia ao sistema.

Outro aspecto que muitas vezes parece de pouca importância, mas que interfere fortemente na operação do transporte coletivo por ônibus é o obstáculo que representam as árvores situadas nas margens das vias. Quando não podadas adequadamente, obrigam os ônibus a deixarem a faixa da direita e se posicionarem na faixa contígua, causando interferência na circulação e diminuindo a capacidade da via.

#### **4.1.8. Informação ao usuário**

Esta é uma das questões mais vulneráveis do transporte público no País, pois o usuário normalmente não dispõe das mínimas informações sobre o funcionamento do sistema e suas características. A informação que deveria estar disponível antes mesmo de fazer a viagem, na forma de mapas, internet, etc, além de estar disponível nas paradas e dentro e fora do veículo, praticamente não existe. Se o uso do sistema já é difícil para os habitantes da cidade, é fácil imaginar a situação de uma pessoa de fora, especialmente os turistas.

Esse quadro faz com que muitas vezes os usuários tenham que solicitar a parada dos ônibus para pedir informação ao motorista. Isso gera uma perda de tempo que poderia ser evitada, além de ser uma dificuldade a mais para convencer os motoristas de veículos particulares a deixarem seus carros em casa e utilizarem o sistema de transporte público por ônibus. Fornecer informação aos passageiros é uma solução simples que poderia ser realizada sem gastos excessivos e que traria agilidade ao sistema, além de um ganho na sensação de qualidade da operação gerada no usuário.

#### **4.1.9. Comunicação direta com a central de operações**

Um dos melhores exemplos desta operação é Bogotá, na Colômbia, que ao implantar o sistema conhecido como Transmilênio, utilizou comunicação direta por voz e texto entre a central de operações e os motoristas.

Para se ter uma idéia da grandeza e da qualidade do projeto, Hidalgo (2005) descreve que a operação do Transmilênio é gerenciada por uma central de controle que é equipada com 6 estações de trabalho, cada uma com capacidade de controlar até 80 ônibus articulados. Um sistema de comunicação permanente de voz e dados com todos os coletivos e com os supervisores do sistema. Cada ônibus possui ainda uma unidade lógica conectada com um aparelho de GPS, o odômetro e o sistema de abertura de portas. A unidade lógica informa a localização do coletivo a cada 6 segundos com uma precisão de 2 metros. O operador de controle tem uma tela de monitoração para cada serviço que mostra esquematicamente um mapa digital para a localização física dos ônibus. O software implantado permite verificar o cumprimento dos

horários, dando aos controladores a oportunidade de fazer ajustes de demanda e de ofertas em tempo real.

Em Bogotá, se um coletivo quebrar, por exemplo, o operador pode utilizar a comunicação para, ao mesmo tempo, acionar a oficina e também solicitar a saída da garagem da empresa de mais um ônibus para suprir aquela quebra. O operador pode também requerer que um determinado motorista aumente ou atrase seu ritmo ou até adiante algumas paradas para atender alguma demanda excessiva em algum ponto específico do itinerário.

As restrições para a sua implantação passam pelos custos da aparelhagem envolvida na operação. Os equipamentos são caros e requerem manutenção especializada. Mas, por outro lado, é uma ferramenta importante para a melhoria da eficiência da operação dos coletivos.

Outro bom exemplo do Transmilênio é seu esquema operacional com linhas paradoras, semi-expressas e expressas, onde estas últimas só param em paradas específicas, diminuindo com isto o tempo de viagem dos usuários destas linhas. Evidentemente que este esquema operacional só é possível caso haja possibilidade dos ônibus ultrapassarem no corredor exclusivo.

#### **4.1.10. Melhoria do conforto do material oferecido ao usuário**

Os ônibus urbanos brasileiros em geral deixam muito a desejar quanto ao tema conforto. A maioria dos órgãos gestores deveriam ser mais rígidos no aspecto da qualidade do sistema. Esse é um dos fatores que faz com que cresça a demanda pela compra de veículos particulares. Essa deficiência é observada tanto nos coletivos quanto nos terminais e paradas de ônibus.

Para exemplificar, o Brasil é um país de dimensões continentais e que tem um clima predominantemente tropical. A temperatura é um fator importante e que deveria demandar uma grande preocupação. Porém, muitos dos veículos vendidos para o Nordeste têm partes das janelas fechadas, apenas permitindo uma abertura na parte superior. Uma solução seria o uso de ar-condicionado nos veículos, porém as operadoras alegam que sua colocação encarece muito a operação.

Langenbuch (1997) afirma que na maioria dos ônibus urbanos do Brasil, os bancos hoje são rígidos, de fibra. Este uso pode fazer sentido no exterior onde a qualidade do sistema viário é bem superior e a qualidade dos veículos idem, como é o caso de cidades italianas, entre as quais Roma, e São Francisco, nos Estados Unidos. Contudo, estas não são certamente as condições brasileiras, onde o uso de tais bancos se mostram em muitos casos inadequados.

Outra medida de conforto que pode ser adotada é a melhoria das condições dos terminais e das paradas de ônibus. A situação da maioria dos pontos de transbordo é a de falta de manutenção. Banheiros sujos e depredados nos terminais, piso com buracos e ambulantes vendendo todo tipo de artefato. Pontos de embarque sem bancos e, algumas vezes, sem abrigo contra o sol e a chuva são comuns.

#### **4.1.11. Restrição ao estacionamento nos centros urbanos**

Em vários lugares do mundo são utilizadas restrições ao estacionamento de veículos nas áreas de maior movimento como forma de incentivar o uso dos meios de transporte coletivo. Esta ação se faz, geralmente, mediante a cobrança de elevadas taxas de permanência nestes locais.

Downs<sup>4</sup> (1992 apud LOPES 2003) constata que as políticas de gerenciamento da demanda estão concentradas na redução do número ou na extensão das viagens através de políticas de cobrança, como a criação de impostos sobre a circulação de veículos em horário de pico (pedágio), cobrança de taxas sobre o estacionamento em horário de pico e impostos ou aumento do preço dos combustíveis.

---

<sup>4</sup>DOWNS, A. *Stuck in traffic: coping with peak-hour traffic congestion*. Washington. The Brookings Intitution, 1992. 210 p.

No Brasil tem se adotado de forma geral o sistema conhecido como Zona Azul, onde o motorista compra um bilhete que lhe dá direito a estacionar por algumas horas, que podem variar dependendo do local. Não é usual no planejamento deste elemento a utilização de estacionamentos periféricos. Este tipo de estacionamento fica geralmente localizado na periferia das áreas centrais e tem como função atrair os motoristas destinados a esta região, que podem se transferir para linhas de transporte coletivo que atendam a esta demanda, diminuindo a circulação dos veículos.

#### **4.1.12. Restrição ao uso do automóvel particular**

Primeiramente é importante ressaltar que esta ação não vem para penalizar o motorista, ou seja, não se deve restringir a utilização do automóvel sem oferecer melhoria na qualidade do transporte coletivo. As pessoas somente se sentirão seguras para deixar o carro em casa se tiverem um serviço diferenciado a preços mais acessíveis do que o gasto com combustíveis e manutenções do seu veículo.

Algumas cidades já colocaram em prática este tipo de medida. Uma delas foi Londres. A ANTP (2003) informa que, recentemente, pesquisa da agência *London First* mostrou que 75% dos executivos acham que o pedágio londrino está funcionando bem, enquanto que somente 5% criticam o sistema. Na época que a restrição entrou em operação ocorreram reclamações e pequenas manifestações nos arredores da cidade, mas o trânsito esteve mais tranqüilo que o normal. Também não houve congestionamento em torno dos 21 quilômetros quadrados da área restrita, como opositores do esquema predisseram.

Para a implantação de um sistema como esse são requeridos estudos complexos que dentre inúmeros aspectos observem a oferta adequada de transporte coletivo e se possível com serviços diferenciados para facilitar a aceitação do projeto pela comunidade.

## 4.2. MEDIDAS A SEREM TESTADAS E AVALIADAS NO CASOS DE ESTUDO

### 4.2.1. Características gerais de uma parada de transporte coletivo

Ferreira (1999) define pontos de parada como sendo locais definidos nas vias públicas onde se realizam o embarque e o desembarque de passageiros de transporte coletivo por ônibus. Geralmente esses pontos são distribuídos ao longo da linha, obedecendo a espaçamentos regulares. O tipo e a localização dos pontos de parada influenciam a operação do transporte público, afetando a velocidade comercial, o consumo de combustível, o número de veículos em operação, enfim, afetam sobremaneira a determinação dos custos e a tarifa final ao consumidor.

Por sua vez o abrigo cumpre a função de proteger os usuários das intempéries ou do sol e contribui para melhorar a qualidade ofertada pelo sistema.

SEDU-NTU (2002) afirma que é importante destacar a necessidade de baias ou faixas adicionais para ultrapassagem nos pontos. Essas facilidades condicionam, em grande medida, a capacidade e o desempenho do ponto de parada, principalmente em corredores onde há diversos tipos de serviços com necessidades de paradas diferenciadas, como os serviços *paradores* e os *expressos*. Em Bogotá, por exemplo, conseguiu-se duplicar a capacidade dos pontos com a implantação de faixas de ultrapassagem nas paradas (paradas com faixas de ultrapassagem chegam a comportar mais de 300 ônibus/hora).

Em seu Caderno Técnico N° 2, a ANTP (1995a) apresenta as seguintes referências para o dimensionamento do espaço de acomodação e manobra dos veículos nos pontos de parada:

- Espaço para entrada do veículo: 19 m;
- Espaço para saída do veículo: 8 m;
- Espaço para acomodação dos veículos:
  - frequência até 40 ônibus/hora: 1 vaga (13m para ônibus convencional);
  - frequência de 40 a 80 ônibus/hora: 2 vagas;

- frequência de 80 a 120 ônibus/hora: 3 vagas. Acima desta frequência é recomendável desmembrar os pontos.

Mercedes-Benz (1987) afirma que as dimensões mínimas para um ponto de parada comum para ônibus de 13m de comprimento é de 33m, conforme mostra a figura 4.2 abaixo.

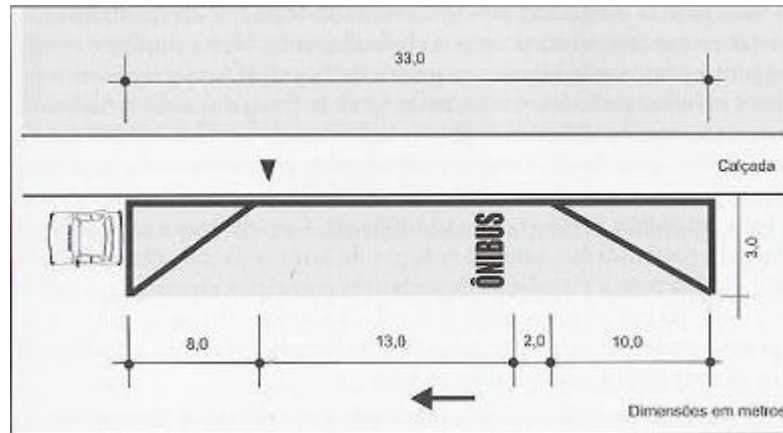


Figura 4.2 – Dimensões ideais dos pontos de parada para ônibus com 13m de comprimento.

Fonte: Mercedes-Benz do Brasil (1987).

Ainda segundo Mercedes-Benz (1987) as dimensões necessárias, mínimas e ideais, para as diferentes configurações de pontos de parada estão representadas na figura 4.3. Já na figura 4.4 são mostradas as dimensões típicas empregadas nos pontos de ônibus com guia avançada, sendo a largura de 2m utilizada apenas nos estacionamentos para carros. A figura 4.5 mostra as baias recuadas tipo “dente de serra”. Nessa solução as entradas e saídas dos ônibus são independentes e é consumido menor comprimento de passeio em relação ao estacionamento paralelo à guia.

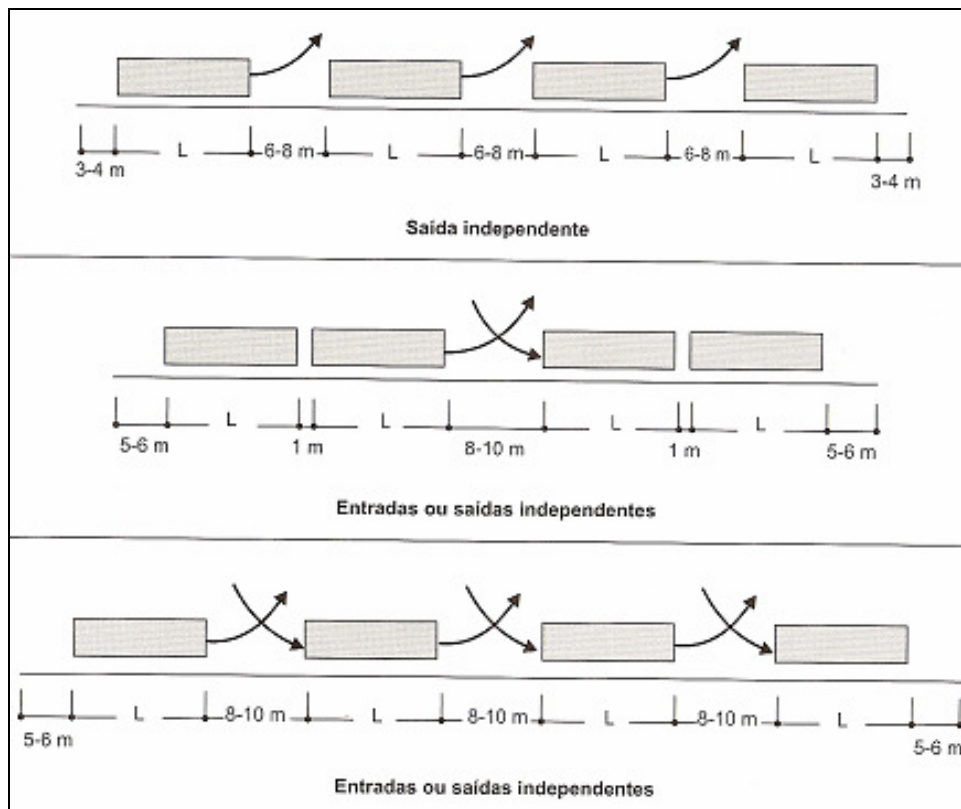


Figura 4.3 – Dimensões necessárias para as manobras de estacionamento.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

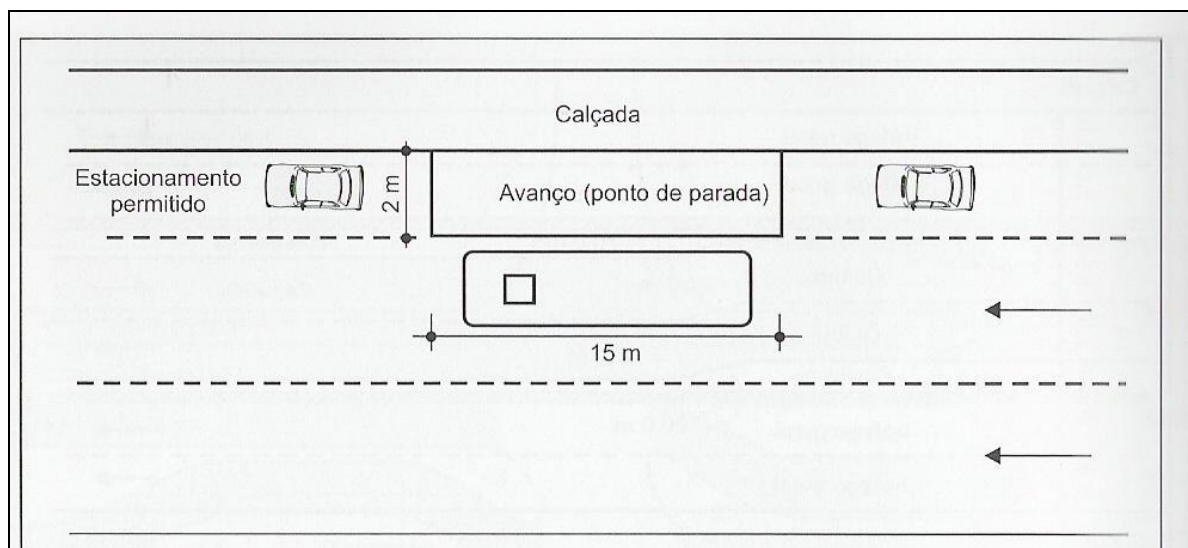


Figura 4.4 – Pontos de ônibus em baias avançadas.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).



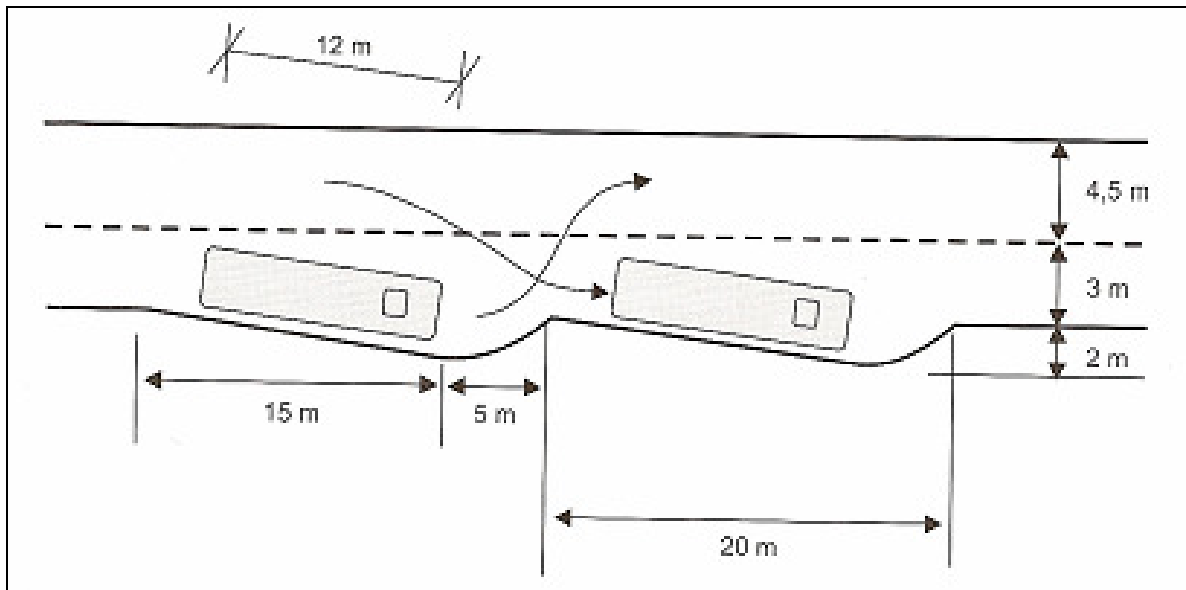


Figura 4.5 - Pontos de ônibus tipo “dente de serra”.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

#### 4.2.2. Realização de embarque e desembarque no nível do primeiro degrau dos ônibus

A altura do chassi da grande maioria dos ônibus em circulação no País é muito alta e conseqüentemente o acesso ao piso do veículo requer escada, para subir e descer. O primeiro degrau, no caso da subida e o último, no caso da descida, normalmente apresenta um grande desnível em relação à via ou às calçadas. Isto provoca um desconforto imenso aos usuários, em especial às pessoas idosas, gestantes, obesas ou com algum tipo de deficiência. Esta situação provoca a necessidade de um maior tempo para a subida ou descida dos usuários do veículo e por conseqüência aumenta o tempo gasto na viagem. Este aspecto também gera impactos indiretos no consumo de combustível e na poluição atmosférica, pois os coletivos permanecem na parada mais tempo que o necessário.

As funções de embarque e desembarque representam segundo Araújo<sup>5</sup> (1990 apud BINS ELY 1997) 61% do total de tempo gasto durante a viagem, conforme mostra a Figura 4.6.

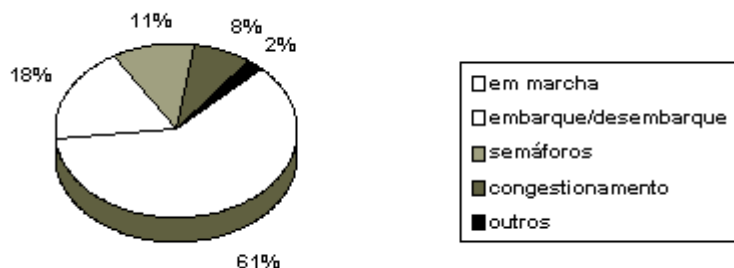


Figura 4.6 – Tempo médio gasto durante uma viagem de ônibus.

Benetti e Benedetti (2005) realizaram um estudo que procurou medir o grau de dificuldade das idosas ao embarcar nos ônibus, diferenciando as pessoas pesquisadas entre praticantes ou não de exercícios físicos. Interrogadas sobre a dificuldade no embarque e no desembarque dos ônibus urbanos de Florianópolis, 45% das praticantes e 70% das não praticantes de exercícios físicos afirmaram que tinham dificuldades no embarque e/ou desembarque dos ônibus urbanos.

Aspecto relevante para um País cuja população está envelhecendo rapidamente. Atualmente a população com mais de sessenta e cinco anos representa 8% do total (IBGE, 2000) e em 2050 será de 20% (Wong e Carvalho, 2006). Apontando para a obrigatoriedade de profundas modificações nos veículos e espaços públicos e privados de forma a garantir a acessibilidade desta considerável parcela de nossa população.

<sup>5</sup>ARAÚJO, CARLOS A. M. de (1990) *Componentes de um sistema de transporte público*. Revista dos Transportes Públicos 47, ANTP. pp. 101-111.

O Brasil já dispõe de uma boa legislação para este fim, trata-se das Leis nº 10.048/00 e nº 10.098/00, ambas regulamentadas pelo Decreto nº 5.296/04, que determina a garantia de acessibilidade às edificações, vias públicas, mobiliários urbanos, sistemas de comunicação, transportes de uso coletivo e prestação de serviços públicos para pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida (idosos, obesos, gestantes, etc). Este Decreto especifica os prazos para adequação dos veículos de transporte coletivo às suas exigências: prazo para adequação, 120 meses após o Decreto, ou seja, 02/12/2014 e prazo para fabricação de veículos adequados, 24 meses após a norma, o que significa 16/11/2008. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

A locomoção sobre degraus de ônibus é uma situação diferente da locomoção em escadas encontradas em ambientes públicos e domésticos. Particularmente durante a descida dos degraus do coletivo o indivíduo sofre influência do deslocamento do ônibus até sua parada total para efetuar a descida. Os degraus possuem dimensões diferentes de acordo com o modelo do veículo, além de alguns possuírem dimensões variadas de um degrau para o outro, em virtude das portas e corrimãos. A distância entre o último degrau e o solo é outra variante, pois nem sempre a parada do ônibus ocorre próxima à calçada. Se um ônibus executar a parada longe da calçada, por exemplo, o indivíduo deve superar uma altura de 15 cm (altura padrão da calçada) maior do que se o ônibus parar próximo ao meio-fio (SILVA, 2003).

Na Tabela 4.2 são apresentadas as dificuldades que as idosas praticantes e não praticantes de exercícios físicos relatam no embarque e no desembarque dos ônibus urbanos.

Tabela 4.2 - Dificuldades apontadas no embarque e no desembarque dos ônibus urbanos de Florianópolis:

Dificuldades	Praticantes		Não-praticantes	
	Frequência	%	Frequência	%
Baixa estatura	1	6	1	4
Não consegue flexionar o joelho	2	12	2	8
Falta de força muscular	2	12	4	15
Falta de firmeza nas pernas	2	12	1	4
Dificuldade em equilibrar-se	3	18	-	0
Dor	3	18	5	19
Nervosismo	-	0	1	4
A escada é alta	4	22	12	46
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>

Fonte: Benetti e Benedetti (2005).

Observando a tabela 4.2 se percebe que a altura dos degraus é o elemento que mais afeta as pessoas idosas, independentemente de praticar ou não exercícios.

Atualmente se dispõe das seguintes alternativas capazes de solucionar este problema: plataforma de embarque e desembarque no mesmo nível do piso do veículo, uso de ônibus de piso baixo, ônibus dotados de mecanismos que inclinam e rebaixam a carroceria, ônibus com elevadores ou elevação do piso das paradas ao nível dos degraus dos ônibus.

As plataformas de embarque e desembarque ao mesmo nível do piso do veículo, à semelhança do que ocorre nos metrô, só são viáveis quando se dispõe de corredores exclusivos de ônibus, a exemplo do que se encontra em Curitiba, nas estações tubo, no Corredor Vila Nova Cachoeirinha em São Paulo ou no Transmilenio em Bogotá, Colômbia, onde as portas são do lado esquerdo dos veículos. Indiscutivelmente esta é a melhor solução, pois garante a acessibilidade universal, onde um cadeirante pode acessar sozinho o veículo.

A utilização de veículos com piso baixo, do ponto de vista da acessibilidade viria a seguir como sendo a mais adequada, porém sua utilização depende da qualidade geométrica e da pavimentação do sistema viário, pois devido a buracos ou rampas íngremes o veículo pode bater o piso ou a traseira contra a pista e se danificar.

Os veículos que dispõem de mecanismo que permite se inclinar e rebaixar nas paradas, além de serem mais caros e requererem manutenção mais sofisticada consomem tempo nesta operação, o que afeta o tempo total de percurso.

Veículo com elevadores para cadeirantes é uma solução para estas pessoas com deficiência, porém não atende a questão dos demais usuários com restrição de mobilidade, além de requererem mais tempo nas paradas em função do processo de funcionamento do elevador.

Um obstáculo à introdução de veículos especiais como os supracitados é o custo de aquisição. Recentemente uma parceria entre a Prefeitura de Campinas e a Volkswagen

desenvolveu modelos de carroceria de ônibus convencional e de micro-ônibus acessíveis à pessoas com deficiência ou redução de mobilidade, que apresentam preços equivalentes aos veículos normais. O ônibus tem a parte central com piso rebaixado e o restante do veículo na altura normal. A parte rebaixada dispõe de uma rampa escamoteável que facilita o acesso. Nesta posição são superadas as dificuldades encontradas pelo veículo de piso baixo. O micro tem a parte rebaixada na traseira, também dispondo de rampa escamoteável (CAMPINEIRO, 2006).

#### **4.2.3. Localização das paradas, enfocando a distância entre elas**

Para se fazer uma análise da importância da localização que um ponto de parada de ônibus tem para as medidas de priorização é fundamental salientar alguns aspectos. O primeiro deles está na dificuldade de localização da parada no local tecnicamente definido, pois existe grande resistência dos residentes a colocação da parada em frente à sua casa. O que termina por transformar uma questão simples em complexa, pois exige do órgão responsável grande poder de negociação. A situação social de alta taxa de desemprego acaba por associar as paradas de ônibus com ambulantes, além da questão do ruído devido ao processo de frenagem, abertura e fechamento de portas e aceleração dos ônibus.

O usuário de transporte público é a principal referência quanto à qualidade do serviço prestado. Assim é muito importante a atenção dedicada aos pontos de parada, pois ele se constitui o primeiro contato do passageiro com o sistema de transportes. Do ponto de vista do passageiro sua localização é de grande importância porque determina a condição de acessibilidade ao sistema, ou seja, o tempo gasto de caminhada da origem à parada ou da parada ao destino. (ANDRADE *et al*, 2004).

Alguns fatores do tempo total da viagem têm que ser levados em conta quando se deseja uma comparação entre a acessibilidade dos diferentes modais: tempo andando para chegar ao veículo, tempo de espera (se necessário), tempo de embarque e pagamento, tempo de viagem, tempo de transbordo e tempo de acesso a pé até o destino.

Vasconcellos (2000) afirma que o tempo andando reflete a distância média entre a pessoa e o veículo que ela pretende utilizar. No caso do transporte público, essa distância reflete a distribuição média das linhas e dos pontos de parada no espaço. No caso de transporte privado (auto, táxi e caminhão), ela reflete a disponibilidade de vias e as condições de estacionamento e carga/descarga.

O tempo total entre origem e destino varia muito entre os modos motorizados, conforme mostra a tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Tempos de deslocamento porta a porta por modo de transporte, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), 1997:

Modo	Tempo de viagem porta a porta (min)	Modo	Tempo de viagem porta a porta (min)
Trem	93	Táxi	26
Metrô	77	Motocicleta	25
Ônibus	56	Bicicleta	23
Lotação <sup>1</sup>	37	A pé	15
Auto	28		

(1) transporte clandestino

Fonte: CMSP<sup>6</sup> (1998) apud VASCONCELLOS (2000).

Uma questão que deve ser considerada em um estudo de dimensionamento dos locais das paradas é a distância entre elas. Se é curta tem forte implicação no tempo de viagem total, se é longa dificulta o acesso aos usuários. Desta forma busca-se encontrar um ponto ótimo.

---

<sup>6</sup>CMSP – Cia do Metropolitano de São Paulo (1998) Pesquisa Origem – Destino 1987, São Paulo.

Pietrantonio (1998) coloca que existem pelo menos seis efeitos maléficos do aumento do número de paradas no corredor:

- Mais paradas representam maior tempo gasto na viagem para os usuários que estavam embarcados nos veículos já no início do trecho (isto é, pior qualidade de serviço);
- Também representa maior custo operacional, em particular consumo de combustível, decorrente da manobra de aceleração e desaceleração envolvida;
- Maior tempo de viagem pode representar uma necessidade maior de frota e horas de operação para atender uma mesma frequência de serviço (isto é, maior custo de operação);
- Maiores custos de operação, em decorrência, podem representar maior tarifa para o serviço (pelo menos quando não há um efeito adicional significativo de aumento de demanda);
- Mais paradas representam maior interferência com os demais veículos motorizados (em particular o automóvel), em função do eventual bloqueio de uma faixa de tráfego durante o atendimento aos passageiros no ponto;
- Mais paradas representam maior interferência com outras atividades lindeiras ao corredor (isto é, com o uso do solo local), normalmente prejudicadas pela existência dos pontos de parada (eventualmente beneficiadas pela demanda gerada pelos seus usuários).

Andrade *et al* (2004) diz que o distanciamento recomendado entre as paradas deve ser estabelecido de forma que o passageiro realize uma caminhada de no máximo 500 metros, distância esta considerada normal, porém é prática comum utilizar o espaçamento de 300 metros entre os pontos de ônibus. De acordo com SEDU/PR-NTU (2002), recomenda-se que o distanciamento médio entre paradas seja de 300 a 400m nas áreas centrais, de 400 a 600m nas áreas intermediárias e de 600 a 800m nas áreas periféricas das cidades.

Outro fator que deve ser levado em conta é em que local do quarteirão a parada deve ser localizada. Os pontos podem estar localizados pouco antes ou logo depois dos cruzamentos ou ainda no meio, na parte central da quadra. Segundo Mercedes-Benz (1987), por razões de segurança, nos pontos localizados próximos a interseções deve ser mantida uma distância livre de no mínimo 10m do alinhamento predial, conforme mostram as figuras 4.7 e 4.8 abaixo.

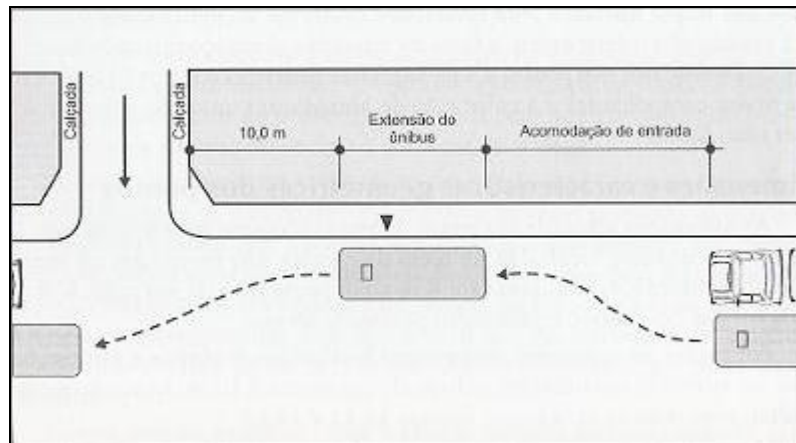


Figura 4.7 – Ponto posicionado antes do cruzamento.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

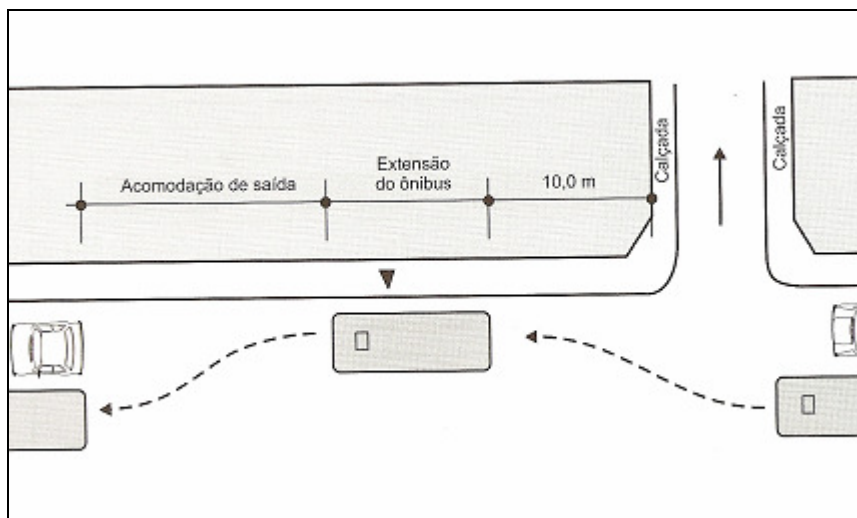


Figura 4.8 – Ponto posicionado após os cruzamentos.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

Ainda segundo Mercedes-Benz (1987) no caso de vias estreitas com duas faixas de tráfego, uma em cada sentido, entre pontos de parada de lados opostos deve haver uma distância livre de no mínimo 40m, para evitar que a parada simultânea de dois veículos transitando em sentidos opostos interrompa o trânsito. A figura 4.9 ilustra esse fato.



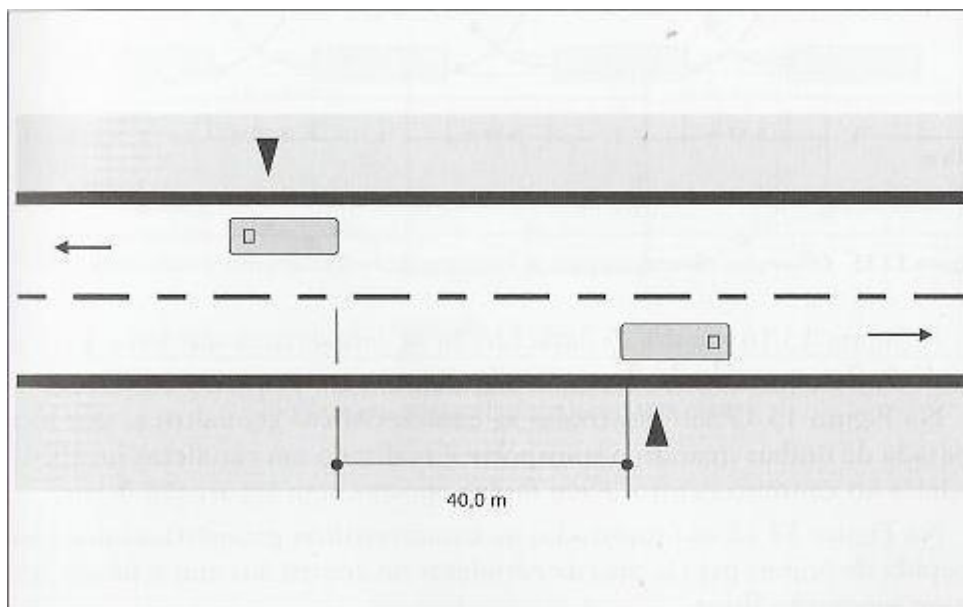


Figura 4.9 – Posição de pontos em lados opostos nas vias estreitas.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

A figura 4.10 mostra as características geométricas das baias para parada de ônibus recuadas do fluxo de trânsito. Na figura 4.11 são mostradas as características geométricas dos locais de parada de ônibus quando o transporte é realizado em canaletas localizadas próximas ao canteiro central e em faixas opostas com separação física. Na figura 4.12 são mostradas as características geométricas dos locais de parada de ônibus para o caso de canaletas no centro das vias e faixas opostas sem separação física (MERCEDDES-BENZ, 1987).

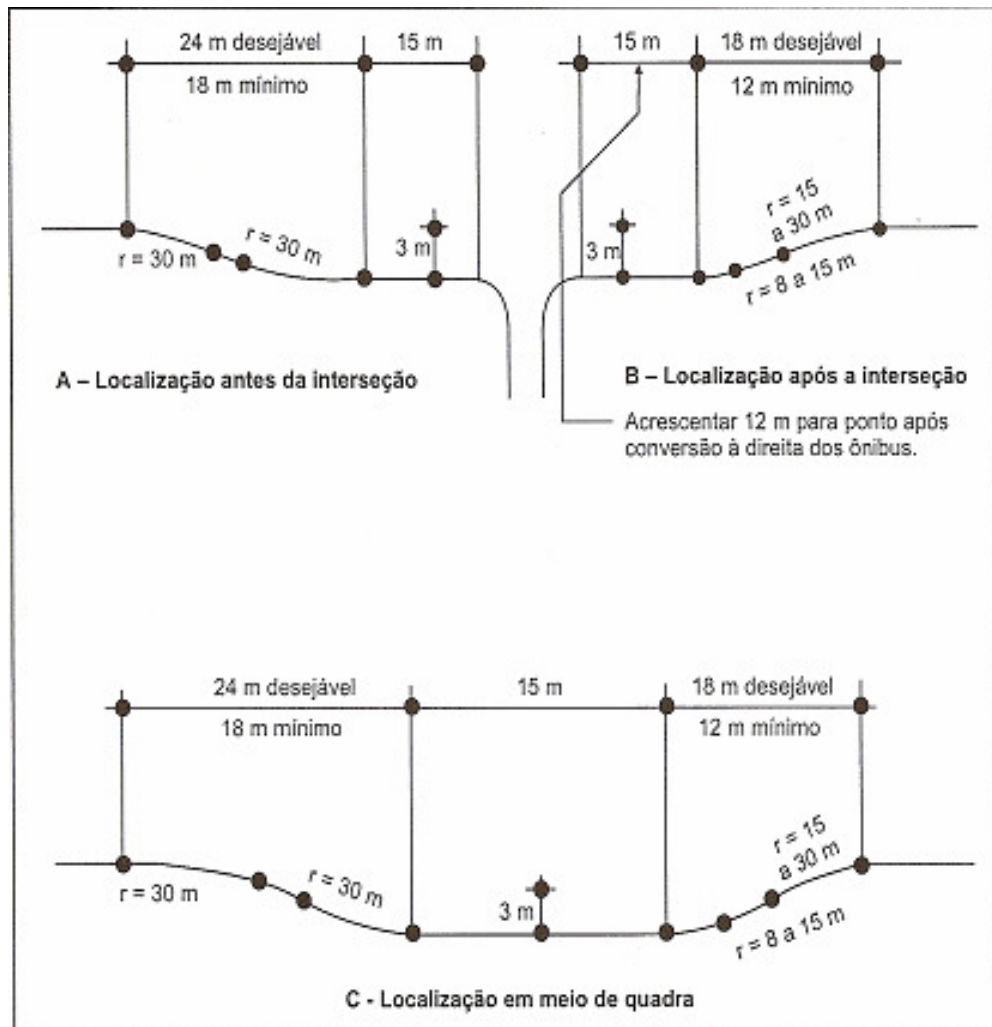


Figura 4.10 – Características geométricas das baias recuadas para estacionamento fora do fluxo.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

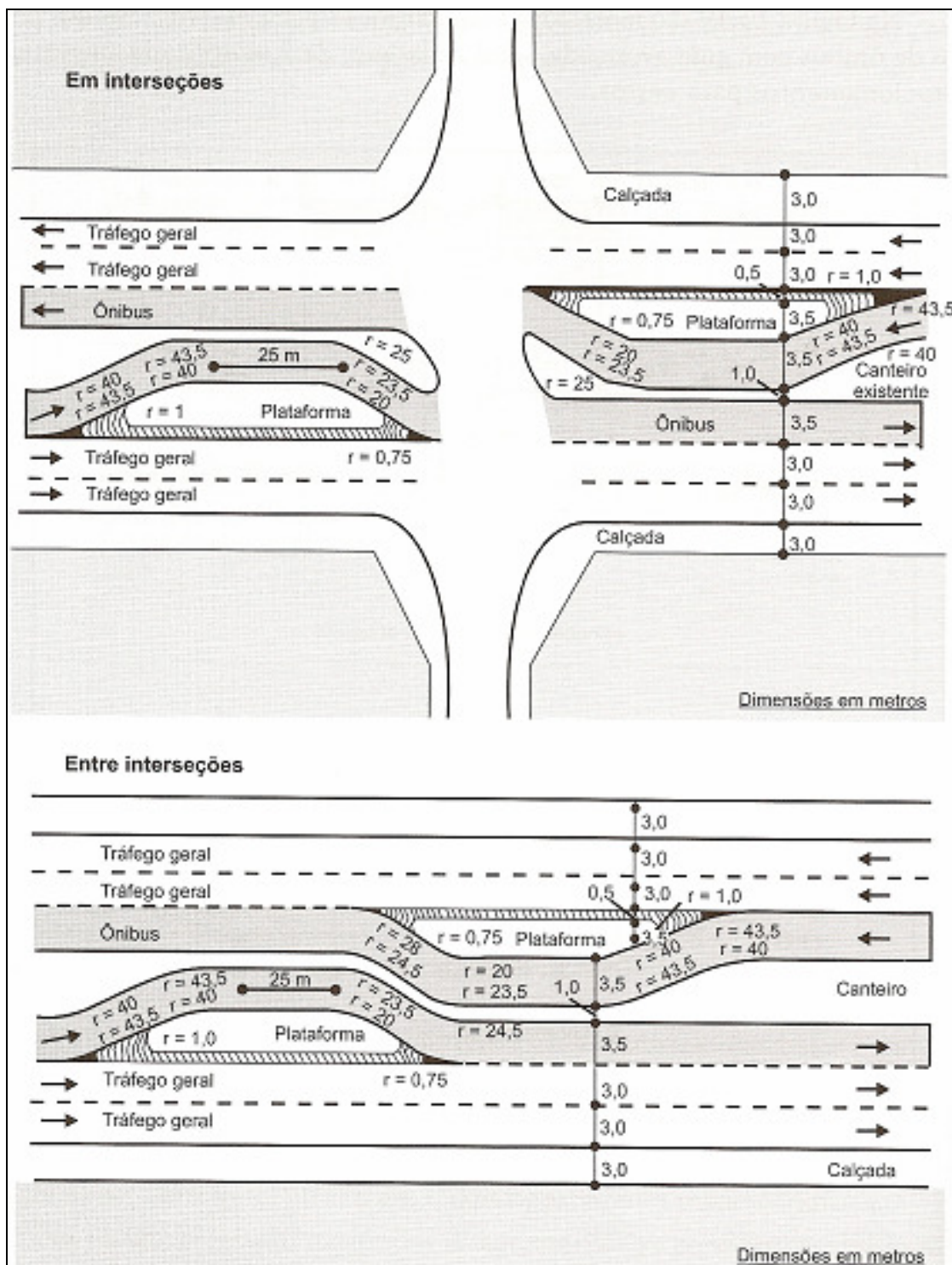


Figura 4.11 – Pontos em canaletas localizadas próximo ao canteiro central e em faixas opostas com separação física.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

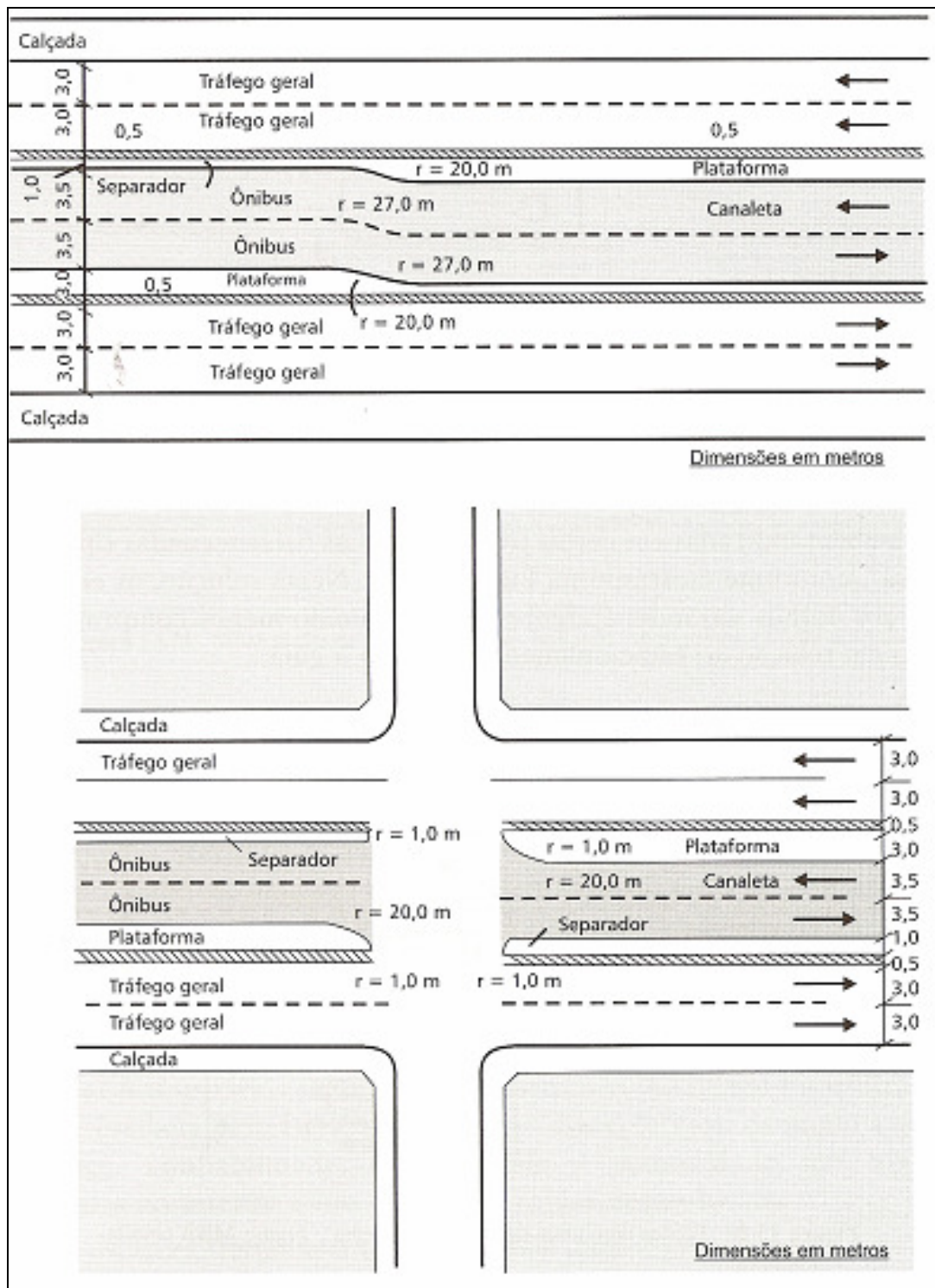


Figura 4.12 – Pontos em canaletas localizadas próximas ao canteiro central e em faixas opostas sem separação física.

Fonte: Mercedes-Benz (1987).

#### **4.2.4. O uso da micro-simulação de tráfego na avaliação de medidas de melhoria ao transporte coletivo por ônibus**

Uma das formas de aferir a localização ideal das paradas de ônibus, tanto no tocante à distância entre elas como no aspecto da sua posição no quarteirão é a realização de uma simulação computacional. Ao testar os diversos cenários e possibilidades em um programa computacional pode-se obter uma estimativa dos melhores resultados sem os inconvenientes de uma ação direta no campo, que pode acarretar desgaste para o órgão gestor e insatisfação por parte dos usuários em caso de uma solução mal adotada.

Um dos softwares que pode realizar esta função é o INTEGRATION. O modelo do INTEGRATION foi desenvolvido por Michel Van Aerde como tese de doutorado (1984-1986) durante curso na Universidade de Waterloo, no Canadá. Seu nome vem do fato que o programa integra um grande número de capacidades únicas. Primeiro, integra simulação microscópica e atributos de tráfego. Depois o modelo integra rodovias de tráfego rápido e vias arteriais dentro de uma lógica singular (M. Van Aerde & Assoc., 2005).

Portugal (2005) coloca que a fundamentação teórica da simulação microscópica é devida originalmente a Reuschel e Pipies, na década de 50, e mais recentemente a Kometani, Sasaki, Herman, que formularam e aprimoraram as chamadas Leis de Seqüência ou de Perseguição, entre os veículos. Nesse enfoque, os veículos são tratados de forma individualizada, sendo os modelos tão detalhados quanto for o seu propósito. Cada veículo conserva, individualmente, todas as características de interesse para o sistema. O trânsito ao longo dos arcos é regido por leis de perseguição e o comportamento nas interseções é, normalmente, mais complexo e detalhado.

Diferentemente de outras ciências que podem simular os impactos de uma dada ação observando parte da realidade, no caso das redes de circulação de tráfego isto é impossível. Depende-se da construção de modelos informáticos que simulem esta realidade. Porém é sempre bom lembrar que se trata de um modelo representativo da realidade e não da realidade propriamente dita, logo existe diferença entre os resultados do modelo e da realidade. Porém, no caso de uma rede de circulação, se dispor dos impactos de uma alteração em sua operação ou

estrutura, antes da implantação definitiva na própria rede é algo de extremo valor. Infelizmente a maioria das cidades brasileiras não adota este procedimento técnico e o laboratório delas é a própria rede de circulação real, sofrendo, obviamente, os usuários as conseqüências dos impactos negativos não calculados.

O INTEGRATION é um modelo que possibilita a simulação de interseções do tipo “PARE”, vias expressas até redes semaforizadas coordenadas. Podem-se determinar classes diferentes de motoristas associadas a diferentes demandas. Fornece indicadores de tempo de viagem, atraso, consumo de combustíveis e emissão de poluentes para cada veículo individualmente, assim como para arcos isolados ou agregados. Também fornece indicadores de densidade, velocidade e nível de serviço por arco. Apresenta uma interface gráfica, que permite a entrada de dados, a visualização da simulação do tráfego e consulta de dados de entrada e de saída do programa. Pode trabalhar com volumes de tráfego e proporções de giro nas interseções ou com matrizes O/D (máximo de 500 zonas de tráfego).

O INTEGRATION também modela interseções com prioridade, semaforicas e rampas das vias expressas. Trabalha com diversos tipos de veículos (150.000 veículos simulados simultaneamente) e modela faixa exclusiva. Considera a ocorrência de incidentes que bloqueiem parcialmente a via (máximo de 100). Suas saídas relatam densidade, volumes alocados, velocidade, tempo de viagem, atraso, número de paradas, consumo de combustível e emissão de poluentes. (MAIOLINO e PORTUGAL<sup>7</sup>, 2001; POYARES<sup>8</sup>, 2000 apud PORTUGAL, 2005).

---

<sup>7</sup>MAIOLINO, C.E.G.; PORTUGAL, L.S. (2001) *Simuladores de tráfego para análise do desempenho de corredores de ônibus e de sua área de influência*. Anais do XV ANPET, Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, p. 7-13.

<sup>8</sup>POYARES, C.N. (2000) *Crítérios para análise dos efeitos de políticas de restrição ao uso de automóveis em áreas centrais*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

#### 4.2.5. Coordenação semafórica voltada para o transporte coletivo

Os semáforos são implantados nas interseções entre ruas e avenidas do sistema viário de uma cidade como forma de controle dos movimentos conflitantes e de definição do direito de passagem para os fluxos concorrentes entre veículos e também pedestres, reduzindo a probabilidade de ocorrência de acidentes e promovendo a fluidez do tráfego nesses pontos críticos e vitais das redes de transporte (DUTRA, 2005).

Apesar disso, podem causar aumento no número de paradas, com a conseqüente formação de filas e redução da velocidade média nas vias. Tais fatores podem ainda ser agravados no caso de redes compostas por diversas interseções semaforizadas relativamente próximas umas das outras. As estratégias de coordenação semafórica são, dessa maneira, importantes e reconhecidamente eficientes na promoção de fluidez das correntes de tráfego e na manutenção da qualidade operacional do sistema viário, reduzindo atrasos e paradas excessivas (WALLACE e COURAGE<sup>9</sup>, 1982 apud DUTRA, 2005).

Os ciclos semafóricos usuais visam o trânsito de uma maneira geral. Os automóveis normalmente estão em maior quantidade no fluxo e geralmente a ótica da preocupação dos técnicos de tráfego é com o número de veículos e não o de pessoas, eles acabam tendo prioridade.

Baseado na lógica de restaurar a equidade entre os usuários de automóvel e dos ônibus que se propõe que o ônibus passe a ter prioridade na programação semafórica. Obviamente numa sociedade capitalista, individualista e com uma política de mobilidade voltada ao privilégio dos condutores dos automóveis fica fácil imaginar o nível de reação contra uma medida deste tipo.

---

<sup>9</sup>WALLACE C. E. e COURAGE K. G. (1982) *Arterial progression – new design approach*. Transportation Research Record, 881. pp 53-59.

Para ter uma idéia das vantagens que podem ser alcançadas ao conferir prioridade aos ônibus, Chada e Newland (2002) afirmam que na cidade de Los Angeles um sistema de prioridade semafórica voltado para os ônibus foi implantado em dois corredores (Ventura Boulevard e Santa Mônica - Beverly Hills - Montebello Route) baseado nas estratégias originalmente desenvolvidas em Curitiba, a um custo de U\$ 10 milhões. O sistema foi responsável por reduzir os tempos de viagens dos ônibus em 22 a 27%. Incluía 210 interseções equipadas, 331 detectores e mais de 150 *transponders* embarcados nos coletivos. Cada interseção estava equipada com uma cabine de controle, sensores e detectores indutores em cada direção. Os ônibus equipados com os *transponders* eram capazes de transmitir o número dos coletivos para um computador central que era responsável pelo controle de prioridade e por manter os ônibus dentro do horário.

Chada e Newland (2002) ainda definem que as estratégias de controle de tráfego para a implantação da prioridade semafórica para ônibus são:

- Tempo real (*Real-time*): contar com uma informação constantemente atualizada para fazer as decisões relativas à prioridade. Um modelo de controle semafórico em tempo real é mais flexível a mudanças de condições, conseqüentemente é geralmente mais efetivo;
- Tempo fixo (*Fixed-time*): controle de tempo fixo aplica um plano de programação semafórica baseada nas condições médias de tráfego de uma área. Esse modelo não recebe informações atualizadas constantemente; o melhor esquema de controle é aplicado sem levar em consideração as condições atuais;
- Controle por horário (*Schedule-based*): a prioridade é fornecida baseada no horário dos ônibus. Se o coletivo se atrasar, receberá prioridade ao passar pelas interseções. Esse sistema é mais efetivo na redução dos tempos de viagens dos ônibus. Desde que o sistema não precise de informações das localizações dos coletivos, ele demandará menos equipamentos de comunicação, o que faz com que seu custo seja mais atrativo;
- Controle por espaçamento (*Headway-based*): a prioridade é fornecida baseada nos espaçamentos entre os ônibus. Nessa estratégia de controle os coletivos evitam se agrupar com outros coletivos, formando congestionamentos. Esse sistema é mais efetivo na redução de tempos de espera.



Os autores ainda salientam que os termos prioridade direta e indireta também são usados. A prioridade direta provê soluções para um ônibus em particular quando este chega ou está próximo a uma interseção. Prioridade indireta busca limpar interseções congestionadas à frente para que os ônibus possam eventualmente atravessá-las com pouca ou sem nenhuma dificuldade.

Skabardonis (1998) afirma que existem dois tipos básicos de conceitos de prioridade para ônibus. Estratégias de prioridade passiva consistem em métodos para gerar tempos de planos semafóricos para favorecer o deslocamento dos ônibus por vias arteriais semaforizadas. Essas estratégias devem também envolver relocação e/ou consolidação das paradas de ônibus em locais específicos. As estratégias de prioridade ativa (preempção de semáforos e ajuste on-line de planos semafóricos) consistem em: critérios para selecionar interseções específicas no sistema para fornecer prioridade aos ônibus e procedimentos para minimizar os impactos adversos para o restante do sistema de tráfego.

Para facilitar o entendimento, a tabela 4.4 traz um resumo das opções de priorização acima descritas:

Tabela 4.4 - Resumos das estratégias de Priorização Semafórica para ônibus:

Estratégias de Controle Semafórico	
Tempo Real	Prioridade muda baseada em informações constantemente atualizadas.
Tempo Fixo	Aplica um plano fixo para a tomada de decisões a respeito da prioridade.
Controle por Horário	Prioridade fornecida baseada nos horários dos ônibus.
Controle por Espaçamento	Prioridade fornecida baseada nos espaçamentos entre os ônibus.
Conceitos de Prioridade	
Prioridade Ativa	O semáforo é ajustado para cada ônibus que seja detectado chegando à interseção.
Prioridade Passiva	Os semáforos são ajustados para encaixar os horários dos ônibus dentro da rota.

Fonte: CHADA e NEWLAND (2002).

Oliveira Neto (2004) coloca que os principais benefícios esperados da prioridade semafórica em corredores arteriais são (AGRAWAL *et al*, 2002; CHANG e ZILIASKOPOULOS, 2003; SOO *et al*, 2004):

- Potencial redução dos atrasos dos ônibus nas interseções;
- Os veículos que estão atrasados na programação podem receber prioridade, enquanto os veículos adiantados podem ser penalizados com acréscimos de atraso nos semáforos. Desta forma, as estratégias de prioridade podem servir como instrumento de controle da programação dos ônibus, reduzindo a variabilidade dos tempos de viagem e com isso aumentando a confiabilidade no serviço;
- Reduções no tempo de viagem dos ônibus e um maior cumprimento da programação planejada acarretam em reduções nos custos operacionais, visto que o nível de serviço desejado pode ser alcançado com uma frota menor;

- A prioridade pode beneficiar alguns veículos não priorizados que circulam ao longo de corredores priorizados, mas pode afetar veículos de movimentos não priorizados em vias secundárias, com acréscimos de atraso ou perda da coordenação, caso as vias secundárias façam parte de corredores arteriais coordenados;
- A prioridade deve melhorar a eficiência do sistema de tráfego urbano, com a redução de veículos e congestionamentos devido ao potencial deslocamento da demanda para o transporte público.

Pizzolante Neto (2003) afirma que esse conceito não é novo, pois no início do ano de 1962, na cidade de Washington D.C., foi conduzida uma primeira experiência a respeito. Afirmarões complementando esse dado dizem que a primeira interseção semaforizada atuada por ônibus, dando a ele prioridade sobre um semáforo, ocorreu em Los Angeles no ano de 1970. A esses experimentos se seguiram outros, em várias cidades americanas. Buscava-se rapidez para vencer travessias em interseções determinadas. Nesses experimentos, era dada pequena ou nenhuma atenção para outros movimentos do tráfego no local. Em geral, o método trazia bons resultados para os ônibus e demais veículos que trafegassem na mesma direção, provocando, porém, esperas nem sempre desejáveis ou pertinentes para as vias que cruzavam.

O crescimento de volume dos ônibus resulta no aumento do número de solicitações para introdução de prioridades ao transporte coletivo. Os procedimentos adotados podem e, normalmente devem, estabelecer os intervalos em que devem ser aplicados. Isso implica que, em corredores com grande quantidade de ônibus, algumas formas de prioridade ativa, repetindo-se no atendimento da sua demanda, poderão comprometer outros fluxos, com prejuízos graves para eles. Assim, com o crescimento do volume de ônibus deve ser estabelecido um limite superior para inserções de prioridades, caso contrário, poderão ser deterioradas ou mesmo inviabilizadas condições para tráfego nas vias que cruzam (PIZZOLANTE NETO, 2003).

#### 4.2.5.1. Implantando a prioridade semafórica para ônibus

Chada e Newland (2002) colocam que para facilitar o órgão gestor do trânsito a determinar se a implantação de uma prioridade semafórica para ônibus (PSO) é aconselhável a adoção de uma série de checagens que devem ser realizadas previamente. Essa ferramenta ajuda na determinação de quais mudanças serão necessárias e quais os métodos de prioridade que melhor se adequam para a área em estudo.

Essas checagens baseiam-se no SCRITS (*SCReening for ITS*), que é uma ferramenta de análise desenvolvida pela *Federal Highway Administration* (FHWA) dos Estados Unidos. Dentro do SCRITS existem 16 aplicações diferentes, onde uma delas é a análise de priorização semafórica para ônibus, que contém seções de pré-implantação, operação de ônibus e de tráfego em geral, custos e benefícios numa interseção específica. Resumindo, o sistema permite ao usuário calcular uma média de custo/benefício para determinar a efetividade de uma PSO.

É importante salientar que o sistema calcula a média de custo/benefício baseada em performances de PSO em outras áreas. Por isso, o resultado pode não ser acurado se algumas variáveis são adotadas em locais não testados anteriormente e que vão afetar essa performance.

##### 4.2.5.1.1. Checagens para a pré-implantação

Estas listagens contêm uma série de questões para auxiliar os órgãos gestores a determinar a possibilidade de implantação de uma PSO. Elas são essenciais para o levantamento de fatores críticos que possam impedir os benefícios do projeto. A tabela 4.5 a seguir mostra as questões que devem ser respondidas nessa fase.

Tabela 4.5 – Sistema de checagens por pontos para pré-implantação:

Checagens de Pré-implantação	Se a resposta for <b>SIM</b>	Se a resposta for <b>NÃO</b>
Existe serviço de ônibus expresso?	Some 1 Ponto	0 Ponto
Existe serviço de ônibus expresso fora do pico?	Some 1 Ponto	0 Ponto
Existem paradas de ônibus longe das interseções?	Some 1 Ponto	0 Ponto
Rua e Avenidas que cruzam com médias maiores que 1.0 veículos/segundo?	0 Ponto	Some 1 Ponto
Interseções com grande volume na rede?	0 Ponto	Some 1 Ponto
Muitas interseções onde 2 ou mais ônibus chegam ao mesmo tempo?	0 Ponto	Some 1 Ponto
Tecnologia de localização automática de veículos instalada?	Some 1 Ponto	0 Ponto

Fonte: CHADA & NEWLAND (2002).

Baseados nas respostas a essas perguntas o sistema fornece o potencial de implantação de uma PSO:

- Se apenas uma ou duas respostas somarem pontos a prioridade pode ser benéfica, mas o SCRITS gerará a solução “mudanças são necessárias”;
- Se apenas três respostas somarem pontos então a prioridade é pouco recomendada;
- Quatro respostas de adição de pontuação recomendam adotar a prioridade;
- Cinco ou seis respostas que somem pontos resultam numa prioridade extremamente recomendada.

#### 4.2.5.1.2. Diretriz para interseção específica

Um estudo realizado na Universidade de Engenharia da Flórida (CHADA e NEWLAND, 2002) indica as seguintes estratégias de sinalização com prioridade automática em função do nível de saturação das interseções:

Tabela 4.6 – Recomendações baseadas no nível de saturação:

Nível de Saturação ( v/c )	Estratégia recomendada
< 0,25	Prioridade ilimitada
Entre 0,25 e 0,8	Prioridade com limites
Entre 0,8 e 1,0	Limitação em 10 s o tempo de verde estendido
1,0	Prioridade por não ter efetividade

Fonte: National Center for Transit Research – University of South Florida.  
U.S Department of Transportation.

#### 4.2.5.1.3. Diretriz para operação e design

Se o órgão gestor do trânsito decidir investigar ou implementar uma PSO a diretriz de operação e design será outra ferramenta para ajudar a identificar o tipo de prioridade que deve ser conferida baseada em algumas preferências. Somando-se a isso, essa diretriz considera vários métodos e técnicas de prioridade e oferece sugestões relativas a tecnologias ou situações necessárias para que aquela opção seja efetiva e sobre como isso influenciará os outros métodos e tecnologias envolvidas.

Tabela 4.7 - Diretriz para operação e design:

Diretriz para operação e design	Se a resposta for <b>SIM</b>	Se a resposta for <b>NÃO</b>
Está disposto a mudar as características de operações para uma PSO?	Então implantar um sistema em tempo real ativo é recomendável.	Então uma estratégia de tempo fixo, controle por horário é a melhor. Mesmo reduzindo os benefícios da PSO, requer menos adaptação do sistema atual.
Está disposto a mudar as paradas para longe das interseções, se já não estiverem lá?	Então um sistema de prioridade ativa terá os maiores benefícios.	Então os possíveis benefícios com um sistema de prioridade ativa são limitados.
Quer um sistema de prioridade ativa?	Então um sistema em tempo real com localizador automático de veículos é o ideal.	Então um sistema de prioridade passiva é necessário. Isso limitará os potenciais benefícios.
Quer prioridade incondicional?	Então esta opção melhor se encaixa em áreas com pouco congestionamento transversal.	Então é necessária uma prioridade condicional.
Quer prover compensações?	Significa que um sistema de PSO pode atrasar os outros veículos.	Significa que os atrasos dos outros veículos não é importante como resultado, talvez por causa de níveis baixos de congestionamentos.
Quer prover extensão de verde?	É recomendável se a operação é no sistema de prioridade passiva.	É recomendável se a operação é no sistema ativo em tempo real.
Quer prover sincronização?	Sugere programar os tempos semafóricos de uma via de modo a promover menos paradas.	Significa que uma grande seção de sincronização não é prática para esta via.
Quer oferecer supressão de fases?	Significa que a saturação das ruas e avenidas que cruzam a via é baixa.	Significa que a saturação das ruas e avenidas que cruzam a via é muito alta.
Quer oferecer prioridade em tempo real?	Então um localizador automático de veículos e prioridade ativa é recomendado.	Então um sistema de tempo fixo ou de controle por horário é recomendado.

Diretriz para operação e design	Se a resposta for <b>SIM</b>	Se a resposta for <b>NÃO</b>
Quer usar um sistema de controle por espaçamento?	É recomendável evitar que os ônibus se agrupem.	É recomendável se a frequência dos ônibus é grande o suficiente para justificar um coletivo na mesma rota seguindo outro relativamente perto.
Gostaria de aplicar pesos diferentes para certas situações?	Sugere um sistema de prioridade ativa, em tempo real numa via com muitos congestionamentos.	Significa estar usando um sistema de tempo fixo e que não tem prioridade em tempo real.
Se usar estratégia de tempo real, quer um sistema baseado em detectores ou em localizadores automáticos de veículos?	Selecionar um sistema de localizadores automáticos de veículos traz informações online para os usuários e pode implementar variáveis para quando a prioridade for oferecida ser muito mais prática.	
Quer oferecer prioridade apenas quando o cronograma está atrasado?	Limita os benefícios de redução de tempo de viagem.	Significa que os horários não precisam ser atualizados e mudados baseados nos tempos de viagem melhorados.

Fonte: CHADA e NEWLAND (2002).

Ou seja, as checagens de pré-implementação ajudam a determinar a viabilidade de uma prioridade semafórica para ônibus numa área. Ela opera a partir da suposição que cada variável é igualmente importante para o sistema. Não existem evidências suficientes que garantam que alguma variável possa ser mais importante que outra. Esta ferramenta informa se alguma mudança é necessária previamente à implantação. Uma vez que o órgão gestor decide ir em frente com uma PSO, a diretriz para operação e design determina que tipo de prioridade melhor se encaixa na área requerida ou que condições necessitam ser alteradas para assegurar que a situação é propícia para uma PSO.

Chada e Newland (2002) complementam que a chave para um PSO efetiva é assegurar que os veículos de transporte público em todas as direções possam ser assistidos sem atrasar os



outros veículos para nenhum dos extremos do processo. O grau que a prioridade pode oferecer é limitado pelo atraso potencial para outros ônibus e demais veículos que serão atrasados como resultado da prioridade concedida.

O sistema SCRITS proposto pelo Federal Highway Administration (FHWA) é mostrado na tabela 4.8 abaixo com os dados originais do exemplo que é oferecido para download apenas com a tradução feita para o português.

Tabela 4.8 – Dados e análises propostas pelo sistema SCRITS:

<b>ANÁLISE DE SISTEMAS DE PRIORIDADE PARA ÔNIBUS</b>		
	Dados do usuário	Valor calculado
Data da análise	5/6/2006	
Cenário	1	
Analista	Leonardo	
Descrição da melhoria	Prioridade na Avenida Norte	
<b>CHECAGENS DE PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO</b>	<b>SIM ou NÃO</b>	
Existe serviço de ônibus expresso?		
Existe serviço de ônibus expresso fora do pico?		
Existem paradas de ônibus longe das interseções?		
Rua e Avenidas que cruzam com médias maiores que 1.0 veículos/segundo?		
Interseções com grande volume na rede?		
Muitas interseções onde 2 ou mais ônibus chegam ao mesmo tempo?		
Tecnologia de localização automática de veículos instalada?		
<b>Prioridade recomendada?</b>		
<b>Recomendações adicionais:</b>		
<b>OPERAÇÃO DE ÔNIBUS APENAS NOS DIAS ÚTEIS</b>		
Milhas onde a prioridade será instalada.	10	
Número de ônibus por dias úteis nas rotas de prioridade.	64	
Velocidade média dos ônibus nas vias arteriais (mph).	15	
Porcentagem de tempo de viagem atribuído aos atrasos de semáforos.	25%	
Porcentagem de redução estimada nos atrasos semafóricos desde a preempção (a habilidade de um sistema operacional parar uma programação corrente em favor de uma prioridade mais alta).	40%	
Média de minutos por milha para os ônibus sem prioridade.		4,00
Média de minutos por milha para os ônibus com prioridade.		3,60
Velocidade média dos ônibus com prioridade (mph).		16,67
Porcentagem de aumento da velocidade dos coletivos.		11,1%
Redução do número de rotas/hora por dia.		4,3
Redução do número de rotas/hora por ano, nos dias úteis.		1067
Número de passageiros diários nas rotas afetadas.	1.800	

<b>OPERAÇÃO DE ÔNIBUS APENAS NOS DIAS ÚTEIS</b>		
Distância média, em milhas, das viagens.	5	
Pessoas/hora sem prioridade nos dias úteis.		600
Pessoas/hora com prioridade nos dias úteis.		540
Redução de pessoas/hora por dia útil.		60
Redução de pessoas/hora por ano, nos dias úteis.		21.900
Elasticidade da demanda com respeito à velocidade dos ônibus.	0,3	
Aumento de passageiros estimado na média dos dias úteis na rota.		60
Viagens diárias de outros veículos no corredor servido pela rota de ônibus.	25.000	
Redução percentual das viagens de outros veículos no corredor.		0,24%
Valor anual de redução de tempo para os passageiros de ônibus.		\$240.900
<b>OPERAÇÕES DE TRÁFEGO</b>		
Volume diário nos dias úteis nas ruas e avenidas que cruzam todo o corredor.	50.000	
Porcentagem de tráfego que ocorre nos atrasos de preempção.	10%	
Média de tempo de atraso por veículo com prioridade (s).	12	
Atraso adicional de veículos/hora por dia para cruzar o corredor.		17
Atraso adicional de pessoas/hora por dia.		22
Atraso adicional de pessoas/hora por ano.		7.908
Valor anual de redução de tempo para os passageiros de outros veículos nos dias úteis.		-\$113.089
<b>CUSTOS E BENEFÍCIOS</b>		
Redução total de tempo para os passageiros de ônibus e de outros veículos.		<b>\$127.811</b>
Custo de Instalação.	\$500.000	
Tempo de serviço (anos).	10	
Custo anual de operação/manutenção.	\$50.000	
Custo operacional por rota de ônibus/hora.	\$40	
Redução de custo anual esperada.		\$42.667
Fator de anualização.		0,142
Custo total anual.		\$78.333
Benefícios anuais, nos dias úteis, menos custos anuais.		\$49.478
Média de custo/benefício para os dias úteis.		1,6

Fonte: SCRITS da Federal Highway Administration, 2006.

## 5. INDAGAÇÕES

Diante de toda a situação exposta no Quadro Conceitual algumas indagações se tornaram relevantes, sobre uma série de aspectos. Essas afirmações, se respondidas adequadamente, fornecerão elementos que podem contribuir para a adoção de medidas que venham a mitigar os efeitos da baixa qualidade dos transportes públicos por ônibus no corredor misto da Avenida Norte.

- O ganho em tempo de viagem para os ônibus funcionando em corredor de tráfego misto obtido por melhorias físicas nas paradas, notadamente o embarque ao nível do primeiro degrau dos coletivos é significativo?;
- A relação custo-benefício da implantação de pontos de ônibus elevados é atrativa para uma proposta de parceria público-privada (PPP)?;
- A obrigação de manter a distância entre paradas dentro de limites suportáveis de distância de caminhada dos usuários (máximo 500m) facilita obter redução significativa de tempo de viagem?;
- Ocorre uma variação significativa de tempo de viagem ao variar o posicionamento das estações de embarque entre as alternativas: localização no meio da quadra, antes do cruzamento ou após o cruzamento?;
- Para o corredor da Avenida Norte é viável a implementação de uma programação semafórica voltada para a velocidade comercial dos ônibus?

## 6. METODOLOGIA

O fato motivador deste estudo foi a constatação de que gestores do transporte público por ônibus e os seus operadores normalmente ficam mais preocupados em resolver as crises de demanda e de custos do setor focando nas questões macro, como o problema do financiamento e muitas vezes não dão a devida importância as questões micro como, por exemplo, buscar medidas para a melhoria da velocidade operacional nos corredores por onde circulam.

Normalmente é colocado que essas medidas obtêm ganhos pequenos e desinteressantes. O que muita gente esquece é que o ganho de alguns segundos no embarque e desembarque de um usuário, devido ao fator de escala presente na operação do transporte coletivo por ônibus, transforma esta pequena quantia em um valor extremamente representativo. Este trabalho busca justamente chamar a atenção para estas medidas de baixo custo e de aplicação imediata e que trazem benefícios consideráveis.

Uma pesquisa bibliográfica inicial mostrou que esse problema também está presente em outras cidades do País e essa revisão ajudou na definição do problema a ser estudado, com sua temática, importância, objetivos, justificativa e limitações já descritas anteriormente.

O próximo passo foi o aprofundamento desta pesquisa bibliográfica, que fez com que se produzisse uma parte essencial do trabalho, o Quadro Conceitual. Em seguida foram extraídas algumas indagações que, além de servir como fios condutores, deverão ter uma análise ao final do trabalho.

Para a realização do trabalho foram escolhidas algumas medidas de prioridade que poderiam trazer ganhos para o transporte público e se encaixar nos aspectos técnicos e financeiros possíveis de implantação em nossa realidade atual. Essas opções de intervenções estão descritas a seguir:

- Realização de embarque e desembarque no nível do primeiro degrau dos ônibus;

- Localização das paradas, enfocando a distância entre elas;
- Posicionamento das paradas em relação à interseção, se antes, depois ou no meio do quarteirão.
- Coordenação semafórica voltada para o transporte coletivo.

Depois foi realizada a definição dos critérios que deveriam ser levados em conta para a avaliação e a conseqüente validação ou não da proposição. É importante salientar que os resultados encontrados com a utilização da metodologia ora descrita estão apresentados no capítulo 9. Os critérios usados neste trabalho estão descritos a seguir:

#### 6.1. REALIZAÇÃO DE EMBARQUE E DESEMBARQUE NO NÍVEL DO PRIMEIRO DEGRAU DOS ÔNIBUS

Na cidade do Recife não existem ônibus com o piso rebaixado. Razões para isso vão desde falhas de concordância geométrica até o estado de conservação das vias. Como alternativa tem se adotado em alguns corredores a elevação do piso das paradas ao nível do primeiro degrau dos coletivos, facilitando com isto o embarque e o desembarque dos usuários.

Esta experiência foi posta em prática em 2002 na Avenida Caxangá, um dos principais corredores de transporte da cidade do Recife, que liga a zona oeste da cidade e alguns municípios da RMR ao centro do Recife, conforme mostra a figura 6.1 a seguir – a Av. Caxangá está em azul e a Avenida Norte (objeto deste trabalho) em vermelho. Na reforma deste corredor de faixa exclusiva de ônibus as estações de embarque foram elevadas, em média, 35cm do pavimento.



Figura 6.1 – Localização das Avenidas Norte e Caxangá na cidade do Recife.

Fonte: Google Earth.

Na revisão bibliográfica realizada não foi encontrado nenhum relato de estudo que avaliasse o ganho que uma experiência deste tipo pode trazer em termos de aumento de velocidade operacional e os demais ganhos decorrentes. Para realizar a aferição dos resultados práticos desta medida foram adotados os passos descritos a seguir.

Primeiramente foram localizadas estações de embarque que possuíam grande movimento de usuários. No caso da Avenida Caxangá foi escolhida a parada dotada de elevação de piso próxima ao cruzamento com a BR-101, no sentido centro. No caso da Avenida Norte as paradas de ônibus não possuem elevação e a escolhida foi a mais próxima do cruzamento com a Av. João de Barros, no sentido subúrbio, parada esta que atende ao sub-centro comercial da Encruzilhada, um dos mais importantes do Recife.

O próximo passo foi a realização de uma contagem do tempo de embarque e desembarque dos coletivos nestas paradas. Quando os coletivos estacionavam um cronômetro era disparado, eram contados a quantidade de usuários que embarcavam e os que desembarcavam. Quando o coletivo entrava em movimento, o cronômetro era parado. Eram anotados também os números de ordem da linha do veículo. O objetivo era aferir o tempo médio gasto por passageiro para realizar o embarque/desembarque e assim verificar o ganho de tempo médio entre uma estação elevada e uma parada comum.

Seguiu-se uma abordagem matemática para garantir que amostra utilizada tivesse a confiabilidade estatística desejada.

Segundo Herz (1976) amostra é uma parte da população, uma escolha de  $n$  elementos dos  $N$  elementos da população. Quanto maior a população, maior será a economia em tempo, dinheiro e energia que se pode ganhar com uma amostragem. O custo de levantamento de dados precisa estar sempre correlacionado com o desejo de precisão e este, por sua vez, está estreitamente relacionado com o objetivo da pesquisa e o significado que a medição terá.

Primeiramente foi definido que a média da Avenida Caxangá seria denominada  $\bar{X}_1$  e a da Avenida Norte  $\bar{X}_2$ . Foram coletadas 135 amostras de coletivos em cada avenida. Depois se fez um teste de intervalo de confiança para a média com variância desconhecida. Nesse teste calcula-se:

$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_i}{N}$ , onde  $\sum X_i$  é a soma dos tempos parados individualmente durante o embarque e o desembarque de passageiros de todos os ônibus coletados e  $N$  é o número de amostras (135).

$s_1^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X}_1)^2}{N}$ , onde  $s_1^2$  é a variância da amostra para a Avenida Caxangá,  $\sum (X_i - \bar{X}_1)^2$  é o somatório de todos os tempos parados subtraindo a média para a referida avenida e  $N$  é o número de amostras.

$\bar{X}_1 - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times \frac{s_1}{\sqrt{N}} \leq \mu_1 \leq \bar{X}_1 + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times \frac{s_1}{\sqrt{N}}$ , onde  $s_1$  é o desvio-padrão,  $\mu_1$  é a média real e  $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  é o ponto superior da distribuição t, com n-1 graus de liberdade.

Com isso foi calculada a média  $\mu_1$  com intervalo de confiança de 95% para a Avenida Caxangá. Raciocínio análogo foi efetuado para a média da Avenida Norte. Feito isso, foi realizado um teste de hipóteses para as médias usando o teste t combinado para duas amostras.

Hipótese nula:  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

Hipótese alternativa:  $H_1 : \mu_2 > \mu_1$

Daí,

$t_0 = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{s_p \times \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$ ,  $N_1 = N_2 = 135$ .  $t_0$  é o ponto superior da distribuição t e  $s_p$  é o estimador

combinado das variâncias, definido abaixo.

$$s_p^2 = \frac{(N_1 - 1) \times s_1^2 + (N_2 - 1) \times s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

Calcula-se  $t_0$ . A partir disso se observa o critério de rejeição.

Se  $t_0 > t_{\alpha, N_1 + N_2 - 2} \rightarrow$  rejeita a igualdade das médias, com confiança  $\alpha$  (no caso, de 99%).

Se  $t_0 \leq t_{\alpha, N_1 + N_2 - 2} \rightarrow$  aceita  $H_0$ .

O resultado esperado para este teste era que a hipótese  $H_1$  fosse aceita, ou seja,  $t_0 > t_{\alpha, N_1 + N_2 - 2}$ , uma vez que a Avenida Norte não possui paradas elevadas e, por isso, seu tempo de embarque e desembarque tenderia a ser maior.



Depois foi realizada uma estimativa da possível diminuição da frota de ônibus em uma linha específica. Foi estudada a possibilidade da eliminação de veículos em decorrência do ganho de tempo estimado com a elevação das paradas, sempre mantendo a mesma frequência.

Para efetuar estes cálculos, primeiramente foi escolhida uma linha de grande movimento no corredor. Foram levantados dados junto ao órgão gestor sobre o fluxo de passageiros diário, capacidade dos veículos e frequência prevista da linha.

A seguir são apresentadas as fórmulas para o estabelecimento da programação operacional de uma linha de transporte coletivo por ônibus (MERCEDDES-BENZ, 1987).

O primeiro passo foi determinar o número de partidas por período (PP) que é dado por:

$$PP = \frac{PPS}{FR \times CV}$$
, onde PPS é o número de passageiros por período e sentido [pass/h/sent], FR é o fator de renovação de passageiros da linha [adimensional], que é uma relação entre o número de passageiros total de uma viagem dividido pela capacidade do veículo e CV é a capacidade do veículo em passageiros em pé e sentados [passageiros/veic].

Daí calcula-se o intervalo entre partidas IP:

$$IP = \frac{P}{PP}$$
, sendo P o período considerado em minutos, no caso, 60 min e PP o número de partidas no período.

Necessita-se agora determinar o tempo de ciclo TC:

$$TC = TV1 + TV2 + TP1 + TP2$$
, sendo TV1 tempo de ida, TV2 tempo de volta, TP1 tempo parado no terminal 1, ponto inicial e TP2 tempo parado no terminal 2, no ponto de retorno ou final.

Por fim, determina-se o número de veículos necessários na frota, que é:

$F = \frac{TC}{IP}$ , onde TC é tempo de ciclo da linha (min) e o IP o intervalo entre partidas.

Baseado neste método descrito foi realizada uma comparação entre os dados atuais, com os tempos de ciclo fornecidos pelo órgão gestor e os valores de tempo de ciclo estimados com a redução de tempo provocada pela elevação das paradas de ônibus.

## 6.2. LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS, ENFOCANDO A DISTÂNCIA ENTRE ELAS

O tempo gasto nas paradas de ônibus tem um peso significativo no tempo total de uma viagem, isso por si só já aponta para a necessidade de definir sua localização através de um processo de otimização. Em jogo está o interesse dos que já embarcaram contra os que ainda desejam embarcar. O fato é que quanto menor for o número de paradas, maior será a velocidade operacional do ônibus.

Conforme já foi visto, Andrade *et al* (2004) diz que a distância recomendada entre as paradas deve ser estabelecida de forma que o passageiro realize uma caminhada de no máximo 500 metros, distância considerada normal, porém é prática comum utilizar o espaçamento de 300 metros entre os pontos de ônibus. De acordo com SEDU/PR-NTU (2002) recomenda-se que a distância média entre paradas seja de 300 a 400m nas áreas centrais, de 400 a 600m nas áreas intermediárias e de 600 a 800m nas áreas periféricas das cidades.

A Avenida Norte fica em uma zona intermediária da cidade. Por isso, de acordo com os critérios supracitados, deveria possuir pontos de embarque de 400 a 600m de distância entre eles.

Não foi objetivo deste trabalho definir precisamente o local da parada, mesmo porque isto demandaria um trabalho de levantamento de todos os imóveis existentes na via com suas finalidades, além de um estudo sobre as principais demandas existentes. Também teria que ser levado em conta o problema da aversão de muitos moradores em ter uma parada em frente à sua residência.

Essa pesquisa se limitou a avaliar o quanto a diminuição do número de paradas poderia trazer em termos de ganhos para a velocidade comercial dos coletivos que circulam no corredor.

Essa avaliação foi feita utilizando o software INTEGRATION de simulação de tráfego. A rede da Avenida Norte foi modelada e calibrada nos moldes que se encontra hoje e a seguir a velocidade comercial e os tempos de viagens dos ônibus foram aferidos. Depois se processou a diminuição do número de pontos de embarque até o patamar de 400 a 600m de distanciamento e foi efetuada nova verificação.

### 6.3. COORDENAÇÃO SEMAFÓRICA VOLTADA PARA O TRANSPORTE COLETIVO

Os ônibus sistematicamente vêm sendo deixados à parte do planejamento de tráfego das grandes e médias cidades brasileiras e, conseqüentemente, ações visando sua priorização na circulação são poucas. Um trabalho da NTU (2000) afirma que o País dispõe de apenas 162,1 km de faixas exclusivas para o transporte coletivo por ônibus. Políticas voltadas exclusivamente para o automóvel particular não são raras e isso faz com que os coletivos tenham que dividir espaço com um número cada vez maior de carros, agravado pelo crescimento vertiginoso do número de motocicletas.

Para facilitar a decisão de um órgão gestor do trânsito de implantar ou não uma prioridade semafórica para ônibus (PSO), CHADA & NEWLAND (2002) desenvolveram uma lista de checagem e uma pontuação que ao final indicam quais mudanças serão necessárias e quais métodos de prioridade se encaixam melhor para a área em estudo.

#### 6.3.1. Checagens para a pré-implantação

A tabela 4.5 mostrada anteriormente indica as questões que devem ser respondidas na fase de pré-implantação, que fornecerão o potencial de implantação de uma PSO:

- Se apenas uma ou duas respostas somarem pontos a prioridade pode ser benéfica, mas o SCRITS gerará a solução “mudanças são necessárias”;
- Se apenas três respostas somarem pontos então a prioridade é pouco recomendada;
- Quatro respostas de adição de pontuação recomendam adotar a prioridade;
- Cinco ou seis respostas que somem pontos resultam numa prioridade extremamente recomendada.

### **6.3.2. Diretriz para interseção específica**

O próximo passo descrito pelo método é a aferição do nível de saturação das principais ruas e avenidas que cruzam o corredor estudado. Para fazer este levantamento seriam necessárias contagens volumétricas sazonais em diferentes dias e horários para efetivamente medir o grau de saturação das ruas que cruzam a Avenida Norte. Devido aos recursos escassos e à falta de tempo, não foi possível fazer esta aferição nesta pesquisa. O que, de certa forma, não influencia o resultado final. Isso porque a medição do nível de saturação de uma interseção específica é importante para a condição de prioridade que pode ser conferida quando da implantação de uma PSO, mas não interfere diretamente na sua viabilidade.

### **6.3.3. Diretriz para operação e design**

Quando a decisão de implantar efetivamente uma PSO é tomada, o conteúdo desta seção é importante para fornecer subsídios para as escolhas dos artifícios de PSO a serem utilizados. Isso faz com que se conceda um caráter subjetivo à solução. No Brasil normalmente cabe aos Prefeitos, municiados com as informações dos gestores do trânsito e levando em conta os orçamentos municipais, dar a palavra final. Com isso, as escolhas muitas vezes podem não ser as que melhor se encaixam nos aspectos técnicos, mas as que são possíveis dentro da realidade financeira. Diante desse quadro, esta seção não será abordada quando da aplicação deste exemplo à Avenida Norte.

Portanto, dentro deste contexto, será calibrado o sistema SCRITS (SCReening for ITS) proposto pelo Federal Highway Administration - FHWA e que foi mostrado na tabela 4.8.

Para o caso da Avenida Norte será avaliada a relação custo-benefício fornecida pelo sistema SCRITS e então será proposto, ou não, a adoção de um sistema de programação semafórica voltada para o transporte público. Será utilizada a rede já modelada e calibrada do corredor no software INTEGRATION para o estudo de como será esta programação.

## 7. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para realizar a caracterização do corredor em estudo neste trabalho é importante primeiro fazer uma abordagem do contexto onde ele está inserido, ou seja, uma breve descrição de alguns dados sobre a organização institucional que gere o transporte público na RMR. A cidade do Recife e a Avenida Norte serão focalizadas em seguida.

O órgão gestor do transporte público da RMR é a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos – EMTU/Recife. Um fator importante é que em 1985 a EMTU/Recife criou o Programa de Reestruturação e Integração Modal do Sistema de Transporte Público de Passageiros da Região Metropolitana do Recife – STPP/RMR, no qual foi definido uma nova Concepção Operacional e Tarifária para o Sistema (o Sistema Estrutural Integrado - SEI). O SEI é uma rede de transporte público composta de linhas de ônibus e metrô, mas que ainda não engloba todas as linhas da RMR.

O sistema do SEI foi desenvolvido obedecendo uma configuração espacial constituída por eixos Radiais e Perimetrais. No cruzamento destes dois eixos ficam situados os Terminais de Integração que permitem ao usuário a troca de linha sem pagar nova tarifa. Hoje em dia estão funcionando 11 Terminais de Integração e o sistema ainda está em fase de implantação para toda a RMR. Os terminais atuais estão listados abaixo:

- Terminal Integrado de Afogados;
- Terminal Integrado do Barro;
- Terminal Integrado de Camaragibe;
- Terminal Integrado de Jaboatão;
- Terminal Integrado de Joana Bezerra;
- Terminal Integrado da Macaxeira;
- Terminal Integrado da PE-15;
- Terminal Integrado de Abreu e Lima;
- Terminal Integrado de Igarassu;
- Terminal Integrado de Rio Doce;

- Terminal do Cais de Santa Rita.

## 7.1. A CIDADE DO RECIFE

Os corredores de tráfego da cidade são divididos em radiais e perimetrais e o município obedece à configuração de cidade em 180°, visto que o centro da cidade (parte histórica) se encontra junto ao mar e a cidade se desenvolveu ao redor dele.

No que concerne à divisão territorial da cidade, o Município do Recife é dividido em 06 (seis) Regiões Político-Administrativas - RPA's (figura 7.4). Os dados referentes a população, área e densidade da cidade, por RPA estão mostrados na tabela 7.1 a seguir.

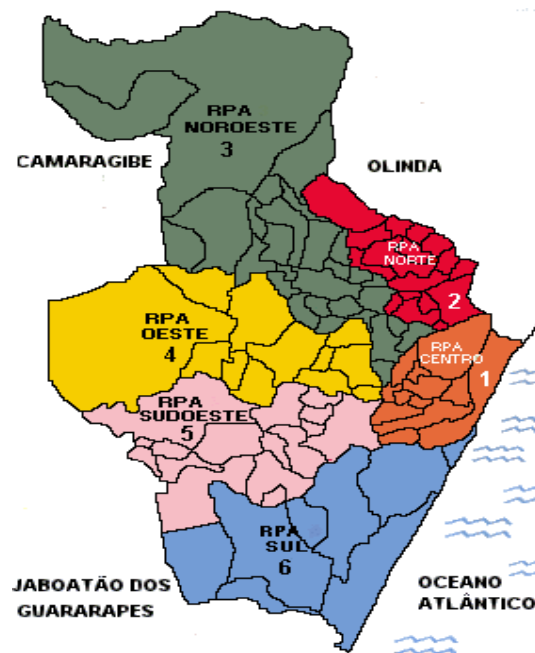


Figura 7.1 – Divisão territorial do Recife

Tabela 7.1 – População residente, domicílios particulares, áreas e densidades, segundo RPA:

Região Político-Administrativa	População residente		Domicílios	Área (ha)	Densidade	
	Absoluta	(%)			(hab/ha)	(hab/dom)
Cidade do Recife	1.422.905	100,00	376.022	21.964,00	64,79	3,78
RPA 1 - Centro	78.098	5,49	22.202	1.605,88	48,63	3,52
RPA 2 - Norte	205.986	14,48	52.383	1.429,95	144,05	3,93
RPA 3 - Noroeste	283.525	19,93	73.436	7.793,61	36,38	3,86
RPA 4 - Oeste	253.015	17,78	67.486	4.214,13	60,04	3,75
RPA 5 - Sudoeste	248.483	17,46	64.108	3.010,27	82,55	3,88
RPA 6 - Sul	353.798	24,86	96.407	3.901,79	90,68	3,67

Fonte: IBGE, censo demográfico, 2000; EMPREL, relação da área dos bairros, 1998.

## 7.2. A AVENIDA NORTE

Diante do exposto, ficou decidido que o trabalho ocorreria na Avenida Norte (figura 7.3 – com a avenida marcada em vermelho). Trata-se de um corredor de transporte que corta as RPAs 02 e 03 e acaba na Ponte de Limoeiro, que é a entrada da RPA 01. Uma via que liga o bairro do Recife (centro histórico da cidade) à BR-101 (saída da cidade quase nos limites do município). Esta avenida é um dos principais corredores de escoamento de produção, uma vez que termina bem próxima ao cais do porto, além de existirem diversos galpões e armazéns no seu trajeto. Também é uma das mais importantes ligações da zona norte com o centro da cidade e, também, uma rota alternativa de ligação da zona norte à zona sul da cidade.



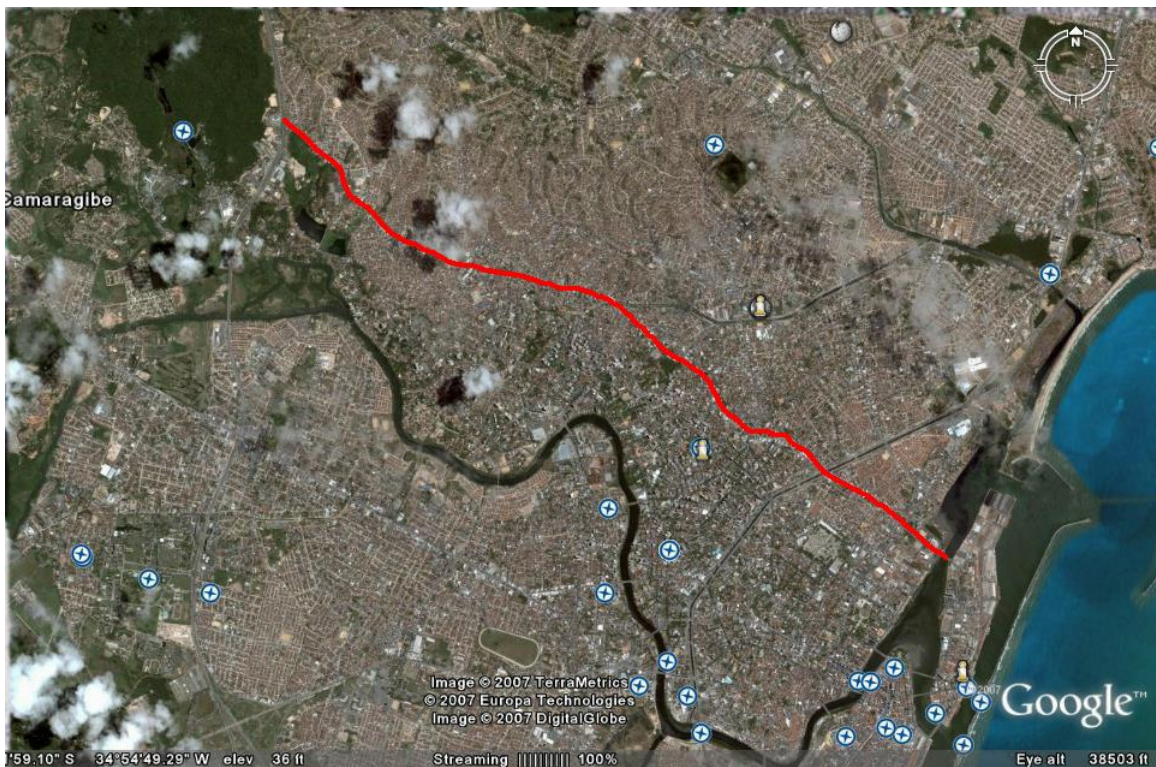


Figura 7.2 – Avenida Norte.

Fonte: Google Earth.

A Avenida Norte possui 8,7 quilômetros de extensão e corta aproximadamente 15 bairros. A via circunvizinha locais bastante populosos (quase 35% da população da cidade), alguns com bons níveis de renda e imóveis valorizados e outros com altos níveis de pobreza. Estes altos índices populacionais a tornam um importante corredor de ônibus da cidade.

Em toda a sua extensão a avenida consiste numa via de quatro faixas, sendo duas por sentido, separadas por blocos de concreto. Giros à esquerda são permitidos em dois pontos da via na direção centro-subúrbio – cruzamentos com a Rua da Harmonia e Rua Abreu e Lima e em um ponto no sentido subúrbio-centro – cruzamento com a Rua Professor José dos Anjos.

O corredor acaba no terminal de ônibus da Macaxeira, que é um terminal pertencente ao Sistema Estrutural Integrado (SEI) da EMTU/Recife. O terminal é localizado na alça de contorno da BR-101 e possibilita aos usuários dos bairros situados ao longo do contorno do Recife, através

da integração ônibus x ônibus, um acesso fácil aos corredores da Avenida Norte e BR-101. O terminal entrou em funcionamento no ano de 1996 (EMTU, 2006a).



Figura 7.3 - Terminal Integrado da Macaxeira

Mesmo com todo este movimento a Avenida Norte não possui quase nenhum tipo de ação de prioridade ao transporte público ou tratamento específico para a melhoria da fluidez do tráfego na via. A sinalização vertical e horizontal é praticamente inexistente, o pavimento de concreto é antigo e, mesmo passando por uma reforma há pouco tempo, ainda apresenta algumas falhas, como fissuras e placas de concreto quebradas.

As paradas de ônibus não são no nível dos veículos (fator a ser analisado neste trabalho), muito menos os coletivos possuem assoalho rebaixado de forma a facilitar o embarque de pessoas com dificuldade de locomoção, como idosos, crianças e deficientes físicos.

Outro fator inexistente é a onda verde dos semáforos. São muitas retenções e isso faz com que a fluidez seja prejudicada. Não foi encontrado nenhum estudo prévio de simulação de tráfego. Também não existem centrais de tráfego por área (CTA) instaladas no município.

Além disso, Recife é uma cidade histórica que se expandiu a partir do núcleo comercial utilizando vias espremidas entre seu casario e dispõe de uma malha viária radial de reduzida capacidade de tráfego, entrecortada por uma série de arteriais transversais que multiplicam o número de interseções e reduzem a velocidade operacional de circulação dos veículos – o município não dispõe de vias expressas. Pesquisas efetuadas pela Companhia de Trânsito

Transporte Urbano - CTTU evidenciam esse fato, mostrando a significativa participação do tempo gasto pelos automóveis nas interseções em relação ao tempo total de retardamentos ocorridos durante as viagens: algo em torno de 74% do tempo total de retardamentos (rodas paradas) registrados no sistema estrutural, nos períodos de pico, ocorrem nas interseções semaforizadas da cidade. Isso devido a quantidade de cruzamentos e a fatores diversos ligados a operação e a geometria da via (PREFEITURA DO RECIFE, 2005).

No corredor da Avenida Norte existem quarenta e seis paradas de ônibus e três tipos de abrigos, conforme mostram as tabelas 7.2 e 7.3. Abrigos de concreto armado (que são a imensa maioria) e estão representados na figura 7.6, abrigos metálicos (figura 7.7) e abrigos metálicos com publicidade (figura 7.8). Para fazer a caracterização da correta localização das paradas de ônibus foi efetuado um levantamento em campo das distâncias que separam as paradas em cada sentido. As distancias foram medidas de forma aproximada. Para se ter uma idéia, existem paradas consecutivas com até cerca 60 metros de distanciamento e apenas 13 paradas consecutivas estão dentro do espaçamento recomendado, conforme visto anteriormente, de 400 a 600m.

Tabela 7.2 – Localização e tipos de abrigos das paradas de ônibus da Av. Norte, sentido subúrbio-cidade:

Nº da parada	Avenida Norte – sentido subúrbio-cidade			
	Tipo do Abrigo	Descrição da localização	Metros do início da Avenida	Distância entre as paradas (m)
01	Concreto Armado	100m antes da Rua 24 de Agosto	7964	331
02	Concreto Armado	20m depois da Rua Coelho Leite	7633	263
03	Concreto Armado	10m antes da Rua do Pombal	7370	279
04	Concreto Armado	10m antes da Praça Agamenon Magalhães	7091	448
05	Metálico	50m antes da Rua Antônio Simões	6643	348
06	Metálico com Publicidade	30m antes da Rua Marquês do Paraná	6295	249
07	Concreto Armado	20m antes da Rua Afonso Batista	6046	318
08	Concreto Armado	80m antes da Avenida João de Barros	5728	512
09	Concreto Armado	5m antes da Rua Dr. Enéas de Lucena	5216	273
10	Metálico	100m antes da Avenida Santos Dumont	4943	427
11	Concreto Armado	100m depois da Rua Cônego Barata	4516	150
12	Concreto Armado	50m antes da Rua Cônego Barata	4366	452
13	Concreto Armado	40m depois da Rua Esmeraldas	3914	315
14	Concreto Armado	10m antes da Rua Guimarães Peixoto	3599	407
15	Concreto Armado	10m antes da Rua Ibiú	3192	460
16	Metálico	30m depois da Rua Paula Batista	2732	60
17	Concreto Armado	30m antes da Rua Paula Batista	2672	397
18	Concreto Armado	30m antes da Rua Pedro Allain	2275	288
19	Concreto Armado	150m depois da Rua Padre Lemos	1987	250
20	Metálico	100m antes da Rua Padre Lemos	1737	374
21	Metálico	20m depois da Av. Dr. Eurico Chaves	1363	216
22	Concreto Armado	100m antes da Rua Nova Descoberta	1147	508
23	Concreto Armado	60m depois da Rua Batista do Rêgo Barros	639	639



Figura 7.4 – Abrigos de concreto armado da Avenida Norte.

Tabela 7.3 – Localização e tipos de abrigos das paradas de ônibus da Av. Norte, sentido cidade-subúrbio:

Nº da parada	Avenida Norte – sentido cidade-subúrbio			
	Tipo do Abrigo	Descrição da localização	Metros do início da Avenida	Distância entre as paradas (m)
24	Concreto Armado	50m antes da Praça Cel. Abreu da Costa	334	334
25	Metálico	20m antes da Rua 13 de Maio	789	455
26	Metálico	10m depois da Rua do Pombal	919	130
27	Concreto Armado	10m antes da Praça Agamenon Magalhães	1178	259
28	Concreto Armado	30m antes da Rua Marechal Deodoro	1934	756
29	Concreto Armado	20m antes da Rua José de Sá Carneiro	2273	339
30	Metálico	70m depois da Av. João de Barros	2551	278
31	Concreto Armado	10m depois da Rua Dr. Enéas de Lucena	3078	527
32	Metálico com Publicidade	30m depois da Av. Santos Dumont	3276	198
33	Concreto Armado	100m antes da Rua Cônego Barata	3773	497
34	Concreto Armado	80m antes da Rua Esmeraldas	4335	562
35	Concreto Armado	30m antes da Rua da Mangabeira	4680	345
36	Concreto Armado	100m antes da Rua Córrego do Bartolomeu	5193	513
37	Concreto Armado	50m depois da Rua Morro da Conceição	5414	221
38	Metálico	30m depois da Rua Paula Batista	5617	203
39	Concreto Armado	10m antes do Largo Dom Luiz	5974	357
40	Concreto Armado	5m antes da Rua Des. Fonseca Galvão	6324	350
41	Metálico	120m depois da Rua Vasco da Gama	6572	248
42	Concreto Armado	60m antes da Rua Nova Descoberta	6945	373
43	Concreto Armado	20m depois da Rua Bujaru	7135	190
44	Concreto Armado	20m antes da Rua Ida	7378	243
45	Concreto Armado	20m antes da Av. José Américo de Almeida	7454	76
46	Concreto Armado	10m antes da Praça do Mercado	7874	420



Figura 7.5 – Abrigo metálico da Avenida Norte.





Figura 7.6 – Abrigo metálico com publicidade, que na ocasião estava sem publicidade.

O caso é que os abrigos não são o único problema. Pessoas com deficiências físicas normalmente sofrem bastante para utilizar com dignidade o serviço de transporte público. Uma solução seria a implantação de elevadores para deficientes físicos nos ônibus. No Recife existe o Serviço Especial de Transporte (SET), que é realizado por ônibus adaptados com elevadores na porta central para facilitar a acessibilidade das pessoas que utilizam cadeira de rodas. As linhas selecionadas operam nos principais corredores de transporte, com percursos que atendem a diversos hospitais das redes pública e privada e muitas instituições de ensino, destinos mais comuns dos usuários, conforme pesquisa realizada pela EMTU (EMTU, 2006b).

O modelo de ônibus adotado pelo SET, com elevadores na porta central para facilitar o acesso das pessoas que utilizam cadeira de rodas, é considerado pelos usuários uma boa iniciativa embora seja criticado quanto ao pequeno número de veículos que circulam atualmente na RMR. Atualmente são 29 ônibus operando em 27 linhas (Tabela 7.4), representando apenas cerca de 1% da frota total que, em 2004, era de 2.778 ônibus, segundo a EMTU.

Tabela 7.4 – Linhas que fazem parte do Serviço Especial de Transporte (SET):

<b>Linhas do SET</b>			
1	440-CDU / Caxangá / Boa Viagem	15	915-PE-15
2	971-Amparo	16	100-Circular (Cde. Boa Vista)
3	991-Engenho Maranguape	17	116-Circular (Príncipe)
4	411-Estrada dos Remédios	18	645-Av. Norte (Macaxeira)
5	700-Beberibe / Afogados	19	469-Camaragibe / CDU
6	982-Conjunto Beira Mar / Derby	20	480-Camaragibe / Derby
7	983-Rio Doce (Princesa Isabel)	21	330-Casa Amarela / CDU (TRT)
8	992-Pau Amarelo	22	521-Alto Santa Isabel
9	924-Maranguape I (Paulista)	23	181-Cabo (Cohab)
10	232-Cavaleiro	24	185-Centro do Cabo
11	913-PE-15/Joana Bezerra	25	166-Cajueiro Seco / Afogados
12	948-A. Lundgren II / Macaxeira	26	162-Muribeca
13	967-Igarassu (Sítio Histórico)	27	153- Jordão Alto
14	954-Caetés		

Fonte: EMTU (2006b).

Existem grandes dificuldades para a implantação do sistema de elevadores na maioria dos ônibus na cidade. Uma é que esses aparelhos atendem basicamente aos deficientes físicos e cadeirantes, sem muita função para ajudar os outros grupos prejudicados com a altura dos degraus. Outro fator é o alto custo de implantação. Ainda há o aumento dos tempos de viagens, uma vez que esta operação de descida e subida do elevador demanda um certo gasto de tempo.

## **8. LEVANTAMENTO DE DADOS**

### **8.1. DADOS LEVANTADOS EM CAMPO**

Ao longo do trabalho foi necessário o levantamento de alguns dados que se mostraram pertinentes para a pesquisa. Estas informações foram colhidas à medida que os questionamentos foram se acumulando e obtidas através de diversas fontes. Primeiramente foram necessárias algumas idas ao campo para a coleta das informações primordiais à alimentação da metodologia utilizada. Foram buscados os seguintes dados:

- Foi levantado o tempo médio que os passageiros dos ônibus que trafegam nos corredores das Avenidas Caxangá e Norte levam para realizar o embarque/desembarque nos coletivos, conforme as tabelas 8.1 e 8.2 a seguir.

É importante salientar que a Avenida Caxangá é um corredor que possui faixas exclusivas para o tráfego dos ônibus nos dois sentidos em toda a sua extensão. É um dos principais corredores de transporte da RMR, funciona há mais de trinta anos e recentemente foi alvo de uma reforma, onde suas plataformas de embarque foram elevadas em relação ao meio-fio e foi acrescida uma faixa de ultrapassagem nas paradas de ônibus. A via liga a zona oeste e alguns municípios vizinhos ao centro do Recife e possui cerca de 7 Km de extensão. Já a Avenida Norte, conforme já descrito, é um corredor de tráfego misto e que não possui paradas elevadas.



Tabela 8.1- Contagem dos tempos de parada dos ônibus por passageiro – Avenida Caxangá:

Nº	NÚMERO DA LINHA	LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)
			EMB.	DESEMB.	TOTAL	
1	480	Camaragibe (Derby)	0	9	9	23
2	432	CDU (Várzea)	0	5	5	12
3	446	UR-7	2	10	12	25
4	920	Rio Doce / CDU	18	0	18	79
5	442	Jardim Primavera (Via Pedreiras)	0	7	7	17
6	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	10	1	11	23
7	443	Vila da Fábrica	0	5	5	15
8	446	UR-7	2	5	7	14
9	448	Jardim Petrópolis	2	7	9	16
10	920	Rio Doce / CDU	9	0	9	31
11	433	Brasilit	6	0	6	21
12	456	Parque Capibaribe	0	3	3	17
13	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	5	0	5	34
14	445	Tabatinga	0	7	7	35
15	481	Timbi / Derby	0	9	9	16
16	446	UR-7	0	10	10	21
17	920	Rio Doce / CDU	13	0	13	57
18	460	Camaragibe (Príncipe)	0	5	5	17
19	459	Loteamento Cosme Damião	0	18	18	38
20	445	Tabatinga	1	12	13	22
21	432	CDU (Várzea)	6	0	6	22
22	446	UR-7	0	7	7	24
23	459	Loteamento Cosme Damião	1	5	6	16
24	433	Brasilit	3	0	3	13
25	481	Timbi / Derby	0	10	10	26
26	432	CDU (Várzea)	3	0	3	25
27	330	Casa Amarela / CDU	0	1	1	6
28	460	Camaragibe (Príncipe)	5	3	8	28
29	442	Jardim Primavera (Via Pedreiras)	0	8	8	19
30	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	9	0	9	26
31	480	Camaragibe (Derby)	0	10	10	20
32	460	Camaragibe (Príncipe)	1	5	6	24
33	441	Dois Irmãos / Caxangá	7	0	7	22
34	446	UR-7	1	10	11	18
35	456	Parque Capibaribe	0	6	6	22
36	442	Jardim Primavera (Via Pedreiras)	1	4	5	21
37	480	Camaragibe (Derby)	0	9	9	16
38	445	Tabatinga	0	6	6	18
39	460	Camaragibe (Príncipe)	1	7	8	14
40	459	Loteamento Cosme Damião	0	6	6	18
41	456	Parque Capibaribe	0	4	4	23
42	920	Rio Doce / CDU	5	1	6	14
43	432	CDU (Várzea)	2	1	3	11
44	445	Tabatinga	3	16	19	31
45	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	10	1	11	34

CONTAGEM DOS TEMPOS DE PARADA DOS ÔNIBUS POR PASSAGEIRO - AVENIDA CAXANGÁ						
Nº	NÚMERO DA LINHA	LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)
			EMB.	DESEMB.	TOTAL	
46	460	Camaragibe (Príncipe)	1	11	12	23
47	433	Brasilit	2	0	2	27
48	459	Loteamento Cosme Damião	1	6	7	30
49	480	Camaragibe (Derby)	0	8	8	25
50	480	Camaragibe (Derby)	0	5	5	26
51	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	18	1	19	56
52	459	Loteamento Cosme Damião	0	7	7	22
53	459	Loteamento Cosme Damião	4	2	6	10
54	456	Parque Capibaribe	0	11	11	34
55	448	Jardim Petrópolis	0	9	9	33
56	920	Rio Doce / CDU	13	0	13	47
57	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	1	0	1	5
58	460	Camaragibe (Príncipe)	6	3	9	83
59	920	Rio Doce / CDU	5	0	5	30
60	446	UR-7	3	8	11	35
61	445	Tabatinga	0	14	14	46
62	446	UR-7	1	6	7	23
63	442	Jardim Primavera (Via Pedreiras)	0	10	10	14
64	460	Camaragibe (Príncipe)	8	3	11	23
65	446	UR-7	3	7	10	37
66	445	Tabatinga	0	7	7	30
67	481	Timbi / Derby	0	4	4	11
68	480	Camaragibe (Derby)	0	1	1	15
69	459	Loteamento Cosme Damião	0	2	2	9
70	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	25	0	25	105
71	445	Tabatinga	1	3	4	15
72	460	Camaragibe (Príncipe)	0	4	4	20
73	432	CDU (Várzea)	7	0	7	17
74	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	17	0	17	54
75	441	Dois Irmãos / Caxangá	2	0	2	8
76	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	7	0	7	16
77	432	CDU (Várzea)	2	2	4	12
78	456	Parque Capibaribe	0	10	10	18
79	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	3	0	3	5
80	480	Camaragibe (Derby)	1	0	1	4
81	330	Casa Amarela / CDU	2	0	2	8
82	456	Parque Capibaribe	5	0	5	18
83	436	Várzea	4	1	5	17
84	432	CDU (Várzea)	1	0	1	3
85	445	Tabatinga	9	0	9	22
86	480	Camaragibe (Derby)	1	0	1	7
87	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	23	0	23	93
88	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	2	0	2	7
89	436	Várzea	5	0	5	21
90	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	11	0	11	18

CONTAGEM DOS TEMPOS DE PARADA DOS ÔNIBUS POR PASSAGEIRO - AVENIDA CAXANGÁ						
Nº	NÚMERO DA LINHA	LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)
			EMB.	DESEMB.	TOTAL	
91	441	Dois Irmãos / Caxangá	6	3	9	16
92	460	Camaragibe (Príncipe)	7	2	9	45
93	920	Rio Doce / CDU	6	0	6	18
94	480	Camaragibe (Derby)	0	4	4	12
95	442	Jardim Primavera (Via Pedreiras)	1	0	1	4
96	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	25	0	25	78
97	432	CDU (Várzea)	8	0	8	23
98	433	Brasilit	3	8	11	13
99	436	Várzea	4	0	4	25
100	456	Parque Capibaribe	0	11	11	25
101	432	CDU (Várzea)	7	0	7	16
102	480	Camaragibe (Derby)	0	11	11	16
103	434	Av. Caxangá (Várzea)	6	0	6	28
104	446	UR-7	2	9	11	25
105	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	19	0	19	72
106	920	Rio Doce / CDU	20	0	20	67
107	459	Loteamento Cosme Damião	7	0	7	22
108	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	8	0	8	16
109	433	Brasilit	7	2	9	25
110	432	CDU (Várzea)	5	0	5	16
111	446	UR-7	5	5	10	28
112	481	Timbi / Derby	2	10	12	33
113	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	17	0	17	57
114	456	Parque Capibaribe	0	10	10	15
115	432	CDU (Várzea)	13	2	15	46
116	920	Rio Doce / CDU	11	0	11	36
117	432	CDU (Várzea)	8	0	8	25
118	459	Loteamento Cosme Damião	6	7	13	22
119	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	33	0	33	117
120	434	Av. Caxangá (Várzea)	5	0	5	22
121	432	CDU (Várzea)	5	0	5	17
122	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	10	1	11	30
123	436	Várzea	10	0	10	41
124	481	Timbi / Derby	4	14	18	55
125	480	Camaragibe (Derby)	4	7	11	24
126	433	Brasilit	3	3	6	26
127	441	Dois Irmãos / Caxangá	6	1	7	25
128	480	Camaragibe (Derby)	2	11	13	31
129	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	26	2	28	147
130	443	Vila da Fábrica	3	0	3	13
131	446	UR-7	1	0	1	5
132	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	3	0	3	10
133	433	Brasilit	5	0	5	11
134	456	Parque Capibaribe	0	1	1	5
135	440	CDU / Caxangá / Boa Viagem	9	0	9	27

Tabela 8.2 - Contagem dos tempos de parada dos ônibus por passageiro – Avenida Norte:

Nº	NÚMERO DA LINHA	LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)
			EMB.	DESEMB.	TOTAL	
1	532	Casa Amarela (Cabugá)	6	0	6	17
2	622	Vasco da Gama (Cabugá)	4	2	6	15
3	631	Nova Descoberta (Cabugá)	11	1	12	28
4	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	1	0	1	9
5	623	Vasco da Gama (João de Barros)	4	0	4	19
6	622	Vasco da Gama (Cabugá)	5	2	7	20
7	624	Brejo	4	1	5	12
8	645	Avenida Norte (Macaxeira)	13	0	13	71
9	611	Alto José do Pinho	5	1	6	21
10	532	Casa Amarela (Cabugá)	1	0	1	4
11	612	Morro da Conceição	3	0	3	15
12	645	Avenida Norte (Macaxeira)	0	1	1	10
13	645	Avenida Norte (Macaxeira)	11	0	11	55
14	631	Nova Descoberta (Cabugá)	1	0	1	3
15	645	Avenida Norte (Macaxeira)	3	0	3	7
16	622	Vasco da Gama (Cabugá)	1	0	1	6
17	621	Alto Treze de Maio	5	0	5	27
18	624	Brejo	4	0	4	27
19	645	Avenida Norte (Macaxeira)	0	1	1	9
20	644	Largo do Maracanã	4	0	4	11
21	517	Córrego do Inácio	1	1	2	12
22	632	Alto do Refúgio	5	4	9	32
23	611	Alto José do Pinho	4	1	5	17
24	623	Vasco da Gama (João de Barros)	8	0	8	32
25	631	Nova Descoberta (Cabugá)	3	0	3	8
26	632	Alto do Refúgio	5	0	5	21
27	612	Morro da Conceição	3	0	3	18
28	622	Vasco da Gama (Cabugá)	1	0	1	12
29	621	Alto Treze de Maio	10	0	10	32
30	645	Avenida Norte (Macaxeira)	24	0	24	101
31	645	Avenida Norte (Macaxeira)	2	3	5	11
32	624	Brejo	13	1	14	57
33	645	Avenida Norte (Macaxeira)	10	0	10	27
34	517	Córrego do Inácio	10	0	10	48
35	645	Avenida Norte (Macaxeira)	12	0	12	36
36	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	3	0	3	12
37	631	Nova Descoberta (Cabugá)	9	0	9	39
38	631	Nova Descoberta (Cabugá)	6	1	7	24
39	532	Casa Amarela (Cabugá)	3	0	3	13
40	621	Alto Treze de Maio	3	0	3	17
41	645	Avenida Norte (Macaxeira)	2	1	3	16
42	631	Nova Descoberta (Cabugá)	3	2	5	13
43	622	Vasco da Gama (Cabugá)	2	0	2	8
44	645	Avenida Norte (Macaxeira)	1	0	1	6
45	645	Avenida Norte (Macaxeira)	9	2	11	24

CONTAGEM DOS TEMPOS DE PARADA DOS ÔNIBUS POR PASSAGEIRO - AVENIDA NORTE						
Nº	NÚMERO DA LINHA	LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)
			EMB.	DESEMB.	TOTAL	
46	645	Avenida Norte (Macaxeira)	6	0	6	15
47	632	Alto do Refúgio	6	1	7	28
48	532	Casa Amarela (Cabugá)	1	0	1	9
49	622	Vasco da Gama (Cabugá)	8	0	8	27
50	632	Alto do Refúgio	2	0	2	18
51	645	Avenida Norte (Macaxeira)	9	0	9	21
52	645	Avenida Norte (Macaxeira)	1	1	2	7
53	645	Avenida Norte (Macaxeira)	2	0	2	6
54	624	Brejo	4	0	4	14
55	645	Avenida Norte (Macaxeira)	6	2	8	20
56	645	Avenida Norte (Macaxeira)	7	2	9	22
57	623	Vasco da Gama (João de Barros)	11	0	11	36
58	631	Nova Descoberta (Cabugá)	2	0	2	7
59	612	Morro da Conceição	3	0	3	10
60	621	Alto Treze de Maio	3	0	3	10
61	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	8	0	8	38
62	631	Nova Descoberta (Cabugá)	6	0	6	18
63	612	Morro da Conceição	1	0	1	6
64	517	Córrego do Inácio	6	2	8	21
65	611	Alto José do Pinho	3	0	3	15
66	632	Alto do Refúgio	1	0	1	7
67	622	Vasco da Gama (Cabugá)	3	0	3	15
68	645	Avenida Norte (Macaxeira)	6	0	6	17
69	532	Casa Amarela (Cabugá)	6	0	6	31
70	645	Avenida Norte (Macaxeira)	9	0	9	22
71	632	Alto do Refúgio	6	0	6	20
72	611	Alto José do Pinho	5	3	8	34
73	623	Vasco da Gama (João de Barros)	8	0	8	20
74	645	Avenida Norte (Macaxeira)	3	0	3	13
75	631	Nova Descoberta (Cabugá)	5	1	6	16
76	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	2	0	2	6
77	645	Avenida Norte (Macaxeira)	9	0	9	24
78	644	Largo do Maracanã	2	0	2	81
79	621	Alto Treze de Maio	4	0	4	14
80	532	Casa Amarela (Cabugá)	6	0	6	15
81	645	Avenida Norte (Macaxeira)	6	0	6	20
82	612	Morro da Conceição	3	0	3	28
83	624	Brejo	10	0	10	28
84	645	Avenida Norte (Macaxeira)	10	0	10	36
85	622	Vasco da Gama (Cabugá)	9	0	9	33
86	644	Largo do Maracanã	7	0	7	25
87	532	Casa Amarela (Cabugá)	4	0	4	18
88	645	Avenida Norte (Macaxeira)	3	0	3	24
89	645	Avenida Norte (Macaxeira)	10	1	11	36
90	624	Brejo	8	0	8	28

CONTAGEM DOS TEMPOS DE PARADA DOS ÔNIBUS POR PASSAGEIRO - AVENIDA NORTE

Nº	NÚMERO DA LINHA	LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)
			EMB.	DESEMB.	TOTAL	
91	622	Vasco da Gama (Cabugá)	0	1	1	3
92	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	7	4	11	36
93	645	Avenida Norte (Macaxeira)	13	0	13	44
94	611	Alto José do Pinho	4	0	4	19
95	624	Brejo	5	0	5	18
96	621	Alto Treze de Maio	4	0	4	25
97	517	Córrego do Inácio	5	0	5	16
98	645	Avenida Norte (Macaxeira)	27	0	27	115
99	632	Alto do Refúgio	14	0	14	54
100	532	Casa Amarela (Cabugá)	3	1	4	10
101	645	Avenida Norte (Macaxeira)	10	1	11	25
102	645	Avenida Norte (Macaxeira)	4	0	4	22
103	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	6	0	6	19
104	645	Avenida Norte (Macaxeira)	5	0	5	13
105	631	Nova Descoberta (Cabugá)	12	0	12	35
106	631	Nova Descoberta (Cabugá)	9	0	9	28
107	612	Morro da Conceição	11	0	11	41
108	623	Vasco da Gama (João de Barros)	7	0	7	28
109	621	Alto Treze de Maio	6	0	6	18
110	645	Avenida Norte (Macaxeira)	10	0	10	45
111	517	Córrego do Inácio	7	0	7	42
112	532	Casa Amarela (Cabugá)	2	1	3	12
113	611	Alto José do Pinho	12	0	12	63
114	622	Vasco da Gama (Cabugá)	2	0	2	15
115	644	Largo do Maracanã	9	0	9	34
116	645	Avenida Norte (Macaxeira)	19	0	19	81
117	611	Alto José do Pinho	5	0	5	16
118	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	5	0	5	23
119	645	Avenida Norte (Macaxeira)	19	0	19	97
120	622	Vasco da Gama (Cabugá)	5	0	5	24
121	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	10	2	12	38
122	644	Largo do Maracanã	7	0	7	27
123	645	Avenida Norte (Macaxeira)	8	0	8	20
124	645	Avenida Norte (Macaxeira)	1	0	1	9
125	645	Avenida Norte (Macaxeira)	4	0	4	24
126	612	Morro da Conceição	3	0	3	10
127	621	Alto Treze de Maio	2	0	2	22
128	632	Alto do Refúgio	7	0	7	22
129	645	Avenida Norte (Macaxeira)	1	0	1	4
130	624	Brejo	4	0	4	16
131	631	Nova Descoberta (Cabugá)	3	1	4	30
132	645	Avenida Norte (Macaxeira)	2	1	3	16
133	517	Córrego do Inácio	5	0	5	30
134	642	Guabiraba (Córrego do Jenipapo)	2	0	2	12
135	624	Brejo	13	0	13	44

- Coordenadas e distâncias entre os cruzamentos da Avenida Norte (tabelas 8.3 e 8.4).

Para a correta caracterização da via e a alimentação dos dados necessários à simulação é importante o levantamento de todas as ruas e avenidas que possuem interseções com a Avenida Norte. Esse levantamento foi realizado utilizando a carta de nucleação da cidade do Recife, que foi produzida pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – Condepe-Fidem e com observações em campo.

As tabelas 8.3 e 8.4 mostram os nós da Avenida Norte para os dois sentidos, no ponto onde eles se encontram com as ruas e avenidas que cruzam o corredor, estando estes cruzamentos descritos na célula localização. Nas células coordenadas (X, Y) estão descritas a distância, em metros destes pontos ao ponto inicial do mapa. Na coluna seguinte são mostradas as distâncias entre cada uma destas interseções, que estão em seqüência. Por último está a soma destas distâncias, que irá determinar a distância total da avenida.

Vale a ressalva que as distâncias totais dos dois sentidos do corredor não são idênticas. Isso ocorre porque a avenida possui pontos onde as pistas se afastam.

Tabela 8.3 – Ruas e Avenidas que cortam a Avenida Norte pelo sentido subúrbio-cidade:

Avenida Norte – sentido subúrbio-cidade					
Nº	Localização	Coordenadas		Distância entre os nós (m)	Distância total (m)
		X	Y		
01	Ponte Limoeiro	7699.98	294.84	0.00	0.00
02	Av. Norte x Rua da Aurora	7641.07	341.27	75.00	75.00
03	Av. Norte x Rua 24 de Agosto	7521.11	431.42	150.06	225.06
04	Av. Norte x Av. Cruz Cabugá	7295.02	607.05	126.68	511.35
05	Av. Norte x Rua Coelho Leite	7165.04	708.84	165.10	676.45
06	Av. Norte x Rua do Sossego	7113.23	749.38	65.78	742.23
07	Av. Norte x Rua 13 de maio	7059.43	789.68	67.22	809.45
08	Av. Norte x Rua do Pombal	6980.59	852.05	100.53	909.98
09	Av. Norte x Rua Numa Pompólio	6877.40	927.46	127.86	1037.84
10	Av. Norte x Rua Israel Fonseca	6823.45	951.96	59.25	1097.09
11	Av. Norte x Rua Francisco Jacinto	6767.72	974.92	60.28	1157.37
12	Av. Norte x Rua Tamoios	6536.60	1077.97	83.52	1410.64
13	Av. Norte x Rua Antônio Simões	6328.19	1273.37	285.68	1696.32
14	Av. Norte x Rua Guararapes Deodoro	6201.15	1393.06	104.19	1870.88
15	Av. Norte x Rua Marquês do Paraná	6126.21	1449.41	93.77	1964.65

Avenida Norte – sentido subúrbio-cidade					
Nº	Localização	Coordenadas		Distância entre os nós (m)	Distância total (m)
		X	Y		
16	Av. Norte x Rua Afonso Batista	5879.93	1523.72	155.61	2223.92
17	Av. Norte x Av. João de Barros	5631.79	1591.70	187.74	2481.66
18	Av. Norte x Rua 48	5415.13	1721.62	105.11	2735.20
19	Av. Norte x Rua Dr. José Maria	5338.95	1802.22	57.77	2846.19
20	Av. Norte x Rua Dr. Enéas de Lucena	5222.56	1991.65	66.24	3068.54
21	Av. Norte x Av. Santos Dumont	5134.24	2146.05	177.84	3246.38
22	Av. Norte x Rua André Rebouças	5111.94	2187.88	47.40	3293.78
23	Av. Norte x Rua Abreu e Lima	4960.91	2372.60	80.40	3533.67
24	Av. Norte x Rua Silveira Lima	4769.75	2524.71	82.61	3778.69
25	Av. Norte x Rua Cônego Barata	4690.47	2577.06	95.00	3873.69
26	Av. Norte x Rua Goiana	4541.19	2680.61	181.68	4055.37
27	Av. Norte x Rua José Carvalheira	4453.88	2739.89	29.49	4160.94
28	Av. Norte x Rua Joseph Turton	4386.74	2785.01	80.88	4241.82
29	Av. Norte x Rua Soares Moreno	4334.44	2820.39	35.70	4304.97
30	Av. Norte x Rua Euclides G. de Freitas	4243.24	2882.61	110.40	4415.37
31	Av. Norte x Rua São Vicente	4196.06	2915.94	57.76	4473.13
32	Av. Norte x Rua Guimarães Peixoto	4017.34	3021.28	140.57	4680.63
33	Av. Norte x Rua Rodrigues Sete	3922.60	3056.17	100.96	4781.59
34	Av. Norte x Rua Bezerros	3823.15	3081.91	102.73	4884.32
35	Av. Norte x Rua Arnaldo Magalhães	3742.24	3102.35	83.45	4967.77
36	Av. Norte x Rua Elóy Malta de Alencar	3695.91	3114.02	47.72	5015.49
37	Av. Norte x Rua Ibiú	3626.28	3132.38	72.01	5087.50
38	Av. Norte x Rua Bela Vista	3488.75	3167.39	88.07	5229.42
39	Av. Norte x Rua Dep. Mário Monteiro	3427.98	3186.33	63.66	5293.08
40	Av. Norte x Rua da Harmonia	3361.69	3213.01	71.45	5364.53
41	Av. Norte x Rua Paula Batista	3168.72	3325.12	223.17	5587.70
42	Av. Norte x Rua Guaçara	2989.37	3428.72	207.12	5794.82
43	Av. Norte x Rua Visconde de Taunay	2921.61	3454.23	72.41	5867.23
44	Av. Norte x Rua Pedro Allain	2809.39	3489.68	117.69	5984.92
45	Av. Norte x Rua Padre Lemos	2345.09	3541.86	67.13	6452.65
46	Av. Norte x Rua Bonito de Santa Fé	2077.55	3572.58	27.82	6721.96
47	Av. Norte x Rua Bar de Granito	1984.41	3570.24	51.82	6815.91
48	Av. Norte x Rua Costa e Lima	1941.03	3564.70	43.74	6859.65
49	Av. Norte x Rua Dr. Eurico Chaves	1854.75	3557.30	86.59	6946.24
50	Av. Norte x Rua Imbiriba	1791.19	3628.99	95.81	7042.05
51	Av. Norte x Rua Cedro	1764.33	3657.29	39.00	7081.05
52	Av. Norte x Rua Conduru	1707.73	3725.76	88.84	7169.89
53	Av. Norte x Rua Ida	1452.42	3966.93	140.56	7521.28
54	Av. Norte x Rua Batista do R. Barros	1375.82	4050.15	113.10	7710.47
55	Av. Norte x Terminal da Macaxeira	1229.49	4447.74	52.10	8149.54
56	Avenida Norte	1101.92	4498.86	58.99	8289.22



Tabela 8.4 – Ruas e Avenidas que cortam a Avenida Norte pelo sentido cidade-subúrbio:

Avenida Norte – sentido cidade-subúrbio					
Nº	Localização	Coordenadas		Distância entre os nós (m)	Distância total (m)
		X	Y		
01	Ponte Limoeiro	7699.98	294.84	0.00	0.00
02	Av. Norte x Av. Artur Lima Cavalcante	7641.07	341.27	75.00	75.00
03	Av. Norte x Praça Cel. Abreu da Costa	7395.38	529.75	159.61	384.67
04	Av. Norte x Av. Cruz Cabugá	7295.02	607.05	126.68	511.35
05	Av. Norte x Rua Buarque de Macedo	7113.23	749.38	65.78	742.23
06	Av. Norte x Rua Berlim	6767.72	974.92	60.28	1157.37
07	Av. Norte x Praça Agamenon Magalhães	6739.01	986.79	31.06	1188.43
08	Av. Norte x Rua Joaquim Rabelo	6698.30	1003.21	43.90	1232.33
09	Av. Norte x Rua Alice M. Morais	6610.73	1039.50	94.79	1327.12
10	Av. Norte x Rua Engenho Megaópe	6536.60	1077.97	83.52	1410.64
11	Av. Norte x Rua Djalma Farias	6277.75	1322.43	70.37	1766.69
12	Av. Norte x Praça Castro Alves	6201.15	1393.06	104.19	1870.88
13	Av. Norte x Rua Marechal Deodoro	6126.21	1449.41	93.77	1964.65
14	Av. Norte x Rua Prof. Antônio F. Lima	6032.71	1494.16	103.66	2068.31
15	Av. Norte x Rua José de Sá Carneiro	5810.94	1535.57	70.00	2293.92
16	Av. Norte x Av. João de Barros	5631.79	1591.70	187.74	2481.66
17	Av. Norte x Rua Carlos R. Alves	5377.04	1758.79	53.22	2788.42
18	Av. Norte x Rua Fernando Cezar	5338.95	1802.22	57.77	2846.19
19	Av. Norte x Rua Ceará	5256.17	1934.57	156.11	3002.30
20	Av. Norte x Rua Dr. Enéas de Lucena	5222.56	1991.65	66.24	3068.54
21	Av. Norte x Av. Santos Dumont	5134.24	2146.05	177.84	3246.38
22	Av. Norte x Rua Amaro Coutinho	5087.55	2229.27	48.05	3341.83
23	Av. Norte x Rua Hipólito Braga	5019.38	2317.42	111.44	3453.27
24	Av. Norte x Rua Salvador / Rua 13 de Junho	4960.91	2372.60	80.40	3533.67
25	Av. Norte x Av. Eng. Magalhães Pinto	4910.84	2421.82	70.21	3603.88
26	Av. Norte x Rua Visconde de Abaeté	4838.77	2479.32	92.20	3696.08
27	Av. Norte x Rua Cônego Barata	4690.47	2577.06	95.00	3873.69
28	Av. Norte x Rua Iapu	4521.88	2692.62	22.74	4078.11
29	Av. Norte x Rua Mário Bhering	4477.98	2722.91	53.34	4131.45
30	Av. Norte x Rua Cabo Aragão	4364.05	2800.45	27.45	4269.27
31	Av. Norte x Rua Esmeraldas	4243.24	2882.61	110.40	4415.37
32	Av. Norte x Rua Prof. José dos Anjos	4139.44	2951.63	66.93	4540.06
33	Av. Norte x Rua da Mangabeira	4017.34	3021.28	140.57	4680.63
34	Av. Norte x Rua Ivo Augusto	3742.24	3102.35	83.45	4967.77
35	Av. Norte x Rua Manoel Apolinário	3574.00	3145.30	53.85	5141.35
36	Av. Norte x Rua Cabo Epitácio Lucena	3488.75	3167.39	88.07	5229.42
37	Av. Norte x Rua Cór. do Bartolomeu	3427.98	3186.33	63.66	5293.08
38	Av. Norte x Rua Morro da Conceição	3361.69	3213.01	71.45	5364.53
39	Av. Norte x Largo Dom Luiz	2809.39	3489.68	117.69	5984.92
40	Av. Norte x Rua Japarutuba	2736.31	3504.57	74.59	6059.51
41	Av. Norte x Rua 02 de Maio	2558.37	3517.82	178.43	6237.94
42	Av. Norte x Rua Aviador Pinto Ribeiro	2518.07	3524.19	40.80	6278.74
43	Av. Norte x Rua Des. Fonseca Galvão	2467.12	3529.55	51.23	6329.97

Avenida Norte – sentido cidade-subúrbio					
Nº	Localização	Coordenadas		Distância entre os nós (m)	Distância total (m)
		X	Y		
44	Av. Norte x Rua Costa Ribeiro	2412.01	3536.53	55.55	6385.52
45	Av. Norte x Rua Vasco da Gama	2345.09	3541.86	67.13	6452.65
46	Av. Norte x Rua Rosália Cisneiros	2272.33	3550.71	73.29	6525.94
47	Av. Norte x Rua Aviador Rêgo Barros	2210.85	3557.49	61.86	6587.80
48	Av. Norte x Rua da Macaíba	2105.14	3569.05	106.34	6694.14
49	Av. Norte x Rua Nova Descoberta	1807.19	3652.00	107.70	7005.90
50	Av. Norte x Rua Bujaru	1658.55	3774.51	69.24	7115.27
51	Av. Norte x Rua Ida	1473.85	3988.33	141.72	7398.58
52	Av. Norte x Av. José de Almeida	1411.79	4032.35	76.09	7474.67
53	Av. Norte x Praça do Mercado	1261.86	4312.26	153.79	7884.97
54	Av. Norte x Rua Maria Cândida	1229.49	4447.74	52.10	8026.84
55	Avenida Norte	1101.92	4498.86	58.99	8166.52

É importante ressaltar que a distância total vista nas tabelas acima não correspondem aos 8,7 quilômetros descritos anteriormente. A razão disto é que no extremo oeste da via existe o encontro com a BR-101 e o Terminal Integrado de Ônibus da Macaxeira, formando um corredor viário um pouco complexo. Para efeito desse trabalho, tendo em vista que não existem semáforos, cruzamentos e tampouco paradas de ônibus neste trecho foi realizada a diminuição do comprimento da avenida de forma a não confundir seu tráfego com o da BR-101.

- Número de faixas e seus respectivos sentidos das ruas e avenidas que cruzam a Avenida Norte (tabelas 8.5 e 8.6);

Uma outra informação importante para a caracterização da via é a descrição detalhada das ruas e avenidas que cortam a Avenida Norte. As tabelas 8.5 e 8.6 a seguir mostram os nomes das ruas e avenidas que cruzam o corredor nos dois sentidos. A coluna NF (Número de faixas) mostra a quantidade de faixas que cada rua possui. Já a coluna CRUZA (que vem da palavra cruzamento) mostra se a referida via permite os veículos atravessarem de um lado ao outro ou se apenas é uma entrada e/ou saída no mesmo sentido. A coluna SENTIDO descreve se a rua é de mão-dupla (duplo), é de entrada de veículos na rede ou de saída de veículos (estas duas tratam de ruas de mão-única). A última coluna retrata o número de faixas por sentido.

Tabela 8.5 - Informações sobre as ruas e avenidas que cruzam a Av. Norte, sentido subúrbio-cidade:

Nº	Avenida Norte – sentido subúrbio-cidade					
	Nome da rua	NF	Cruza	Sentido	NF por sentido	
					Entrada	Saída
01	Rua da Aurora (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
02	Rua 24 de Agosto	2	Sim	Duplo	1	1
03	Avenida Cruz Cabugá (semáforo)	5	Sim	Duplo	2	3
04	Rua Coelho Leite	2	Não	Duplo	1	1
05	Rua do Sossego	2	Não	Duplo	1	1
06	Rua 13 de Maio (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
07	Rua do Pombal	2	Não	Duplo	1	1
08	Rua Numa Pompólio	2	Não	Duplo	1	1
09	Rua Israel Fonseca	2	Não	Duplo	1	1
10	Rua Francisco Jacinto	2	Não	Duplo	1	1
11	Rua Tamoios	2	Não	Duplo	1	1
12	Avenida Agamenon Magalhães	2	Não	Saída	2	-
13	Rua Antônio Simões	2	Não	Saída	-	2
14	Rua Guararapes Deodoro (semáforo)	3	Sim	Entrada	3	-
15	Rua Marquês do Paraná (semáforo)	3	Sim	Saída	-	3
16	Rua Afonso Batista	2	Não	Duplo	1	1
17	Avenida João de Barros (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
18	Rua 48	2	Não	Saída	-	2
19	Rua Dr. José Maria (semáforo)	2	Não	Entrada	2	-
20	Rua Dr. Enéas de Lucena	2	Não	Duplo	1	1
21	Avenida Santos Dumont (semáforo)	2	Sim	Entrada	2	-
22	Rua A. Rebouças	2	Não	Duplo	1	1
23	Rua Abreu e Lima / R. Costa (semáforo)	3	Sim	Saída	0	3
24	Rua Silveira Lima	2	Não	Duplo	1	1
25	Rua Cônego Barata (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
26	Rua Goiana	2	Não	Duplo	1	1
27	Rua José Carvalheira	2	Não	Duplo	1	1
28	Rua Joseph Tourton	2	Não	Duplo	1	1
29	Rua Soares Moreno	2	Não	Duplo	1	1
30	Rua Euclides Gomes de Freitas	2	Sim	Duplo	1	1
31	Rua São Vicente	2	Não	Duplo	1	1
32	Rua Guimarães Peixoto (semáforo)	2	Sim	Entrada	2	-
33	Rua Rodrigues Sete	2	Não	Duplo	1	1
34	Rua Bezerras	2	Não	Duplo	1	1
35	Rua Arnoldo Magalhães	2	Não	Duplo	1	1
36	Rua Eloy Malta de Alencar	2	Não	Duplo	1	1
37	Rua Ibiú	2	Não	Duplo	1	1
38	Rua Bela Vista	2	Não	Duplo	1	1
39	Rua Dep. Mário Monteiro (semáforo)	2	Sim	Entrada	2	-
40	Rua da Harmonia (semáforo)	2	Sim	Saída	-	2
41	Rua Paula Batista	4	Não	Duplo	2	2
42	Rua Guaiçara	2	Não	Duplo	1	1
43	Rua Visconde de Taunay	2	Não	Duplo	1	1
44	Rua Pedro Allain (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1
45	Rua Padre Lemos (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
46	Rua Bonito de Santa Fé	2	Não	Duplo	1	1
47	Rua Bar de Granito	2	Sim	Duplo	1	1

Nº	Avenida Norte – sentido subúrbio-cidade					
	Nome da rua	NF	Cruza	Sentido	NF por sentido	
					Entrada	Saída
48	Rua Costa Lima	2	Não	Duplo	1	1
49	Avenida Dr. Eurico Chaves	2	Não	Duplo	1	1
50	Rua Mandacaru	2	Não	Duplo	1	1
51	Rua Imbiriba (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1
52	Rua Cedro	2	Não	Duplo	1	1
53	Rua Conduru	2	Não	Duplo	1	1
54	Rua do Dolein	2	Não	Duplo	1	1
55	Rua Batista do Rêgo Barros	2	Não	Duplo	1	1
56	Terminal Antigo da Macaxeira (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1

Tabela 8.6 - Informações sobre as ruas e avenidas que cruzam a Av. Norte, sentido cidade-subúrbio:

Nº	Avenida Norte – sentido cidade-subúrbio					
	Nome da rua	NF	Cruza	Sentido	NF por sentido	
					Entrada	Saída
01	Rua Artur Lima Cavalcante (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
02	Praça Cel. Abreu da Costa	2	Não	Saída	-	2
03	Avenida Cruz Cabugá (semáforo)	5	Sim	Duplo	4	1
04	Rua Buarque de Macedo	2	Não	Duplo	1	1
05	Rua Berlim	2	Não	Duplo	1	1
06	Praça Agamenon Magalhães (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1
07	Rua Joaquim Rabelo	2	Não	Duplo	1	1
08	Rua Alice M. Morais	2	Não	Duplo	1	1
09	Rua Engenho Megaópe	2	Não	Duplo	1	1
10	Avenida Agamenon Magalhães	2	Não	Saída	-	2
11	Rua Djalma Farias	2	Não	Duplo	1	1
12	Rua Augusto (semáforo)	4	Sim	Saída	-	4
13	Rua Marechal Deodoro (semáforo)	2	Sim	Entrada	2	-
14	Rua Prof. Antônio Ferreira Lima	2	Não	Entrada	2	-
15	Rua José de Sá Carneiro	2	Não	Duplo	1	1
16	Avenida João de Barros (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
17	Rua Carlos R. Alves (semáforo)	3	Sim	Entrada	3	-
18	Rua Dr. José Maria	2	Sim	Duplo	1	1
19	Rua Fernando Cêzar	2	Não	Duplo	1	1
20	Rua Ceará	2	Não	Duplo	1	1
21	Rua Dr. Enéas de Lucena	2	Não	Duplo	1	1
22	Avenida Santos Dumont (semáforo)	2	Sim	Saída	-	2
23	Rua Hipólito Braga	2	Não	Duplo	1	1
24	Rua Salvador	2	Sim	Entrada	2	-
25	Rua 13 de Junho (semáforo)	2	Sim	Entrada	2	-
26	Avenida Eng. Magalhães Pinto	2	Não	Duplo	1	1
27	Rua Visc. de Abaeté	2	Não	Duplo	1	1
28	Rua Cônego Barata (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
29	Rua Iapu	2	Não	Duplo	1	1
30	Rua M. Bhering	2	Não	Duplo	1	1
31	Rua Cabo Aragão	2	Não	Duplo	1	1
32	Rua Esmeraldas	2	Sim	Duplo	1	1
33	Avenida Prof. José dos Anjos (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2

Nº	Avenida Norte – sentido cidade-subúrbio					
	Nome da rua	NF	Cruza	Sentido	NF por sentido	
					Entrada	Saída
34	Rua da Mangabeira (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1
35	Rua Monte Celeste	2	Sim	Duplo	1	1
36	Rua Ivo Augusto	2	Não	Duplo	1	1
37	Rua Manoel Apolinário	2	Não	Duplo	1	1
38	Rua Cabo Epitácio Lucena	2	Não	Duplo	1	1
39	Rua Córrego do Bartolomeu (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1
40	Rua do Morro da Conceição (semáforo)	1	Sim	Entrada	1	-
41	Largo Dom Luiz (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
42	Rua Japarutuba	2	Não	Duplo	1	1
43	Rua 02 de Maio	2	Não	Duplo	1	1
44	Rua Aviador Pinto Ribeiro	2	Não	Duplo	1	1
45	Rua Des. Fonseca Galvão	2	Não	Duplo	1	1
46	Rua Costa Ribeiro	2	Não	Duplo	1	1
47	Rua Vasco da Gama (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
48	Rua Rosália Cisneiros	2	Não	Duplo	1	1
49	Rua Aviador Rêgo Barros	2	Não	Duplo	1	1
50	Rua da Macaíba	2	Não	Duplo	1	1
51	Rua Nova Descoberta (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1
52	Rua Bujaru	2	Não	Duplo	1	1
53	Rua Ida	2	Não	Duplo	1	1
54	Av. José Américo de Almeida	4	Não	Duplo	2	2
55	Praça do Mercado (semáforo)	4	Sim	Duplo	2	2
56	Rua Monte Pavão	2	Não	Duplo	1	1
57	Rua Maria Cândida (semáforo)	2	Sim	Duplo	1	1

- Tipos e localização aproximada das paradas de ônibus. Foi constatado que existiam três estruturas diferentes de abrigo (metálico, concreto armado e metálico com publicidade), já descritos nas tabelas 7.2 e 7.3.

- Foram realizadas contagens volumétricas classificadas em praticamente todas as interseções semaforizadas da via de forma a fornecer dados atualizados a pesquisa e com o intuito de alimentar o INTEGRATION para as simulações propostas. Essas contagens foram importantes uma vez que a última grande contagem de veículos realizada no Recife foi quando da elaboração do Plano Diretor de Circulação do Recife – PDCR em 1997. As contagens foram realizadas no horário de pico da tarde, entre 17 e 19h.

As contagens foram efetuadas observando todos os movimentos possíveis em cada interseção. Para se ter uma idéia da quantidade de dados obtidos com essas contagens, para um cruzamento de mão dupla nos dois sentidos são 12 movimentos possíveis, por isso as tabelas 8.7

e 8.8 mostram apenas os resultados destas contagens dos veículos indo em frente nos dois sentidos da Avenida Norte, que são as mais importantes para a caracterização do corredor.

Tabela 8.7 – Contagens volumétricas classificadas na Avenida Norte, sentido subúrbio-cidade:

CRUZAMENTO			AUTOMÓVEL	ÔNIBUS	CAMINHÃO
Avenida Norte	X	Rua da Aurora	1137	11	42
Avenida Norte	X	Av. Cruz Cabugá	1087	56	19
Avenida Norte	X	Rua 13 de Maio	890	55	20
Avenida Norte	X	Praça Agamenon Magalhães	783	66	22
Avenida Norte	X	Rua Guararapes Deodoro	1482	73	44
Avenida Norte	X	Rua Marechal Deodoro	1190	75	50
Avenida Norte	X	Av. João de Barros	968	94	12
Avenida Norte	X	Rua 13 de Junho	1021	79	26
Avenida Norte	X	Rua Cônego Barata	919	101	13
Avenida Norte	X	Rua Prof. José dos Anjos	1329	79	79
Avenida Norte	X	Rua Guimarães Peixoto	1179	88	79
Avenida Norte	X	Rua Dep. Mário Monteiro	1052	123	119
Avenida Norte	X	Rua da Harmonia	998	70	88
Avenida Norte	X	Rua Pedro Allain	893	66	70
Avenida Norte	X	Rua Padre Lemos	1148	110	48
Avenida Norte	X	Rua Nova Descoberta	1003	66	92
Avenida Norte	X	Praça do Mercado	774	70	92
Avenida Norte	X	Rua Maria Cândida	643	44	53

Tabela 8.8 – Contagens volumétricas classificadas na Avenida Norte, sentido cidade-subúrbio:

CRUZAMENTO			AUTOMÓVEL	ÔNIBUS	CAMINHÃO
Avenida Norte	X	Av. Artur Lima Cavalcante	863	37	42
Avenida Norte	X	Av. Cruz Cabugá	596	0	8
Avenida Norte	X	Rua 13 de Maio	635	35	20
Avenida Norte	X	Praça Agamenon Magalhães	1549	75	31
Avenida Norte	X	Rua Guararapes Deodoro	1067	83	25
Avenida Norte	X	Rua Marechal Deodoro	780	65	15
Avenida Norte	X	Av. João de Barros	1241	83	31
Avenida Norte	X	Rua 13 de Junho	1738	123	35
Avenida Norte	X	Rua Cônego Barata	1210	75	61
Avenida Norte	X	Rua Prof. José dos Anjos	642	84	22
Avenida Norte	X	Rua Guimarães Peixoto	1065	97	24
Avenida Norte	X	Rua Córrego do Bartolomeu	972	75	149
Avenida Norte	X	Rua da Harmonia	1188	57	158
Avenida Norte	X	Largo Dom Luiz	950	88	114
Avenida Norte	X	Rua Vasco da Gama	845	57	114
Avenida Norte	X	Rua Nova Descoberta	792	83	136
Avenida Norte	X	Praça do Mercado	832	48	106
Avenida Norte	X	Rua Maria Cândida	797	40	75

## 8.2. DADOS LEVANTADOS PELA INTERNET

Alguns dados foram obtidos por pesquisa na internet, dentre eles os seguintes:

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: a população brasileira e da cidade do Recife extraídos do censo 2000.
- Departamento Nacional de Trânsito - Denatran: a frota veicular brasileira.
- Departamento Estadual de Trânsito de Pernambuco – Detran/PE: a frota veicular em Pernambuco, na RMR e na cidade do Recife de 1990 a 2006.
- Federal Highway Administration (FHWA) dos Estados Unidos: o sistema SCRITS (SCReening for ITS), de onde foi retirada uma aplicação para a implantação de uma programação semafórica voltada para o ônibus.

## 8.3. DADOS LEVANTADOS POR CONSULTAS DIRETAS AO ÓRGÃO

Outras informações foram solicitadas através de consultas diretas aos órgãos gestores do setor, como:

- Companhia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife (CTTU): os ciclos semafóricos, com suas respectivas fases no corredor de transporte da Avenida Norte.

Ao longo da avenida existem 20 semáforos. A tabela 8.9 mostra os cruzamentos em que esses sinais de trânsito estão localizados, com seus respectivos números de ordem, tempos de verde para a hora de pico e ciclos.

Tabela 8.9 – Semáforos da Avenida Norte:

Nº	Avenida Norte							
	Nº Sem.	Cruzamento	Fases	Tempo de Verde (s)				Ciclo
				1	2	3	4	
01	243	Av. Norte x Rua da Aurora / Rua Artur L. Cavalcante	4	25	15	15	25	80
02	034	Av. Norte x Avenida Cruz Cabugá	3	30	32	18	-	80
03	036	Av. Norte x Rua 13 de Maio	2	54	36	-	-	90
04	097	Av. Norte x Praça Agamenon Magalhães	2	70	20	-	-	90
05	376	Av. Norte x Rua Guararapes Deodoro	2	60	30	-	-	90
06	056	Av. Norte x Rua Marechal Deodoro	2	57	33	-	-	90
07	043	Av. Norte x Avenida João de Barros	2	33	37	-	-	70
08	045	Av. Norte x Rua Carlos R. Alves	2	38	32	-	-	70
09	081	Av. Norte x Avenida Santos Dumont	2	70	50	-	-	120
10	456	Av. Norte x Rua Abreu e Lima / Rua 13 de Junho	3	70	20	30	-	120
11	067	Av. Norte x Rua Cônego Barata	2	65	55	-	-	120
12	364	Av. Norte x Avenida Professor José dos Anjos	3	58	42	18	-	118
13	096	Av. Norte x Rua da Mangabeira / Rua Guimarães Peixoto	2	90	30	-	-	120
14	079	Av. Norte x Rua Cor. do Bartolomeu / Rua Mário Monteiro	3	47	23	30	-	100
15	312	Av. Norte x Rua da Harmonia x Rua Morro da Conceição	3	45	30	25	-	100
16	095	Av. Norte x Largo Dom Luiz / Rua Pedro Allain	3	55	15	20	-	90
17	066	Av. Norte x Rua Vasco da Gama / Rua Padre Lemos	3	60	30	30	-	120
18	065	Av. Norte x Rua Nova Descoberta	2	90	30	-	-	120
19	451	Av. Norte x Praça do Mercado	2	80	25	-	-	105
20	296	Av. Norte x Term. Ant. da Macaxeira / Rua Maria Cândida	2	70	35	-	-	105

- Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos – EMTU/Recife: dados sobre a operação dos coletivos que trafegam pela via em estudo. Essas informações foram utilizadas principalmente para a execução da plataforma SCRITS, dentro do estudo de viabilidade de implantação de uma PSO no corredor.



## 9. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA AO CASO DA AVENIDA NORTE

Tendo em vista o exposto nas seções anteriores, que dão a dimensão, as características do problema a ser abordado e definem a área e os tipos de intervenções que serão estudadas, neste capítulo será apresentada a aplicação da metodologia ao caso de estudo proposto, a Avenida Norte.

### 9.1. REALIZAÇÃO DE EMBARQUE E DESEMBARQUE NO NÍVEL DO PRIMEIRO DEGRAU DOS VEÍCULOS

Tomando por base as contagens obtidas nas Avenidas Norte e Caxangá, mostradas no capítulo anterior, foi realizada a análise estatística indicada na metodologia. Primeiramente foi analisado o caso da Avenida Caxangá, que possui paradas elevadas. Para melhor compreensão dos dados obtidos, a tabela 9.1 abaixo possui uma combinação dos dados de embarque e desembarque obtidos em campo e mostrados na tabela 8.1 com os elementos requeridos pelas fórmulas estatísticas.

Tabela 9.1 - Contagens volumétricas e dados estatísticos da Avenida Caxangá:

Nº	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	$X_{i1}$	$(X_i - \bar{X}_1)^2$
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
1	480	0	9	9	23	2.56	0.91
2	432	0	5	5	12	2.40	1.23
3	446	2	10	12	25	2.08	2.03
4	920	18	0	18	79	4.39	0.77
5	442	0	7	7	17	2.43	1.17
6	440	10	1	11	23	2.09	2.01
7	443	0	5	5	15	3.00	0.26
8	446	2	5	7	14	2.00	2.28
9	448	2	7	9	16	1.78	3.00
10	920	9	0	9	31	3.44	0.00
11	433	6	0	6	21	3.50	0.00
12	456	0	3	3	17	5.67	4.65
13	440	5	0	5	34	6.80	10.83
14	445	0	7	7	35	5.00	2.22
15	481	0	9	9	16	1.78	3.00
16	446	0	10	10	21	2.10	1.99
17	920	13	0	13	57	4.38	0.77
18	460	0	5	5	17	3.40	0.01
19	459	0	18	18	38	2.11	1.96

Nº	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	X <sub>ii</sub>	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup>
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
20	445	1	12	13	22	1.69	3.30
21	432	6	0	6	22	3.67	0.02
22	446	0	7	7	24	3.43	0.01
23	459	1	5	6	16	2.67	0.71
24	433	3	0	3	13	4.33	0.68
25	481	0	10	10	26	2.60	0.83
26	432	3	0	3	25	8.33	23.27
27	330	0	1	1	6	6.00	6.20
28	460	5	3	8	28	3.50	0.00
29	442	0	8	8	19	2.38	1.29
30	440	9	0	9	26	2.89	0.39
31	480	0	10	10	20	2.00	2.28
32	460	1	5	6	24	4.00	0.24
33	441	7	0	7	22	3.14	0.13
34	446	1	10	11	18	1.64	3.51
35	456	0	6	6	22	3.67	0.02
36	442	1	4	5	21	4.20	0.48
37	480	0	9	9	16	1.78	3.00
38	445	0	6	6	18	3.00	0.26
39	460	1	7	8	14	1.75	3.10
40	459	0	6	6	18	3.00	0.26
41	456	0	4	4	23	5.75	5.02
42	920	5	1	6	14	2.33	1.38
43	432	2	1	3	11	3.67	0.02
44	445	3	16	19	31	1.63	3.53
45	440	10	1	11	34	3.09	0.18
46	460	1	11	12	23	1.92	2.54
47	433	2	0	2	27	13.50	99.80
48	459	1	6	7	30	4.29	0.60
49	480	0	8	8	25	3.13	0.15
50	480	0	5	5	26	5.20	2.86
51	440	18	1	19	56	2.95	0.32
52	459	0	7	7	22	3.14	0.13
53	459	4	2	6	10	1.67	3.40
54	456	0	11	11	34	3.09	0.18
55	448	0	9	9	33	3.67	0.02
56	920	13	0	13	47	3.62	0.01
57	440	1	0	1	5	5.00	2.22
58	460	6	3	9	83	9.22	32.63
59	920	5	0	5	30	6.00	6.20
60	446	3	8	11	35	3.18	0.11
61	445	0	14	14	46	3.29	0.05
62	446	1	6	7	23	3.29	0.05
63	442	0	10	10	14	1.40	4.45
64	460	8	3	11	23	2.09	2.01
65	446	3	7	10	37	3.70	0.04
66	445	0	7	7	30	4.29	0.60

Nº	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	X <sub>ii</sub>	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup>
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
67	481	0	4	4	11	2.75	0.58
68	480	0	1	1	15	15.00	132.02
69	459	0	2	2	9	4.50	0.98
70	440	25	0	25	105	4.20	0.48
71	445	1	3	4	15	3.75	0.06
72	460	0	4	4	20	5.00	2.22
73	432	7	0	7	17	2.43	1.17
74	440	17	0	17	54	3.18	0.11
75	441	2	0	2	8	4.00	0.24
76	440	7	0	7	16	2.29	1.50
77	432	2	2	4	12	3.00	0.26
78	456	0	10	10	18	1.80	2.92
79	440	3	0	3	5	1.67	3.40
80	480	1	0	1	4	4.00	0.24
81	330	2	0	2	8	4.00	0.24
82	456	5	0	5	18	3.60	0.01
83	436	4	1	5	17	3.40	0.01
84	432	1	0	1	3	3.00	0.26
85	445	9	0	9	22	2.44	1.14
86	480	1	0	1	7	7.00	12.18
87	440	23	0	23	93	4.04	0.28
88	440	2	0	2	7	3.50	0.00
89	436	5	0	5	21	4.20	0.48
90	440	11	0	11	18	1.64	3.51
91	441	6	3	9	16	1.78	3.00
92	460	7	2	9	45	5.00	2.22
93	920	6	0	6	18	3.00	0.26
94	480	0	4	4	12	3.00	0.26
95	442	1	0	1	4	4.00	0.24
96	440	25	0	25	78	3.12	0.15
97	432	8	0	8	23	2.88	0.40
98	433	3	8	11	13	1.18	5.42
99	436	4	0	4	25	6.25	7.51
100	456	0	11	11	25	2.27	1.53
101	432	7	0	7	16	2.29	1.50
102	480	0	11	11	16	1.45	4.22
103	434	6	0	6	28	4.67	1.34
104	446	2	9	11	25	2.27	1.53
105	440	19	0	19	72	3.79	0.08
106	920	20	0	20	67	3.35	0.03
107	459	7	0	7	22	3.14	0.13
108	440	8	0	8	16	2.00	2.28
109	433	7	2	9	25	2.78	0.54
110	432	5	0	5	16	3.20	0.10
111	446	5	5	10	28	2.80	0.50
112	481	2	10	12	33	2.75	0.58
113	440	17	0	17	57	3.35	0.02

Nº	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	X <sub>ii</sub>	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup>
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
114	456	0	10	10	15	1.50	4.04
115	432	13	2	15	46	3.07	0.20
116	920	11	0	11	36	3.27	0.06
117	432	8	0	8	25	3.13	0.15
118	459	6	7	13	22	1.69	3.30
119	440	33	0	33	117	3.55	0.00
120	434	5	0	5	22	4.40	0.79
121	432	5	0	5	17	3.40	0.01
122	440	10	1	11	30	2.73	0.61
123	436	10	0	10	41	4.10	0.35
124	481	4	14	18	55	3.06	0.21
125	480	4	7	11	24	2.18	1.76
126	433	3	3	6	26	4.33	0.68
127	441	6	1	7	25	3.57	0.00
128	480	2	11	13	31	2.38	1.27
129	440	26	2	28	147	5.25	3.03
130	443	3	0	3	13	4,33	0,68
131	446	1	0	1	5	5,00	2,22
132	440	3	0	3	10	3,33	0,03
133	433	5	0	5	11	2,20	1,72
134	456	0	1	1	5	5,00	2,22
135	440	9	0	9	27	3,00	0,26
					MÉDIAS	3,51	3,55

A média  $\bar{X}_1$  é dada por:  $\bar{X}_1 = \frac{\sum X_{i1}}{N_1} = 3,51$  segundos por passageiro. Daí tem-se a variância:

$$s_1^2 = \frac{\sum (X_{i1} - \bar{X}_1)^2}{N_1} = 3,55 \text{ e então o desvio-padrão é: } s_1 = 1,88. \text{ O próximo passo é calcular o}$$

intervalo de confiança para a média.  $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = 1,96$  é o ponto superior da distribuição t para uma amostra considerada infinita, para uma confiança de 95%. E então:

$$\bar{X}_1 - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times \frac{s_1}{\sqrt{N_1}} \leq \mu_1 \leq \bar{X}_1 + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times \frac{s_1}{\sqrt{N_1}} \Rightarrow 3,51 - 1,96 \times \frac{1,88}{\sqrt{135}} \leq \mu_1 \leq 3,51 + 1,96 \times \frac{1,88}{\sqrt{135}}$$

$$\Rightarrow 3,19 \leq \mu_1 \leq 3,83.$$

Para o caso da Avenida Norte, que não possui estações de embarque elevadas, foi utilizado raciocínio análogo. A tabela 9.2 mostra os dados obtidos para a Avenida Norte.

Tabela 9.2 - Contagens volumétricas e dados estatísticos da Avenida Norte:

N°	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	$X_i$	$(X_i - \bar{X}_2)^2$
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
1	532	6	0	6	17	2.83	2.21
2	622	4	2	6	15	2.50	3.31
3	631	11	1	12	28	2.33	3.94
4	642	1	0	1	9	9.00	21.91
5	623	4	0	4	19	4.75	0.19
6	622	5	2	7	20	2.86	2.14
7	624	4	1	5	12	2.40	3.68
8	645	13	0	13	71	5.46	1.31
9	611	5	1	6	21	3.50	0.67
10	532	1	0	1	4	4.00	0.10
11	612	3	0	3	15	5.00	0.46
12	645	0	1	1	10	10.00	32.27
13	645	11	0	11	55	5.00	0.46
14	631	1	0	1	3	3.00	1.74
15	645	3	0	3	7	2.33	3.94
16	622	1	0	1	6	6.00	2.83
17	621	5	0	5	27	5.40	1.17
18	624	4	0	4	27	6.75	5.91
19	645	0	1	1	9	9.00	21.91
20	644	4	0	4	11	2.75	2.46
21	517	1	1	2	12	6.00	2.83
22	632	5	4	9	32	3.56	0.58
23	611	4	1	5	17	3.40	0.84
24	623	8	0	8	32	4.00	0.10
25	631	3	0	3	8	2.67	2.73
26	632	5	0	5	21	4.20	0.01
27	612	3	0	3	18	6.00	2.83
28	622	1	0	1	12	12.00	59.00
29	621	10	0	10	32	3.20	1.25
30	645	24	0	24	101	4.21	0.01
31	645	2	3	5	11	2.20	4.49
32	624	13	1	14	57	4.07	0.06
33	645	10	0	10	27	2.70	2.62
34	517	10	0	10	48	4.80	0.23
35	645	12	0	12	36	3.00	1.74
36	642	3	0	3	12	4.00	0.10
37	631	9	0	9	39	4.33	0.00
38	631	6	1	7	24	3.43	0.79
39	532	3	0	3	13	4.33	0.00
40	621	3	0	3	17	5.67	1.82
41	645	2	1	3	16	5.33	1.03
42	631	3	2	5	13	2.60	2.96
43	622	2	0	2	8	4.00	0.10

N°	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	X <sub>i</sub>	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup>
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
44	645	1	0	1	6	6.00	2.83
45	645	9	2	11	24	2.18	4.57
46	645	6	0	6	15	2.50	3.31
47	632	6	1	7	28	4.00	0.10
48	532	1	0	1	9	9.00	21.91
49	622	8	0	8	27	3.38	0.89
50	632	2	0	2	18	9.00	21.91
51	645	9	0	9	21	2.33	3.94
52	645	1	1	2	7	3.50	0.67
53	645	2	0	2	6	3.00	1.74
54	624	4	0	4	14	3.50	0.67
55	645	6	2	8	20	2.50	3.31
56	645	7	2	9	22	2.44	3.51
57	623	11	0	11	36	3.27	1.09
58	631	2	0	2	7	3.50	0.67
59	612	3	0	3	10	3.33	0.97
60	621	3	0	3	10	3.33	0.97
61	642	8	0	8	38	4.75	0.19
62	631	6	0	6	18	3.00	1.74
63	612	1	0	1	6	6.00	2.83
64	517	6	2	8	21	2.63	2.87
65	611	3	0	3	15	5.00	0.46
66	632	1	0	1	7	7.00	7.19
67	622	3	0	3	15	5.00	0.46
68	645	6	0	6	17	2.83	2.21
69	532	6	0	6	31	5.17	0.72
70	645	9	0	9	22	2.44	3.51
71	632	6	0	6	20	3.33	0.97
72	611	5	3	8	34	4.25	0.00
73	623	8	0	8	20	2.50	3.31
74	645	3	0	3	13	4.33	0.00
75	631	5	1	6	16	2.67	2.73
76	642	2	0	2	6	3.00	1.74
77	645	9	0	9	24	2.67	2.73
78	644	2	0	2	8	4.00	0.10
79	621	4	0	4	14	3.50	0.67
80	532	6	0	6	15	2.50	3.31
81	645	6	0	6	20	3.33	0.97
82	612	3	0	3	28	9.33	25.14
83	624	10	0	10	28	2.80	2.31
84	645	10	0	10	36	3.60	0.52
85	622	9	0	9	33	3.67	0.43
86	644	7	0	7	25	3.57	0.56
87	532	4	0	4	18	4.50	0.03
88	645	3	0	3	24	8.00	13.55
89	645	10	1	11	36	3.27	1.09
90	624	8	0	8	28	3.50	0.67
91	622	0	1	1	3	3.00	1.74
92	642	7	4	11	36	3.27	1.09

N°	NÚMERO DA LINHA	PASSAGEIROS			TEMPO PARADO (s)	X <sub>i</sub>	(X <sub>i</sub> - $\overline{X_2}$ ) <sup>2</sup>
		EMB.	DESEMB.	TOTAL			
93	645	13	0	13	44	3.38	0.87
94	611	4	0	4	19	4.75	0.19
95	624	5	0	5	18	3.60	0.52
96	621	4	0	4	25	6.25	3.73
97	517	5	0	5	16	3.20	1.25
98	645	27	0	27	115	4.26	0.00
99	632	14	0	14	54	3.86	0.21
100	532	3	1	4	10	2.50	3.31
101	645	10	1	11	25	2.27	4.19
102	645	4	0	4	22	5.50	1.39
103	642	6	0	6	19	3.17	1.33
104	645	5	0	5	13	2.60	2.96
105	631	12	0	12	35	2.92	1.97
106	631	9	0	9	28	3.11	1.46
107	612	11	0	11	41	3.73	0.35
108	623	7	0	7	28	4.00	0.10
109	621	6	0	6	18	3.00	1.74
110	645	10	0	10	45	4.50	0.03
111	517	7	0	7	42	6.00	2.83
112	532	2	1	3	12	4.00	0.10
113	611	12	0	12	63	5.25	0.87
114	622	2	0	2	15	7.50	10.12
115	644	9	0	9	34	3.78	0.29
116	645	19	0	19	81	4.26	0.00
117	611	5	0	5	16	3.20	1.25
118	642	5	0	5	23	4.60	0.08
119	645	19	0	19	97	5.11	0.62
120	622	5	0	5	24	4.80	0.23
121	642	10	2	12	38	3.17	1.33
122	644	7	0	7	27	3.86	0.21
123	645	8	0	8	20	2.50	3.31
124	645	1	0	1	9	9.00	21.91
125	645	4	0	4	24	6.00	2.83
126	612	3	0	3	10	3.33	0.97
127	621	2	0	2	22	11.00	44.64
128	632	7	0	7	22	3.14	1.38
129	645	1	0	1	4	4.00	0.10
130	624	4	0	4	16	4,00	0,10
131	631	3	1	4	30	7,50	10,12
132	645	2	1	3	16	5,33	1,03
133	517	5	0	5	30	6,00	2,83
134	642	2	0	2	12	6,00	2,83
135	624	13	0	13	44	3,38	0,87
<b>MÉDIAS</b>					4,32	3,66	

Para a Avenida Norte a média, dada por  $\overline{X_2}$ , é:

$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_{i2}}{N_2} = 4,32$  segundos por passageiro. Então a variância é calculada como sendo:

$s_2^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X}_2)^2}{N} = 3,66$ . Com isso, o desvio-padrão é:  $s_2 = 1,91$ . Em seguida obtém-se o

intervalo de confiança para a média, que é  $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = 1,96$ . Chega-se a:

$$\bar{X}_2 - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times \frac{s_2}{\sqrt{N_2}} \leq \mu_2 \leq \bar{X}_2 + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \times \frac{s_2}{\sqrt{N_2}} \Rightarrow 4,32 - 1,96 \times \frac{1,91}{\sqrt{135}} \leq \mu_2 \leq 4,32 + 1,96 \times \frac{1,91}{\sqrt{135}}$$

$$\Rightarrow 4,00 \leq \mu_2 \leq 4,64 .$$

Com as médias e os intervalos de confiança calculados o próximo passo é um teste t combinado para duas amostras. As hipóteses do teste são:

Hipótese nula:  $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Hipótese alternativa:  $H_1: \mu_2 > \mu_1$

Daí pode-se obter:

$$t_0 = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{s_p \times \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}, \text{ mas antes é necessário calcular } s_p, \text{ que é o estimador combinado das}$$

variâncias, conforme raciocínio abaixo:

$$s_p^2 = \frac{(N_1 - 1) \times s_1^2 + (N_2 - 1) \times s_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \Rightarrow s_p^2 = \frac{(135 - 1) \times 3,55 + (135 - 1) \times 3,66}{135 + 135 - 2} \Rightarrow s_p^2 = 3,61 \Rightarrow$$

$\Rightarrow s_p = 1,90$ . Então, finalmente, calcula-se  $t_0$ .



$$t_0 = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{s_p \times \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \Rightarrow t_0 = \frac{4,32 - 3,51}{1,90 \times \sqrt{\frac{1}{135} + \frac{1}{135}}} \Rightarrow t_0 = 3,52.$$

Observando a tabela t, para uma confiança de 99%,  $t_{\alpha, N_1 + N_2 - 2} = 2,326$ . Então  $t_0 > t_{\alpha, N_1 + N_2 - 2} \rightarrow 3,52 > 2,326$ , portanto rejeita-se a igualdade das médias, com confiança  $\alpha = 99\%$ .

Com isso, com uma confiança de 99% pode-se afirmar que as paradas elevadas são mais eficientes neste caso de estudo. Nada leva a crer que o resultado seria diferente quando o mesmo teste for realizado em outros corredores.

Tabela 9.3 – Tempos médios de embarque e desembarque calculados para as Avenidas Norte e Caxangá, com suas respectivas confianças estatísticas:

Avenida	Tempo médio de embarque/desembarque	Intervalo de confiança para a amostra ( $\alpha = 95\%$ )
Avenida Norte	4,32	$4,00 \leq \mu_2 \leq 4,64$
Avenida Caxangá	3,51	$3,19 \leq \mu_1 \leq 3,83$

Utilizando as médias calculadas para as duas avenidas (4,32 para a Avenida Norte e 3,51 para a Avenida Caxangá) percebe-se uma diferença nos tempos de embarque por passageiro de 0,81 segundo. Quando se acumula este ganho para todos os veículos em operação, passageiros embarcados e ao longo de todo um dia no Corredor da Av. Norte se chega a um valor significativo de economia de tempo operacional.

Para se ter uma estimativa dos custos para implementar uma melhoria deste tipo na Avenida Norte, pode-se usar as informações obtidas de um relatório técnico encomendado pela Empresa Pedrosa Ltda. e produzido pelos engenheiros Eduardo Antônio Correia Monteiro e Oswaldo Lima Neto. Nele há uma estimativa do custo da implantação de paradas elevadas tomando por base o modelo adotado pela EMTU/Recife. Para uma plataforma de 3,00m de largura por 30,00m de comprimento e 35cm de altura o custo unitário de construção de cada

parada ficaria em torno de R\$ 5.956,00, conforme mostra a tabela 9.4 a seguir. O relatório ainda informa que a Avenida Norte atualmente possui 46 paradas, das quais 24 podem receber a plataforma proposta, 12 requerem estudo para decidir se sua implantação é viável e em 10 delas não há espaço disponível para sua construção, embora todas elas necessitem de recuperação. Imaginando-se que das 12 que serão examinadas metade resulte viável a construção, logo será um total de 30 plataformas a construir, o que corresponderia a um custo total estimado de R\$ 178.680,00.

Tabela 9.4 - Planilha orçamentária da construção das plataformas de embarque / desembarque na Avenida Norte:

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UND	QUANT	VALOR TOTAL
01	Sinalização e isolamento da área.	m <sup>2</sup>	90,00	270,00
02	Demolição da calçada existente com retirada do meio fio e linha d'água.	m <sup>2</sup>	90,00	423,00
03	Construção do meio fio em concreto pré-moldado com 30cm de altura e reposição da linha d'água.	m	30,00	936,00
04	Execução do aterro para elevação da cota da calçada, com material arenoso, espessura de 15cm.	m	13,50	438,00
05	Execução de contra-piso em concreto, no traço 1:4:8, com espessura de 5cm.	m <sup>2</sup>	90,00	1.553,00
06	Piso da calçada em placas de 50x50cm, concreto escovado, assentado com argamassa de cimento, cal, areia no traço 1:2:6 e rejuntado com argamassa de cimento e areia fina, no traço 1:3, junta de 1cm.	m <sup>2</sup>	75,00	1.959,00
07	Execução da faixa tátil em placas de concreto pré-moldado 50x50cm com pinos em alto relevo assentados sem contra-piso com argamassa de cimento, cal, areia no traço 1:2:6 e rejuntado com argamassa de cimento e areia fina, no traço 1:3, junta de 1cm.	m <sup>2</sup>	15,00	377,00
	TOTAL			5.956,00

É importante lembrar que a NBR-14022 que trata sobre Transporte - Acessibilidade à pessoa portadora de deficiência em ônibus e trólebus, para atendimento urbano e intermunicipal afirma que nos pontos de parada acessíveis deve ser prevista uma área de circulação que permita o deslocamento e manobra defronte as posições de embarque e desembarque, com dimensões mínimas de 1,2 m por 1,5 m, livre de qualquer obstáculo. E que a quantidade e localização de pontos de parada acessíveis é uma prerrogativa dos órgãos gestores de transporte público municipais, atendendo as particularidades de cada localidade.

Para correlacionar o ganho de tempo calculado com os custos de implantação estimados é necessária uma análise da quantidade de usuários que utiliza a via todos os dias. A tabela 9.5 mostrada a seguir possui dados sobre as linhas e empresas que circulam pelo corredor da Avenida Norte no trecho pesquisado, com suas frotas e números de viagens. Já a tabela 9.6 traz aferições sobre o número de passageiros transportados em novembro de 2006 por essas mesmas linhas ao longo da semana.

Tabela 9.5 - Frota e número de viagens diárias das linhas que circulam pela Avenida Norte no trecho pesquisado:

Linha			FROTA			VIAGENS		
Empresa	Código	Nome	NOV. 2006			NOV. 2006		
			D.U.	SÁB.	DOM.	D.U.	SÁB.	DOM.
Transcol	532	Casa Amarela (Cabugá)	8	5	4	63	46	40
Globo	622	Vasco da Gama (Cabugá)	9	8	6	84	67	51
Pedrosa	631	Nova Descoberta (Cabugá)	16	11	8	134	88	78
Globo	642	Guabiraba (Cór. do Jenipapo)	9	8	7	89	78	73
Globo	623	Vasco da Gama(J. de Barros)	5	4	3	45	38	33
Pedrosa	624	Brejo	14	12	7	104	93	58
Pedrosa	645	Av. Norte/Macaxeira (diesel)	17	14	11	189	154	134
Globo	611	Alto José do Pinho	4	3	3	50	45	45
Globo	612	Morro da Conceição	4	3	3	56	44	44
Pedrosa	621	Alto Treze de Maio	4	3	3	45	36	36
Globo	644	Largo do Maracanã	5	4	-	41	37	-
Pedrosa	517	Córrego do Inácio	2	-	-	20	-	-
Pedrosa	632	Alto do Refúgio	7	4	4	60	36	36
TOTAL		13 Linhas	104	79	59	980	762	628

Fonte: EMTU/Recife.

Tabela 9.6 - Passageiro médio transportado pelas linhas que circulam pela Avenida Norte no trecho pesquisado:

Linha			PASSAGEIRO MÉDIO TRANSPORTADO		
Empresa	Código	Nome	DE 20 A 26 DE NOVEMBRO DE 2006		
			D.U.	SÁB.	DOM.
Transcol	532	Casa Amarela (Cabugá)	20.888	2.267	1.494
Globo	622	Vasco da Gama (Cabugá)	22.032	3.106	3.033
Pedrosa	631	Nova Descoberta (Cabugá)	44.096	5.984	6.426
Globo	642	Guabiraba (Cór. do Jenipapo)	26.009	3.782	3.597
Globo	623	Vasco da Gama(J. de Barros)	10.268	1.266	1.290
Pedrosa	624	Brejo	42.735	6.118	4.823
Pedrosa	645	Av. Norte/Macaxeira (diesel)	61.470	8.869	6.730
Globo	611	Alto José do Pinho	7.295	834	809
Globo	612	Morro da Conceição	8.370	1.048	1.239
Pedrosa	621	Alto Treze de Maio	8.536	998	1.006
Globo	644	Largo do Maracanã	7.600	1.064	-
Pedrosa	517	Córrego do Inácio	4.859	-	-
Pedrosa	632	Alto do Refúgio	17.167	2.156	2.095
TOTAL POR DIA		13 Linhas	281.325	37.492	32.542
				TOTAL	351.359

Fonte: EMTU/Recife.

Portanto, o número de passageiros, em média, transportados semanalmente pelas linhas que operam no trecho pesquisado da via é de 351.359 usuários. Levando em conta que o ganho de tempo calculado com a elevação das estações de embarque é de 0,81 segundo por passageiro, pode-se estimar que a redução semanal nos tempos de viagens dos coletivos seja algo em torno de 284.601 segundos, que equivale a mais de 4.743 minutos ou, ainda, aproximadamente 79 horas.

Este ganho de tempo poderia trazer uma importante economia de combustível e nesse aspecto Ribeiro (2003) afirma que a referência de consumo médio do Ministério dos Transportes é de 2 Km/l para uma velocidade de 20 Km/h. No caso de um corredor com paradas de ônibus elevadas a quilometragem das viagens é a mesma, mas o tempo de operação de cada coletivo, conforme visto, tende a ser menor. Além disso, os combustíveis são elementos fundamentais quando se trata dos custos variáveis envolvidos no sistema de transporte público, conforme mostra a figura 9.1 a seguir.

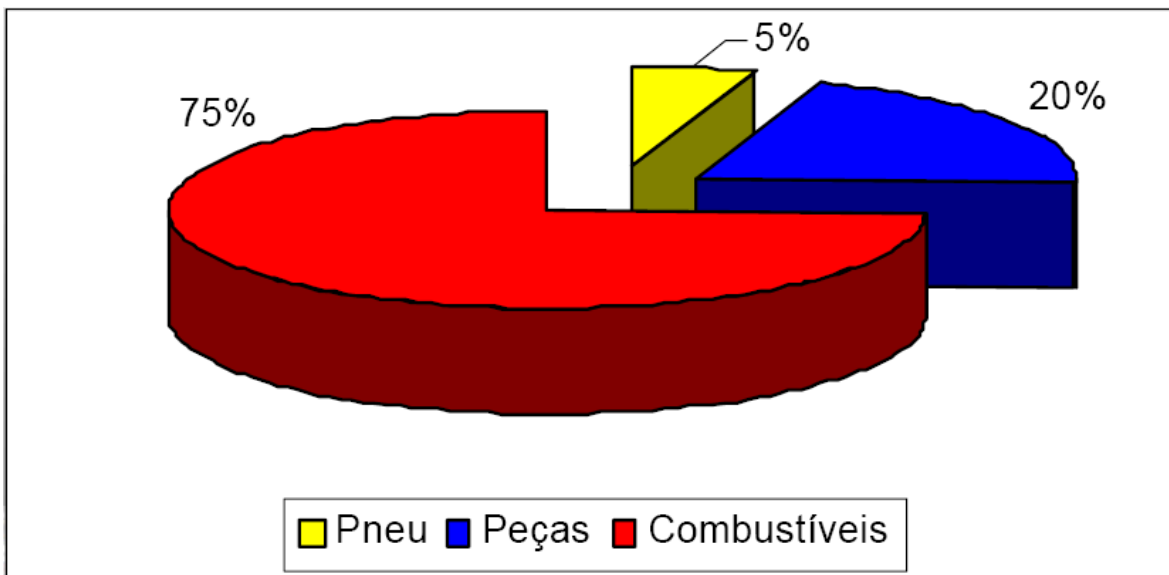


Figura 9.1 - Importância do Combustível nos Custos Variáveis.

Fonte: Ribeiro (2003).

Para realizar o teste da possível diminuição de frota no horário de pico provocada pela elevação das paradas de ônibus foi escolhida a linha 645 - Avenida Norte/Macaxeira. Trata-se de uma linha que corta o corredor de ponta a ponta, tendo sua parada final no Terminal de Integração da Macaxeira (integrante do SEI). Conforme já foi dito, isso gera uma possibilidade de integração com qualquer terminal do sistema, inclusive o metrô, sem necessidade de pagamento de nova passagem.

O primeiro passo foi determinar o número de partidas por período (PP). Para isso foi utilizado como parâmetro os dados fornecidos pela EMTU/Recife do movimento da linha 645 no dia 9 de novembro de 2006, que foi:

$$PP = \frac{PPS}{FR \times CV} = \frac{1320}{1,54 \times 78} = 10,99 = 11, \text{ onde PPS é o número de passageiros por período e}$$

sentido [pass/h/sent], FR é o fator de renovação de passageiros da linha [adimensional] e CV é a capacidade do veículo em passageiros em pé e sentados [passageiros/veic].

Daí calcula-se o intervalo entre partidas IP:

$IP = \frac{P}{PP} = \frac{60}{11} = 5,45$ , sendo P o período considerado em minutos, no caso 60 min e PP o número de partidas no período.

Necessita-se agora determinar o tempo de ciclo TC:

$TC = TV1 + TV2 + TP1 + TP2 = 41 + 29 + 0 + 3 = 73$ , sendo TV1 tempo de ida, TV2 tempo de volta, TP1 tempo parado no terminal 1, ponto inicial e TP2 tempo parado no terminal 2, no ponto de retorno ou final.

Por fim, determina-se o número de veículos necessários na hora de pico, que é:

$F = \frac{TC}{IP} = \frac{73}{5,45} = 13,39 = 14$ , onde TC é tempo de ciclo da linha (min) e o IP o intervalo entre partidas.

A média de ganho de tempo de embarque e desembarque calculada com a elevação das paradas foi de 0,81 segundo por passageiro. Com isso, na hora de pico, a redução em termos de tempo por viagem (RT) da linha 645 é dada por:

$RT(s) = 1320 \times 0,81 = 1069,2$  segundos, o que permitiria reduzir o tempo de ciclo em aproximadamente 17 minutos e daí:

$F = \frac{TC}{IP} = \frac{73 - 17}{5,45} = \frac{56}{5,45} = 10,28 = 11$ . Portanto poderiam ser retirados até três ônibus da linha 645 de circulação nas horas de pico apenas com a elevação das paradas de ônibus.

## 9.2. LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS DE ÔNIBUS

Uma das tarefas mais difíceis de um órgão gestor é a localização dos locais das paradas de ônibus, em função dos obstáculos que se colocam no passeio público, com entrada e saída de

veículos das propriedades lindeiras e agravado pela resistência de muitos moradores em ter uma parada em frente a sua residência.

A ANTP (1995b) em entrevista a 280 municípios identificou que a instalação dos pontos de parada considerava os seguintes critérios:

- Distância mínima entre pontos, variando entre 250 a 500 metros;
- Áreas de concentração de demanda, adensamento residencial ou comercial;
- Número de linhas, volume de ônibus que passam pelo local;
- Possibilidade de integração;
- Interferência no sistema viário, proximidade de semáforos, curvas, posição na quadra, etc;
- Topografia;
- Segurança e comodidade para o usuário, iluminação, visibilidade, existência de baias, calçadas;
- Normas de trânsito, Código Brasileiro de Trânsito, sistema de trânsito do município.

É de fundamental importância analisar a quantidade de paradas ao longo do corredor para que se possa conferir prioridade aos transportes coletivos com aumento de sua velocidade comercial sem, no entanto, aumentar demasiadamente o trajeto e o tempo de caminhada até o ponto de ônibus mais próximo.

Observando as tabelas 7.2 e 7.3 percebe-se que a avenida possui 46 paradas de ônibus. Observando as tabelas 8.3 e 8.4 pode-se dizer que a extensão média da via é de 8.200m – isso ocorre porque há um trecho onde as pistas se separam, fazendo com que a faixa cidade-subúrbio tenha 8.167m e a faixa subúrbio-cidade tenha 8.289m.

Trazendo o número de paradas para o patamar recomendado de 400 a 600m foi verificado que 32 seriam suficientes ao bom funcionamento do corredor. Portanto poderiam ser eliminadas 14 paradas. Isso faria com que houvesse principalmente uma diminuição dos movimentos de aceleração e desaceleração dos coletivos, uma vez que os usuários que deixam de embarcar nos pontos desativados tendem a migrar para os novos locais, mantendo a quantidade de passageiros.

Outro aspecto que foi observado na simulação foi com relação à localização das paradas no quarteirão. As paradas podem estar localizadas no início, em pontos intermediários ou ao final do quarteirão. Todas essas alternativas possuem vantagens e desvantagens e devem ser analisadas caso a caso.

Segundo a EBTU (1982), paradas antes da interseção auxiliam no ingresso do ônibus na corrente de tráfego, uma vez que o motorista dispõe da extensão da via que se cruza para se acomodar ao fluxo. Este posicionamento também é recomendado quando os ônibus irão realizar giro à direita, desde que o giro à direita do tráfego geral seja pequeno. Nas vias com grande fluxo de ônibus esta configuração é aconselhável para evitar que a fila de ônibus que irão parar tranque o cruzamento e quando o tráfego no trecho seguinte recebe volume considerável da conversão da via transversal. Os usuários também são beneficiados com a faixa de pedestre mais próxima.

Já suas principais desvantagens são:

- Pode obstruir a visibilidade da sinalização para o tráfego atrás do coletivo, para os pedestres que cruzariam a via e para o tráfego que vem da via transversal;
- Pode gerar conflito entre os ônibus e os veículos que querem girar à direita, principalmente quando são muitos.

A EBTU (1982) ainda afirma que a localização depois da interseção é recomendada quando há grande movimento de giro à direita de veículos. Essa localização minimiza o conflito entre os ônibus e os veículos e permite capacidade adicional à via em interseções semaforizadas, pela liberação de faixa junto ao meio-fio para os veículos que irão convergir à direita. Melhora também para os giros à esquerda dos veículos na via principal. Esta posição também é recomendável para os ônibus que irão efetuar giro à esquerda na próxima interseção, pois terão a quadra para se posicionarem adequadamente, além de proporcionar maior segurança aos usuários que atravessam a via, por fazerem este movimento por trás do ônibus. A grande desvantagem é a possibilidade do trancamento do cruzamento pelos ônibus. Também dificulta a visibilidade dos veículos convergindo da via transversal.



EBTU (1982) complementa que pontos de parada no meio da quadra são aplicáveis em áreas centrais, em corredores que necessitem de paradas extensas ou onde existir grandes pólos geradores situados ao longo do quarteirão. Também provoca a mínima interferência em relação à circulação dos veículos e à visibilidade destes e dos pedestres, embora tenha como aspecto negativo a proibição de estacionamento junto ao meio-fio numa grande extensão e a necessidade da instalação de travessia de pedestre quando o fluxo for grande.

Desta forma foi utilizado o software INTEGRATION para aferir o ganho de tempo com a diminuição da distância entre as paradas e um melhor posicionamento desta dentro do quarteirão. Foi modelada e calibrada a rede do corredor em estudo e foi simulada a avenida como se encontra hoje e como seria com a diminuição e remanejamento dos pontos de paradas.

A versão *small* do software foi utilizada. Esta versão possui todos os requisitos técnicos da modalidade *huge*, mas com menos possibilidades de entrada de dados. Por exemplo, enquanto a versão maior comporta até 500 zonas de tráfego, a versão pequena permite apenas 25. Esta limitação fez com que a Avenida Norte fosse dividida em 5 redes diferentes, modeladas em seqüência e mostradas nas tabelas 9.7 a 9.11 a seguir.

Tabela 9.7 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o primeiro trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C):

TRECHO: Avenida Norte-1				
PARADAS ATUAIS: 8				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	
ATUAL, sentido cidade-subúrbio (C-S)	Rua da Aurora	Rua Antônio Simões	291	
ATUAL, sentido subúrbio-cidade (S-C)	Rua Antônio Simões	Rua da Aurora	307	
PARADAS ESTIMADAS NECESSÁRIAS: 6				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	REDUÇÃO (%)
INÍCIO DA QUADRA (C-S)	Rua da Aurora	Rua Ant. Simões	288	1,03
INÍCIO DA QUADRA (S-C)	Rua Ant. Simões	Rua da Aurora	285	7,23
MEIO DA QUADRA (C-S)	Rua da Aurora	Rua Ant. Simões	286	1,65
MEIO DA QUADRA (S-C)	Rua Ant. Simões	Rua da Aurora	290	5,47
FINAL DA QUADRA (C-S)	Rua da Aurora	Rua Ant. Simões	275	5,36
FINAL DA QUADRA (S-C)	Rua Ant. Simões	Rua da Aurora	276	10,16
Distância aproximada do trecho			1.750m	

Tabela 9.8 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o segundo trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C):

TRECHO: Avenida Norte-2				
PARADAS ATUAIS: 11				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	
ATUAL, sentido cidade-subúrbio (C-S)	Rua Antônio Simões	Rua 13 de Junho	379	
ATUAL, sentido subúrbio-cidade (S-C)	Rua 13 de Junho	Rua Antônio Simões	566	
PARADAS ESTIMADAS NECESSÁRIAS: 8				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	REDUÇÃO (%)
INÍCIO DA QUADRA (C-S)	Rua Ant. Simões	Rua 13 de Junho	326	13,79
INÍCIO DA QUADRA (S-C)	Rua 13 de Junho	Rua Ant. Simões	479	15,27
MEIO DA QUADRA (C-S)	Rua Ant. Simões	Rua 13 de Junho	331	12,68
MEIO DA QUADRA (S-C)	Rua 13 de Junho	Rua Ant. Simões	596	-5,41
FINAL DA QUADRA (C-S)	Rua Ant. Simões	Rua 13 de Junho	212	44,06
FINAL DA QUADRA (S-C)	Rua 13 de Junho	Rua Ant. Simões	317	44,01
Distância aproximada do trecho			1.765m	

Tabela 9.9 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o terceiro trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C):

TRECHO: Avenida Norte-3				
PARADAS ATUAIS: 7				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	
ATUAL, sentido cidade-subúrbio (C-S)	Rua 13 de Junho	Rua Ivo Augusto	184	
ATUAL, sentido subúrbio-cidade (S-C)	Rua Ivo Augusto	Rua 13 de Junho	176	
PARADAS ESTIMADAS NECESSÁRIAS: 6				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	REDUÇÃO (%)
INÍCIO DA QUADRA (C-S)	Rua 13 de Junho	Rua Ivo Augusto	190	-3,59
INÍCIO DA QUADRA (S-C)	Rua Ivo Augusto	Rua 13 de Junho	175	0,68
MEIO DA QUADRA (C-S)	Rua 13 de Junho	Rua Ivo Augusto	186	-1,31
MEIO DA QUADRA (S-C)	Rua Ivo Augusto	Rua 13 de Junho	163	7,48
FINAL DA QUADRA (C-S)	Rua 13 de Junho	Rua Ivo Augusto	180	1,96
FINAL DA QUADRA (S-C)	Rua Ivo Augusto	Rua 13 de Junho	161	8,84
Distância aproximada do trecho			1.290m	

Tabela 9.10 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o quarto trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C):

TRECHO: Avenida Norte-4				
PARADAS ATUAIS: 12				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	
ATUAL, sentido cidade-subúrbio (C-S)	Rua Ivo Augusto	Rua Aviador Rêgo Barros	332	
ATUAL, sentido subúrbio-cidade (S-C)	Rua Aviador Rêgo Barros	Rua Ivo Augusto	311	
PARADAS ESTIMADAS NECESSÁRIAS: 6				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	REDUÇÃO (%)
INÍCIO DA QUADRA (C-S)	Rua Ivo Augusto	Rua Rêgo Barros	259	21,88
INÍCIO DA QUADRA (S-C)	Rua Rêgo Barros	Rua Ivo Augusto	256	17,76
MEIO DA QUADRA (C-S)	Rua Ivo Augusto	Rua Rêgo Barros	260	21,52
MEIO DA QUADRA (S-C)	Rua Rêgo Barros	Rua Ivo Augusto	267	14,09
FINAL DA QUADRA (C-S)	Rua Ivo Augusto	Rua Rêgo Barros	254	23,51
FINAL DA QUADRA (S-C)	Rua Rêgo Barros	Rua Ivo Augusto	254	18,34
Distância aproximada do trecho			1.660m	

Tabela 9.11 – Resultados da simulação para a diminuição da quantidade e otimização da localização das paradas para o quinto trecho da Avenida Norte nos sentidos cidade-subúrbio (C-S) e subúrbio-cidade (S-C):

TRECHO: Avenida Norte-5				
PARADAS ATUAIS: 8				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	
ATUAL, sentido cidade-subúrbio (C-S)	Rua Aviador Rêgo Barros	Terminal da Macaxeira	221	
ATUAL, sentido subúrbio-cidade (S-C)	Terminal da Macaxeira	Rua Aviador Rêgo Barros	194	
PARADAS ESTIMADAS NECESSÁRIAS: 6				
LOCALIZAÇÃO DAS PARADAS NA QUADRA	NÓ DE ORIGEM DO TRECHO	NÓ DE DESTINO DO TRECHO	TEMPO SIMULADO DE VIAGEM (s)	REDUÇÃO (%)
INÍCIO DA QUADRA (C-S)	Rua Rêgo Barros	Ter. da Macaxeira	177	19,84
INÍCIO DA QUADRA (S-C)	Ter. da Macaxeira	Rua Rêgo Barros	192	1,23
MEIO DA QUADRA (C-S)	Rua Rêgo Barros	Ter. da Macaxeira	184	16,85
MEIO DA QUADRA (S-C)	Ter. da Macaxeira	Rua Rêgo Barros	196	-0,62
FINAL DA QUADRA (C-S)	Rua Rêgo Barros	Ter. da Macaxeira	179	19,02
FINAL DA QUADRA (S-C)	Ter. da Macaxeira	Rua Rêgo Barros	186	4,32
Distância aproximada do trecho			1.550m	

O primeiro trecho estudado possui 1.750m de extensão e foi simulada uma diminuição de 2 (duas) paradas no seu percurso. Os resultados mostraram que a localização ao final do quarteirão é mais eficiente, uma vez que as médias de redução de tempo, nos dois sentidos, ficaram aproximadamente em 4% para a localização no início da quadra, 3% no meio e 7,5% se as paradas forem locadas ao final do quarteirão.

A segunda área simulada, que tem 1.765m de extensão, trouxe uma constatação. A localização das paradas deve ser sempre motivo de estudo por parte dos técnicos. Isso porque, para a configuração de parada localizada no meio da quadra, em um dos sentidos, mesmo havendo uma redução de 3 (três) paradas, houve aumento no tempo de viagem de aproximadamente 5%. Também neste trecho houve o maior ganho em termos de redução de tempo de viagem dos ônibus, 44% de média para a localização ao final do quarteirão.

O terceiro trecho possui 1.290m e, mais uma vez, foi constatado que mesmo sendo reduzido 1 (um) ponto de ônibus no percurso, houve aumento de tempo de viagem para a localização no início (em torno de 3%) e no meio da quadra (aproximadamente de 1%). Mais

uma vez a localização ao final do quarteirão se mostrou mais efetiva, com média de 5,5% de redução de tempo de viagem.

No quarto trecho estudado houve a maior redução do número de paradas, 6 (seis) para uma distância de 1.660m. Também foi a região onde os resultados obtidos mais se aproximaram. Os pontos de ônibus sendo localizados no início da quadra alcançaram redução de aproximadamente 20%, a localização no meio do quarteirão atingiu 18% de redução e ao final do trecho a diminuição foi de 21%.

A quinta simulação trouxe o único trecho onde a localização ao final do corredor não foi mais eficiente, em um dos sentidos. Mesmo com essa constatação e conforme visto na tabela 9.11, as médias de redução para o início, o meio e o fim do quarteirão foram, respectivamente, de 10,5%, 8% e 11,5%. Ocorre que para o sentido cidade-subúrbio a simulação mostra que a localização no início da quadra obtém uma diminuição de 19,84% e a colocação ao final do quarteirão conseguiu uma redução de 19,02% nos tempos de viagem.

### 9.3. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA COM PRIORIDADE PARA O TRANSPORTE COLETIVO

Os congestionamentos são problemas cada vez mais observados pelos moradores das grandes e médias cidades brasileiras. O transporte coletivo por ônibus circula na maioria das vezes em corredores de tráfego misto onde é submetido a todas as implicações dos congestionamentos: longos tempos de viagem, velocidade reduzidíssima, irregularidade, maior consumo de combustível, necessidade de mais veículos para cumprir a programação, etc.

Conforme visto anteriormente uma das formas de se enfrentar este problema é a implantação de uma programação semafórica voltada para o ônibus em alguns corredores de transporte.

Segundo SEDU-NTU (2002) o objetivo das técnicas de programação semafórica convencionais é o dimensionamento adequado das fases dos sinais de trânsito - verde, amarelo e

vermelho - de forma a minimizar o atraso global dos veículos. Este conceito pode ser aplicado para uma interseção isolada, um corredor ou uma rede viária. Estes dois últimos envolvem mais de uma interseção semaforizada, o que expande o conceito de atraso global para a somatória de atrasos dos veículos em todas as interseções componentes do sistema.

Ainda de acordo com SEDU-NTU (2002), dependendo das características de tráfego das interseções semaforizadas, a prioridade dada ao transporte coletivo pode ser condicional, com limitações impostas por variáveis controladas, como: tempo decorrido desde a última prioridade concedida, limitação do tempo de extensão de fase, comprimento de fila, pontualidade da linha, etc; ou incondicional, quando a prioridade é dada independente de qualquer variável de controle. Basicamente, os resultados dos processamentos se resumem às seguintes ações:

- Extensão de verde: extensão do tempo de verde em um determinado ciclo semafórico para permitir a passagem de um veículo detectado;
- Interrupção de vermelho: uma fase em vermelho é interrompida assim que for detectada a aproximação de um veículo com prioridade;
- Compensação: é dada uma compensação na fase verde para o movimento não prioritário em função de prioridade dada aos outros veículos anteriormente;
- Supressão de fases: uma ou mais fases de movimentos de baixa demanda podem ser suprimidos de um determinado ciclo, para priorizar determinado movimento ou veículo.

De forma a verificar a viabilidade de utilização de uma PSO no corredor da Avenida Norte foi testado o método proposto no SCRITS (SCReening for ITS), que é uma ferramenta de análise desenvolvida pela Federal Highway Administration (FHWA) dos Estados Unidos. Neste modelo a primeira fase é denominada checagens de pré-implementação. A tabela 9.13 traz uma série de questionamentos que devem ser respondidos e atribuídos pontos para cada pergunta.

Tabela 9.12 – Sistema de checagens por pontos para pré-implementação:

Checagens de Pré-implementação	Se a resposta for <b>SIM</b>	Se a resposta for <b>NÃO</b>	Resposta
Existe serviço de ônibus expresso?	Some 1 Ponto	0 Ponto	<b>NÃO</b>
Existe serviço de ônibus expresso fora do pico?	Some 1 Ponto	0 Ponto	<b>NÃO</b>
Existem paradas de ônibus longe das interseções?	Some 1 Ponto	0 Ponto	<b>SIM</b>
Ruas e Avenidas que cruzam com médias maiores que 1.0 veículo/segundo?	0 Ponto	Some 1 Ponto	<b>NÃO</b>
Interseções com grande volume na rede?	0 Ponto	Some 1 Ponto	<b>SIM</b>
Muitas interseções onde 2 ou mais ônibus chegam ao mesmo tempo?	0 Ponto	Some 1 Ponto	<b>NÃO</b>
Tecnologia de localização automática de veículos instalada?	Some 1 Ponto	0 Ponto	<b>NÃO</b>

Fonte: CHADA & NEULAND (2002).

De acordo com as respostas acima se chega ao somatório de 3 pontos. Com isso, o método indica que a prioridade é pouco recomendada, embora seja importante salientar que com a soma de mais um ponto a resposta seria prioridade recomendada. O que leva a entender que, caso uma PSO seja desejada, seria necessário de um estudo para a implantação de uma linha expressa, por exemplo, para que seja somado mais um ponto e o método passe a recomendar uma PSO.

O próximo passo seria a verificação para cada interseção específica. Esta checagem é feita observando o nível de saturação ( $v/c$ ). Pela falta dos recursos necessários para uma contagem mais precisa e a conseqüente determinação do volume de todas as interseções esta opção não foi objetivo deste trabalho. Em caso de uma implantação de uma PSO, o órgão gestor, que possui mais recursos humanos e financeiros, pode encomendar uma pesquisa mais completa da área, de forma a levantar dados mais confiáveis e assim observar qual tipo de prioridade melhor se encaixa a cada interseção.

Finalmente faltaria o preenchimento dos dados necessários à calibração do sistema SCRITS proposto pelo Federal Highway Administration (FHWA), que foi mostrado na tabela 4.8. Um fator que atrapalha é que alguns dos itens necessários ao correto preenchimento do método não estão disponíveis para a realidade brasileira e recifense, como por exemplo a porcentagem de tempo de viagem atribuído aos atrasos de semáforos, a média de tempo de atraso por veículo com prioridade e os custos com instalação e manutenção do sistema.

Tendo em vista o exposto acima, no tocante à falta de alguns parâmetros necessários e que nas checagens de pré-implementação a prioridade foi considerada pouco recomendada, chega-se a conclusão que não era possível preencher com precisão a tabela 4.8 e que não seria interessante recomendar a adoção de uma PSO para o corredor da Avenida Norte.

Apesar disso, tendo em vista que a simulação computacional que já tinha sido utilizada para o caso da localização das paradas estava calibrada e validada e que a otimização semafórica no software Integration necessita apenas da definição de uma faixa de tempo de ciclo, foi simulada uma coordenação semafórica para a via. Para tanto foi fornecido ao Integration que o ciclo deveria variar entre 60 e 150 segundos para todos os cinco trechos simulados.

Nas tabelas 9.13 a 9.17 a seguir estão mostrados os resultados da simulação. Na primeira coluna está a quantidade de semáforos em cada trecho. A seguir vem o ciclo atual, o ciclo mínimo e o ciclo máximo simulados (na situação atual estes ciclos não variam e na situação simulada os ciclos variam de 60 a 150 segundos). A próxima coluna traz a defasagem entre os semáforos. Depois vem o número de fases e os tempos de verde e amarelo para cada fase. Por último o período de tempo, em segundos, em que o software fará a otimização dos ciclos.

Tabela 9.13 – Coordenação semafórica para o primeiro trecho da Avenida Norte:

Trecho: Avenida Norte-1 (atual)														
Nº	C. atual (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Verde da fase 4 (s)	Amar. da fase 4 (s)	Otim. (s)
1	120	120	120	0	4	46	3	33	3	16	3	13	3	0
2	120	120	120	0	3	39	3	37	3	35	3			0
3	90	90	90	0	2	50	3	34	3					0
4	102	102	102	0	2	66	3	30	3					0
Trecho: Avenida Norte-1 (simulado)														
Nº	C. simul. (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Verde da fase 4 (s)	Amar. da fase 4 (s)	Otim. (s)
1	115	60	150	45	4	30,6	3	32,3	3	14,6	3	25,5	3	600
2	75	60	150	24	3	27,5	3	34,1	3	4,4	3			600
3	60	60	150	4	2	38,1	3	15,9	3					600
4	60	60	150	29	2	43,4	3	10,6	3					600



Tabela 9.14 – Coordenação semafórica para o segundo trecho da Avenida Norte:

Trecho: Avenida Norte-2 (atual)												
Nº	C. atual (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	120	120	120	0	2	65	3	49	3			0
2	90	90	90	0	2	53	3	31	3			0
3	92	92	92	0	2	61	3	25	3			0
4	120	120	120	0	2	69	3	45	3			0
5	120	120	120	0	2	73	3	41	3			0
6	140	140	140	0	3	67	3	35	3	29	3	0
7	92	92	92	0	2	61	3	25	3			0
Trecho: Avenida Norte-2 (simulado)												
Nº	C. simul. (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	140	60	150	130	2	106,3	3	27,7	3			600
2	140	60	150	65	2	88,3	3	45,7	3			600
3	140	60	150	14	2	70,1	3	63,9	3			600
4	140	60	150	37	2	99,3	3	34,7	3			600
5	140	60	150	87	2	106,3	3	27,7	3			600
6	140	60	150	39	3	67,0	3	35,0	3	29,0	3	600
7	140	60	150	87	2	86,2	3	47,8	3			600

Tabela 9.15 – Coordenação semafórica para o terceiro trecho da Avenida Norte:

Trecho: Avenida Norte-3 (atual)												
Nº	C. atual (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	105	105	105	0	2	65	3	34	3			0
2	120	120	120	0	3	60	3	31	3	20	3	0
3	116	116	116	0	2	80	3	30	3			0
Trecho: Avenida Norte-3 (simulado)												
Nº	C. simul. (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	85	60	150	48	2	26,4	3	52,6	3			600
2	85	60	150	17	3	44,1	3	5,1	3	26,8	3	600
3	85	60	150	17	2	59,8	3	19,2	3			600

Tabela 9.16 – Coordenação semafórica para o quarto trecho da Avenida Norte:

Trecho: Avenida Norte-4 (atual)												
Nº	C. atual (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	110	110	110	0	3	57	3	19	3	25	3	0
2	110	110	110	0	3	54	3	30	3	17	3	0
3	94	94	94	0	3	55	3	15	3	15	3	0
4	119	119	119	0	3	55	3	30	3	25	3	0
Trecho: Avenida Norte-4 (simulado)												
Nº	C. simul. (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	84	60	150	62	3	35,2	3	18,4	3	21,3	3	600
2	84	60	150	60	3	51,5	3	6,1	3	17,4	3	600
3	84	60	150	36	3	43,5	3	17,7	3	13,8	3	600
4	84	60	150	3	3	40,8	3	14,0	3	20,2	3	600

Tabela 9.17 – Coordenação semafórica para o quinto trecho da Avenida Norte:

Trecho: Avenida Norte-5 (atual)												
Nº	C. atual (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	111	111	111	0	2	85	3	20	3			0
2	111	111	111	0	2	85	3	20	3			0
3	111	111	111	0	2	75	3	30	3			0
4	111	111	111	0	2	75	3	30	3			0
Trecho: Avenida Norte-5 (simulado)												
Nº	C. simul. (s)	C. mín. (s)	C. máx. (s)	Def.	Fases	Verde da fase 1 (s)	Amar. da fase 1 (s)	Verde da fase 2 (s)	Amar. da fase 2 (s)	Verde da fase 3 (s)	Amar. da fase 3 (s)	Otim. (s)
1	76	60	150	6	2	57,1	3	12,9	3			600
2	76	60	150	35	2	54,6	3	15,4	3			600
3	76	60	150	36	2	53,4	3	16,6	3			600
4	76	60	150	73	2	65,7	3	4,3	3			600

Uma constatação que pode ser extraída das simulações é que os tempos de ciclos e de verdes de todos os trechos foram bastante alterados. Existem pontos em que houve redução de 42 segundos no tempo de ciclo simulado para o encontrado na via. Isso denota ser necessário um estudo mais completo que possa conferir mais fluidez para o corredor. O órgão gestor do trânsito poderia fazer um acompanhamento do tráfego na região e desenvolver uma coordenação semafórica para a Avenida Norte que, como dito, não existe até hoje.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios e problemas relacionados ao transporte público de passageiros por ônibus a cada ano se agravam com uma velocidade impressionante e devem ser enfrentados o mais rapidamente possível. O objetivo dos planejadores e gestores do sistema deve ser buscar opções que possuam criatividade e objetividade.

Dentro desta perspectiva esta pesquisa se propôs a auxiliar na busca de soluções que podem ser utilizadas imediatamente e com poucos recursos de implantação. Para isso, foram estudadas algumas alternativas de engenharia de tráfego que, utilizando a mesma infra-estrutura viária, podem trazer ganhos em termos de aumento da velocidade operacional e conseqüentemente redução dos tempos de viagem dos ônibus.

São diversas as alternativas para conferir prioridade ao transporte coletivo sobre o individual. Neste trabalho foram listadas e comentadas algumas destas opções e quatro soluções foram aprofundadas.

Primeiramente foi abordado o impacto que a elevação de paradas de ônibus provoca na diminuição dos tempos de viagem dos ônibus no corredor da Avenida Norte. Foi observado que o ganho de tempo por passageiro entre os dois corredores é significativo. Com uma confiança de 99% pode-se afirmar que a Avenida Caxangá tem um tempo de embarque e desembarque menor que a Avenida Norte. Aferições em campo aliadas a cálculos matemáticos mostraram que a diferença de tempo de subida e descida média entre as duas vias é de 0,81 segundo por passageiro. Em uma semana isso representa, em média, algo em torno de 79 horas a menos de motores funcionando na via.

Os custos para a implantação de uma parada elevada também são baixos, estima-se em torno de R\$ 6 mil. Considerando que a Avenida Norte possui 46 pontos de ônibus e que 30 destes locais poderiam ser elevados, o custo total estimado de implantação seria por volta de R\$ 180 mil.

Dentro desta perspectiva seria interessante para o órgão gestor oferecer uma proposta às empresas operadoras do serviço de transporte por ônibus de uma Parceria Público-Privada. Nesta parceria o órgão gestor forneceria o projeto das novas paradas e as empresas arcariam com as despesas de implantação, em troca da redução dos tempos de viagem e a conseqüente redução nos gastos, principalmente com combustíveis que, como visto, são parte importante dos custos variáveis inerentes ao sistema.

Outro aspecto abordado foi a localização das paradas de ônibus, tanto no tocante à distancia entre elas, como na sua posição dentro do quarteirão. Quanto à distância entre paradas consecutivas, na Avenida Norte existem pontos com até 60m de distanciamento. Ficou evidente que a quantidade de pontos de ônibus é exagerada. Por isso, foi simulada uma configuração para a avenida de 32 paradas, dentro do distanciamento de 400 a 600m. Os resultados mostraram ganhos de até 44% nos tempos de viagem em alguns trechos da via, embora que a média de redução tenha ficado em torno de 10 a 15%.

Ainda no tocante a distância entre paradas consecutivas outro aspecto que ficou evidente foi que a localização das paradas tem que ser alvo de estudo antes da sua implantação. A simulação mostrou que a colocação de pontos de ônibus em locais inadequados pode até aumentar os tempos de viagem, mesmo com a diminuição do número de paradas. Este fenômeno foi observado em algumas posições de três dos cinco trechos pesquisados.

Já no aspecto da localização das paradas dentro do quarteirão, três cenários foram testados. A colocação dos pontos de ônibus no início, no meio e final da quadra. Em todos os cinco trechos simulados a localização no final do quarteirão, ou seja, próxima à interseção, se mostrou na média mais eficiente, embora que em um caso, em um dos sentidos, a posição no início da quadra foi mais efetiva. Na busca por uma localização ideal a simulação mostra que a localização no final da quadra é mais recomendada. Mas, mesmo com os resultados supracitados, a diferença de tempo de viagem entre as posições via de regra não é muito grande, o que denota que um estudo prévio antes da instalação de uma parada de ônibus é sempre necessário.

Por último foi estudada a viabilidade de implantação de uma coordenação semafórica voltada para a velocidade comercial dos ônibus. Para tanto foi utilizado um método conhecido como SCRITS. No caso da Avenida Norte a pontuação atingida pelo modelo mostrou que a programação semafórica para ônibus – PSO na Avenida Norte é pouco recomendada.

Mesmo assim, foi simulada uma coordenação semafórica para o corredor. Os tempos de ciclos e de fases foram bastante alterados pelo simulador. Isso leva a crer que deve ser efetuado pelo órgão gestor do trânsito uma pesquisa mais aprofundada para a aferição desses ciclos e a otimização dos deslocamentos dentro da via.

Conferir prioridade ao transporte coletivo sobre o individual é primordial. Este trabalho procurou contribuir para o subsídio à implantação de algumas ações. Ficou claro que a elevação do piso das paradas de ônibus ao nível do primeiro degrau dos veículos é uma medida eficiente e de fácil operacionalização. Também foi evidente que um estudo que obtenha uma otimização da localização e da quantidade dos pontos de ônibus pode conferir agilidade e melhorar a qualidade do sistema. A própria coordenação semafórica pode trazer ganhos em termos de tempos de viagem. Esses aspectos demonstram que os objetivos propostos foram atingidos.

Como recomendações para trabalhos futuros pode-se indicar o levantamento bibliográfico de outras medidas de prioridade e o estudo mais detalhado das alternativas que foram listadas, mas que não se constituíram em objetivo desta pesquisa e que igualmente podem trazer ganhos para os transportes públicos. Outro trabalho que pode ser objeto de estudo mais aprofundado é quanto a trazer os parâmetros utilizados no método SCRITS para a realidade brasileira. Também pode ser importante um estudo para a implantação de uma PSO em um tipo de corredor de ônibus mais movimentado, uma vez que para as características da Avenida Norte a PSO foi considerada pouco recomendada.

A conclusão geral que se pode chegar ao final dos estudos propostos neste trabalho é que existem medidas de curto prazo e de baixo custo de implantação que podem ser implantadas para enfrentar o problema da queda da qualidade do serviço de transporte público por ônibus nas grandes e médias cidades brasileiras.

## REFERÊNCIAS

ABNT (1997) NBR-14022, Transporte - Acessibilidade à pessoa portadora de deficiência em ônibus e trólebus, para atendimento urbano e intermunicipal. Rio de Janeiro.

AGRAWAL, B.B.; S.T. WALLER e A. ZILIASKOPOULOS (2002) *A Modeling Approach for Transit Signal Preemption*. Transportation Research Board, 81th Annual Meeting, Washington, D.C., USA.

ANDRADE, K. R., PAULA, V. A., MESQUITA, A. P., VILLELA, P. A. (2004) *Problemas relacionados aos pontos de parada do transporte público nas cidades de porte médio*. IV Seminário Internacional da LARES. São Paulo, 2004. Disponível em [http://www.lares.org.br/SL4G\\_andrade.pdf](http://www.lares.org.br/SL4G_andrade.pdf). Acessado em maio de 2006.

ANTP (1995a) *Pontos de parada de ônibus urbano- Caderno Técnico No. 2*. São Paulo: ANTP. 32p.

ANTP (1995b) *Pontos de parada de ônibus*. Relatório de pesquisa ANTP. São Paulo: ANTP.

ANTP (1999). *O transporte na cidade do século 21*. Revista dos Transportes Públicos 84. São Paulo: ANTP.

ANTP (2002) *Desenvolvimento Urbano, Transporte e Trânsito no Brasil. Propostas para debate*. São Paulo: ANTP, julho de 2002. p. 11.

ANTP (2003) *Informativo da ANTP 102*, ANTP. São Paulo, 2003. Disponível em [http://portal.antp.org.br/Publicacoes%20ANTP/Informativo%20ANTP/info102\\_pg06.pdf](http://portal.antp.org.br/Publicacoes%20ANTP/Informativo%20ANTP/info102_pg06.pdf). Acessado em maio de 2006.

ANTP (2006). *Transporte público mais barato, um direito de todos*. São Paulo: ANTP. Disponível em <http://www.tarifacidada.org.br/conheca.asp>. Acessado em março de 2006.

BENETTI, M. Z., BENEDETTI, T. B. (2005) *Idoso, ônibus e exercício físico*. Revista Digital efdeportes.com 87. Buenos Aires, 2005. Disponível em <http://www.efdeportes.com/efd87/idoso.htm>. Acessado em maio de 2006.

BINS ELY, Vera H. M. (1997) *Avaliação de fatores determinantes no posicionamento de usuários em abrigos de ônibus a partir do método da grade de atributos*. Florianópolis: UFSC, 1997. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina,

Florianópolis, 1997. Disponível em <http://www.eps.ufsc.br/teses97/ely/>. Acessado em maio de 2006.

BOX, P. C. & OPPENLANDER, J. C. (1976) *Manual of Traffic Engineering Studies* – 4ª Edição. Institute of Transportation Engineers. pp. 93-105.

CAMPINEIRO, Stephan. *Campinas terá novo modelo de ônibus no transporte coletivo*. Campinas, 2006. Disponível em [http://www.emdec.com.br/scripts/noticias/script\\_noticias.php?id=317](http://www.emdec.com.br/scripts/noticias/script_noticias.php?id=317). Acessado em dezembro de 2006.

CHADA, S., NEWLAND, R. (2002) *Effectiveness of Bus Signal Priority*. National Center For Transit Research (NCTR), University of South Florida. Tampa, 2002. Disponível em [http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS/REPTS\\_TE//13651.html](http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov/JPODOCS/REPTS_TE//13651.html). Acessado em setembro de 2005.

CHANG, E. e A. ZILIASKOPOULOS (2003) *Data Challenges in the Development of a Regional Assignment-Simulation Model to Evaluate Transit Signal Priority in Chicago*. Transportation Research Board, 82th Annual Meeting, Washington, D.C., USA.

CONDEPE-FIDEM [19--] *Carta de nucleação do Recife*. Recife, 19--.

DENATRAN (2006) *Frota veicular brasileira*. Disponível em [www.denatran.gov.br/frota.htm](http://www.denatran.gov.br/frota.htm). Acessado em dezembro de 2006.

DETRAN/PE (2006). *Evolução Frota de Veículos - PE, RMR, RECIFE - 1990 a 2006*, Recife. Disponível em <http://www.deTRAN.pe.gov.br/imagens/cabestat.gif>. Acessado em maio de 2006.

DUTRA, C. B. (2005) *Avaliação da eficiência de métodos de coordenação semaforica em vias arteriais*. São Carlos: USP, 2005. 189 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

EBTU (1982) *Tratamento preferencial ao transporte coletivo por ônibus – Manual técnico*. Brasília: EBTU, 1982.

EMPREL (1998) *Relação da área dos bairros*. Prefeitura do Recife, Recife.

EMTU (1996) *Terminais do SEI*. Disponível em [http://www.emtu.pe.gov.br/transporte\\_terminais\\_macaxeira.htm](http://www.emtu.pe.gov.br/transporte_terminais_macaxeira.htm). Acessado em março de 2006.

EMTU (2003) *Anuário estatístico da EMTU*, Recife. Disponível em [http://www.emtu.pe.gov.br/transporte\\_passageiros.htm](http://www.emtu.pe.gov.br/transporte_passageiros.htm). Acessado em junho de 2006.

EMTU (2006a) *SEI/Terminais*. Disponível em [http://www.emtu.pe.gov.br/transporte\\_sei.htm](http://www.emtu.pe.gov.br/transporte_sei.htm). Acessado em dezembro de 2006.

EMTU (2006b) *Serviços especiais da EMTU/Recife*. Disponível em [http://www.emtu.pe.gov.br/transporte\\_servicos\\_especiais.htm](http://www.emtu.pe.gov.br/transporte_servicos_especiais.htm). Acessado em maio de 2006.

FERNANDES, J. C., MARINHO, T., FERNANDES, V. M. (2004) *Avaliação dos níveis de ruído e da perda auditiva em motoristas de ônibus na cidade de São Paulo*. Anais do XI SIMPEP. Bauru, 2004. Disponível em [http://www.feb.unesp.br/dep/simpep/Anais%20XI%20SIMPEP\\_Arquivos/04.php](http://www.feb.unesp.br/dep/simpep/Anais%20XI%20SIMPEP_Arquivos/04.php). Acessado em março de 2006.

FERRAZ, A. C. P., TORRES, I. G. E. (2004) *Transporte público urbano*. 2ª Edição. Rima Editora - São Carlos, 2004.

FERREIRA, Eric A. (1999) *Um método de utilização de dados de pesquisa embarque/desembarque na calibração de modelos de distribuição do tipo gravitacional*. São Carlos: USP, 1999. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Área de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

FHWA (1999) *SCRITS (SCReening for ITS)*. U. S. Department of Transportation. Washington D.C., EUA.

HERZ, Raimund (1976) *Angewandete Statistik für Verkehrs*. Regionalplaner, Düsseldorf.

HIDALGO, D. (2005) *TransMilenio Bus Rapid Transit System Expansion 2002-2005*. Bogotá – Colômbia, 2005. Disponível em <http://www.codatu.org/english/publications/proceeding/conference/codatu11/Papers/hidalgo.pdf>. Acessado em abril de 2006.

IBGE (2000) *Censo demográfico do Brasil*, Brasília, 2000.

IBGE (2007) *Projeção da População do Brasil*. Brasília, 2007. Disponível em [www.IBGE.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_vizualiza.php?id\\_noticia=207&id\\_pagina=1](http://www.IBGE.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_vizualiza.php?id_noticia=207&id_pagina=1). Acessado em janeiro de 2007.

IPEA-ANTP (1999) *Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público*. Revista dos Transportes Públicos - ANTP, 1º trimestre, pp.34-92, 1999.



LANGENBUCH, Juergen R. (1997) *A falta de conforto nos ônibus urbanos*. Revista dos Transportes Públicos 77, ANTP. pp 73-84.

LOPES, Denise L. (2003) *Viabilidade do uso de modelos sintéticos integrados de uso do solo e transportes: estudo de aplicação à cidade de São Paulo*. São Paulo: USP, 2003. 203 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

M. VAN AERDE & ASSOC., Ltd. (2005) *Integration release 2.30 for Windows: user's guide – Volume I: fundamental model features*. Kingston, Ontario, 2005.

MERCEDES–BENZ (1987) *Manual de Sistema de Transporte Coletivo Urbano por Ônibus – Planejamento e Operação*. São Bernardo do Campo, São Paulo, 1987.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2006) *Implementação de Políticas Municipais de Acessibilidade*. Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana – 4º Volume, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2006.

MOREIRA, Roberto (1996) *Sistemas de controle para o transporte*. Boletim Dicas – idéias para a ação municipal 73. Disponível em [http://www.polis.org.br/publicacoes/dicas/dicas\\_interna.asp?codigo=144](http://www.polis.org.br/publicacoes/dicas/dicas_interna.asp?codigo=144). Acessado em março de 2006.

NTU (2000) *Financiamento do transporte urbano*. Brasília, 2000. Disponível em [http://www.ntu.org.br/banco/financiamento/Corredores\\_Exclusivos.htm](http://www.ntu.org.br/banco/financiamento/Corredores_Exclusivos.htm). Acessado em novembro de 2006.

NTU (2005) *Novas tendências em política tarifária – relatório final*. Brasília, 2005.

OLIVEIRA NETO, Francisco M. (2004) *Priorização do transporte coletivo por ônibus em sistemas centralizados de controle de tráfego*. Fortaleza: UFCE, 2004. 162 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

PAMPLONA, Magda R. (2000) *Considerações sobre o emprego dos diferentes tipos de ônibus no transporte público urbano*. São Carlos: USP, 2000. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

PIETRANTÔNIO, Hugo (1998) *Aplicabilidade de critérios de projeto baseados em modelos normativos - análise geral e um estudo metodológico sobre localização de pontos de parada*. Relatório de trabalho 1/98. São Paulo, 1998. Disponível em <http://www.poli.usp.br/p/hugo.pietrantonio/trabalhos.html>. Acessado em maio de 2006.

PIZZOLANTE NETO, N. (2003) *Priorização do transporte público em intersecções semaforizadas*. Campinas: 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

PORTUGAL, Licínio S. (2005) *Simulação de tráfego: conceitos e técnicas de modelagem*. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

PREFEITURA DO RECIFE (2005) *Recife: mais trabalho, melhor qualidade de vida*. Recife.

RIBEIRO, S. K. (2003) *Emissões e consumo do veículo convencional e VEH: resultados medidos*. Programa de Engenharia de Transportes COPPE/UFRJ. IVIG – Instituto Virtual Internacional de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em [http://www.inee.org.br/veh\\_downloads.asp?Cat=veh](http://www.inee.org.br/veh_downloads.asp?Cat=veh). Acessado em novembro de 2006.

ROLIM, E. R. H. [199-] *Principais Problemas Ambientais da RMSP (Região Metropolitana da Grande São Paulo)*. Disponível em <http://www.spsitecity.com.br/megalopole/questmetro.htm>. Acessado em abril de 2006.

SEDU/PR – NTU (2002) *Prioridade para o transporte coletivo urbano – relatório técnico*. Brasília, 2002.

SILVA, V. M. da (2003) *Efeitos do envelhecimento e da atividade física no comportamento locomotor: a tarefa de descer degraus de ônibus*. Rio Claro: 2003. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2003.

SKABARDONIS, A. (1998) *Control strategies for transit priority*. California PATH Research Report. UCB-ITS-PRR-98-2.

SOO, H.; J. COLLURA; A.G. HOBEIKA e D. TEODOROVIC (2004) *Evaluating the Impacts of Advanced Traffic Signal Control Systems: The Effect of Transit Signal Priority Strategies on Transit Operating Costs*. Transportation Research Board, 83th Annual Meeting, Washington, D.C., USA.

SZASZ, Pedro A. (1978) *COMONOR: comboio de ônibus ordenado*. Companhia de Engenharia de Tráfego, Boletim Técnico 9, São Paulo.

VASCONCELLOS, E. A. (2000) *Transporte urbano nos países em desenvolvimento*. 3ª edição. Annablume Editora. São Paulo, 2000.

WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A.. *The rapid process of aging in Brazil: serious challenges for public policies*. Revista Brasileira de Estudos de População, São Paulo, v. 23, n. 1, 2006. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-30982006000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982006000100002&lng=en&nrm=iso). Acessado em dezembro de 2006.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)