



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE

MODELO MULTICRITERIAL PARA ANÁLISE E
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE
TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS

EDILSON FERREIRA LIMA

CAMPINA GRANDE

OUTUBRO/2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**MODELO MULTICRITERIAL PARA ANÁLISE E
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE
TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS**

EDILSON FERREIRA LIMA

CAMPINA GRANDE - PB
OUTUBRO DE 2000

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.



L732m

Lima, Edilson Ferreira.

Modelo multicriterial para análise e avaliação do desempenho de sistemas de transporte coletivo por ônibus / Edilson Ferreira Lima. - Campina Grande, 2000.

206 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2000.

"Orientação : Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade".
Referências.

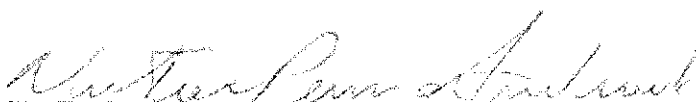
1. Transporte Coletivo - Engenharia Civil. 2. Ônibus - Sistema de Transporte Coletivo. 3. Modelo Multicriterial - Transporte Coletivo. 4. Engenharia Civil - Dissertação. I. Andrade, Nilton Pereira de . II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 624:656.132(043)

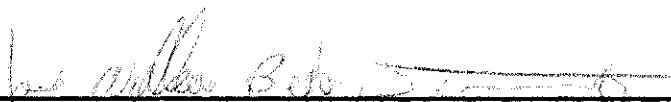
**MODELO MULTICRITERIAL PARA ANÁLISE E
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE
TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS**

EDILSON FERREIRA LIMA

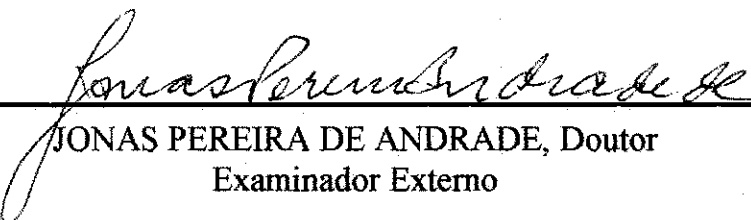
Aprovada em 10 de Outubro de 2000



NILTON PEREIRA DE ANDRADE, Doutor
Orientador



JOSE WALLACE BARBOSA DO NASCIMENTO, Doutor
Examinador Interno



JONAS PEREIRA DE ANDRADE, Doutor
Examinador Externo

CAMPINA GRANDE – PB
OUTUBRO DE 2000

Filho meu, se aceitares as minhas palavras, e esconderes contigo meus mandamentos,

Para fazeres atento a sabedoria o teu ouvido, e para inclinares o teu coração ao entendimento,

E se clamares por entendimento, e por inteligência alçares a tua voz,

Se como a prata a buscares e como tesouro escondido a procurares,

Então entenderás o temor do Senhor, e acharás o conhecimento de Deus.

Porque o Senhor dá a Sabedoria: da sua boca vem o conhecimento e o entendimento.

Ele reserva a verdadeira Sabedoria para os retos: escudo é para os que caminham na sinceridade (Pv 2: 1-7)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Edil e Celina Lima, pela luta e disposição com que enfrentaram as adversidades da vida, na intenção de proporcionar aos seus filhos o acesso ao conhecimento, herança de inestimável e incomensurável valor. É deles o mérito maior desta conquista.

À minha esposa Jaqueline, pela paciência demonstrada e motivação nos momentos de desânimo e à minha filha Kyvia Hellen, com muito amor o carinho.

Aos meus irmãos Edson, Edna e Noemy pelos incentivos e pela confiança constante demonstrada ao longo de toda a minha vida acadêmica.

Ao meu Cunhado Gilberto Monma, à minha cunhada Alzenir e aos meus sobrinhos Makoto e Júnior e à minha sobrinha Stephannie, com muita alegria e satisfação.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, meu Senhor e Salvador que tem me conduzido pelos caminhos da sabedoria e do conhecimento com retidão, tremor e temor.

Ao meu orientador Professor Dr. Nilton Pereira de Andrade, pela contribuição dada através de suas críticas e a ajuda na formatação final do trabalho, mas sobretudo pela coragem demonstrada em assumir a orientação desta dissertação, após muitas idas e vindas durante sua elaboração. Professor sem sua coragem e disposição esta dissertação seria mais uma obra inacabada.

Ao Professor Dr. Jonas Pereira de Andrade e ao Professor Dr. José Wallace, pela análise crítica e postura científica adotadas, sem a contribuição de vocês esta dissertação seria apenas uma longa história para contar aos familiares e amigos.

Aos Professores Adjalmir e Walter que contribuíram sensivelmente para minha formação. Acreditem, sem o empenho de vocês não teria ocorrido a defesa desta dissertação.

Ao Professor e amigo Roberto Serra Pacha, com quem tudo começou, através de um trabalho de conclusão de curso.

A Professora Ana Maria Seráfico, pelo incentivo e confiança.

Ao Professor Armando Moura, sem o qual não teria conseguido elaborar o modelo estatístico para definição da amostragem.

Ao amigo e Professor Evaldo, pelo trabalho de revisão da dissertação.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo.

À turma do 1º semestre/98 de transporte Urbano do professor Roberto Pacha, Aos técnicos da CTBel e das empresas operadoras, e aos empresários pela contribuição dada no preenchimento dos questionários.

Aos professores Herculano Torres, Miranda, Renato Affonso, Cléo e Rubens Capanema pela consideração e estima.

Aos colegas do mestrado pelas dificuldades vivenciada e compartilhadas, em especial a Araci Leite e Roseany Farrant pelas discussões e trabalhos conjuntos.

A Marco Antônio e Paulo Hermógenes, Mauro e Marcelo Ferraz, Marco Campelo, Ed Wilson, Cleison e João Valter, André Nogueira os quais posso chamar verdadeiramente de amigos, também aos amigos Sandro Robson e Julio Lopes à distância.

Aos funcionários Wandenberg e Josete pela ajuda, principalmente a última que me adotou por filho, preocupando-se em demasia com a finalização das correções.

A todos aqueles que iniciaram suas dissertações e por autoritarismo, irresponsabilidade, falta de profissionalismo e vaidade de seus orientadores não conseguiram finalizar.

À CAPES pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram na elaboração desta dissertação e por esquecimento não forma citados.

O meu muito Obrigado!!!!

RESUMO

O objetivo principal deste estudo é desenvolver uma metodologia que contemple dois aspectos simultaneamente. O primeiro, considera as principais características do processo de avaliação do sistema de transporte coletivo por ônibus, a partir da ótica dos agentes envolvidos com a produção e uso dos serviços. O segundo, propõe uma possível análise que ordene as características do desempenho do sistema, integrando os interesses distintos e contraditórios desses agentes. A metodologia exigiu a elaboração de uma hierarquia baseada no Processo de Análise Hierárquica - AHP, composta de objetivo, atores, atributos e variáveis. Os atores contemplados pelo modelo foram os usuários, os operadores e o poder público. Já os atributos levados em consideração foram: rapidez, conforto, confiabilidade, segurança, acessibilidade e economia. A fim de verificar a eficiência da metodologia proposta, foi feita sua aplicação em um estudo de caso na Região Metropolitana de Belém - RMB. Os resultados da aplicação indicam os Usuários (65,6%) como o agente que mais se beneficiará com a melhoria de desempenho do STCO, a Segurança (25,4%) como atributo mais prioritário e a variável Treinamento de Motoristas (8,8%) como sendo aquela de maior importância relativa entre as demais consideradas. É possível verificar que os resultados obtidos, decorrentes da aplicação, atendem as expectativas dos grupos de interesse contemplados neste trabalho.

ABSTRACT

The main objective this study is to develop a methodology that behold two aspects in the simultaneously form. The first must consider the main characteristics of process of the evaluation of performance of the public transportation system by bus. At beginning of the view point from agents involved with the production and the use of services. The second, proposal a possible analysis that order the characteristics of performance of the system. Integrating the distincts and contradictory interest of these agents. Then methodology demanded the elaboration of a hierarchy based in the Analytic Hierarchy Process – AHP, which is compound of objective, agents, attribute and variables. The winning agents by the model are: the users, operators and public institutions. As the attribute considered were: rapidity, comfort, reliability, accessibility, safety and economy. We also consider thirty two variables distributed among attributes cited. To verify the efficiency from the methodology propose. It was made its application in a case study Metropolitan Region of Belém. The results from application indicate the users (65.6%) as the agent the more will benefit better performance from STCO. The safety (25.4%) as being attribute rather priority and variable drives' training (8.8%) as being that major relative importance between others considered. It is possible observe that results obtained with the application attend the expectation of the groups of interest contemplated in this work.

ÍNDICE

	Páginas
DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xiv
LISTA DE GRÁFICOS	xvi
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	xviii
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	
1.1 – Apresentação do Tema	01
1.2 – Objetivo	04
1.3 – Metodologia	05
1.4 – Estrutura do Trabalho	06
CAPÍTULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 – Introdução	09
2.2 – Estado da Arte	10
2.3 – Considerações Finais	40
CAPÍTULO III – ASPECTOS RELEVANTES DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS – STCO	
3.1 – Introdução	41
3.2 – Participação da Modalidade Ônibus no Transporte de Passageiros Urbanos no Brasil	44
3.3 – Perspectivas do Sistema de Transporte por Ônibus	46
3.4 – Atores ou Agentes Intervenientes do STCO	48
3.5 – Instrumentos Legais para Regulamentação do STCO	50

	Páginas
3.6 – Dificuldades de Exploração do Transporte Coletivo por Ônibus	52
3.6.1 – Competição do Modal Ônibus com o Automóvel	52
3.6.2 – Distribuição Irregular da Demanda	56
3.7 – Estrutura Tarifária	57
3.7.1 – Tarifa Única	58
3.7.2 – Tarifa Única por Linha	58
3.7.3 – Tarifa Gradual	60
3.7.4 – Tarifa por Zona	60
3.7.5 – Tarifa por Tempo	61
3.8 – Mecanismos de Compensação Tarifária	61
3.8.1 – Redivisão de Linhas entre Empresas	62
3.8.2 – Remuneração Tipo Fretamento	63
3.8.3 – Câmaras de Compensação Tarifária	63
3.9 – Modelos Nacionais de Ônibus	65
3.10 – Inovações Tecnológicas	68
3.11 – Considerações Finais	70

CAPÍTULO IV – CARACTERÍSTICAS CONDICIONANTES DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS

4.1 – Introdução	72
4.2 – Rapidez	75
4.3 – Conforto	79
4.4 – Confiabilidade	91
4.5 – Segurança	97
4.6 – Acessibilidade	100
4.7 – Economia	104
4.8 – Considerações Finais	111

CAPÍTULO V – O PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA – AHP

5.1 – Introdução	113
5.2 – A Teoria Multiatributiva	115
5.3 – O Processo de Análise Hierárquica – AHP	119
5.4 – Estruturação Hierárquica	121

	Páginas
5.5 – Julgamentos Comparativos	123
5.6 – Priorização das Alternativas	127
5.7 – Sintetização das Prioridades	132
5.8 – Análise de Sensibilidade	134
5.9 – Avaliação Crítica do Processo de Análise Hierárquica	135
5.10 – Considerações Finais	138
CAPÍTULO VI – ESTUDO DE CASO	
6.1 – Introdução	140
6.2 – Caracterização da Área de Estudo	142
6.3 – O Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus na RMB	144
6.4 – A Evolução do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus na Região Metropolitana de Belém	147
6.5 – Metodologia Proposta	150
6.5.1 – Obtenção das Matrizes de Julgamentos Paritários	154
6.6 – O Programa Computacional Expert Choice	160
6.7 – Considerações Finais	163
CAPÍTULO VII – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	
7.1 – Introdução	166
7.2 – Apresentação e Análise dos Resultados	167
7.2.1 – Atores Envolvidos	167
7.2.2 – Principais Atributos dos Grupos de Interesse	170
7.2.3 – Variáveis Representativas de Desempenho do STCO	173
7.3 – Vetor Prioridade Global	175
7.4 – Considerações Finais	179
CAPÍTULO VIII – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	182
CAPÍTULO IX – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191
ANEXOS	200

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 2.1: Índice dos Atributos Relacionados com o Conforto	32
Tabela 2.2: Hierarquia de Importância dos Atributos dentro do Conceito Conforto	32
Tabela 3.1: Comparação entre o Crescimento Populacional dos Núcleos e Periferias das RM's	43
Tabela 3.2: Quantidade de Passageiros Transportados e Viagens Diárias por Habitante nas RM's	45
Tabela 3.3: Declínio do uso do Transporte Público de Ônibus Urbano no Brasil	46
Tabela 3.4: Evolução do Número de Passageiros Transportados Diariamente até o Ano 2000	48
Tabela 4.1: Tempo de Viagem por Transporte Público na Região Metropolitana de São Paulo	76
Tabela 4.2: Parcelas do Tempo de Trajeto de uma Viagem de Ônibus em Meio Urbano	76
Tabela 5.1: Valores Médios do Índice Randômico	130
Tabela 6.1: Evolução do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, segundo Indicadores de Oferta, Demanda e IPK	148
Tabela 6.2: Taxa Anual Média de Variação da Demanda e da Oferta de Transporte por Ônibus de 1975 a 1996	149

LISTA DE QUADROS

	Páginas
Quadro 2.1: Pesos e Indicadores Adotados	13
Quadro 2.2: Atributos de Nível de Serviço e seus Impactos nos Usuários e Não-Usuários do Sistema	15
Quadro 2.3: Atributos, Variáveis e Indicadores Selecionados para Avaliação do Desempenho do STCO	23
Quadro 2.4: Elementos e Itens Considerados na Avaliação das Empresas da Região Metropolitana de Recife	39
Quadro 2.5: Pontuação e Conceito Final Referente à Avaliação das Empresas Operadoras da RMR	40
Quadro 4.1: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Rapidez	75
Quadro 4.2: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Conforto	81
Quadro 4.3: Padrão de Fruin para a Ocupação de Espaços	82
Quadro 4.4: Níveis de Ruído no Interior dos Ônibus Urbanos para Diversas Posições do Motor	85
Quadro 4.5: Níveis de Vibração no Interior dos Ônibus Urbanos em Condição de Marcha Lenta para as Posições de Motor Dianteiro e Traseiro	87
Quadro 4.6: Instalações Necessárias ao Ponto de Parada	90
Quadro 4.7: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Confiabilidade	93
Quadro 4.8: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Segurança	98
Quadro 4.9: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Acessibilidade	100
Quadro 4.10: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Economia	104
Quadro 5.1: Escala Fundamental	125
Quadro 7.1: Importância dos Atributos Segundo o Ponto de Vista dos Atores Considerados	171

Quadro 7.2: Importância Relativa das Variáveis para cada Atributo na Ótica dos Atores Envolvidos	174
Quadro 7.3: Vetor Prioridade Global para as Variáveis Consideradas	176

LISTA DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 3.1: Índice de Acidentes em Algumas Cidades do Brasil e do Mundo	54
Gráfico 3.2: Emissão de Poluentes por Ônibus e Automóvel	54
Gráfico 4.1: Relação entre o Tempo de Espera e o <i>Headway</i> Operacional	95
Gráfico 4.2: Evolução do Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK) Verificado nas Capitais Brasileiras	97
Gráfico 4.3: Tempo de Acesso a Pé as Diversas Modalidades de Transporte	102
Gráfico 4.4: Participação dos Diversos Elementos no Custo Operacional	105
Gráfico 4.5: Variação no Custo por Quilômetro em Função do Acréscimo no Valor do PMA	106
Gráfico 4.6: Evolução da Produção Quilométrica Mensal Verificada nas Capitais Brasileiras	107
Gráfico 4.7: Variação do Custo Ponderado por Quilômetro Verificado nas Capitais Brasileiras	108
Gráfico 6.1: Composição das Viagens Realizadas por Modo de Transporte	143
Gráfico 6.2: Evolução do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano por Ônibus	149
Gráfico 7.1: Importância Relativa dos Atores Envolvidos na Avaliação de Desempenho do STCO	168
Gráfico 7.2: Sintetização da Ordem de Prioridades dos Atributos do STCO	172

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 2.1: Modelo para Avaliação do Sistema de Transporte Público de Passageiros	12
Figura 2.2: Função de Desempenho de Sistemas de Transporte	17
Figura 2.3: Transformação do Valor Calculado do Indicador para Valor Adimensional	24
Figura 3.1: Alternativas de Regulamentação do Transporte Urbano de Passageiros	53
Figura 3.2: Processo Cumulativo do Transporte Coletivo por Ônibus	54
Figura 3.3: Fluxograma Simplificado da Câmara de Compensação	66
Figura 4.1: Divisão das Características do STCO em Atributos, Variáveis e Indicadores	73
Figura 4.2: Distância Média de Caminhada a um Ponto de Parada	101
Figura 5.1: Hierarquia Simples Composta de Três Níveis	132
Figura 6.1: Área de Estudo – Região Metropolitana de Belém – RMB	142
Figura 6.2: Linhas de Desejos do STCO da RMB	146
Figura 6.3: Processo de Priorização das Características de Desempenho do STCO	152
Figura 6.4: Estrutura Hierárquica de Desempenho do STCO	153

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

- AHP: Processo de Análise Hierárquica
- ANTP: Associação Nacional de Transportes Públicos
- COHAB: Companhia de Habitação do Estado do Pará
- CS&A: Cloraldino Severo e Associados Consultorias
- CTBel: Companhia de Transportes do Município de Belém
- DAU: Departamento de Arquitetura e Urbanismo
- EBTU: Empresa Brasileira de Transportes Urbanos
- EMTU: Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
- IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
- IPESPE: Instituto de Pesquisas Sociais, Políticas e Econômicas
- MIC: Ministério de Indústria e Comércio
- NTU: Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
- PDGB: Plano Diretor da Grande Belém
- PDTU: Plano Diretor de Transportes Urbanos
- RM's: Regiões Metropolitanas
- RMB: Região Metropolitana de Belém
- RMR: Região Metropolitana de Recife
- RMRJ: Região Metropolitana do Rio de Janeiro
- RMSP: Região Metropolitana de São Paulo
- RTC: Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo da RMB
- SETRAN: Secretaria de Estado de Transporte
- STCO: Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus
- TRANSCOL: Estudo de Racionalização do Sistema de Transportes Urbanos

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1- APRESENTAÇÃO DO TEMA

A importância do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO no contexto sócio-econômico de uma cidade é inquestionável. A dependência que as inúmeras atividades econômicas e a população urbana possuem desse sistema é enorme, e paradoxalmente, quase imperceptível devido a naturalidade com que está inserido no cotidiano das cidades. De acordo com a Associação Nacional de Transportes Públicos — ANTP (1996), mais de 75% da população brasileira reside atualmente em área urbanas, tornando a infra-estrutura de transporte fundamental ao atendimento das necessidades de locomoção dos moradores urbanos para o trabalho, escola, comércio, lazer e outras atividades. Conseqüentemente, os diversos setores da economia como indústrias, comércio e escolas, funcionam normalmente devido a mobilidade proporcionada pelo sistema.

Conforme a ANTP (1996), em 1993, o Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus movimentou, aproximadamente, 4.857 milhões de passageiros nas capitais e 901 milhões nas cidades de porte médio. Outro estudo realizado por Cloraldino Soares Severo Consultorias – CS&A (1991), estima que no início deste século o STCO irá movimentar quase 56 milhões de passageiros/dia. Sendo que as Regiões Metropolitanas - RM's, serão responsáveis pela movimentação de 62% desta demanda, perfazendo um total de aproximadamente 35 milhões de passageiros/dia. No mesmo período as capitais não pertencentes as RM's estarão transportando algo em torno de 8 milhões de passageiros/dia, correspondendo a 14% da

demanda, enquanto as cidades de porte médio movimentarão cerca de 13 milhões de passageiros por dia, equivalendo a 24% da demanda estimada.

Por sua vez o poder público, juntamente com a sociedade, começa a perceber que as antigas políticas que incentivavam o uso do transporte individual resultaram em custos elevados à sociedade como um todo, incluindo intrusão visual, degradação do meio-ambiente e diminuição de mobilidade, além de requererem altos investimentos para o melhoramento, recuperação e abertura de vias. Apesar das mudanças na política de transporte, onde procura-se, atualmente, despertar a sociedade para a utilização mais racional do automóvel e do espaço urbano, a aquisição de carros novos cresceu 30% no ano de 1996. Ou seja, naquele ano foram vendidos quase 1,5 milhões de carros novos, entre nacionais e importados.

Não obstante, é necessário lembrar que durante toda a década de 1980 e início dos anos de 1990 os debates sobre o sistema de transporte coletivo por ônibus centravam-se, basicamente, em aspectos tarifários. Principalmente porque foram anos marcados por violentas recessões econômicas. Nesse período os aumentos tarifários ocorriam quase mensalmente e eram recebidos com descontentamento pela população, sobretudo sua parcela de menor poder aquisitivo, pois um percentual cada vez maior de sua renda estaria comprometido com o transporte.

Esse contexto agravava-se, ainda mais, pela queda do poder aquisitivo do salário mínimo ao longo dos anos e também pela abrangência reduzida do vale-transporte. Contudo, a partir de 1994 ocorreram modificações profundas na economia do Brasil decorrentes da implementação do Plano Real, das quais como a mais importante destaca-se a estabilização econômica relativa do país. Essa conjugação de fatos, juntamente com a ampliação do benefício do vale-transporte, permitiram que a tarifa deixasse

de ser o principal fator de descontentamento da população usuária do sistema.

A partir desse momento, os usuários passaram a exigir mais qualidade nos serviços oferecidos pelas empresas de transporte coletivo por ônibus, conforme pode ser verificado na pesquisa de opinião realizada na Região Metropolitana de Recife - RMR, pelo Instituto de Pesquisas Sociais, Políticas e Econômicas - IPESPE (1995), onde os usuários respondiam se gostariam de ter passagens mais baratas através de redução da qualidade do serviço. Nessa pesquisa foi constatado que 84% dos usuários não gostaria que ocorresse diminuição de tarifa em detrimento a possível queda na qualidade dos serviço ofertados pelas empresas de ônibus da RMR.

No entanto, a elevação do nível de serviço ofertado, resultará em aumento dos custos de operação para as empresas de transporte, tendo um impacto direto na tarifa a ser cobrada pelo serviço. A adoção de tarifas mais elevadas proporciona uma diminuição na demanda, e conseqüentemente de receita. Em geral, as operadoras ao invés de buscarem ganhos de produtividade, optam por uma nova adequação da oferta, o que significará queda na qualidade do serviço, gerando conflito permanente entre os interesses de usuários, operadores e poder público.

Em face dessa realidade, torna-se evidente a aplicação de métodos científicos relacionados à avaliação de desempenho dos sistemas de transporte coletivo por ônibus. Contudo, é necessário que as metodologias apresentadas, além de incluírem as medidas de eficiência que envolvem os recursos utilizados, e de eficácia relacionadas à qualidade de serviço do sistema, considerem os diversos grupos envolvidos, seus interesses e objetivos que em alguns casos são até conflitantes.

1.2 – OBJETIVO

Considerando a contribuição do transporte coletivo por ônibus para promoção da mobilidade e circulação nas cidades brasileiras, as autoridades públicas começam a introduzir medidas para melhorar o desempenho do sistema. Esse fato, associado ao aumento de produtividade das operadoras, irá contribuir para a elevação de desempenho do STCO e evidencia-se como um fator importante para impedir e, ao mesmo tempo, recuperar a queda no volume de passageiros transportados, recentemente verificada nas principais cidades brasileiras pela Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU.

No entanto, a avaliação de desempenho dos sistemas de transporte é uma tarefa complexa e laboriosa, devido a difícil manipulação e mensuração de determinados elementos; as dificuldades para identificação das variáveis mais importantes para o conjunto de atores envolvidos no processo de avaliação; e também devido a existência de diversos grupos envolvidos com seus respectivos objetivos e interesses, até certo ponto conflitantes.

Assim, o objetivo principal deste estudo é desenvolver uma metodologia que contemple dois aspectos de forma simultânea. Em um, considere as principais características do processo de Avaliação de Desempenho do STCO; a partir da ótica dos atores envolvidos com a produção e uso dos serviços de transporte, e em outro, propor uma possível análise que ordene as características de desempenho do sistema integrando os interesses distintos e contraditórios destes agentes.

1.3 – METODOLOGIA

O estudo sobre a determinação da ordem de importância dos elementos componentes do STCO, partiu do conhecimento do fenômeno através do estado arte, com base em uma revisão bibliográfica sobre o assunto, onde procurou-se levantar as definições e uso dos conceitos referentes ao mesmo.

Este conhecimento demonstrou que os estudos realizados até então, não apresentavam a abrangência necessária ao fenômeno, segundo o contexto no qual ele se encontra inserido. As abordagens adotadas se mostravam, desta forma, inadequadas. Partiu-se, então, para a descoberta de um caminho metodológico que permitisse atingir o objetivo proposto. Após pesquisar várias técnicas que permitissem tratar os interesses dos diversos grupos envolvidos de forma conjunta, chegou-se ao Processo de Análise Hierárquica. Definida a metodologia e a técnica a ser usada, procedeu-se a aplicabilidade da proposta em um estudo de caso.

Para atingir seu objetivo final este trabalho seguiu as seguintes etapas metodológicas:

- 1 – pesquisa bibliográfica;
- 2 – análise teórica da formação dos interesses dos agentes envolvidos na produção e consumo dos serviços de transporte;
- 3 – pesquisas bibliográficas e também junto a especialistas e técnicos da área, para definir as características associadas que exercem influência no desempenho do STCO;
- 4 - entrevista aplicada aos agentes envolvidos e interessados na avaliação de desempenho do STCO, para conhecer a ótica de cada um em relação as características selecionadas anteriormente;
- 5 – formulação de conclusões.

1.4 - ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo II propõe-se a fazer uma revisão bibliográfica sobre avaliação de desempenho dos sistemas de transporte público, apresentando inúmeras características do sistema levadas em consideração pelos diversos atores na avaliação da qualidade do serviço ofertado pelo STCO. Com base na revisão bibliográfica realizada, foi possível verificar a existência de uma variedade de conceitos e metodologias utilizadas no tratamento do assunto.

O Capítulo III, apresenta uma série de considerações sobre o sistema de transporte coletivo por ônibus, visando fornecer uma visão geral sobre o sistema. Neste capítulo, descreve-se as principais relações entre os atores envolvidos e interessados na avaliação do STCO, as formas institucionais de prestação dos serviços de transporte, os principais sistemas de tarifação e mecanismos de compensação tarifária, bem como as dificuldades na exploração dos serviços de transporte coletivo por ônibus e as mais recentes inovações tecnológicas introduzidas no setor.

No Capítulo IV, são apresentadas as características do sistema que condicionam seu desempenho. Estas características foram divididas em atributos, variáveis e indicadores. Os atributos considerados foram Rapidez, Confiabilidade, Segurança, Acessibilidade, Conforto e Economia. Para representar estes atributos foram escolhidas trinta e duas variáveis e indicadores, sendo todos posteriormente definidos, no intuito de melhor compreender a influência de cada um sobre o sistema de transporte coletivo por ônibus.

No Capítulo V, aborda-se a técnica a ser empregada para identificação das principais características de desempenho dos sistemas de transporte coletivo por ônibus. São feitas considerações sobre o Processo de Análise

Hierárquica - AHP, no que concerne à sua fundamentação teórica e procedimento de funcionamento, uma vez que é usado para elaboração do modelo proposto com vista à avaliação de desempenho dos sistemas de transporte coletivo por ônibus, além de uma descrição sintética do programa computacional *Expert Choice* – EC, usado como ferramenta para aplicação do Processo de Análise Hierárquica.

O Capítulo VI é destinado ao estudo de caso. Inicia-se pela caracterização da área de estudo, no caso do presente trabalho a Região Metropolitana de Belém - RMB, mostrando-se a evolução de seu sistema de transporte coletivo por ônibus no período de 1975 à 1996. Em seguida é apresentado um diagnóstico do atual sistema de transporte por ônibus da Região Metropolitana de Belém. Após a apresentação da área de estudo, parte-se ao detalhamento da metodologia utilizada para a determinação das prioridades das características de desempenho do STCO, a partir de uma análise multicriterial. Para isto, utilizou-se o Processo de Análise Hierárquica, desenvolvido por Thomas L. Saaty.

Em seguida, descreve-se as etapas metodológicas realizadas para obtenção do objetivo final desta dissertação, quais sejam: o levantamento e a seleção das características condicionantes de desempenho do STCO, junto a especialistas da área e através de pesquisa bibliográfica; após esta fase, selecionou-se os agentes a serem entrevistados, através de pesquisa na forma de entrevista, para obter-se a determinação da ordem de importância das características consideradas, segundo a ótica de cada agente entrevistado, e finalmente, utilizando-se um programa computacional, foi feita a agregação das opiniões dos diversos agentes, a fim de se obter a ordem de importância das características condicionantes do desempenho do STCO.

O Capítulo VII é dedicado à análise dos resultados obtidos a partir da aplicação do modelo proposto para avaliação de desempenho do STCO da Região Metropolitana de Belém. Os resultados são comentados para cada nível da estrutura hierárquica elaborada, no intuito de conduzir o planejador e/ou analista de sistemas de transporte a uma concatenação lógica e espontânea dos mesmos, bem como a uma análise crítica dos resultados encontrados.

Por fim, o Capítulo VIII, trata das conclusões extraídas do trabalho e das recomendações necessárias à aplicação da metodologia proposta e os pontos a serem aprofundados em estudos futuros sobre o tema.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- INTRODUÇÃO

Como será visto a seguir, diversos estudos foram desenvolvidos sobre desempenho de sistemas de transporte público de passageiros, contribuindo para o surgimento de uma multiplicidade de conceitos e metodologias no tratamento do tema. Este fato foi decisivo para a não existência de uma proposta metodológica amplamente aceita e usada na avaliação qualitativa e quantitativa de desempenho de sistemas de transportes.

Desta forma, na intenção de conhecer e se familiarizar com a diversidade de conceitos e metodologias empregadas, alguns trabalhos foram estudados com a finalidade de não só compreender as idéias gerais sobre o assunto, mas também verificar a contribuição que cada um poderia fornecer na elaboração do presente estudo.

Entre os estudos pesquisados, encontram-se os que abordam o desempenho de sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus, como os desenvolvidos por ANJOS (1994), DAIBERT (1984), ASSIS JR (1987), ALVES (1995), entre outros, como aqueles que levam em consideração somente indicadores de nível de serviço, entre os quais estão os estudos de BOTZOW (1974), ALTER (1976), ALLEN (1976), TABOSA (1979), FARIA (1985) e outros, além de trabalhos correlatos como os de KAWAMOTO (1984), MACEDO (1991) e ARAÚJO (1996).

Dessa maneira procura-se descrever, obedecendo, sempre que possível, a ordem cronológica de suas publicações, as idéias básicas desses diversos estudos, objetivando compreender a evolução do assunto ao longo dos anos.

2.2 - O ESTADO DA ARTE

Os estudos de metodologias para avaliação do desempenho operacional dos sistemas de transporte público tiveram início após a publicação, em 1958, pela *National Comitee on Urban Transportation*, de dois manuais sobre medidas de serviços de transporte público (NEVES, 1985). A partir de então disseminaram-se estudos sobre o tema.

BOTZOW (1974), utilizando o conceito de nível de serviço, bastante difundido em tráfego, propôs um sistema de avaliação onde incluía as variáveis de serviço comuns a todas as modalidades de transporte. As variáveis utilizadas foram aquelas de fácil percepção por parte do usuário, como tempo de viagem, de espera e de caminhada. Semelhante aos engenheiros de tráfego, BOTZOW, *op. cit.*, adotou para cada uma das variáveis consideradas níveis de serviço que estavam compreendidos entre "A" e "F", sendo que a primeira corresponde ao melhor nível de serviço e a última ao pior. A determinação do nível de serviço global de cada modalidade de transporte, de acordo com o autor, pode ser obtida pela combinação, através de médias ponderadas do nível de serviço encontrado individualmente para cada variável, uma vez que para cada faixa de nível de serviço compreendida no intervalo de "A" a "F", fez corresponder uma pontuação e a cada variável associou pesos segundo a importância de percepção do usuário.

Para TOMAZINIS, *apud*. NEVES (1985), uma análise realista e racional da qualidade dos serviços de transporte urbano só seria possível caso fossem considerados os interesses de usuários, empresas, sociedade e poder público. Para ele as medidas de eficiência no uso do transporte urbano devem ser diferenciadas das medidas de eficácia no atendimento aos usuários.

No ano seguinte, ALTER (1976) volta a utilizar o conceito de nível de serviço para a avaliação dos transportes públicos. Na sua opinião, são quatro os elementos básicos que devem ser considerados na avaliação dos serviços de transporte: custos, montantes, a qualidade e os impactos decorrentes da produção do serviço. Desse modo, os custos de produção devem ser divididos entre os usuários e o poder público, com sua avaliação refletindo o gerenciamento do sistema. Já o montante dos serviços pode ser quantificado com base na oferta, enquanto os impactos devem ser medidos a partir de uma avaliação própria. Todavia, a mensuração da qualidade de serviço torna-se difícil de ser determinada, uma vez que não existem padrões ou critérios de medição que sejam amplamente aceitos (ALTER, *op. cit.*). Para avaliação dos elementos quantitativos, utilizou os conceitos de nível de serviço e fatores de higiene, como mostrado na Figura 2.1, concluindo que o nível de serviço é o mais importante para a quantificação dos elementos considerados.

ALTER, *op. cit.*, a exemplo de BOTZOW, *op. cit.*, dividiu cada indicador do nível de serviço do Sistema de Transporte Público de Passageiros - STPP em seis faixas de variação de "A" a "F", sendo que o nível de serviço ótimo corresponde a letra "A", o nível de serviço excelente "B", bom "C", regular "D", ruim "E" e péssimo "F".

Os indicadores mensurados por ALTER, *op. cit.*, são acessibilidade, tempo de viagem, confiabilidade, diretividade, frequência e densidade de passageiros. Ele estabeleceu ainda, para cada faixa uma pontuação que variava de 0 a 5 e pesos segundo a importância de cada atributo considerado (Quadro 2.1). Atribuindo cinco pontos para o nível A de qualquer um dos indicadores, quatro pontos para o nível B, três para o nível C e assim sucessivamente, fazendo o valor zero corresponder ao nível F. Este procedimento permite que seja conhecido o nível de serviço individual de cada indicador. O nível de serviço global do sistema é determinado pela média ponderada dos respectivos indicadores.

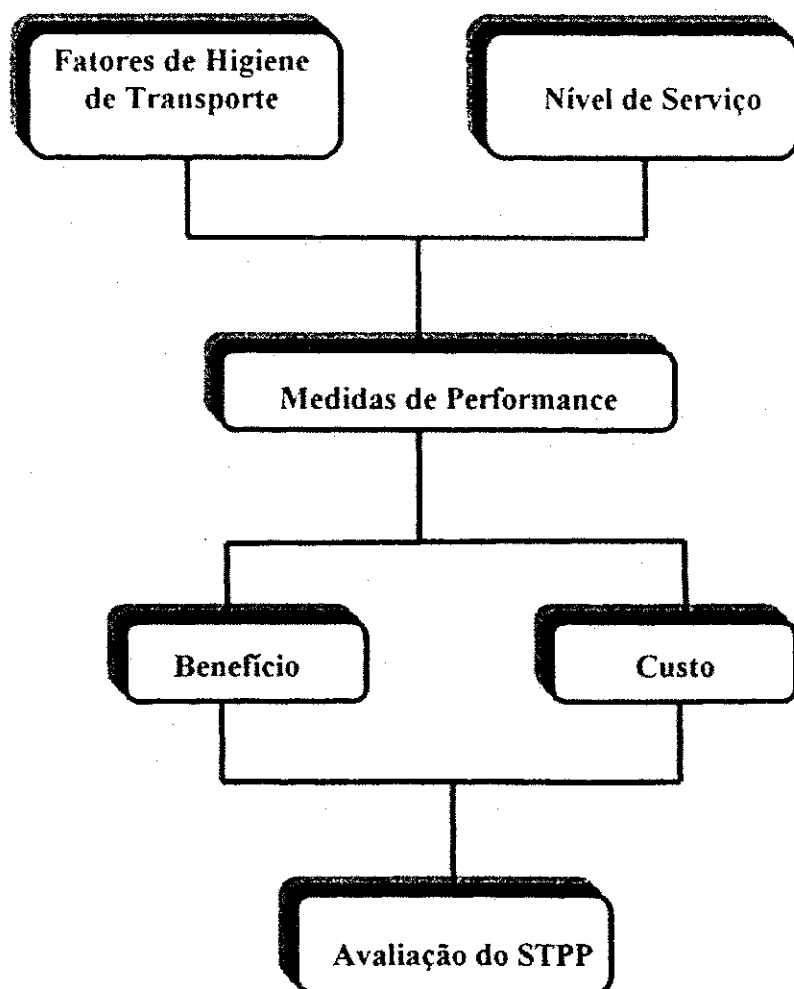


FIGURA 2.1: Modelo para Avaliação do Sistema de Transporte Público de Passageiros - STPP

Fonte: ALTER, Colin. Evaluation of Public Transit Services: The Level of Service Concept. Transportation Research Record, Washington, nº 606, 1976. p. 37-40.

QUADRO 2.1: Pesos dos indicadores Adotados

INDICADOR	PESO
Acessibilidade	2
Tempo de viagem	3
Confiabilidade	2
Diretividade	2
Frequência	1
Densidade de Passageiros	1

Fonte: ALTER, Colin. Evaluation of Public Transit Services: The Level of Service Concept. Transportation Research Record, Washington, nº 606, 1976, p. 37-40.

ALLEN & DICESARE (1976), através de um levantamento de diversas bibliografias constataram que o conceito de nível de serviço variava conforme o contexto de estudo. Isto os levou a afirmar que devem ser considerados três elementos na verificação do nível de serviço do STCO, os quais são: componentes quantitativos, qualitativos e a relação custo/receita.

Os aspectos quantitativos descrevem o nível de oferta do sistema de transporte em estudo e sua relação com a demanda existente e atendida pelo mesmo. Os aspectos qualitativos correspondem a identificação e mensuração dos fatores abstratos, permitindo saber o quanto o sistema atende às expectativas dos usuários; isto é, permitem identificar se o sistema de transporte analisado é ótimo, bom, razoável, ruim ou péssimo, segundo o ponto de vista dos usuários. Os dois métodos de avaliação são distintos e devem ser feitos separadamente, pois sabe-se que o aumento ou diminuição da oferta não implicará, necessariamente, em elevação ou queda na qualidade de serviço ofertado.

A inclusão da relação custo/receita, possibilita a avaliação dos fatores econômicos envolvidos na produção dos serviços. O principal problema do

método reside na grande quantidade de informações de entrada requeridas, pois como é notório no Brasil não há uma cultura de formação de banco de dados, tornando em alguns casos laboriosa a obtenção dos mesmo para a aplicação do método proposto.

Nas avaliações realizadas, os autores não levaram em consideração o ponto de vista da comunidade sobre o desempenho do serviço de sistemas de transporte. Destarte, na visão de ALLEN e DICESARE, *op. cit.*, o serviço é visto como concernente aos operadores e usuários. Em razão disso, consideram em seus trabalhos apenas os membros da comunidade responsáveis pelo sucesso ou falha dos serviços de transporte. Com base nos estudos que realizaram propuseram uma avaliação dos atributos a serem considerados, segundo os elementos envolvidos, conforme verifica-se no Quadro 2.2.

DAJANI *et al.*, *apud* VEIGA (1991), reconhecem a dificuldade existente para avaliação dos serviços de transporte público devido aos vários atores e interesses envolvidos, na maioria das vezes conflitantes, que devem ser considerados. Uma outra dificuldade identificada está relacionada com a quantificação do grau de atendimento de certos objetivos pretendidos pelos atores. Tendo em vista esses problemas, desenvolvem uma metodologia que pode ser utilizada para avaliação dos investimentos públicos no sistema de transporte. Na estrutura metodológica proposta é feita a distinção entre os conceitos de eficiência e eficácia, além de serem considerados os impactos sobre o sistema, resultantes das aplicação destas medidas.

De acordo com DAJANI *et al.*, *apud* VEIGA (1991), a necessidade da introdução ou não de subsídios no sistema, nas empresas ou mesmo em uma linha de ônibus específica pode ser verificada a partir da avaliação dos

parâmetros de eficácia. Já a eficiência apontará qual o operador que conseguiu maximizar o uso de seus recursos humanos, financeiros e de equipamentos.

QUADRO 2.2: Atributos de Nível de Serviço e seus Impactos nos Usuários e Não-Usuários do Sistema

Componentes	Usuários	Não-Usuários
Quantidade de Serviço	Densidade	Congestionamento da Rede
	Distribuição de Renda	
	Cobertura da Rede	
	Uso do Veículo	
	Frequência	
Qualidade do Serviço	Capacidade do Veículo	Eficiência do Sistema
	Velocidade	
	Confiabilidade	
	Conforto	
	Conveniência	
Custo receita	Segurança e Proteção	Poluição
	Tarifa	
		Demanda
		Economia Operacional

Fonte: ALLEN, W. & DICESARE F., Transit Service Evaluation: Preliminary Identification of Variables Characterizing Level of Service. Transportation Research Record Washington, nº 606, 1976. p. 37-40.

Embasados nas considerações anteriores sugeriram quatro formas que podem ser usadas para alocação de recursos. A primeira atende as solicitações de recursos conforme as suas ordens de chegada, nesse caso desconsidera-se as medidas de desempenho. Na segunda forma, para uma empresa e/ou linha se qualificar ao apoio financeiro, deverá atingir um padrão mínimo de desempenho pré-determinado pelo órgão gestor. A terceira maneira de alocar os recursos é através da ordem de classificação dos sistemas de transporte público. Nesse caso, após terem sido ponderados com seus respectivos pesos de importância, é feito o somatório dos valores individuais obtidos para os elementos considerados. A última

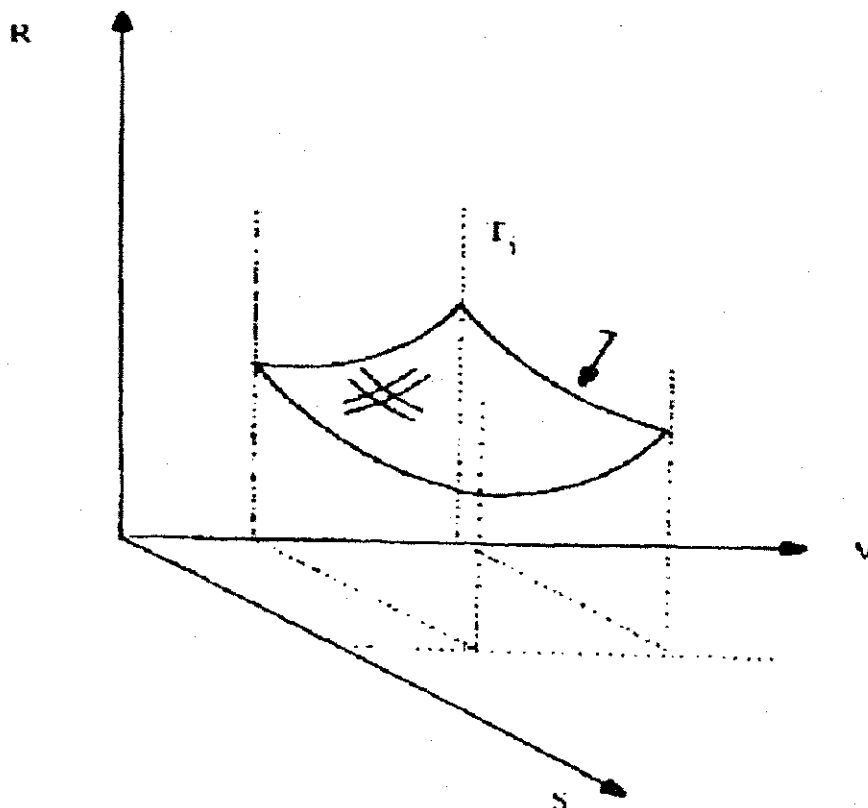


FIGURA 2.2: Função de Desempenho de Sistemas de Transporte
 Fonte: MANHEIM, M. Optimal Scheduling of Buses Departure Under Deterministic Conditions, New York, 1979.

Pode-se verificar que a função desempenho depende de características intrínsecas ao sistema e das circunstâncias geográficas e econômicas nas quais opera. Para exemplificar, consideremos um aumento na frequência do sistema mantendo-se constante suas características tecnológicas e seu preço de utilização. Essa modificação isolada na frequência (V), resultará em uma melhora pontual dos serviços para o usuário, com a diminuição do tempo de acesso ao sistema; impactos negativos para os operadores, devido a elevação dos recursos consumidos (R) e não irá alterar o tempo de viagem no interior do veículo, uma vez que não houve modificações na tecnologia de transporte (T) e nas condições de tráfego (E).

Também, TABOSA (1979) utiliza o conceito de nível de serviço para realizar a avaliação do sistema de transporte coletivo por ônibus. As características do sistema selecionadas foram tempo espera, preço das passagens e densidade de passageiros. Para indicador da primeira característica foi escolhido o intervalo entre ônibus (*Headway*), da segunda o custo operacional e da terceira o número de passageiros em pé por metro quadrado. A escolha das características representativas do sistema e dos indicadores baseou-se em análises de diversos estudos sobre a atitude do usuário brasileiro. O trabalho desenvolvido por TABOSA, *op. cit.*, tinha por objetivo o desenvolvimento de uma metodologia que permitisse o inter-relacionamento entre os atributos escolhidos, com vista a possibilitar a definição de um padrão de oferta de serviço.

De acordo com autor, para consecução de seus objetivos utilizou de forma integrada as teorias da Envoltória, de Cálculo Tarifário Econométrico, Cálculo de Frota e a noção de Nível de Serviço. O modelo desenvolvido permite, facilmente, a determinação de um atributo desde que sejam fixados os valores dos outros dois. O modelo procurava simular o esquema operacional de uma linha de ônibus, sendo aplicável a qualquer local, demanda e composição de frota, ou seja, não existem restrições quanto ao seu uso, demonstrando sua flexibilidade de utilização para qualquer tipo de tecnologia de ônibus.

O Departamento de Transporte Metropolitano do Metrô de São Paulo, em 1979, apresentou no IV Congresso Latino-Americano de Transporte Público uma proposta de avaliação do serviço de transporte denominada de "Instrumento de Avaliação Gerencial". A proposta metodológica procura combinar os resultados das pesquisas de opinião com os fatores conjunturais externos e internos às empresas. Os fatores externos, são aqueles comuns a todas as operadoras e estão relacionados com as

conjunturas econômica e política vivenciadas pelo país. Os fatores conjunturais internos são fatores particulares a cada empresa e dizem respeito a forma de gerenciamento e operação dos diversos modos de transporte.

Assim, através da avaliação simultânea dos fatores conjunturais e das pesquisas de opinião pode-se identificar as anomalias existentes na operação do sistema e compreender se estas resultam de um momento conjuntural do país ou de falhas decorrentes da operação e/ou planejamento. Esta análise fornecerá informações necessárias para serem efetuadas intervenções corretivas pontuais, momentâneas ou definitivas na operação do sistema.

FLORIAN & GAUDRY (1979), consideraram a demanda, o desempenho e a oferta como elementos básicos para descrever os componentes e as interações de sistemas de transporte. Para isso, introduziram o conceito de procedimentos no intuito de evitar que as várias características de influência, e que condicionam os três componentes considerados, sejam analisadas analiticamente. Assim, estabelecem diversas relações a serem satisfeitas e que permitem a ocorrência de equilíbrio entre a oferta, a demanda e o desempenho do sistema, constituindo-se no aspecto mais relevante do estudo.

TALLEY & ANDERSON (1980), enfocando os aspectos de eficiência e eficácia, conseguem mensurar o desempenho do sistema de transporte. Nesse estudo, a eficiência indica e representa o potencial de gerenciamento por parte das operadoras, permitindo avaliar de que forma os recursos de capital e mão-de-obra estão sendo utilizados. A eficácia indica o nível dos objetivos estabelecidos e atingidos pelo sistema de

transporte. Como principais fatores de eficácia foram destacados a tarifa, o tempo de viagem, espera e de caminhada.

De acordo com FARIA (1991), no mesmo ano FITCH relacionou quatorze indicadores divididos em quatro categorias a saber: indicadores relacionados com a capacidade do sistema, de tempo de viagem, de qualidade global e combinados. A combinação é feita com base nos três primeiros indicadores, sendo por isso imprescindível, uma vez que qualquer um dos indicadores isoladamente é incapaz de representar por completo o nível de serviço global do sistema de transporte considerado. Para FITCH, *apud* FARIA, *op. cit.*, o nível de serviço é um elemento capaz de representar e expressar quantitativamente a qualidade do serviço ofertado por um sistema de transporte. Assim, com base na mensuração do nível de serviço, tem-se parâmetros suficientes para saber se um sistema de transporte é pior ou melhor que outro.

NEVES (1985), apresentou uma metodologia que permite avaliar o desempenho de sistemas de transporte por ônibus a partir de seus padrões de eficiência e eficácia. Segundo o autor, a eficiência indica como os recursos disponíveis estão sendo utilizados pelas operadoras, enquanto a eficácia permite conhecer a qualidade dos serviços ofertados aos usuários.

Inicialmente é feita a escolha dos indicadores que podem ser utilizados para quantificar separadamente a eficiência e a eficácia do sistema. Entre os vários indicadores de eficiência apresentados pelo autor em seu estudo, os escolhidos foram o Percurso Médio Anual - PMA, consumo de diesel por quilômetro, percentual do custo de pessoal de operação no custo total, idade média da frota e o custo por quilômetro. Por sua vez, os atributos confiabilidade, conforto, rapidez e economia foram considerados como os mais importantes para avaliação da eficácia do sistema de transporte. Para

cada um dos atributos citados foram selecionados os seguintes indicadores: tempo médio de espera e irregularidade na operação (confiabilidade), taxa de passageiros por metro quadrado (conforto), tempo no interior do veículo (rapidez) e custo total diário (economia).

Foram adotados, ainda, cinco níveis de desempenho que variavam de "A" até "E", onde "A" corresponde a melhor situação de desempenho e "E" a pior. A quantificação dos indicadores selecionados para análise da eficiência e eficácia está baseada na variação percentual de seus valores em relação a média do sistema, com exceção para a taxa de passageiros por metro quadrado, indicador do atributo conforto, onde foram usados os valores absolutos, escolhidos após uma revisão de diversos estudos realizados no Brasil.

Através de procedimentos estatísticos, onde utilizou ajustamento de curvas, teste do qui-quadrado, entre outros, foi possível estabelecer as faixas de variação dos níveis de desempenho de cada um dos indicadores escolhidos, permitindo com isso a determinação do nível individual de desempenho dos mesmos. O conhecimento do desempenho de cada indicador possibilita a introdução de intervenções pontuais no sistema de transporte, cuja finalidade é melhorar o nível de desempenho daqueles indicadores que não atingiram, na avaliação, o padrão de desempenho mínimo estabelecido.

Por outro lado, é necessária a avaliação global do sistema, pois pode ocorrer que um indicador específico possua um desempenho maior ou menor que aquele apresentado pelo sistema. A avaliação global do nível de desempenho do sistema é obtida através da soma ponderada dos valores adimensionais de cada indicador com seu respectivo peso. Este valor adimensional é determinado por interpolação linear, enquanto os pesos são

obtidos pela média aritmética das notas atribuídas para cada indicador por um grupo de técnicos. As notas atribuídas secretamente indicam a importância de cada indicador, segundo o ponto de vista dos respectivos julgadores.

DAIBERT (1984) desenvolveu uma metodologia de avaliação de sistemas de transporte por ônibus na qual associa, simultaneamente, os indicadores de qualidade aos custos operacionais do sistema para uma demanda específica. Inicialmente é realizado um estudo comparativo de quatro modelos de operação, que podem ser usados para estimativa dos custos. Em seguida foi feito um estudo dos indicadores de desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus, onde as características do STCO foram divididas nas categorias de atributos, variáveis e indicadores.

Os atributos representam as características gerais associadas ao sistema como conforto, confiabilidade, rapidez e economia. Esses atributos incorporam diversas variáveis que, por sua vez, quando quantificadas corretamente fornecem o grau de satisfação dos usuários em relação a um atributo específico e ao sistema de transporte de passageiros por ônibus, através da agregação dos diversos atributos escolhidos. No entanto, para a quantificação dessas variáveis são usados indicadores de desempenho, sendo que para cada variável associou o indicador que tornasse possível e mais fácil sua mensuração. Para analisar o desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus, o autor relacionou quatro atributos, cinco variáveis e cinco indicadores (Quadro 2.3).

Foi fixado, primeiramente, com auxílio de métodos estatísticos, o nível de desempenho de cada indicador, os quais foram representados pelas letras alfabéticas de "A" a "E". Em seguida, para determinação do desempenho geral do STCO, procedeu-se a transformação dos valores numéricos dos

indicadores para um valor adimensional correspondente a uma escala cujos valores variavam de 0 a 100, conforme o nível A, B, C, D e E em que o indicador encontrava-se. O limite inferior da escala corresponde ao pior nível de desempenho (E), enquanto o limite superior é associado ao melhor (A). Os valores adimensionais, encontrados por interpolação linear (Figura 2.3), são então ponderados com os pesos de importância atribuídos a cada um dos indicadores. Feito isso, o desempenho geral do sistema é obtido pela simples soma dos resultados, já ponderados, dos valores numéricos encontrados para cada um dos indicadores.

QUADRO 2.3: Atributos, Variáveis e Indicadores Selecionados para Avaliação de Desempenho do STCO

ATRIBUTO	VARIÁVEL	INDICADOR
Economia	Custo Operacional	Custo Diário Total
Conforto	Densidade de Passageiros no Veículo	Taxa de passageiros por metro quadrado
Rapidez	Tempo de Viagem	Tempo no Interior do Veículo
	Tempo de Espera	Tempo Médio de Espera
Confiabilidade	Atrasos	Regularidade do Serviço

Fonte: DAIBERT, José Ricardo. Avaliação do Desempenho de Transporte Coletivo por Ônibus. Série teses. Brasília, 1985. p. 44.

KAWAMOTO (1984) estudou a relação entre o nível de serviço e custo de produção dos serviços de transporte, isto é, procurou analisar a influência do nível de serviço do sistema de transporte público de passageiros sobre os custos das empresas operadoras. Afirma que a elevação dos custos, decorrente de um melhor nível de serviço ofertado, pode ser contrabalançada pelo aumento do número de passageiros. Portanto, padrões mais elevados de serviço podem atrair uma parcela significativa de usuários não-cativos.

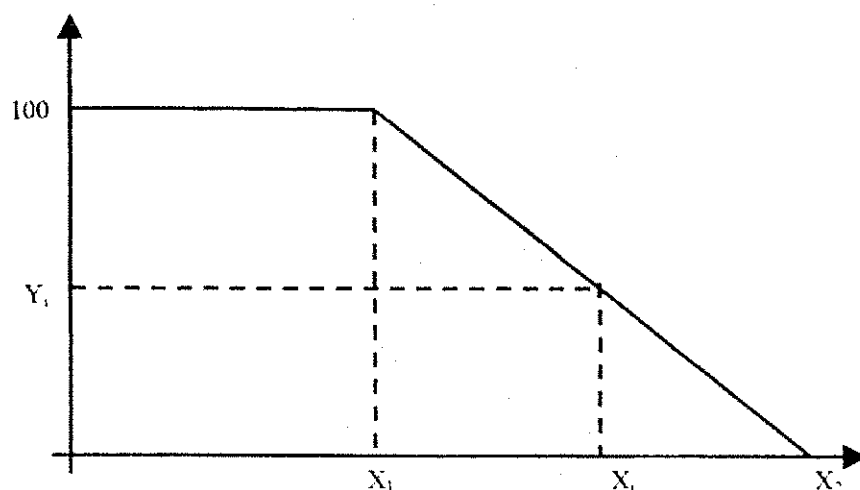


FIGURA 2.3: Transformação do Valor Calculado do Indicador para Valor Adimensional

Fonte : DAIBERT, José Ricardo. Avaliação do Desempenho de Transporte Coletivo por Ônibus. Série teses. Brasília, 1985. p. 54.

Após uma análise dos diversos tipos de função custo, concluiu que a função mais adequada para as empresas de transporte urbano de passageiros é constituída por quatro variáveis: quilômetro percorrido (q_k), horas de veículo em operação (h_k), número de veículos utilizados no horário de pico (n_k) e comprimento do itinerário (l_k). De acordo com KAWAMOTO, *op. cit.*, a função custo possui a seguinte forma $C = aq_k + bh_k + cn_k + dl_k$, onde C representa o custo total da empresa em um certo período de tempo e "a", "b", "c" e "d" são, respectivamente, os coeficientes de custos quilométrico, de horário, do veículo e por quilômetro da linha no período de tempo considerado. Para obtenção dos coeficientes da função procurou classificar os fatores de produção — mão-de-obra e capital — de acordo com as variáveis incluídas na equação custo definida anteriormente.

Conforme pôde ser verificado, as variáveis foram expressas em função de parâmetros operacionais que derivam as variáveis determinantes do nível de serviço, partindo dessa consideração foi possível a construção da

seguinte expressão representativa do custo operacional de uma linha de ônibus: $C = \alpha l + \beta f [l/V_{op} + \alpha (E_h/f)^{\beta} k + t_{ed} \sum \text{MAX}(P_{Ej}, P_{Dj}) + \Delta T] + e n_p + d l$,

Onde:

l : comprimento da rota;

V_{op} : velocidade operacional;

α, β : constantes obtidas por calibração que dependem da rota;

P_{Ej} : passageiros embarcados no ponto j ;

P_{Dj} : passageiros desembarcados no ponto j ;

f : frequência horária;

E_h : demanda horária;

n_p : número de veículos em operação no horário de pico.

As variáveis determinantes do nível de serviço, como frequência, velocidade operacional, número de veículos alocados em uma rota no horário de pico e fator de lotação, estão explícitas na equação proposta, permitindo que sejam avaliados os impactos da elevação do nível de serviço sobre os custos operacionais.

Para FARIA (1985), as características associadas ao tempo de viagem, desempenho do sistema e conforto, são realmente percebidas pelo usuário e influenciam sua atitude diante do sistema de transporte. As características associadas ao tempo de viagem são aquelas que demonstram o esforço do usuário em relação aos vários componentes do tempo total de viagem, como o tempo de espera, regularidade nos serviços, tempo de caminhada até o ponto de parada mais próximo e outros. As características de desempenho, tais como velocidade média, custo de viagem para o usuário e outras, indicam a capacidade de competitividade do transporte coletivo por ônibus com outros modos de transporte. As características que estabelecem as condições de conforto para o usuário são ventilação, iluminação, características do assento, aceleração/desaceleração, entre

outras. Estas características em conjunto e/ou individualmente condicionam significativamente a atitude do usuário ao uso de uma determinada modalidade de transporte.

O autor, então, procura captar a percepção do usuário quanto ao sistema de transporte coletivo por ônibus através da análise de um conjunto de trinta e quatro itens, determinados a partir de pesquisas científicas e práticas. A percepção do objeto social, no caso o ônibus, é estabelecida por técnicas psicométricas de agregação envolvendo diversos fatores, formando as atitudes e conseqüentemente a preferência e escolha. FARIA (1985) ainda afirma que a preocupação fundamental está relacionada com a técnica psicométrica utilizada no processo de agregação das características do sistema de transporte com as necessidades do indivíduo. Para tal, fez uso de duas escalas psicológicas, as quais sejam, método dos intervalos sucessivos e escala de atitude do tipo Likert.

A primeira possibilita a criação de intervalos, cuja finalidade é a obtenção dos intervalos entre os elementos considerados. Já a escala de atitude do tipo Likert, é composta de um série de proposições sobre a realidade psicossocial referente a atitude a ser estudada. A escala apresenta cinco possíveis respostas para cada proposição, ou seja, para cada pergunta é atribuído um valor numérico de 1 até 5. O resultado final, obtido por um indivíduo é determinado pela soma dos valores numéricos correspondente à cada pergunta.

Através da utilização das duas escalas, foi possível a determinação do grau de importância relativa entre as características do nível de serviço, com o uso do método dos intervalos sucessivos, e ao mesmo tempo identificar e conhecer a atitude do usuário em relação ao sistema de transporte coletivo, através da utilização da escala de atitude do tipo Likert. A metodologia

adotada por FARIA, *op. cit.*, apresentou resultados satisfatórios quando aplicada à três cidades de porte médio: Uberândia - MG, São Carlos - SP e Araraquara -SP.

ASSIS JR (1987) propõe uma metodologia para avaliação do desempenho e adequação de sistemas de transporte público por ônibus de cidades de porte médio em relação a sua estrutura urbana. Segundo o autor, os objetivos do trabalho são: (1) Estudar a estrutura urbana e suas interfaces com o sistema de transporte público urbano por ônibus, (2) Estudar o sistema de transporte público urbano por ônibus e suas interfaces com a estrutura urbana, (3) Propor um método simplificado de avaliação de sistemas de transporte público urbano por ônibus em função da estrutura urbana da cidade e (4) Aplicação do modelo em cinco cidades de porte médio.

Para concretização dos objetivos mencionados, estruturou um metodologia composta de cinco passos. O primeiro consiste na caracterização do Sistema de Transporte Público Urbano por Ônibus - STPUO. Para isso, faz-se necessário o conhecimento de todas as variáveis que exercem influência sobre o STPUO, como configuração de linhas e redes, abrangências de atendimento, frota, tarifa e carregamento. Intencionando-se com isso, posteriormente, relacionar as variáveis mais relevantes para o levantamento do desempenho operacional e do nível de serviço do sistema. No segundo passo é feita a caracterização da Estrutura Urbana (EU), onde através da análise das condições sócio-econômicas da cidade e do uso e ocupação do solo, torna-se possível a compreensão da estrutura urbana da cidade, enfatizando-se os aspectos de maior influência sobre o STPUO.

Em seguida, com base na análise dos estudos realizados nos dois primeiros passos, é feita a interação entre Estrutura Urbana (EU) x Sistema

de Transporte Público Urbano por Ônibus (STPUO). Essa fase compreende a análise dos aspectos da EU que podem influenciar o STPUO e dos aspectos do STPUO que podem exercer impactos sobre a EU.

O quarto passo, consiste na formulação do modelo. Nesta etapa, primeiramente, foi desenvolvido um modelo teórico de transporte público que representaria um padrão de normalidade quanto a oferta de serviços. O sistema de transporte público de passageiros, objeto de avaliação é, então, comparado com o modelo padrão. A partir desse cotejo tem-se a sua performance.

No entanto, para que isso ocorra, o modelo proposto deve permitir a avaliação da eficiência e da eficácia do STPUO. A análise da qualidade dos serviços, indicada pela eficácia do sistema, é realizada em duas partes. A primeira inclui somente a avaliação individual de cada um dos fatores que influenciam na qualidade do transporte. Cada um dos parâmetros selecionados para mensuração do desempenho do sistema deverá ser classificado em bom, regular e ruim, sendo atribuído ao conceito bom 3 (três) pontos, ao regular 2 (dois) pontos e ao ruim 1 (um) ponto.

A segunda parte corresponde a estimativa global do nível de serviço, feita através da média aritmética da pontuação recebida pelos parâmetros considerados. A eficiência, por sua vez, é avaliada pela análise de alguns indicadores de produtividade do sistema e investigando-se o desempenho individual e global de cada uma das ligações da rede espacial existente. O último passo, resume-se na aplicação prática do modelo a cinco cidades paulistas de porte médio, no caso: São José do Rio Preto, Araraquara, Ribeirão Preto, Marília e Bauru.

A Empresa Brasileira de Transportes Urbanos - EBTU (1988), propôs uma metodologia de avaliação que visa detectar falhas, no sentido de otimizar os equipamentos, racionalizar seus usos, e principalmente, o controle dos custos operacionais. Para tanto, classifica os indicadores de desempenho em quantitativos ou estruturais, qualitativos ou operacionais e econômicos ou de custeio.

Os indicadores qualitativos ou estruturais permitem o levantamento da oferta e sua adequação às linhas de transporte de ônibus existentes, como exemplo cita-se a densidade da rede de transporte público de passageiros, distribuição das rotas, índice de utilização de veículo, índice de lugares ofertados, capacidade de transporte e índice de conforto.

Na avaliação dos aspectos subjetivos, usam-se os indicadores operacionais, pois são capazes de revelar o quanto é bom o serviço ofertado pelo sistema de transporte público de passageiros, entre os quais encontram-se a velocidade operacional, regularidade, espaçamento médio entre paradas e desempenho operacional. Por fim, os indicadores econômicos tais como consumo de combustível, padrão tarifário, desempenho econômico, índice de produtividade e a rentabilidade média. Em geral, os indicadores econômicos dependem dos dois primeiros.

Os indicadores econômicos refletem a preocupação dos usuários com a tarifa e dos operadores com a redução de seus custos operacionais. Além desses três indicadores, a EBTU, *op. cit.*, sugere que sejam considerados mais alguns indicadores de extrema importância para avaliação do STPP, denominando-os de indicadores fundamentais, são estes: nível de serviço, oferta de transporte, desempenho operacional, eficiência, rentabilidade e a conveniência. Esses indicadores, obrigatoriamente, devem ser

considerados durante a avaliação de sistemas de transporte público de passageiros.

CARDOSO & PINHEIRO (1989), compreendendo a imprecisão existente na correta definição dos conceitos gerais ou abstratos envolvidos, no processo de avaliação de sistemas de transporte, tais como segurança, conforto, rapidez e outros, e no estabelecimento de uma relação entre eles e as variáveis que, são objeto de percepção direta por parte do usuário, comentam que os métodos de verificação da qualidade de serviço em transporte deverão, além de captarem a opinião do usuário, ser capazes de hierarquizar as diversas características operacionais em relação a cada um dos conceitos gerais [grifo nosso].

Partindo desse pressuposto, apresentaram uma metodologia capaz de estabelecer a relação entre as características operacionais concretas de um meio de transporte, avaliadas sob a ótica do usuário, e os critérios mais gerais ou abstratos componentes e objeto final dessa avaliação, priorizando aquelas variáveis de maior relevância na composição de cada critério.

Os atributos operacionais (características operacionais) como ventilação, limpeza interna do veículo e iluminação, foram escolhidos após o estudo de várias bibliografias sobre o tema e intensos debates em grupos de trabalho. Devido aos aspectos operacionais, esses autores enfatizam a necessidade da elaboração de um questionário específico para cada um dos conceitos arrolados, resultando em um número de questionários igual ao número de atributos operacionais. De acordo com CARDOSO & PINHEIRO, *op. cit.*, esse procedimento é aconselhável, pois pretende-se que o usuário reconstrua os conceitos abstratos ou gerais, a partir das condições objetivas do serviço ofertado, representadas pelas características operacionais incluídas em cada um dos conceitos considerados.

A escala atitudinal de Likert foi utilizada para medir a avaliação do usuário, sendo considerada pelos autores como a mais adequada para a aplicação de análises estatísticas desse tipo, na medida em que permite alguma flexibilidade ao entrevistado para expressar sua opinião, além de possibilitar uma distribuição simétrica, facilitando posteriormente o tratamento estatístico. A utilização da escala de atitude do tipo Likert, gera pontuações para cada variável ou característica operacional selecionada para caracterizar um atributo. No caso do estudo de CARDOSO & PINHEIRO, *op. cit.*, estas características operacionais foram conforto, rapidez e segurança. Com base nessa pontuação, determina-se o índice de avaliação global, índice médio e o índice relativo. O primeiro, de acordo com os autores, é calculado estatisticamente pela diferença entre as proporções positivas, geradas pelas respostas muito bom e bom, e as proporções negativas, geradas pelas respostas muito ruim e ruim. O segundo índice é definido através de média aritmética das pontuações obtidas por cada característica operacional.

O índice relativo para cada variável é calculado pela diferença entre o índice de avaliação da variável e o índice médio, conforme pode ser constatado na Tabela 2.1.

A priorização das variáveis é estabelecida pela relação entre o índice relativo dos atributos e o índice de conceito geral. O sinal indica o sentido de influência da variável, isto é o sinal positivo informa que o item em questão contribui positivamente na avaliação do conceito, já o sinal negativo significa que o item contribui negativamente na avaliação do atributo. A Tabela 2.2, ilustra e sintetiza a consideração anterior.

Observa-se, na tabela que a variável de maior importância positiva corresponde a conservação dos trens e a de maior contribuição negativa, ou seja, aquela que mais contribui para a queda da avaliação do atributo conforto é a variável lotação dos trens.

TABELA 2.1: Índice dos Atributos Relacionados com o Conforto

Itens	Índice de Avaliação	Índice Relativo de Importância
Lotação dos Trens	-18	-51
Limpeza dos Trens	81	48
Iluminação nos Trens	86	53
Ventilação nos Trens	11	-22
Lotação das Plataformas	-8	-41
Condição de Embarque/Desembarque	-11	-44
Barra de apoio nos Trens	50	17
Conservação dos Trens	88	55
Som do P.A do Trem	23	-10
Solavancos nas Freadas	24	-9
Conforto dos Trens(Aval. Geral)	51	18
Índice Médio	33	

Fonte: CARDOSO, Denise & PINHEIRO, Márcia. Uma Nova Metodologia de Avaliação do serviço de Transporte pelo Usuário. Revista dos Transportes Públicos, S. Paulo, nº 44, junho, 1989. p. 79-93.

TABELA 2.2: Hierarquia de Importância dos Atributos dentro do Conceito Conforto dos Trens

ORDENAÇÃO	ITENS
1 ^o	Lotação dos Trens (-)
2 ^o	Condições de Embarque/Desembarque (-)
3 ^o	Lotação das Plataformas (-)
4 ^o	Ventilação nos Trens (-)
5 ^o	Conservação dos Trens (+)
6 ^o	Iluminação dos Trens (+)
7 ^o	Limpeza (+)
8 ^o	Barra de Apoio (+)

Fonte: CARDOSO, Denise & PINHEIRO, Márcia. Uma Nova Metodologia de Avaliação do Serviço de Transporte pelo Usuário. Revista dos Transportes Públicos, S. Paulo, nº 44, junho, 1989. p. 79-93.

MACEDO (1991), enfoca a importância do tempo de viagem por transporte coletivo por ônibus nas cidades de porte médio, além de avaliar com auxílio de um modelo matemático a influência das principais características da cidade e do serviço de transporte no valor desse parâmetro. Salieta-se que este trabalho não trata, diretamente, de avaliação de desempenho de sistemas de transportes, porém sua relevância está no fato de abordar com profundidade um dos mais importantes indicadores de nível de serviço.

O estudo permite, entre outras, a identificação dos principais fatores endógenos e exógenos que atuam sobre o tempo de viagem. Segundo o autor, os fatores endógenos são aqueles intrínsecos ao sistema de transporte como veículo, via, usuário e a operação. Os fatores não diretamente ligados ao sistema são denominados como exógenos, entre eles têm-se o uso do solo, política habitacional e o formato da cidade. No estudo, é abordada a conexão existente entre o tempo objetivo e o tempo subjetivo, com o primeiro correspondendo ao tempo real de viagem e o segundo o tempo percebido pelo usuário do ponto de vista psicológico, de onde conclui que existe uma tendência por parte de vários pesquisadores em considerar o tempo subjetivo na avaliação do tempo de viagem.

São apresentados, também, vários métodos de determinação monetária do valor do tempo perdido ou ganho em transporte. E através da aplicação do modelo matemático proposto pelo autor, estima-se quantitativamente o quanto as características da cidade e/ou do sistema de transporte por ônibus podem influenciar no tempo de viagem dos usuários.

ANJOS (1994) aplicando a técnica estatística multivariada do tipo análise fatorial, efetua a avaliação do Sistema de Transporte Integrado de Aracaju, segundo a ótica do usuário. Para a consecução de seus objetivos, inicialmente, selecionou uma série de indicadores representativos da

eficiência e eficácia do sistema de transporte público de passageiros, devido na maioria das vezes os operadores e órgão gestor procurarem oferecer serviços de qualidade satisfatória aos usuários à custos razoáveis.

A decisão de se avaliar o sistema integrado de transporte de Aracaju pela ótica dos usuários está fundamentada na perspectiva de obter um maior conhecimento de suas expectativas e necessidades. Assim, para o autor, quando se deseja mensurar a qualidade do serviço, pensa-se, conseqüentemente, na satisfação total do consumidor, no caso o usuário considerado como componente principal na avaliação dos sistemas de transporte coletivo por ônibus.

ANJOS, *op. cit.*, ressalta a necessidade da consulta aos usuários, pois são eles os tomadores de decisão em relação a utilização de uma determinada modalidade de transporte e a realização ou não de uma viagem. Portanto, o conhecimento das atitudes dos usuários possibilita a definição de pontos a serem trabalhados subsidiando o planejamento operacional na escolha de uma política voltada para a melhoria da qualidade dos serviços.

Os conceitos arrolados pelo autor, para análise de desempenho do sistema integrado de Aracaju, foram segurança, rapidez, economia e conforto. Os aspectos relacionados com o conceito de segurança envolvem as características associadas ao veículo, ao treinamento de motoristas, as características do sistema viário e as condições de segurança contra roubos e agressões físicas. No conceito rapidez foram arroladas não apenas características relacionadas com o tempo de viagem, porém outras que expressassem a distância entre os pontos de ônibus, sinuosidade das linhas, confiabilidade e acessibilidade do sistema.

Para a avaliação do conceito economia foram selecionados o custo de viagem para o usuário e a venda antecipada de passagens. Já o grau de conforto é avaliado a partir da variação do desconforto que o sistema proporciona ao usuário, para isso são consideradas as seguintes características: altas temperaturas, limpeza, ventilação, aceleração inadequada dos veículos e tratamento inadequado por parte da tripulação aos usuários.

A aplicação do método estatístico multivariado do tipo análise fatorial, mostrou-se adequada nesse caso devido ao fato de substituir um grupo de variáveis por outro grupo menor de variáveis hipotéticas, denominadas de fatores. Esses fatores explicam a maior parte da variância do conjunto inicial de variáveis originais. O fator mais importante é o primeiro, pois explica a maior parcela da variância do conjunto inicial de variáveis, o segundo fator explica a maior parte da variância não explicada pelo primeiro, o terceiro a maior parte da variância não explicada pelos dois primeiros e assim sucessivamente até que toda a variância das variáveis selecionadas seja totalmente projetada sobre os fatores.

No caso do estudo realizado por ANJOS (1994), onde foram consideradas trinta e quatro variáveis; divididas entre os atributos segurança, rapidez, conforto e economia, a aplicação do método de análise fatorial gerou cinco fatores que sintetizam as trinta e quatro variáveis representativas do desempenho do sistema integrado de transporte de Aracaju.

O Fator 1, foi denominado de índice de desempenho dos operadores por agregar as variáveis que se relacionam com o desempenho dos operadores. O segundo fator produzido agrupava variáveis que se relacionavam com o tempo de viagem, por esse motivo foi chamado de índice de tempo de viagem. O terceiro fator reunia variáveis que

expressavam a conservação dos ônibus, sendo nomeado de índice de conservação dos veículos. O fator 4, denominado de índice de desempenho do sistema integrado de transporte de Aracaju, agregou as variáveis que resumiam algumas características físicas do sistema, enquanto o último fator, chamado de índice de conservação dos terminais reuniu as variáveis explicativas da conservação dos terminais. Como foi possível perceber, o método de análise fatorial apresenta-se como uma poderosa ferramenta estatística no tratamento de quantidades elevadas de dados possibilitando uma redução significativa sem prejuízo à qualidade e representatividade das variáveis consideradas.

ALVES (1995) concebendo que os interesses conflitantes quanto ao sistema de transporte coletivo por ônibus decorrem da existência de uma conjuntura, onde os agentes envolvidos, neste caso o órgão gestor, operador e usuário, possuem avaliações próprias, e em muitos casos diferenciadas dos diversos elementos, que conjuntamente se somam e causam impactos sobre o padrão do serviço ofertado, procura demonstrar que a qualidade no STCO, pode ser obtida conciliando-se os interesses dos três agentes envolvidos.

Para o equacionamento dos conflitos de interesses levantados, analisa e identifica as ações e o papel de cada um dos agentes constituintes do sistema, bem como dos atributos e das características associadas a cada atributo selecionado. Segundo o autor, o usuário se constitui no agente mais importante do STCO, e por esse motivo, a escolha dos atributos deve ser feita de acordo com sua percepção.

Pesquisas bibliográficas documentais e de campo foram feitas na intenção de averiguar e analisar os interesses e conflitos por parte dos envolvidos. Para o equacionamento dos interesses dos agentes, ALVES (1995) utilizou

os resultados da pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicada - IPEA junto aos operadores e órgãos gestores. De acordo com o autor, na pesquisa realizada pelo IPEA, foram entrevistados 113 órgãos de gerência, 44 empresas públicas, 165 empresas privadas e 80 instituições de pesquisa de transporte. Como a pesquisa do IPEA não considerou os usuários, ALVES, *op. cit.*, em sua dissertação de mestrado elaborou um questionário específico à ser aplicado junto aos passageiros do STCO, com vista a coletar informações sobre a qualidade do serviço consumido segundo a ótica destes.

Cabe salientar que a seleção dos atributos e de suas respectivas características (variáveis), ocorreu de duas maneiras. Em um primeiro momento, houve o cruzamento entre os atributos e variáveis propostos por KAWAMOTO (1984), TABOSA (1979), DAIBERT (1984) e FARIA (1985). Deste cruzamento, resultaram seis atributos e quarenta e cinco variáveis. Posteriormente, Alves, *op. cit.*, cotejou os atributos e variáveis provenientes do passo anterior com aqueles considerados pelo IPEA, onde pôde constatar a compatibilidade entre os mesmos. No entanto, apenas os atributos e as variáveis que tiveram representatividade na forma de prioridade em pontuação de zero à cinco, entre os agentes gestores e operadores foram considerados, possibilitando uma redução de quarenta e cinco para 25 vinte e cinco variáveis representativas dos atributos considerados.

Baseados nesses seis atributos e vinte e cinco variáveis selecionadas, foram elaborados os questionários para as entrevistas de opinião junto aos usuários do sistema. Esse procedimento facilitou, posteriormente, a avaliação isolada de cada atributo, identificando-se as características do STCO mais relevantes para os três agentes. A técnica usada para o equacionamento dos interesses conflitantes foi a mesma utilizada pelo

IPEA em suas pesquisas, consistindo de uma análise das prioridades de 1 à 3 para as características que apresentaram representatividade acima de 40%, dentre as características incluídas para avaliação de um determinado atributo para os três agentes.

Há algum tempo vários órgãos gestores desenvolveram metodologias próprias de avaliação das empresas operadoras, tendo por finalidade detectar a qualidade dos serviços prestados aos usuários do sistema de transporte coletivo por ônibus. Para exemplificar, podemos citar a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos - EMTU de Recife que desde 1991 efetua a avaliação das empresas de ônibus urbano que operam na Região Metropolitana de Recife - RMR

A despeito disso, Pina *et al* (1997), afirmaram que a metodologia foi inteiramente desenvolvida pelo corpo técnico da EMTU/Recife e, constituiu-se em um procedimento inédito no país para avaliar a performance individual de cada empresa operadora do sistema.

Segundo os autores, durante a elaboração do modelo primou-se, sobremaneira, pela eliminação de aspectos subjetivos em todas as fases do processo de avaliação, pela inexistência de interferências pessoais e pela concepção de um modelo de fácil entendimento por todos os envolvidos, os quais são: órgão gestor, empresas operadoras e a comunidade usuária do sistema de transporte coletivo por ônibus na RMR.

Ainda, conforme os próprios autores afirmam, o modelo de avaliação da EMTU/Recife, além da avaliação das empresas operadoras quanto ao nível de serviço, fornece embasamentos palpáveis para a suspensão provisória ou permanente daquela permissionária que, de maneira repetitiva não atingir o padrão mínimo de desempenho definido pela EMTU/Recife. As

avaliações são realizadas semestralmente, originando um dossiê onde encontram-se os resultados da avaliação e determinações a serem cumpridas pelas operadoras, objetivando com isso elevar o conceito das empresas.

Os elementos e itens considerados pela metodologia da EMTU/Recife são apresentados no Quadro 2.4, juntamente, com seus respectivos pesos de importância. Como é observado, a caracterização da frota é estabelecida pela idade média dos veículos. Com base na idade média da frota, a empresa recebe uma pontuação inteira no intervalo de 0 à 10, onde a nota zero é dada à operadora cuja a idade média da frota exceder a sete anos.

QUADRO 2.4: Elementos e Itens Considerados na Avaliação das Empresas Operadoras da Região Metropolitana de Recife

ELEMENTOS	ITENS	PESO/ELEMENTO	PESO/ITENS
Caracterização da Frota	Idade Média da Frota	1,0	1,0
Instalações de Garagens	Área de Estacionamento	0,5	4,0
	Área Administrativa		1,5
	Área de Oficina		3,0
	Alojamentos		1,5
Desempenho Operacional	Índice de Produtividade	4,0	4,0
	Índice de Viagens		2,0
	Índice de Frota		2,0
	Índice de Quebra		2,0
Reclamações dos Usuários	Reclamações dos Usuários por Telefone e as Registradas por Escrito pelas Comunidades	1,0	1,0
Penalidades	Multas de Fiscalização	1,5	4,0
	Multas de Escritório		6,0
Custos	Rendimento Específico de Combustível	2,0	4,0
	Índice de Renovação de Frota		6,0
Total		10	

Fonte: PINA *et al.* Avaliação de Empresas Operadoras: Uma Análise dos Resultados da Metodologia da EMTU/Recife. In: 11^o CONGRESSO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS (Quadro Adaptado).

Para os elementos: instalações de garagem, desempenho operacional, reclamações dos usuários, penalidades e custos, também, é estabelecida uma pontuação inteira no intervalo de 0 à 10, sendo que a empresa operadora obtém nota máxima sempre que atingir o padrão mínimo adotado pela EMTU/Recife para cada item. A nota final de cada empresa é determinada pela soma ponderada da pontuação de cada elemento avaliado, com o conceito da empresa sendo dado em função do intervalo em que estiver contida sua nota final, conforme mostrado no Quadro 2.5.

QUADRO 2.5: Pontuação e Conceito Final Referente à Avaliação das Empresas Operadoras da RMR

NOTA FINAL(NF)	CONCEITO
$9 \leq NF \leq 10$	Ótimo
$7 \leq NF < 9$	Excelente
$5 \leq NF < 7$	Bom
$3 \leq NF < 5$	Ruim
$NF < 3$	Péssimo

Fonte: PINA *et al.* Avaliação de Empresas Operadoras: Uma Análise dos Resultados da Metodologia da EMTU/Recife. In: 11^º CONGRESSO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS (Quadro Adaptado).

2.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo sobre o estado da arte, referente à avaliação de desempenho dos sistemas de transporte públicos de passageiros, foi possível verificar a existência de uma variedade de conceitos e metodologias empregadas. Constatando-se que os referidos procedimentos metodológicos desenvolvidos e propostos, possuem restrições quanto a consideração simultânea dos diversos atores envolvidos, seus interesses e objetivos. Esta multiplicidade de agentes e interesses torna a avaliação dos sistemas de transportes por ônibus uma tarefa complexa.

Por isso, em geral o desempenho do STCO é avaliado a partir da ótica de um dos agentes participantes do sistema. Sendo que na maioria das vezes, este agente é o usuário, por ser considerado entre os planejadores e analistas, a principal razão da existência do sistema de transporte coletivo por ônibus. Desta maneira o sistema deve ser planejado para atender, sobretudo, os interesses deste grupo específico.

Entre as várias referências bibliográficas consultadas, merecem destaque devido suas contribuições para a realização deste trabalho os estudos desenvolvidos por, ALVES (1995), CARDOSO & PINHEIRO (1989), NEVES (1985), ANJOS (1994) e DAIBERT (1984), com ênfase para os dois primeiros, pois ALVES, *op. cit.*, desenvolve uma metodologia que procura equacionar os pontos de vista de usuários, operadores e poder público, sem conseguir, no entanto, enquadrá-los ao mesmo tempo numa única estrutura, a fim de reduzir ou eliminar os interesses conflitantes. Enquanto CARDOSO & PINHEIRO, *op. cit.*, apresentam uma metodologia que procura fornecer a ordem de importância relativa de algumas características de desempenho consideradas, a partir da ótica do usuário.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS - STCO

3.1- INTRODUÇÃO

O acelerado fenômeno de urbanização ocorrido no Brasil, decorrente do intenso processo de industrialização verificado no início dos anos de 1950, modificou profundamente a configuração espacial, a hierarquia de tamanho e a dinâmica das aglomerações urbanas brasileiras.

Esta tendência de urbanização foi confirmada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no censo de 1991 indicando que aproximadamente 76% da população brasileira reside em cidades, isto corresponde cerca de 110 milhões de pessoas. Nesta mesma pesquisa censitária verificou-se a existência de 12 cidades com mais de um milhão de habitantes, 30 cidades com mais de 300 mil habitantes e outras 150 superando 100 mil habitantes. Em apenas três décadas o número de cidades com mais de um milhão de habitantes cresceu quase duas vezes e meia.

Este crescimento repentino, teve reflexos negativos na vida dos moradores urbanos, em virtude da carência de infra-estrutura. Nesse sentido, a infra-estrutura de transporte surge como fator imprescindível à mobilidade dos habitantes urbanos, principalmente quando leva-se em consideração o modelo de urbanização imposto pelo capital especulativo imobiliário e a

falta de uma política efetiva de planejamento das autoridades públicas, no tocante ao uso e ocupação do solo urbano.

Neste modelo de urbanização, amplamente adotado pela maioria das cidades brasileiras, a população mais pobre foi forçada a se deslocar para as periferias, isto pode ser verificado através da Tabela 3.1.

TABELA 3.1: Comparação entre o Crescimento Populacional dos Núcleos e Periferias das RM's

Núcleo Metropolitano e Regiões Periféricas das Regiões Metropolitanas(RM)	População		Taxa Média Anual de Crescimento(%)
	Habitantes(x1000) 1970	1980	
São Paulo	5.872	8.338	3,6
Periferia da RM	1.993	3.845	6,8
Rio de Janeiro	4.252	5.903	3,3
Periferia da RM	2.586	2.923	1,2
Belo Horizonte	1.228	1.776	3,8
Periferia da RM	273	687	9,7
Recife	1.046	1.194	1,3
Periferia da RM	603	949	4,6
Salvador	1.005	1.504	4,1
Periferia da RM	73	197	10,5
Porto Alegre	897	1.115	2,5
Periferia da RM	539	1.034	6,7
Curitiba	585	1.026	5,8
Periferia da RM	72	302	15,4
Fortaleza	828	1.309	4,7
Periferia da RM	48	194	15,0
Belém	603	827	3,2
Periferia da RM	3	7	8,9

Fonte: Sistema de Transporte Coletivo Urbano por Ônibus, Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte – Mercedes-Benz do Brasil S.A, 1987. p. 6.

Sendo assim, é necessário oferecer a essa parcela da sociedade, na maioria das vezes completamente dependente do transporte público, condições adequadas de acesso as compras, a escola, ao lazer e de forma preponderante ao trabalho. Nesse sentido o STCO, devido principalmente a forma de exploração predominantemente privada e o baixo nível de renda da população, associados à sua flexibilidade, menor custo de investimento

e melhor resposta econômica na exploração, tem tido a preferência dos empresários, e por isso, escolhido para desempenhar tão importante tarefa.

Neste capítulo, serão apresentados aspectos operacionais do sistema que de alguma forma exercem influências diretas ou indiretas em seu desempenho. Inicia-se enfocando a importância do STCO dentro do contexto urbano e sua participação no transporte de passageiros. Posteriormente é feito um estudo das perspectivas dessa modalidade de transporte nas Regiões Metropolitanas, capitais não integrantes de regiões metropolitanas e nas principais cidades de porte-médio do Brasil.

Em seguida, trata-se das relações entre os diversos atores intervenientes e envolvidos na produção e consumo do STCO, bem como dos instrumentos legais para regulamentação do sistema. Abre-se também espaço para uma abordagem sobre as dificuldades existentes na exploração do STCO e as várias estruturas tarifárias. Finaliza-se o capítulo com uma discussão sobre os principais mecanismos de compensação tarifária utilizados, os modelos nacionais de ônibus urbanos e as inovações tecnológicas introduzidas no setor.

3.2 - A PARTICIPAÇÃO DA MODALIDADE ÔNIBUS NO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS URBANOS NO BRASIL

No Brasil, o modal ônibus é sinônimo de transporte coletivo urbano, pois se constitui na modalidade básica de transporte de passageiros nas cidades brasileiras, isto é, o transporte coletivo no país está fundamentado basicamente no ônibus. Estima-se que o ônibus é responsável por 60% à 65% do total de viagens urbanas realizadas no Brasil. De acordo com Cloraldino Severo & Associados - CS&A (1991), no ano de 1989 o STCO transportou aproximadamente 43,8 milhões de passageiros por dia nas

idades brasileiras, salientando-se que não foram levadas em consideração as cidades de pequeno porte, ou seja, aquelas com população igual ou menor a 20 mil habitantes. O estudo constatou que 65,5% dessas viagens foram realizadas nas Regiões Metropolitanas - RM's e deste total (31,5%) em São Paulo, (21,7%) Rio de Janeiro e (9,8%) em Belo Horizonte que juntas respondem por 63% do total de viagens efetuadas por ônibus nas RM's (Tabela 3.2).

TABELA 3.2: Quantidade de Passageiros Transportados e Viagens Diárias por Habitantes nas RM'S

Área Metropolitana	Passageiros por dia em Milhares	Participação Relativa	Viagens Diárias por Habitantes
Belém	1.449	5,05	1,242
Fortaleza	1.496	5,21	0,781
Recife	1.819	6,34	0,712
Salvador	1.742	6,07	0,750
Belo Horizonte	2.822	9,84	0,855
Rio de Janeiro	6.234	21,73	0,583
São Paulo	9.032	31,48	0,555
Curitiba	1.422	4,95	0,747
Porto Alegre	1.879	6,55	0,679
Brasília	797	2,78	0,455
Total	26.6293	100,0	0,638

Fonte: Transporte de Passageiros no Brasil - Ônibus Urbano, Cloraldino Severo e Associados - CS&A, 1991. p. 17.

Nas 16 capitais não integrantes das RM's, foram transportados aproximadamente 5 milhões de passageiros por dia, destacando-se as cidades de Goiânia, Manaus, Vitória e Maceió que associadas transportam diariamente 54,7% do total de passageiros que utilizam o ônibus urbano nas cidades brasileiras não pertencentes as RM's. Por sua vez, dos 162 municípios incluídos na categoria de porte médio, segundo a CS&A Consultorias, *op. cit.*, existiam informações sobre o STCO de apenas 62 municípios, onde foi constatado uma movimentação de 9,7 milhões de passageiros/dia.

Foi verificado que 66,5% dos passageiros que viajavam diariamente de ônibus residiam nos municípios que transportavam 100 mil ou mais passageiros por dia. Devendo-se destacar que as cidades de Campinas, Juiz de Fora, Santos, Joinville, Sorocaba e São José dos Campos, em conjunto, eram responsáveis pelo transporte diário de 2,1 milhões de passageiros.

Em outro estudo mais recente, publicado pela ANTP (1996, p. 20), foi verificada uma tendência de queda no volume de passageiros transportados em 15 capitais e 16 cidades de porte-médio do Brasil, entre os anos de 1991 e 1993, como pode ser verificado na Tabela abaixo.

TABELA 3.3: Declínio do uso do Transporte Público por ônibus Urbano no Brasil

Discriminação	1991	1993	Redução em %
	Passag./ano(milhões)	Passag./ano(milhões)	
Capitais	5.300	4.857	8,4
Cidades Médias	962	901	6,3

Fonte: Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP, Transporte Humano Cidades com Qualidade de Vida, 1996. p. 20.

3.3 - PERSPECTIVAS DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS

Foi visto que o ônibus é a principal modalidade de transporte de passageiros nas cidades brasileiras, viabilizando o acesso da maior parcela da comunidade às atividades econômicas e sociais que ocorrem simultaneamente nos centros urbanos. O papel de importante atividade meio desempenhada pelo ônibus tende a aumentar ainda mais até o final da década de noventa. Pelo menos é o que mostram os resultados dos

estudos de CS&A - Consultorias, *op. cit.*, em virtude da pequena perspectiva de ampliar-se a participação relativa dos trens urbanos e metrô no transporte de passageiros.

Isso deve-se, em primeiro lugar, ao fato de que os investimentos em infraestrutura ferroviária, para transporte de passageiros não atraem a iniciativa privada, pois se constitui em uma atividade deficitária, necessitando de elevado investimento inicial e possuindo longo tempo de retorno de capital. Em segundo, com a retirada do governo federal da operação de ferrovias urbanas, os Estados, à exceção de São Paulo, não têm condições de assumir os encargos e conduzir programas de recuperação e ampliação. Dentro desse contexto, espera-se que o transporte coletivo por ônibus esteja transportando no início do próximo século cerca de 56,3 milhões de pessoas/dia (CS&A, 1996).

Na Tabela 3.4 a seguir é apresentada a evolução, até o final da década, do número estimado de passageiros diariamente transportados nas RM's, capitais não integrantes das RM's e cidades de porte-médio. Observa-se que, a distribuição da demanda não deverá modificar-se acentuadamente em relação a atual. Apesar de uma ligeira queda as RM's continuarão a responder por 2/3 do transporte de passageiros por ônibus no Brasil. De acordo com o estudo supracitado, a distribuição da demanda entre as dez principais regiões metropolitanas no ano de 2000 deverá ser provavelmente a seguinte: São Paulo (32,5%), Rio de Janeiro (22,1%), Belo Horizonte (7,5%), Porto Alegre (6,4%), Recife (6,2%), Salvador (6,0%), Fortaleza (5,4%), Curitiba (5,2%), Brasília (4,9%) e Belém (3,7%).

Ainda de acordo com os dados do estudo realizado pela CS&A Consultorias, *op. cit.*, nas capitais não pertencentes as RM's e cidades de porte médio, o número de passageiros diariamente transportados por

ônibus crescerá respectivamente em 2,6 e 3,8 milhões. No início do próximo século o STCO de sete capitais estarão transportando diariamente mais de 500 mil passageiros/dia. No que se refere as cidades de porte médio, com 100 mil ou mais passageiros transportados por dia, ocorrerá um crescimento elevado na demanda.

TABELA 3.4: Evolução do Número de Passageiros Transportados Diariamente até o Ano de 2000

Discriminação	Passageiros por dia (em milhares)		
	1990	1995	2000
Regiões Metropolitanas	28.625,1 (64%)	31.590,3 (63,0%)	34.774,3 (61,9%)
Capitais de Estados	6.125,8 (13,7%)	7.075,0 (14,0%)	7996,4 (14,2%)
Cidades de Porte Médio	9.949,6 (22,3%)	11.549,7 (23,%)	13.447,9 (23,9%)
TOTAL	44.700,5 (100,0%)	50.155,2 (100,0%)	56.218,6(100,0%)

Fonte: Transporte de Passageiros no Brasil – Ônibus Urbano, Cloraldino Severo e Associados – CS&A, 1991. p. 121.

Estima-se que no final da década de 1990, segundo o referido estudo, estas cidades atinjam a ordem de 5,5 milhões de passageiros/dia, destacando-se as cidades de Rio Preto, Londrina, Foz do Iguaçu, Uberlândia, Joinville e Nova Friburgo, que tendem a apresentar uma taxa de crescimento superior àquela esperada para a categoria.

3.4 - ATORES OU AGENTES INTERVENIENTES DO STCO

A produção dos serviços de transporte coletivo por ônibus envolve o interesse de diversos grupos. Não obstante, tais interesses, algumas vezes, são conflitantes, e em geral, quando as expectativas de um determinado grupo são satisfeitas, criam-se problemas para os demais, gerando descontentamentos que em alguns casos ocasionam convulsões sociais e

que não raras vezes terminam em depredações do sistema de transporte público de passageiros.

Para DICESARES, *apud* NEVES (1985), os elementos constituintes dos sistemas de transporte público podem ser classificados em usuários e não-usuários, sendo que os interesses das empresas operadoras são representados em ambos os grupos. No entanto, é mais comum os atores intervenientes do STCO serem divididos em usuários, operadores e poder público. Os usuários se utilizam do STCO para suprirem suas necessidades de deslocamento. Na utilização de um modo de transporte, este segmento pondera uma série de atributos, tais como segurança, rapidez e conforto. Constitui-se de um elemento importante na avaliação de sistemas de transporte, pois "(...) são eles em última análise que tomam as decisões de utilizar um determinado modo de transporte e de realizar ou não uma viagem, tomando-se fundamental saber como eles pensam e quais são suas atitudes" (PANIZO, 1981).

Os operadores são responsáveis pela operação do STCO. No caso do Brasil as empresas operadoras são predominantemente privadas, investindo na aquisição de veículos, garagem, na contratação de pessoal, entre outros, e têm por finalidade o retorno do investimento. Os empresários se preocupam basicamente com as variáveis que influenciam o custo e a receita resultantes da operação do sistema de transporte coletivo por ônibus, ou seja, é de interesse dos operadores que a receita seja maior que as despesas operacionais. Para o operador o transporte público pode ser focalizado através do aspecto econômico, operacional, trabalhista e empresarial.

O Poder Público responsabiliza-se pela produção dos serviços públicos de transporte. Cabe ao poder público municipal ou metropolitano, conforme o

caso, entre outras atribuições, regulamentar, planejar, programar e fiscalizar estes serviços de transporte público.

No planejamento e operação do STCO o poder público está constantemente interagindo com o usuário e operador. Suas decisões afetam ambos os grupos e, por esse motivo, exerce a função de mediador dos conflitos de interesses, valendo-se para tanto de legislação específica.

Deve-se ressaltar que o poder público tem também, a responsabilidade de resguardar os interesses da comunidade em decorrência dos problemas externos provenientes da operação do STCO, entre os quais estão o ruído excessivo, poluição ambiental e conflito do solo lindeiro. Destarte, cabe ao poder público, mais especificamente ao órgão concedente ou permissionário agir como representante dos interesses de usuários e empresas, buscando estabelecer o ponto de equilíbrio do sistema (NEVES, *op. cit.*).

3.5 - INSTRUMENTOS LEGAIS PARA REGULAMENTAÇÃO DO STCO

No que se refere a regulamentação, a Constituição Federal promulgada em 1988, estabelece que compete aos municípios "(...) organizar e prestar diretamente ou em regime de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local, incluindo os de transporte coletivo que tem caráter essencial"(art.- 30, inc.V).

Do ponto de vista administrativo o serviço de transporte poderá ser executado de forma centralizada ou descentralizada. No primeiro caso o serviço é executado pelo próprio município, podendo ocorrer de maneira direta ou indireta.

Na forma de execução direta a prefeitura responsabiliza-se pela compra de ônibus, equipamentos de manutenção, pela construção de garagens, contratação de operadores, fiscais, mecânicos e outros. A execução indireta dos serviços de transporte coletivo ocorre quando a prefeitura contrata uma empresa privada para prestar os serviços de transporte urbano de passageiros.

Quando a execução do serviço de transporte coletivo urbano de passageiros é descentralizada, ela pode ocorrer por via outorga ou por delegação. Na hipótese de via outorga a execução pode ser direta ou indireta, enquanto na hipótese de delegação ocorre, unicamente de forma indireta, através de concessão, permissão ou autorização.

A concessão consiste na transferência da execução dos serviços do poder público à terceiros, por intermédio de concorrência licitatória, culminando em um contrato, onde o concessionário executa o serviço por sua conta e risco e prazo determinado, submetido a regulamentação própria e fiscalização do poder concedente.

A permissão de serviço, corresponde a delegação, a título precário, mediante licitação, da prestação de serviços públicos, feita pelo poder concedente à pessoa física ou jurídica que demonstre capacidade para seu desempenho por conta e risco (lei federal nº 8.987/95). Sendo precária a permissão pode ser revogada a qualquer momento pelo poder público.

Já a autorização, constitui-se em um instituto que para os casos específicos da execução continuada de serviços de transporte coletivo urbano encontra-se em total desuso, uma vez que sua precariedade e o total desamparo legal, em que é colocada a empresa operadora de constituição privada, frente ao poder público, levaram os primeiros a não se sujeitarem a

tal regime jurídico, fazendo com que o poder público praticamente abandonasse a sua utilização, além de que tal regime jurídico não é previsto no artigo - 30 e Inciso V da constituição federal de 1988. Por fim, a Figura 3.1 sintetiza todas as alternativas de regulamentação apresentadas anteriormente.

3.6 - DIFICULDADES DE EXPLORAÇÃO DO STCO

3.6.1 - Competição do Modal Ônibus com o Automóvel

A concorrência desigual com o automóvel particular e a distribuição irregular da demanda exercem forte influência sobre o padrão de oferta do STCO. Apesar da importância do sistema de transporte coletivo por ônibus para as cidades brasileiras, o modal ônibus tem sofrido uma severa concorrência do transporte individual.

O aumento do número de automóveis nas vias dos grandes centros urbanos tem proporcionado uma queda na mobilidade dos deslocamentos de toda a comunidade, congestionamentos e contribuído para a elevação do número de acidentes, como pode ser visto no Gráfico 3.1.

Segundo FIGUEROA, *apud* DE TONI (1994), o transporte particular é em média 20% mais caro que o transporte público de passageiros, além de consumir dez vezes mais energia. Os prejuízos com congestionamentos e acidentes são de aproximadamente 25 milhões de dólares por ano na Grã-Bretanha e 500 milhões dólares por ano em São Paulo (ANTP, 1989).

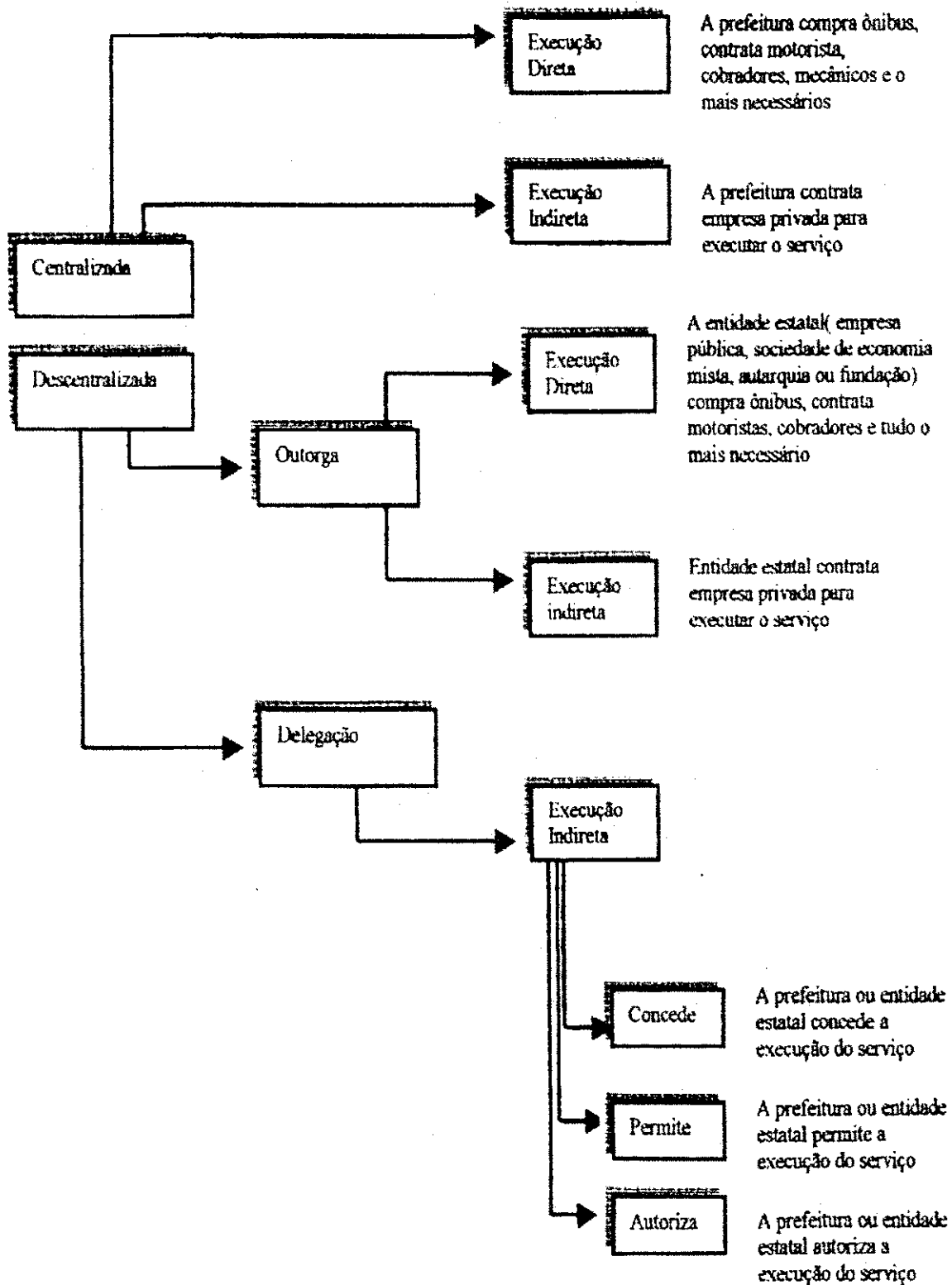


Figura 3.1 : Alternativas de Regulamentação do Transporte Urbano de Passageiros.

Fonte : Transporte Humano - Cidades com Qualidade de Vida- ANTP, 1996

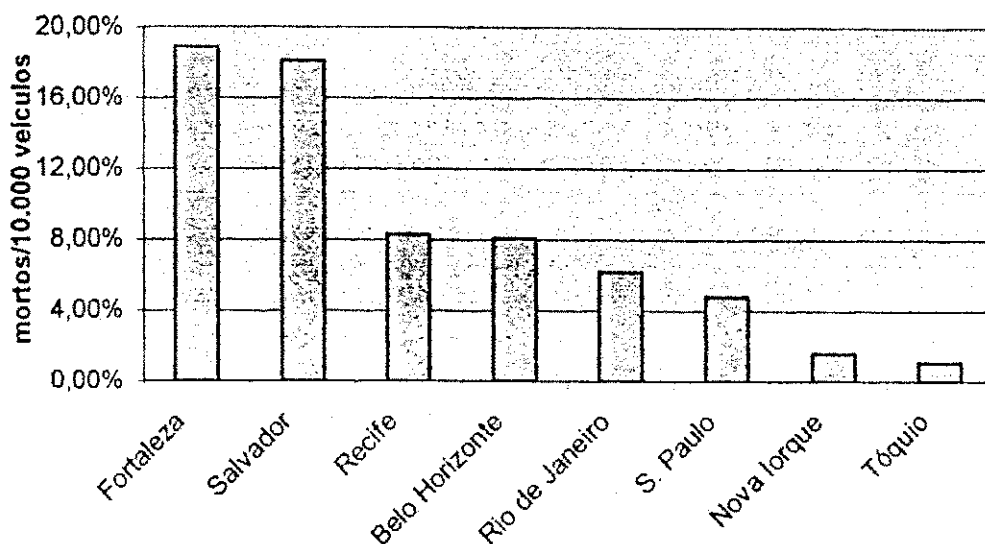


GRÁFICO 3.1: Índice de Acidentes em Áreas Urbanas

Fonte: Transporte Humano - Cidades com Qualidade de Vida, ANTP, 1996. p. 25.

Acrescente a isso o fato do transporte individual ocupar vinte e quatro vezes mais espaço para transportar o mesmo número de passageiros, além de poluir mais que o transporte coletivo por ônibus, como pode ser verificado no Gráfico 3.2. De acordo com BRINCO, *apud* DE TONI, *op. cit.*, nos EUA, por exemplo, o automóvel é responsável por 42% de toda a poluição atmosférica.

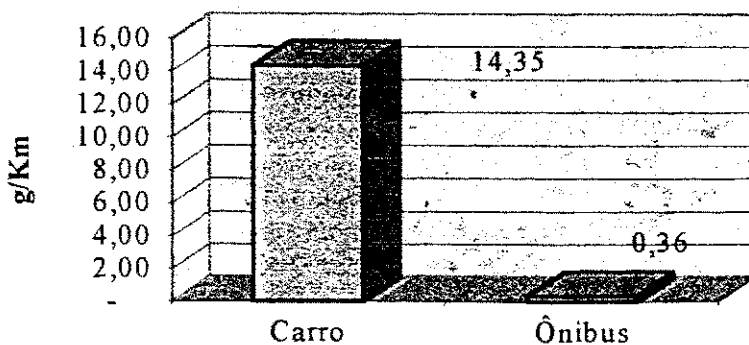


GRÁFICO 3.2 - Emissão de Poluentes por Ônibus e Automóvel

Fonte: Transporte Humano - Cidades com Qualidade de Vida, ANTP, 1996. p. 24.

Com os congestionamentos a velocidade comercial dos ônibus urbanos tem diminuído, gerando o aumento do tempo de espera e de viagem. Para oferecer um serviço equivalente, torna-se necessário aumentar o número de veículos em operação, resultando em elevação do custo operacional que não pode ser repassada de forma imediata para a tarifa. Com isso, o operador tende a não aumentar o número de veículos da frota operante, a fim de compensar a diminuição da velocidade comercial, provocando uma deterioração gradativa da qualidade do serviço ofertado. Por sua vez, o usuário de maior poder aquisitivo, na maioria das vezes não-cativo, acaba optando pelo transporte individual para efetivação de seus deslocamentos, ocorrendo uma realimentação do processo acima, conforme pode ser verificado na Figura 3.2.

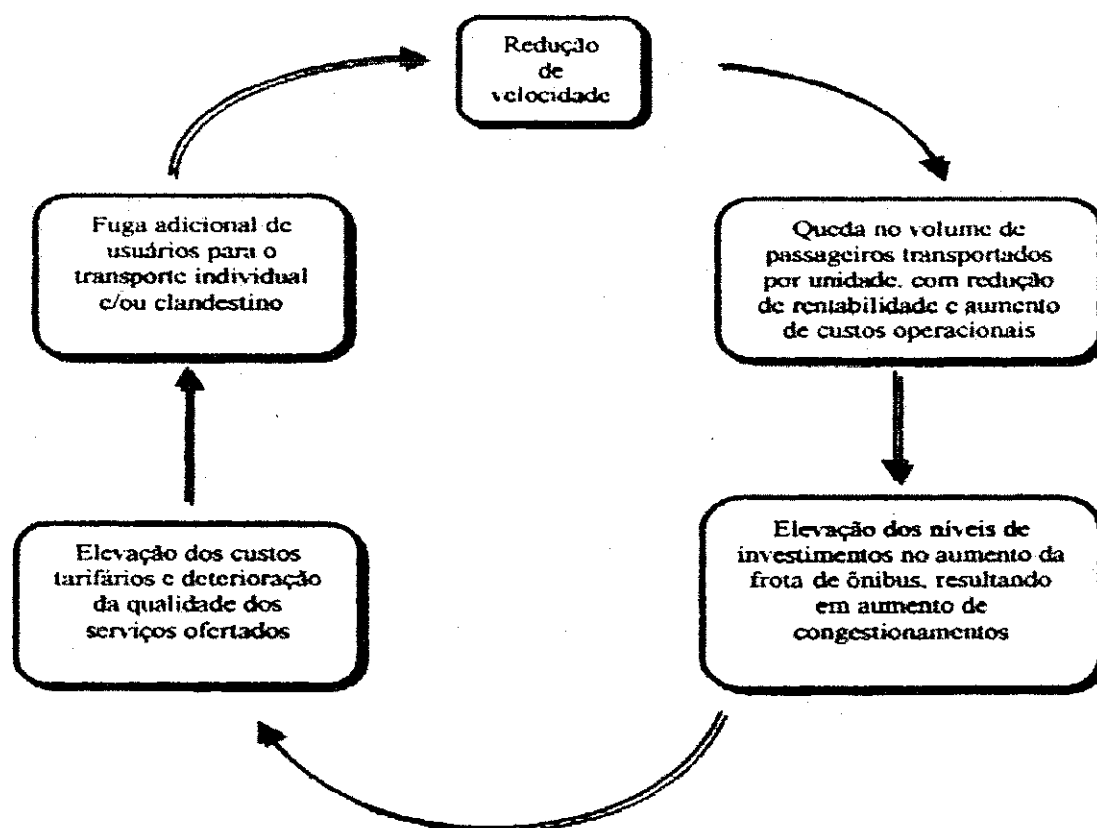


FIGURA 3.2 - Processo Cumulativo do Transporte Coletivo por Ônibus
 Fonte: TABOSA, Tibério C. M. Inter-relacionamento entre Atributos de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus. PUC, Rio de Janeiro, 1979. p.8.

Assim sendo, dada a pouca disponibilidade de vias urbanas, poluição sonora e do ar, entre outras, existe a necessidade urgente de racionalização do transporte coletivo por ônibus, com a finalidade de proporcionar maior mobilidade a população, diminuir o desgaste dos sistemas de transportes públicos, melhorar a urbanização, reduzir o número de acidentes, elevar a qualidade de vida da população urbana, diminuir o consumo de combustível e outros.

3.6.2 - Distribuição Irregular da Demanda

A demanda do transporte coletivo por ônibus possui a peculiaridade de ser variável ao longo de todo um dia de operação, contribuindo para a ociosidade do sistema na maior parte do dia, pois se apresenta concentrada em faixas horárias específicas e, em geral, de curta duração. Essa distribuição irregular da demanda é consequência das viagens pendulares (domicílio-trabalho e trabalho-domicílio), que são as mais numerosas do total da demanda que solicita o STCO (TABOSA, *op. cit.*).

Geralmente, observa-se dois períodos de concentração da demanda, denominados de períodos de pico. O primeiro horário de pico ocorre nos primeiros horários da manhã no sentido bairro-centro e outro no início da noite no sentido oposto. Nas cidades em que a população possui o hábito de almoçar em casa são verificados quatro horários de picos, sendo dois no sentido bairro-centro e dois no sentido contrário.

A concentração da demanda em horários específicos concorre para que uma grande parte da infra-estrutura do sistema permaneça ociosa, e portanto sub-utilizada durante a maior parte do dia, uma vez que a quantidade de veículos é calculada para o atendimento da demanda no horário de pico, elevando os custos operacionais do sistema como foi afirmado por OLIVEIRA (*apud*, TABOSA, *op. cit.*) "Os custos operacionais

das frotas de ônibus são inflacionados pela forma de distribuição da demanda pelo serviço, durante um período determinado. Estima-se que durante a semana, os passageiros transportados por ônibus entre cinco horas da manhã e meia-noite, compõem-se de dois grupos: metade nos períodos de 7 às 9 horas e 16 às 18 horas e a outra metade no restante do tempo. Isto mostra uma enorme concentração da demanda num intervalo extremamente pequeno de quatro horas, enquanto que nas quinze horas restantes subsiste uma forte sub-utilização."

Alguns planejadores, procurando minimizar o tempo de ociosidade da infraestrutura do sistema de transporte coletivo por ônibus, propõem o escalonamento de horários das diversas atividades desenvolvidas na cidade, associado ao estabelecimento de tarifas promocionais para os usuários que realizarem viagens no período de entre-picos. Deve-se ressaltar que, além da variação horária da demanda, merecem atenção a variação semanal e mensal, sendo que o conhecimento desta última permite a adequação da frota em operação nos períodos atípicos, como por exemplo, nos quais tenha-se a ocorrência de férias escolares e/ou a realização de algum evento importante, onde ocorre um grande afluxo de turistas para a cidade

3.7 - ESTRUTURA TARIFÁRIA

A estrutura tarifária se constitui em um instrumento de grande força na elaboração e implantação de uma política de transporte. Ela significa a implantação de um mecanismo de distribuição dos custos de produção entre os diversos usuários. Os tipos de estrutura tarifária são basicamente cinco: tarifa única, tarifa única por linha, tarifa graduada, tarifa por zona e tarifa por tempo.

Cabe salientar, ainda, que a tarifa cobrada pode ou não cobrir os custos do serviço, isto é, a tarifa pode ser técnica ou política. A tarifa técnica é aquela fixada de tal forma que ocorra justa remuneração do capital investido pelo operador, ou seja, todos os custos verificados são rateados entre os usuários.

Por outro lado, quando pratica-se uma tarifa política podem ocorrer duas hipóteses. Na primeira, a tarifa fixada é superior aos custos do serviço de transporte e, além de permitir a justa remuneração do operador, possibilita a obtenção de lucro adicional, podendo ser considerado como excessivo, haja vista, que não é proveniente de ganhos de produtividade da operadora. Na segunda hipótese, a tarifa é inferior aos custos operacionais do operador, deve-se, então, implementar uma política de subsídios com a finalidade de se garantir a justa remuneração do capital investido pelo empresário, pois caso contrário se verificará uma queda paulatina do nível de qualidade do serviço ofertado aos usuários do STCO.

3.7.1 - Tarifa Única

É o sistema de tarifação mais difundido nas cidades brasileiras. Neste sistema considera-se a mesma tarifa para todas as linhas de ônibus que operam na cidade ou região urbana, independentemente da extensão percorrida ou real custo do serviço, pois a tarifa a ser imposta é determinada a partir do custo médio do sistema de transporte coletivo por ônibus. Por esse motivo, torna-se comum a existência de linhas de ônibus superavitária e outras deficitárias.

Essa metodologia de cálculo tarifário penaliza as empresas que atuam em áreas menos rentáveis ou que apresentam um custo operacional maior que a média do sistema. Outra desvantagem da adoção da tarifa única está no fato de contribuir para a dispersão da cidade, pois elimina as diferenças de

custo dos deslocamentos, motivando a camada mais pobre da população a fixar-se nas periferias, em virtude da menor valorização do uso do solo.

Como vantagem da adoção do sistema de tarifa única, pode-se citar a minimização do impacto tarifário para a população de mais baixa renda, que reside nos locais mais afastados da cidade, na medida em que desagrega o custo do usufruto. Essa parcela da população será subsidiada pelos usuários que residem nas proximidades dos centros urbanos, os quais supõem-se possuírem um nível de renda mais elevado. Outra vantagem da tarifa única encontra-se no campo operacional, pois simplifica o uso de bilhetes de pré-pagamentos e a automatização, além de ser de fácil compreensão por parte do usuário.

3.7.2 - Tarifa Única por Linha

Pode-se dizer que este sistema de tarifação é um caso particular do sistema anterior. Nesse tipo de tarifação cada linha possui uma tarifa específica. A implementação do sistema de tarifa única por linha, permite a existência de preços diferenciados, dentro do mesmo sistema de transporte coletivo de passageiros.

De acordo com SILVA (1997), a idéia de uso de tarifa única por linha está associada a presença de dois fatores:

- 1 - os serviços devem ser diretos ou mesmo expressos, portanto cobra-se uma tarifa única a qualquer usuário, pois parte-se do pressuposto de que o serviço é oferecido aos usuários das extremidades e que as viagens intermediárias, dentro do mesmo itinerário, devem ser atendidas por uma outra linha com uma tarifa provavelmente menor;
- 2 - a existência de variada oferta de serviço, com ligações diretas entre a maioria dos locais da cidade. Somente desta forma seriam ajustados a

origem e o destino de uma viagem ao seu custo. O usuário sempre teria uma linha adequada ao seu desejo, não necessitando fazer uso de outra linha com tarifa maior.

Na prática, nenhum desses dois fatores se verificam nas cidades brasileiras. Assim, a implementação do sistema de tarifa única por linha resultaria em desvantagem para aquele usuário que utilizasse apenas um trecho do itinerário, pois este seria obrigado a pagar pelo serviço integral.

3.7.3 - Tarifa Gradual

Neste caso, procura-se associar o custo ao usufruto do serviço, ou seja, o custo do deslocamento será proporcional a distância percorrida. Este sistema de tarifa é o mais utilizado no mundo, apresentando com principal vantagem o fato do preço estipulado corresponder precisamente ou o mais próximo possível dos reais custos de transporte para o usuário, "penalizando" os usuários que efetuam deslocamentos longos, caso da maior parte dos usuários cativos no Brasil, que correspondem a população de mais baixa renda. O sistema de tarifação gradual é de difícil compressão para o usuário, além de dificultar a automatização e a fiscalização.

3.7.4 - Tarifa por Zona

A tarifação por zona pode ser considerada como uma combinação entre o sistema de tarifa única e o de tarifa graduada. O sistema de tarifação por zona foi desenvolvido na França e no Canadá, sendo que sua implementação pressupõe que a cidade seja dividida em várias zonas (áreas ou anéis). Com isso é estabelecido o mesmo preço de passagem dentro de uma mesma zona, independente da extensão do itinerário ou do tempo de viagem.

Possui como principais vantagens o estabelecimento de tarifas baixas para as viagens curtas, fortalece o desenvolvimento de sub-centros na cidade, desestimula a estrutura radiocêntrica e facilita a automatização do serviço de tarifação. Como desvantagem, tem-se a cobrança de preços adicionais aos usuários, quando atravessam de uma zona para outra, exigindo, assim, uma quantidade significativa de fiscais, a fim de evitar que os passageiros viajem mais que o percurso efetivamente pago.

3.7.5 - Tarifa por Tempo

No sistema de tarifa por tempo o usuário deve pagar um valor proporcional ao tempo de viagem. Ao lado da tarifação por zona, o sistema de tarifa por tempo de deslocamento é o menos freqüente no transporte coletivo. A tarifação por tempo não representa nenhuma desvantagem para os operadores, pois uma parcela considerável dos custos operacionais é estimada no tempo (custo fixo), portanto o sistema de tarifa por tempo torna mais evidente a relação entre a produção ofertada (base hora) e os custos.

3.8 - MECANISMOS DE COMPENSAÇÃO TARIFÁRIA

Na maioria das cidades brasileiras é vigente o modelo de remuneração direta, onde as empresas operadoras remuneram-se a partir da arrecadação proveniente da tarifa paga pelo usuário. Este modelo de arrecadação mostra-se inadequado, na medida em que não considera que, para cada linha existem características de demanda e oferta que produzem custos operacionais e receitas próprias. A desconsideração desse fato leva a um desequilíbrio do sistema, traduzido na existência de linhas superavitárias e deficitárias.

Dentro desse contexto, SILVA (1997) apresenta dois problemas importantes e que não podem ser desconsiderados na busca de solucionar o impasse de rentabilidade das operadoras, os quais são:

1 - o desafio que o poder concedente possui em buscar um padrão tarifário compatível com o nível de renda dos usuários e que remunere de forma justa as empresas operadoras de transporte coletivo urbano de ônibus;

2 - a busca de mecanismos que proporcione o equilíbrio de remuneração entre as diversas empresas operadoras de um sistema, possibilitando uma rentabilidade homogênea, independente da linha ou área da cidade em que atua cada empresa operadora.

O autor afirma, ainda, que as tentativas de contornar a situação através de modificações nas estruturas tarifárias vigentes, esbarram em diversas dificuldades, penalizando ora os usuários, ora os empresários e às vezes até ambos. Com base nas considerações acima, percebe-se a inerente necessidade de desenvolver-se mecanismos de compensação tarifária que possibilitem o ajuste entre os custos de operação e as receitas das operadoras, a fim de evitar deterioração do nível de serviço do sistema e/ou o desequilíbrio econômico da empresa. Em geral, os mecanismos de compensação tarifária são redivisão de linhas entre empresas, remuneração do tipo fretamento e câmaras de compensação tarifária.

3.8.1- Redivisão de Linhas entre Empresas

Geralmente, as empresas que operam em uma cidade possuem mais de uma linha. Com base nesse fato, o órgão gestor ficaria responsável em realizar uma redistribuição das diversas linhas das empresas. Neste sistema de compensação tarifária ter-se-ia, por exemplo, uma mesma empresa com linhas operando em áreas de alta rentabilidade e em áreas

de baixa rentabilidade à título de compensação. A implementação desse mecanismo de compensação tarifária mostra-se difícil, devido exigir uma negociação entre as empresas, competidoras em potencial, e consenso entre os parâmetros utilizados pelo órgão gestor e empresas operadoras para avaliação dos custos e rentabilidade.

3.8.2- Remuneração Tipo Fretamento

Neste mecanismo de compensação tarifária, a remuneração da empresa é fixada com base em uma unidade de produção, previamente estabelecida entre o órgão gestor e as operadoras. Essa unidade pode ser, por exemplo, o custo por veículo-quilômetro, o custo por veículo-dia ou ainda uma combinação de ambos. A remuneração por fretamento desvincula a remuneração da empresa das tarifas impostas aos usuários. Visto de uma forma mais abrangente, pode-se dizer que este modelo de remuneração se constitui em um mecanismo de equilíbrio das rentabilidades de cada uma das linhas de um sistema de transporte coletivo urbano de ônibus. A implementação da remuneração tipo fretamento, como mecanismo de compensação tarifária, exige do órgão gestor um elevado poder de controle sobre a operação para não se incorrer no risco de pagar um serviço efetivamente não executado.

3.8.3 - Câmaras de Compensação Tarifária

Assim como a remuneração por fretamento, o sistema de câmaras de compensação tarifária desvincula a receita das operadoras das tarifas pagas pelos usuários, através de repasse do excedente do faturamento de uma empresa para cobrir os déficit de outra. Além de remunerar de forma justa as empresas operadoras, a câmara de compensação proporciona facilidades ao órgão gestor para implementação de tarifas sociais e introdução de subsídios.

A remuneração, através de câmaras de compensação aumenta o nível de intervenção do órgão gestor sobre o sistema, pois lhe concede maior liberdade no estabelecimento de uma política tarifária, bem como administrar o valor e o período dos reajustes de tarifa, aproveitando-se do momento politicamente mais oportuno e dissociando-se das pressões empresariais decorrentes dos aumentos dos insumos. É importante enfatizar que mesmo promovendo o equilíbrio de rentabilidade entre as empresas operadoras, a câmara de compensação tarifária deve ter como principal objetivo a melhoria do nível de serviço prestado aos usuários e/ou a redução das tarifas pagas pelos mesmos (SILVA, *op. cit.*).

A forma de pagamento das operadoras pode ocorrer de três maneiras, as quais são: pagamento por passageiro transportado, por serviço ou utilizando-se a combinação de ambos. No primeiro caso, a receita necessária de cada empresa será calculada apenas em função do número de passageiros transportados, assim cada empresa terá um custo por quilômetro e uma demanda, estimados através de séries históricas. Esses dois parâmetros definem a tarifa necessária por passageiro, deste modo caso a tarifa vigente seja inferior àquela necessária para que ocorra a justa remuneração do capital investido, a operadora terá direito de receber da câmara de compensação um complemento por passageiro transportado. Em caso contrário, a empresa operadora possui a obrigação de devolver a câmara de compensação o excedente recebido por passageiro transportado.

No segundo caso, cada empresa recebe pelo serviço efetivamente prestado, isto é, pelo número de veículos colocados em operação e pelo número de viagens realizadas ou quilômetros percorridos. Os custos de cada empresa podem ser determinados de maneira agregada, custo fixo mais custo variável, definindo-se um custo por quilômetro ou de forma

desagregada, determinando-se um custo fixo para a frota e um custo variável por quilometragem rodada.

Independentemente da metodologia utilizada para levantamento dos custos, esse método exige ainda o controle efetivo do número de passageiros transportados, para que seja estimada a receita antecipada da empresa, na intenção de saber se a operadora é credora ou devedora da câmara de compensação tarifária, conforme sua receita antecipada tenha sido, respectivamente, menor ou maior que seus custos (SILVA, *op. cit.*). A Figura 3.3 representa um fluxograma simplificado do funcionamento de uma câmara de compensação tarifária.

3.9 - MODELOS NACIONAIS DE ÔNIBUS URBANO

É indiscutível o *now how* que a indústria nacional automobilística possui na fabricação de ônibus, haja vista que a totalidade dos ônibus utilizados no transporte público de passageiros é fabricada no próprio país, através de variadas empresas que se dividem quanto à produção do chassi por montadoras internacionais, e de carrocerias por empresas nacionais (ANTP, 1996).

Estima-se que cerca de 95 mil veículos compõem a frota nacional de ônibus urbano, onde destacam-se o ônibus convencional alongado de duas portas, o padron de três portas, o ônibus articulado e o bi-articulado, o de dois andares e hiperbus. O convencional alongado, constitui-se de um veículo desconfortável, com degraus altos, inadequada relação entre peso e potência, e geralmente, encarroçado em chassis destinado a caminhões (CAMPOS & SZASZ, 1986).

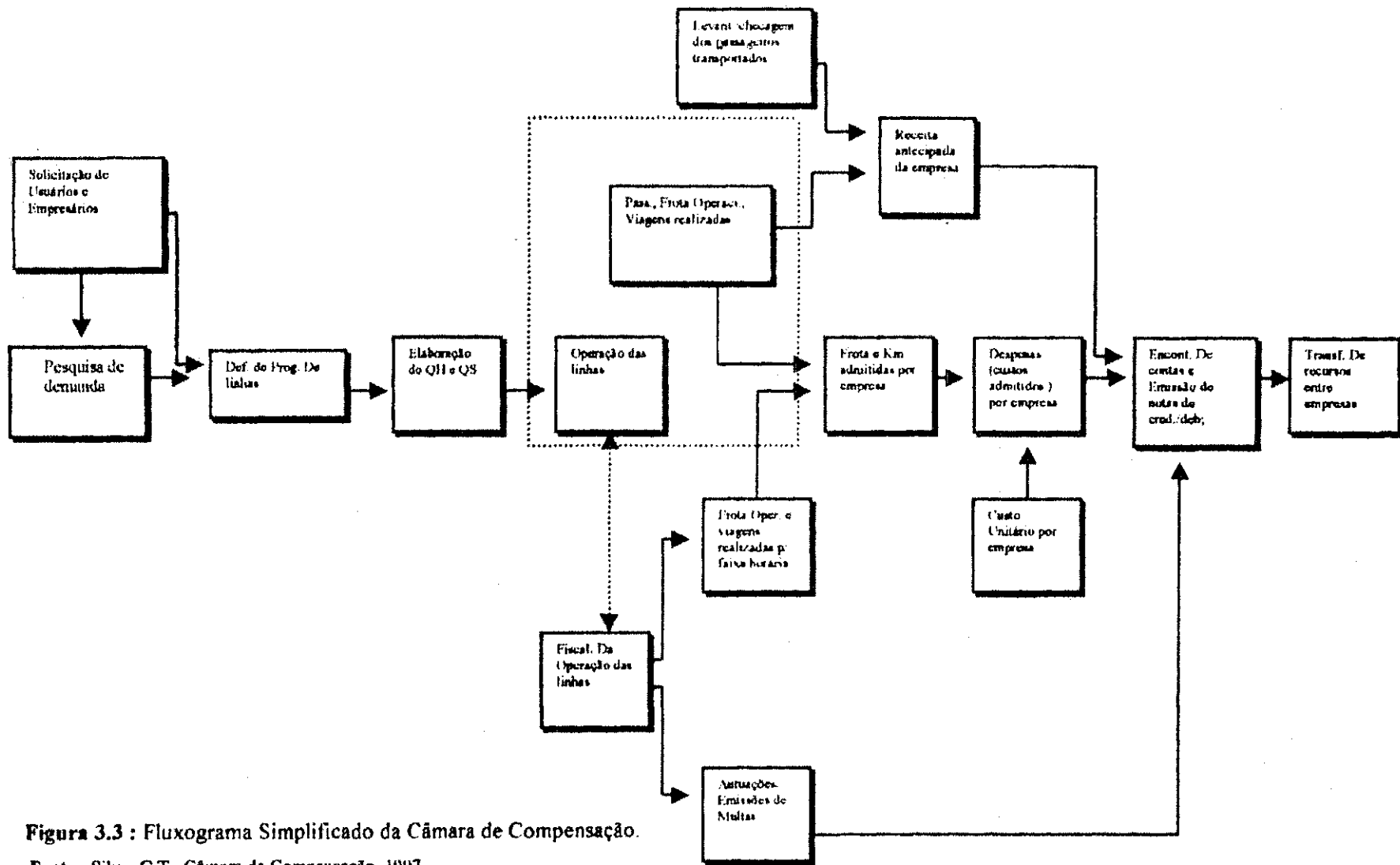


Figura 3.3 : Fluxograma Simplificado da Câmara de Compensação.

Fonte : Silva, G.T., Câmara de Compensação, 1997

Resultado do primeiro projeto de ônibus inteiramente nacional, o ônibus padron apresenta maior versatilidade, conforto e piso um pouco mais rebaixado que o tradicional alongado, além de boa relação de peso/potência, três portas de duas folhas, transmissão automática, entre outros. Devido sua capacidade, geralmente, é utilizado em linhas troncais.

O ônibus de dois andares, apresenta como vantagem o bom desempenho em corredores exclusivos e um excelente nível de conforto, com desvantagem para sua altura que impossibilita o seu uso em qualquer itinerário. Os articulados apresentam bom desempenho em corredores exclusivos, por isso são bastante indicados para operação de linhas troncais devido sua alta capacidade, além de possibilitar a redução da frota de veículos. Como desvantagem pode-se apontar a dificuldade para trafegar em vias estreitas e em curvas, além de serem encarroçados em chassi de caminhão. O ônibus bi-articulado apresenta quase as mesmas vantagens e desvantagens do articulado, sendo utilizado com bastante sucesso nos corredores segregados de Curitiba.

O trólebus, utiliza a eletricidade como fonte de energia, eliminando com isso o impacto ambiental decorrente do uso de combustível fóssil. É um sistema de alta capacidade e rápido, porém não possui a mesma flexibilidade do ônibus convencional. Na Alemanha, entretanto já existem trólebus de operação mista, onde a catenária movimenta-se na direção vertical, subindo ou descendo conforme o caso. Por fim, o hiperbus que, apresenta as mesmas características do modelo de ônibus padron, possuindo apenas uma melhor distribuição de carga por eixo, sendo encarroçado em chassi de ônibus rodoviário.

3.10 - INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

São inúmeras as inovações tecnológicas introduzidas na operação de sistemas de transporte coletivo por ônibus, proporcionando uma melhor qualidade dos serviços ofertados aos usuários. Entre estas inovações tecnológicas, merecem citação a bilhetagem eletrônica, o sistema de monitoração automática de veículos e a tecnologia veicular empregada.

A bilhetagem eletrônica é um processo de validação tarifária que tem como principal vantagem a quantificação e a qualificação da demanda por linha, permitindo uma melhor adequação da oferta. Outras vantagens são em relação a agilidade proporcionada na operação de embarque e desembarque e ao controle mais eficaz das receitas e gratuidades. Cabe ressaltar, que existe uma vasta opção de tecnologias atualmente disponíveis no mercado, com destaque para os cartões inteligentes do tipo ISO (Smart Cards).

Estes cartões apresentam duas variantes, os cartões com contato e os cartões sem contato. A grande vantagem dos cartões inteligentes reside em suas multiplicidades de uso, isto é, podem se integrar, facilmente a outros setores da economia, tais como bancos e lojas, como já ocorre em alguns países de primeiro mundo. Os cartões sem contato possuem a vantagem de serem mais ágeis quanto a operação. Ademais, conforme afirma ANDRADE (1996), os dois tipos de cartões inteligentes — assim como outras tecnologias, tais como: cartões resistivos, código de barra, bilhetes Edmonsos, entre outros — permitem que sejam feitas integrações temporais, reduzindo os investimentos na implantação de terminais.

No caso dos sistemas automáticos de monitoração de veículos, encontram-se aqueles que usam códigos de barra, ondas acústicas de

superfície, acoplamento por indução, infra-vermelho e o GPS (*Global Positioning System*). Os equipamentos em operação que nos últimos anos apresentaram melhor desempenho são o GPS e os que operam com rádio comunicação e canais dedicados a voz e a transmissão de dados instalados no interior do veículo. O GPS, por exemplo, permite um acompanhamento em tempo real de toda a oferta de transporte, fornecendo informações sobre o cumprimento dos quadros de horários, tempo de viagem, entre outras. O sistema de monitoração de veículos se constitui em um poderoso instrumento de auxílio a programação operacional e na fiscalização da oferta pelo órgão gestor.

No que se refere a tecnologia veicular, pode-se citar a introdução da tração mista ou de dupla fonte e o sistema O-Bahn. A primeira permite a utilização da eletricidade como fonte energética de propulsão dos ônibus nas áreas centrais onde o nível de poluição é elevado, através do uso da rede elétrica lindeira. Com isso, consegue-se, além de eliminar a emissão dos poluentes provenientes das descargas dos ônibus urbanos, a minimização dos níveis de ruído e vibração nas áreas centrais, responsáveis em alguns casos pela deterioração de alguns prédios, no que refere aos aspectos estruturais. Na periferia, a fim de proporcionar uma maior flexibilidade, em função da demanda ser mais rarefeita, pode-se usar baterias ou até mesmo o tradicional motor de combustão interna.

O sistema O-Bahn de transporte público, por alguns chamado de transporte rodoviário sobre trilhos ou de Veículo Leve sobre Pneus - VLP, foi idealizado pela Mercedes-Benz e possibilita a operação de ônibus em corredores centrais, principalmente naqueles merecedores de tratamento priorizado, e em vias segregadas fixas, proporcionando elevação da velocidade comercial e o mesmo nível de conforto e segurança de um sistema tradicional de transporte sobre trilho.

Deve-se salientar que são mantidas as condições de operação normal dos ônibus, sem nenhum prejuízo a sua flexibilidade nas áreas periféricas, onde não se justifica a construção de vias segregadas. CAVALCANTI (1995), referindo-se ao sistema O-bahn faz a seguinte assertiva: "Tal concepção contempla até a possibilidade da operação compartilhada da infra-estrutura ferroviária existente, inclusive túneis e viadutos, postergando dessa forma, a necessidade de expansões ferroviária nas áreas de demanda ainda não consolidadas".

Não obstante, deve-se também mencionar a introdução nos veículos urbanos de transporte de passageiros de diversos equipamentos complementares, tais como: suspensão a ar, caixa de câmbio automática, tacomax, portas mais largas e nas duas laterais, a fim de permitir a operação de embarque e desembarque em nível nos canteiros das vias, freios ABS, dispositivos redutores de emissão de poluentes, como injeção eletrônica, filtros de retenção de partículas e catalizadores; cuja finalidade é proporcionar uma maior segurança, conforto e confiabilidade aos usuários, melhores condições de trabalho para motoristas e cobradores, minimizar os impactos ambientais e os custos operacionais.

3.11 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo foram apresentados alguns aspectos envolvidos na operação dos sistemas de transporte coletivo por ônibus, com a finalidade de fornecer uma visão geral sobre o STCO. Durante as abordagens, sempre que possível, se estabeleceu uma conexão entre o assunto enfocado e o desempenho de sistemas de transporte coletivo por ônibus. Assim, pôde-se constatar que o sistema de tarifação, a forma de regulamentação e a existência ou não de mecanismos de compensação

tarifária exercem influência sobre os padrões do serviço ofertado aos usuários.

Foi verificado que, a competição com o automóvel particular e a forma de distribuição irregular da demanda ao longo de um dia de operação, corroboram para que o desempenho do sistema esteja aquém do esperado por usuários, operadores e poder público. No que se refere as inovações tecnológicas, merecem citação a bilhetagem eletrônica e os sistemas automáticos de monitoração da oferta de transporte, com destaque para os reflexos positivos sobre o sistema, apesar de elevarem os custos operacionais.

Ademais, acrescenta-se que estudos da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU e da ANTP indicam quedas significativas no volume de passageiros transportados nas principais cidades brasileiras, fazendo com que as projeções para o número de passageiros transportados diariamente por ônibus, feitas no início do capítulo, sejam novamente analisadas. Estes estudos demonstram que os principais motivos para a referida queda no volume de passageiros são devido às ineficiências do STCO e o surgimento, crescimento e consolidação do sistema alternativo de transporte de passageiros.

CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS CONDICIONANTES DO DESEMPENHO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS - STCO

4.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão feitas as definições das características de serviço do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO que influenciam seu desempenho, levando-se em consideração os aspectos de eficiência e eficácia do STCO.

De acordo com NEVES (1985), na Primeira Conferência Nacional de Desempenho dos Transportes Públicos, realizada em *Norfolk-VA*, a eficácia foi definida como a medida do grau de satisfação que um sistema de transporte público proporciona no atendimento dos objetivos estabelecidos, enquanto a eficiência, como sendo a capacidade do sistema de utilizar racionalmente os recursos financeiros e humanos disponíveis, refletindo a capacidade do operador em maximizar os recursos limitados, através de medidas administrativas e gerenciais.

Por outro lado, tendo-se em vista a competitividade cada vez maior que se exige atualmente, face ao fenômeno da globalização, que tem instaurado um verdadeiro processo de seleção natural, onde somente as empresas mais eficazes e eficientes conservam e aumentam seus mercados, torna-se imprescindível a busca pelas operadoras de transporte coletivo de ônibus, de padrões operacionais que minimizem os custos e, ao mesmo tempo, ofereçam uma qualidade de serviço satisfatória aos usuários.

Dessa forma, com base no trabalho de DAIBERT (1984), as características de serviço do STCO, com vista a avaliação de desempenho do sistema foram divididas em atributos, variáveis e indicadores, conforme pode ser observado na Figura 4.1.

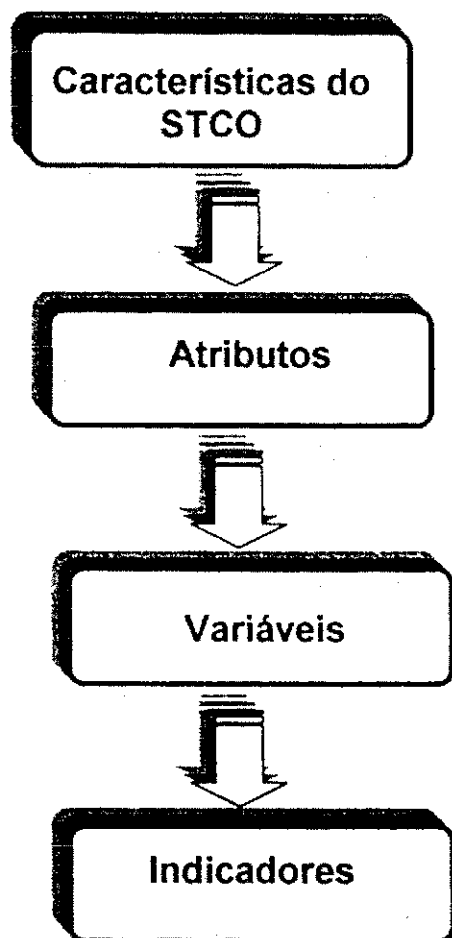


FIGURA 4.1: Divisão das Características do STCO em Atributos, Variáveis e Indicadores

Fonte: DAIBERT, Ricardo. Avaliação de Desempenho dos Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus, EBTU, 1984. p. 35.

A escolha dos atributos, variáveis e indicadores incluídos neste trabalho, foi baseada nos diversos estudos sobre o tema, apresentados na revisão bibliográfica, e em uma discussão com técnicos que desenvolvem pesquisas e/ou trabalham no gerenciamento e na operação dos sistemas de transporte coletivo por ônibus.

Dessa forma, com base no trabalho de DAIBERT (1984), as características de serviço do STCO, com vista a avaliação de desempenho do sistema foram divididas em atributos, variáveis e indicadores, conforme pode ser observado na Figura 4.1.

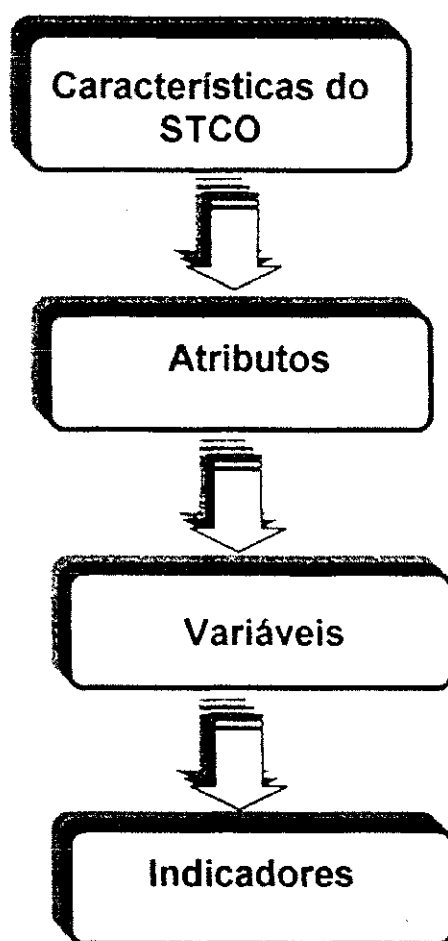


FIGURA 4.1: Divisão das Características do STCO em Atributos, Variáveis e Indicadores

Fonte: DAIBERT, Ricardo. Avaliação de Desempenho dos Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus, EBTU, 1984. p. 35.

A escolha dos atributos, variáveis e indicadores incluídos neste trabalho, foi baseada nos diversos estudos sobre o tema, apresentados na revisão bibliográfica, e em uma discussão com técnicos que desenvolvem pesquisas e/ou trabalham no gerenciamento e na operação dos sistemas de transporte coletivo por ônibus.

Os atributos são características gerais do sistema que englobam diversas variáveis e podem matematicamente, como será visto na aplicação, ser considerados como vetores, onde cada variável representa um elemento deste vetor. Por exemplo, o atributo rapidez pode ser designado por um vetor cujos elementos constituintes seriam o tempo de viagem no veículo, a velocidade comercial e o tempo de espera. As variáveis nível de ruído, temperatura interna do veículo, vibração, entre outras, constituem um outro vetor representativo do atributo conforto.

A avaliação de um atributo é feita com base na agregação das variáveis escolhidas para representá-lo, fazendo-se necessário não só quantificar essas variáveis, como também priorizá-las, a fim de identificar as mais importantes para mensuração do atributo que representam.

Para quantificação das variáveis são definidos indicadores de desempenho. A título de ilustração, considere a variável densidade de passageiros no interior do ônibus. Esta variável poderá ter como indicador o número de passageiros em pé por metro quadrado. Saliencia-se que não há regra específica para escolha dos indicadores de desempenho, porém sugere-se que na seleção destes, sempre que possível, sejam obedecidos dois critérios: (1) os indicadores devem representar da melhor maneira, tanto quantitativa como qualitativamente, as variáveis e (2) serem de fácil avaliação para o órgão concedente, operadores e usuários.

No presente estudo foram considerados seis atributos, trinta e duas variáveis e trinta e dois indicadores de desempenho. Os atributos selecionados foram: Rapidez, Conforto, Confiabilidade, Segurança, Acessibilidade e Economia. A seguir são apresentadas as definições dos atributos e variáveis considerados pelo presente estudo.

4.2 - RAPIDEZ

É de interesse do usuário a existência de sistemas de transportes balanceados, que não absorvam parte substancial de seu tempo livre, tempo que pode ser usado, sobretudo, para momentos de lazer e descanso. Principalmente, quando focaliza-se o STCO como uma atividade meio, que atende a objetivos pessoas específicos, e que a parcela mais significativa dos usuários cativos residem em áreas afastadas de seus locais de trabalho.

Por esse motivo, alguns estudiosos consideram o tempo gasto com transporte como um prolongamento da jornada de trabalho, chegando ao ponto de quantificá-lo monetariamente. Portanto, pode-se afirmar que o atributo rapidez reflete o desejo de minimização do tempo total de viagem por parte do usuário, sendo este tempo ponderado diferentemente pelas diversas classes sociais de usuários do sistema. No Quadro 4.1, estão apresentadas as variáveis e indicadores associados ao atributo rapidez que serão considerados neste trabalho.

QUADRO 4.1 : Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Rapidez

ATRIBUTO RAPIDEZ	
Variáveis	Indicadores
Tempo de Viagem	Tempo de Viagem no Interior do Veículo
Velocidade Comercial	Velocidade Média Comercial
Velocidade Operacional	Velocidade Média Operacional
Transferências	Número de Transferências

Sabe-se que, atualmente, existe uma tendência de aumento do tempo total de viagem nos centros urbanos, contribuindo para a redução da produtividade das atividades urbanas. De acordo com a ANTP (1996),

estima-se que sejam desperdiçadas, somente na RMSP, cerca de 2,4 milhões de horas por dia nos deslocamentos, em relação ao que seria possível com um sistema melhor balanceado. A ANTP, *op. cit.*, também afirma que aproximadamente 50% das pessoas que utilizam o sistema de transporte público de passageiros em São Paulo, gastam mais de duas horas em seus deslocamentos diários (Tabela 4.1).

TABELA 4.1: Tempo de Viagem por Transporte Público na Região Metropolitana de São Paulo

Tempo gasto/dia/pessoa	Viagens (%)
Até 2 horas	54,5
De 2 a 3 horas	24,6
De 3 a 4 horas	12,7
Mais de 4 horas	8,2

Fonte: CMSP, Perfil das Viagens Diárias da População da Metrôpole, *apud* ANTP, Transporte Humano – Cidades com Qualidade de Vida, 1996, p. 20.

Por sua vez, o EBTU (1988), após estudos realizados em várias cidades brasileiras constatou que em média, o tempo total de viagem pode ser decomposto de acordo como mostrado na Tabela 4.2.

TABELA 4.2: Parcelas do Tempo de Trajeto de uma Viagem de Ônibus em Meio Urbano

Parcelas de Tempo no Trajeto	Porcentagem
Tempo em Movimento (velocidade \geq 35 Km/h)	43,2
Tempo Pedido em Movimento (velocidade de 35 Km/h)	21,0
Tempo Necessário para Embarque e Desembarque	20,7
Tempo Perdido em Embarque e Desembarque	8,1
Tempo de Paradas em Semáforos	7,0

FONTE: Revista dos Transportes Público – ANTP, São Paulo, Junho de 1979.

Como observa-se na tabela acima, cerca de 36% do tempo total gasto numa viagem de ônibus é devido as deficiências apresentadas pelo próprio sistema de transporte. Podendo-se, dessa maneira, reduzir este percentual

com a introdução de medidas operacionais corretivas, cuja finalidade é melhorar a fluidez de ônibus nas áreas urbanas.

Outras características, não menos importantes para análise do atributo rapidez são a velocidade comercial, a velocidade operacional e o número de transferências. A velocidade comercial corresponde a razão entre a distância percorrida em um itinerário de ônibus e o tempo total gasto neste percurso. São consideradas as parcelas de tempo correspondente ao movimento e paradas, sejam estas visando as operações de embarque e desembarque ou as impostas pelo tráfego. A velocidade comercial é função das características do veículo, da geometria das vias, das condições de tráfego, da demanda de passageiros por ônibus e do número de paradas ao longo do itinerário. A velocidade comercial tem elevada importância para os usuários e operadores. Para os usuários reflete a duração da viagem, enquanto para os operadores pode significar uma melhor utilização de veículos e mão-de-obra, pois um incremento na velocidade comercial torna possível a realização de um maior número de viagens por unidade de tempo. Existem várias maneiras de elevar a velocidade comercial, entre as quais destacam-se o aumento da frequência de serviço, ônibus no contra fluxo, Comboio de Ônibus Ordenado - COMONOR e faixas semi-exclusivas ou exclusivas para os ônibus.

O sistema COMONOR tem por finalidade aumentar a utilização dos pontos de paradas, evitando congestionamentos nas faixas exclusivas, provocados pelo embarque e desembarque de passageiros. O processo consiste na ordenação dos ônibus em comboios formados por grupos, conforme seus respectivos destinos. O comboio pára nos pontos de embarque e desembarque, obedecendo sempre a mesma ordem, eliminando, com isso, a necessidade de ultrapassagem. O sistema COMONOR implantado em São Paulo, obteve resultados satisfatórios, chegando-se a conseguir um

acréscimo de oitenta e cinco por cento nos valores de velocidade dos ônibus urbanos.

As faixas exclusivas para ônibus, também têm produzido resultados positivos, permitindo, em alguns casos, o aumento das velocidades comerciais a patamares superiores a 18 km/h, possibilitando o transporte de aproximadamente 15 a 20 mil passageiros por hora-pico/sentido (DE TONI, 1997). Constata-se que, a elevação da velocidade comercial se traduz em redução de custos operacionais devido a maior utilização dos veículos, motoristas e cobradores.

A velocidade operacional é determinada pela razão entre a distância percorrida pelo veículo desde a origem ao destino e o tempo gasto para percorrê-la, excluindo-se o tempo gasto nos congestionamentos e nas operações de embarque/desembarque. Este parâmetro influi no tempo que o passageiro permanece no interior do ônibus, além de traduzir os efeitos das operações de embarque e desembarque, as condições de desempenho dos veículos (tempo de aceleração e desaceleração) e as condições de tráfego nas vias (tempo perdido em congestionamentos e interseções).

O número de transferências exerce forte influência no tempo total de viagem e no seu custo para o usuário. A transferência é necessária, sempre que o usuário se deslocar entre duas zonas não atendidas por uma mesma linha de ônibus. FERRAZ, *apud* MACEDO (1991), classifica as transferências de acordo como segue:

1) Transferência do Tipo I: É aquela realizada na área central, pela predominância de linhas radiais e diametrais nas redes de transporte coletivo. A zonal central é o local em que praticamente todas as linhas se interceptam ou ficam próximas, facilitando a transferência. O volume de

passageiros que se transfere na região central é, em geral, bastante significativo.

2) Transferência do Tipo II: Ocorre em pontos situados fora da região central, nos locais de intercessão ou próximos de duas ou mais linhas de ônibus, quando o destino do passageiro não é a zona central. O volume de passageiros que se transfere em cada local em geral é reduzido.

3) Transferência do Tipo III: É a transferência forçada em pontos situados fora da região central no sistema de linhas integradas. A quantidade de passageiros transferidos depende das circunstâncias, podendo ser baixa quando a integração é feita entre duas linhas comuns ou alta, no caso de linhas tronco-alimentadas.

A necessidade de transferência é um inconveniente para o usuário, contribuindo negativamente para sua avaliação acerca do sistema. Estudos revelam que o número total de transferências nas principais regiões metropolitanas do Brasil está na ordem de 25% (ANTP, 1996). Em sistemas não integrados a necessidade de transferência eleva o custo da viagem para os usuários, e no caso de sistemas integrados pode resultar no aumento do tempo total de viagem.

4.3 - CONFORTO

O conforto corresponde ao sentimento de bem-estar do viajante, é a sensação de sentir-se à vontade ou não durante a realização de uma viagem. Segundo RICHARDS, *apud* TABOSA (1979) "(...) o conforto dependerá de dois fatores: (1) da situação ou ambiente e (2) da experiência pessoal frente a situação", o que torna este atributo extremamente subjetivo. Em decorrência deste grau de subjetividade existente na

mensuração do atributo conforto, alguns estudiosos sugerem que a avaliação seja feita baseada em sua ausência, pois argumentam que é possível, unicamente quantificar variações do grau de desconforto.

Para SANTANA (1984), o conforto engloba aspectos qualitativos dependentes do projeto do veículo e do nível de equilíbrio entre a demanda e a oferta de serviço planejada, além disso afirma que o conforto correlaciona-se psicologicamente com a qualidade da viagem efetuada, constituindo-se em um elemento básico para a satisfação e aceitação do serviço por parte do usuário.

As características que definem o grau de conforto percebido pelo usuário, por ocasião de uma viagem, podem ser associadas as características do veículo e as características estruturais e operacionais do sistema de transporte público de passageiros. No primeiro caso, procura-se identificar e associar aquelas variáveis que se relacionam diretamente com o projeto do veículo e com a relação entre a oferta e a demanda. Neste caso foram selecionadas as variáveis densidade de passageiros, disponibilidade de assentos, altura dos degraus, conforto térmico, nível de ruído interno, vibração e iluminação interna dos veículos.

As características estruturais e operacionais do STCO, englobam as variáveis que vinculam o atributo conforto à aspectos operacionais do sistema e físicos dos equipamentos urbanos e das vias, tais como iluminação de terminais, nível de informação oferecido pelo sistema aos usuários, características dos pontos de embarque e desembarque, conservação das vias e relacionamento humano da tripulação e dos fiscais do STCO com os usuários. No Quadro 4.2 a seguir constam as características selecionadas, neste estudo, para avaliação do atributo conforto.

QUADRO 4.2: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Conforto

ATRIBUTO CONFORTO	
Características do Veículo	
Variáveis	Indicadores
Densidade de Passageiros	Nº de Passageiros p/ metro quadrado
Conforto Térmico	Temperatura Média Interna do Veículo
Nível de Ruído	Condiç. de Ruído no Interior do Veículo
Nível de Vibração	Condiç. de Vibração no Interior do Veículo
Altura dos Degraus	Altura Média dos Degraus
Iluminação Interna do Veículos	Condições de Iluminação
Disponibilidade de Assentos	Índice de Lugares Ofertados
Características Estruturais e Operacionais do STCO	
Conservação de Vias	Relação e/ a Extensão do Itinerário em Boas Condições em Péssimas Condições.
Iluminação Interna de Terminais	Condições de Iluminação dos Terminais
Nível de Informação aos Usuários	Condições das Placas de Sinalização que Indicam os Itinerários
Característ. dos Pontos de Embarq./Desembarq	Área Disponível para as Operações de Embarque e Desembarque
Relacionam. Humano de Motoristas, Cobradores e Fiscais do STCO com os Usuários	Tratamento de Motoristas, Cobradores e Fiscais do STCO em Relação aos Usuários

A densidade de passageiros no interior do veículo pode ser definida como sendo a quantidade de passageiros transportados em relação ao espaço útil, disponível e reservado para tal finalidade. A densidade de passageiros exprime, de certa forma, o grau de satisfação do usuário em relação a lotação do veículo, sendo um elemento representativo do conflito de interesses entre usuários e operadores. Para os primeiros é inconveniente realizar viagens com veículos superlotados, enquanto para os operadores torna-se vantajoso devido ao aumento de rentabilidade.

Deve-se ressaltar que o maior ou menor grau de satisfação do usuário é influenciado pelo seu estado emocional ao realizar a viagem e pela extensão do deslocamento, pois numa viagem de curta duração a

disponibilidade de assentos e a densidade de passageiros terão menor importância que em uma viagem de longa duração. A determinação de índices aceitáveis para a densidade de passageiros pode ser feita a partir de valores antropométricos ou através da carga admissível por eixo para cada tipo de ônibus. TABOSA, *op. cit.*, sugere que se utilize o menor valor entre as duas análises, no entanto no Brasil é usual a fixação da densidade de passageiros no veículo a partir do conhecimento dos valores antropométricos da população.

Estudos realizados pelo Ministério da Indústria e Comércio - MIC considerando a elipse corporal (0,25x0,49m), correspondente a 50% da população pesquisada, possibilitou fixação da faixa de 0,16 a 0,20 m²/pessoa, como mínimo tolerável para uma pessoa em pé, viajando em um percurso de curta duração. O limite inferior do intervalo corresponde a 6,0 pessoas por metro quadrado e o superior a 5,0 pessoas por metro quadrado. Porém, é de praxe no transporte coletivo urbano a fixação da taxa de ocupação de 7,0 passageiros por metro quadrado, equivalente a 0,14 m²/pessoa, para a determinação da frota em operação. Isto significa que nas horas de pico os passageiros estarão tendo contato pessoal e a circulação será impossível, conforme os padrões estabelecidos por FRUIN, *apud* BOTZOW (1974), e mostrados no Quadro 4.3.

QUADRO 4.3 : Padrão de Fruin para a Ocupação de Espaços

Situação	Área Ocupada em m ² por Passageiros
Área adequada para livre circulação	1,17
Área com circulação restrita	0,90 – 1,17
Área com circulação restrita e que causa distúrbios devido a mobilidade	0,63 – 0,90
Circulação severamente restrita e sem contato pessoal	0,27 – 0,63
Circulação impossível e contato pessoal inevitável	0,18 – 0,27
Área equivalente ao corpo humano, contato físico inevitável, desconforto físico e psicológico, disposição de pânico	0,14 – 0,18

Fonte: FRUIN, *apud* BOTZOW, Transportation Research Record, 1974.

Por outro lado, como foi dito anteriormente não se pode desassociar a variável densidade de passageiros do tempo de duração da viagem, pois a medida que a distância a ser percorrida e o tempo no interior do veículo aumentam, torna-se necessário prever mais espaço para o usuário. De acordo com o EBTU (1988), para um deslocamento de 10 minutos de duração, a densidade de ocupação ideal é de 3,0 passageiros/m², podendo oscilar entre 2,0 e 4,1 passageiros/m², ou ainda, a partir de 30 minutos não deverá existir passageiros em pé.

O conforto térmico sentido pelos usuários, motoristas e cobradores pode ser representado pela temperatura no interior do ônibus e em escala menor no interior de terminais, pois, em geral, na maior parte do tempo encontram-se dentro dos veículos, principalmente os motoristas e cobradores. De acordo com o MIC, *op. cit.*, a temperatura de bem-estar, em termos de conforto térmico no interior do veículo, verifica-se na faixa de 25°C a 27°C. A ocorrência de temperaturas, que não estejam compreendidas neste intervalo pode provocar mudanças emocionais, além de afetar a motivação e a performance de motoristas, cobradores e usuários em suas atividades diárias de trabalho.

A sensação de conforto térmico não é dada somente pela temperatura interna do veículo, mas sim pela temperatura efetiva, resultante da combinação da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar. Para FARIA (1985), a temperatura efetiva de máximo conforto está relacionada com as condições de perda mínima de energia do organismo, que ocorre quando não há necessidade do indivíduo lutar contra frio ou calor. O mesmo autor constatou que para as cidades de Uberlândia, São Carlos e Araraquara, o conforto térmico somente acontece durante a ocorrência das temperaturas médias das respectivas cidades, sendo que nos períodos de

temperaturas máxima ou mínima as condições são críticas, sobretudo para motoristas e cobradores por passarem maior tempo no veículo.

O ruído corresponde a um som indesejável, detectado pelo aparelho auditivo humano. O ruído, bem como qualquer tipo de som é caracterizado pela sua frequência e intensidade sonora. A frequência é determinada pelo número de oscilações completas que chegam ao ouvido, tendo como unidade usual o Hertz (Hz), que corresponde ao número de vibrações completas por segundo. A intensidade sonora, geralmente é expressa em uma unidade logarítmica denominada de decibel (db), na qual a intensidade a ser medida está relacionada com uma intensidade de referência, como observa-se na seguinte equação $NI=10 \log I/I_0$, onde NI é o nível de intensidade, I_0 corresponde a intensidade padrão do som e I a intensidade de som a ser verificada.

É importante a associação de um valor numérico às sensações subjetivas do nível de som sentido pelo aparelho auditivo humano. Por isso, os instrumentos que realizam essas medidas são corrigidos, a fim de reagirem de maneira semelhante ao ouvido humano. Os medidores de nível de som possuem três escalas de compensação, as quais são A, B e C. A maioria das legislações de controle do som são dadas no circuito A, sendo o som expresso em db (A). As escalas A e B procuram simular a resposta do ouvido de um observador normal, são escalas não-planas, enquanto a escala C é plana e por esse motivo fornece, exatamente, a medida do som incidente.

O MIC, *op. cit.*, quantificou o nível de ruído no interior dos ônibus urbanos, concluindo que as frequências são inferiores a 2.000 Hz e as bandas de oitava predominantes no espectro, tanto para a posição de motores dianteiros como traseiros, foram de 1.000, 500, 250 Hz. Por sua vez,

estudos demonstram que as frequências de 2.000,1.000 e 500 Hz são as principais na fala humana, este fato explica, em parte, a irritação dos motoristas quando solicitados pelos usuários a fornecerem informações, haja vista que seus canais auditivos encontram-se saturados nestas frequências. O Quadro a seguir fornece o nível de ruído percebido por motoristas e cobradores.

QUADRO 4.4: Níveis de Ruído no Interior dos Ônibus Urbanos para Diversas Posições do Motor

Ônibus	Motor Traseiro (Monobloco)	Motor Dianteiro (rebaixado)	Motor Traseiro
Marcha			
Marcha Lente (ao lado do Cobrador)	65 db (A)	64 db (A)	64 db (A)
Marcha Normal (ao lado do Cobrador)	75 db (A)	74 db (A)	76 db (A)
Marcha Lenta (ao lado do Motorista)	62 db (A)	70 db (A)	60 db (A)
Marcha Normal (ao lado do Motorista)	74 db (A)	88 db (A)	74 dB (A)
Picos (Valores Instantâneos)	82 db (A)	90 db (A)	80 db (A)

FONTE: MIC, Aspectos Ergonômicos do Ônibus Urbano, 1976, p. 58.

O Quadro acima mostra a influência da posição do motor quanto ao nível de ruído interno dos ônibus urbanos, de onde se conclui que os passageiros localizados entre o motorista e o cobrador estarão submetidos quase que ao mesmo nível de ruído, com a diferença somente no que se refere ao menor tempo de exposição. O nível de ruído máximo no interior de ônibus fixado pelo Conselho Nacional de Trânsito é de 80db, conforme a resolução nº 448/71, porém o MIC, *op. cit.*, recomenda que o nível de ruído no interior de ônibus não exceda 75 db.

Os veículos de transporte geralmente expõem o corpo humano às vibrações mecânicas, produzindo sensações de desconforto, afetando à saúde e a eficiência no trabalho. A redução da eficiência no trabalho ocorre por estresse mecânico ou fadiga. Esta limitação especifica condições de exposição com riscos significantes à eficiência das atividades, principalmente, para aqueles cujos efeitos são dependentes do tempo de exposição (FARIA, 1985). No que se refere à saúde, sabe-se que é afetada quando o ser humano permanece por tempo prolongado exposto aos efeitos da vibração, gerando em alguns casos danos permanentes em determinados órgãos, ocasionando perturbações como visão turva e degeneração gradativa do tecido vascular.

Nos veículos são comumente encontradas vibrações, cujas frequências estão no intervalo de 1 Hz a 20 Hz, com intensidade de 10% a 30% da aceleração da gravidade. Este fato agrava-se quando se verifica, de acordo com os dados do MIC, *op. cit.*, que as vísceras torácico-abdominais possuem frequências naturais entre 3 Hz a 5 Hz, o que torna crítica a permanência de indivíduos por tempo prolongado à ocorrências de frequências dentro do referido intervalo, pois provocam interferências nos ritmos biológicos.

Estes distúrbios no organismo, serão maiores ou menores dependendo da intensidade e duração da frequência de vibração. De acordo com FARIA (1985), isto levou a *International Organization for Standardization* a recomendar, para as frequências compreendidas no intervalo de 3 Hz a 5Hz, com intensidade de 30% da aceleração gravitacional, uma exposição de no máximo oito horas.

O Quadro 4.5, fornece um levantamento dos níveis de vibração verificados nos ônibus diesel. As medidas foram realizadas em pontos localizados

acima dos assentos de motoristas e cobradores, com o ônibus parado e o motor funcionando em marcha lenta. Espera-se, então, que esta situação agrave-se quando o veículo opere em condições reais, em virtude do acréscimo de vibração proveniente da própria estrutura do ônibus, do estado de conservação da via e outros. Nos casos em que os efeitos da vibração e do ruído são intensos sobre os usuários, se desenvolverá neles atitudes de discordância quanto ao STCO.

QUADRO 4.5: Níveis de Vibração no Interior dos Ônibus Urbanos em Condição de Marcha Lenta para as Posições de Motor Dianteiro e Traseiro

Motor	Motor Traseiro Monobloco		Motor Dianteiro		Motor Traseiro	
	Motorista	Cobrador	Motorista	Cobrador	Motorista	Cobrador
Transversal	2,8 Hz 0,11g	2,9Hz 0,14g	2,9 Hz 0,2g	3,0 Hz 0,14g	2,7 Hz 0,08g	2,8 HZ 0,12g
Longitudinal	2,8 Hz 0,11g	2,8Hz 0,12g	2,6 Hz 0,18g	2,8 Hz 0,14g	2,7 Hz 0,10g	2,7 HZ 0,12g
Vertical	2,8 Hz 0,10g	3,0 Hz 0,12g	2,6 Hz 0,12g	2,5 Hz 0,12g	3,5 Hz 0,12g	2,8 HZ 0,10g

FONTE: MIC, Aspectos Ergonômicos do Ônibus Urbano, 1976, p. 59.

A iluminação interna de ônibus e terminais é outro fator que influencia a atitude do usuário quanto ao desempenho do STCO. Salienta-se que as considerações a seguir são referentes a iluminação interna dos veículos, devido ao tempo despendido pelos usuários, motoristas e cobradores no interior dos mesmos ser maior que ao gasto em terminais e, principalmente, em virtude da carência de estudos no tocante a iluminação interna e externa de terminais.

Deste modo, conforme afirma FARIA (1985), considerando-se as atividades desenvolvidas no interior do veículo, pode-se fixar um nível de luminosidade de 200 a 500 lux, ressaltando que no caso dos cobradores,

devido a maior acuidade visual exigida, sugere-se que o nível de luminosidade deva ficar próximo do limite superior, sendo também recomendável evitar incidências diretas ou refletidas na estação trabalho de motoristas e cobradores, a fim de não causar diminuição do poder de acomodação e convergência, o que resultaria em irritações dolorosas dos órgãos visuais, lacrimejações e o fenômeno de imagens duplas.

É importante acrescentar que uma iluminação inadequada pode causar prejuízos à saúde. Desse modo uma iluminação pobre em intensidade, mas rica em ofuscamento, pode provocar dores de cabeça, fadiga do nervo ótico, insensibilidade da retina e até mesmo perda da visão. O transporte coletivo urbano por ônibus quando mal iluminado, além dos problemas psicológicos envolvidos, provoca nos passageiros um sentimento de insegurança e medo, produzindo atitudes de insatisfação para com o sistema (FARIA, *op. cit.*).

Outro elemento caracterizador do atributo conforto é a altura dos degraus de subida e descida dos ônibus urbanos. Os degraus dos ônibus brasileiros são, em geral, altos causando dificuldades para os usuários na entrada e na saída do veículo. O estudo realizado pelo MIC, *op. cit.*, concluiu que a escada ideal deve possuir degraus de 18 a 19 cm de altura e profundidade de 24 a 28 cm. KIJLTRAS, citado neste estudo, após pesquisas realizadas na Holanda observou que o primeiro degrau dos ônibus urbanos deve ficar no máximo a 30 cm do plano onde estão apoiadas as rodas do veículo. Os degraus de saída devem ser mais baixos que os degraus de entrada, em virtude do controle muscular ser mais difícil na descida.

Nos países desenvolvidos esta problemática foi resolvida com a fabricação de ônibus com piso rebaixado, onde o piso do veículo encontra-se quase no nível da calçada de pedestres. Evidentemente que a altura dos degraus

nível da calçada de pedestres. Evidentemente que a altura dos degraus foge ao controle do operador, cabendo a indústria de veículos desenvolver estudos, no que se refere à aspectos estruturais dos ônibus, no intuito de amenizar esta problemática, uma vez que aparentemente a realidade econômica do país não permite as operadoras a aquisição de ônibus de piso rebaixado.

A disponibilidade de assentos indica a probabilidade do usuário conseguir um lugar para sentar no momento em que entra no ônibus. Nas linhas de curta duração ou elevado índice de renovação a redução do número de assentos pode ser feita pela substituição de assentos duplos por assentos simples em um ou mesmo nos dois lados do veículo, na intenção de maximizar o transporte de passageiros.

Porém, segundo LANGENBUCH (1997) a adoção de esquemas de redução no número de assentos extrapolou as situações em que tal praxe seria funcionalmente recomendável, não conseguindo esconder a verdadeira intenção, qual seja a de transportar o maior número de passageiros por veículo, criando situações de superlotação onde nem o corredor central mais amplo possibilita uma circulação interna mais ágil, rápida e confortável.

A avaliação da variável relacionamento humano de motoristas, cobradores e fiscais do STCO com os usuários define, em parte, o quanto o poder concedente fiscaliza o tratamento que é dado aos usuários. O tratamento oferecido pela tripulação está condicionada a diversos fatores, como temperatura interna do ônibus e níveis de ruído e vibração dos veículos, mas sobretudo, ao fato de terem recebido ou não treinamento por parte da empresa operadora ou do órgão concedente.

A interface entre os usuários e o STCO ocorre através dos pontos de parada, são neles que o usuário estabelece, a rigor, seu primeiro contato com o sistema de transporte coletivo por ônibus. Dessa forma, os pontos de parada devem ser localizados de tal maneira que sejam fáceis sua visualização, identificação e acesso.

Os pontos de parada devem ser projetados com finalidade de não só delimitar o local físico de embarque e desembarque dos passageiros, mas com a intenção, também, de oferecer certo grau de conforto aos usuários do sistema durante a espera do coletivo. Então, neste sentido, devem prever abrigos para proteger os usuários contra intempéries, serem dotados de informações sobre as linhas de ônibus que passam no local e de outros equipamentos urbanos tais como: telefone, lixeira e correios, conforme mostrado no Quadro 4.6, além de serem dimensionados para atender a demanda máxima prevista para o local.

QUADRO 4.6: Instalações Necessárias ao Ponto de Parada

Instalações Necessárias ao Ponto de Parada	Exigências Mínimas	Ponto Desejável	Instalações Completas
Informações ao Passageiro			
Identificação Característica do Ponto de Parada	X	X	X
Identificação das Linhas: Nome, Número e Código	X	X	X
Denominação do Ponto	X	X	X
Tabela de Horários		X	X
Croquis de Itinerários		X	X
Relógio			X
Plano com Rede de Linhas		X	X
Tarifas			X
Tipos de Serviço			X
Mapa da Região Adjacente			
Equipamentos			
Proteção Contra Intempéries			
Iluminação		X	X
Assentos			X
Telefone Público	X	X	X
Depósito para Lixo			X
Caixa de Correios		X	X
Espaço para Propaganda			X

Fonte: Sistema de Transporte Coletivo Urbano por Ônibus – Departamento de Sistema de Trânsito e Transporte – Mercedes – Benz S.A., São Paulo, 1987, p. 47.

Percebe-se, a existência de diversos fatores que conjuntamente atuam formando a opinião do usuário quanto ao grau de conforto sentido nos pontos de parada. No intento de evitar uma avaliação subjetiva das características dos pontos de embarque e desembarque, sugere-se que esta seja feita em termos da área disponível necessária por passageiro, para que a operação de embarque e desembarque ocorra satisfatoriamente.

Como não foram encontradas nas bibliografias pesquisadas referências técnicas sobre o número máximo de pessoas por metro quadrado, que traduza uma satisfação de bem-estar dos usuários durante o embarque/desembarque, sugere-se o uso da taxa de 3,0 usuários por metro quadrado. A escolha foi baseada nas informações contidas no Quadro 4.3 e corresponde a $0,33 \text{ m}^2/\text{usuários}$, que apesar de tornar a circulação severamente restrita, evita o contato pessoal, algo pouco aceitável no interior do veículo, porém inadmissível em pontos de parada. Este valor, também pode ser usado como referência para o dimensionamento de plataformas de terminais.

Vale ressaltar que esse valor poderá sofrer incrementos, dependendo da área disponível para alocação do ponto ou plataforma de parada. Por fim, faz-se necessário avaliar o nível de informação que o sistema oferece ao usuário, isto pode ser feito através de indicadores capazes de mensurar o quanto um sistema de transporte possui ou não sinalização adequada de seus itinerários para os usuários.

4.4- CONFIABILIDADE

Segundo SANTANA (1984), a confiabilidade está relacionada com aspectos da operação sobre os quais os passageiros têm geralmente dúvida. Dentro

desse contexto, pode-se dizer que um serviço será menos confiável quanto menor for sua regularidade, maior o número de panes dos veículos e ocorrer com grandes variações de pontualidade e tempo de espera.

A atitude de incerteza dos usuários, em relação ao sistema, os impulsionará a chegar antes nos locais de embarque e desembarque na intenção de garantir uma chegada pontual no local de destino, provocando um acréscimo no tempo de espera nos pontos de parada. Dessa forma, pode-se definir a confiabilidade como sendo o grau de certeza que o usuário possui de partir no horário programado e chegar no horário previsto, não ultrapassando certos limites de tempo considerados como toleráveis.

Sabe-se que a conjugação de diversos fatores podem exercer impactos negativos sobre o nível de confiabilidade do sistema como, por exemplo, as condições de tráfego, variação da demanda e o comportamento do motorista referente ao ato de dirigir. Isto influenciará a atitude do usuário na escolha da modalidade de transporte para a realização de sua viagem.

VUCHIC, *apud* NEVES (1985), afirma não serem raros os serviços de ônibus em áreas urbanas congestionadas apresentarem um índice de confiabilidade de 50 % a 70%, principalmente nos horários de pico. Em pequenas cidades e nos subúrbios a confiabilidade se apresenta consideravelmente maior e menos afetada pelos períodos de pico, porém raramente atinge valores superiores a 95%, que são típicos de sistema que operam em vias com prioridades para o transporte público.

No presente estudo as variáveis escolhidas para representarem o grau de confiabilidade do sistema foram: tempo de espera, pontualidade, panes e supressão de horários, conforme mostrado no quadro a seguir.

QUADRO 4.7: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Confiabilidade

ATRIBUTO CONFIABILIDADE	
Variáveis	Indicadores
Tempo de Espera	Intervalo entre Ônibus
Pontualidade	Regularidade dos Serviços
Panes	Frequência de Panes
Supressão de Horários	Frequência de Supressão de Horários

O tempo de espera do usuário para ter acesso ao sistema, pode ser considerado como o intervalo de tempo decorrido desde sua chegada no ponto de embarque até a passagem do ônibus de seu interesse. No entanto, KAWAMOTO (1984), chama a atenção que quando o usuário, por algum motivo, antecipa a sua viagem, ele tende a considerar também o tempo de espera no local de destino, isto é, o tempo decorrido desde sua chegada no local de destino e o início de sua atividade. Para BRUZELIUS, *apud* BALASSIANO (1996), o tempo de espera é um indicativo de desutilidade da viagem e, por esse motivo, deve ser penalizado em relação ao tempo gasto no interior do veículo. Segundo o autor, o coeficiente de penalização está compreendido entre 2,0 e 3,0, isto é, uma viagem de 15 minutos equivale de 30 a 45 minutos de espera no ponto de parada.

TURNQUIST, *apud* FARIA (1985), considera que se o intervalo entre atendimentos é regular e menor que 10 minutos, além de que as chegadas ao ponto de parada são aleatórias e regidas conforme uma distribuição de Poisson, o que acontece quando os usuários não estão informados sobre os horários ou estes intervalos são pequenos, o tempo de espera é igual a metade do intervalo entre ônibus. Para PECKNOLD, *apud* KAWAMOTO (1984), o tempo de espera dos usuários nos pontos de embarque/desembarque deve obedecer as seguintes funções empíricas.

$$T_c = \begin{cases} 0,5I, & \text{para } 0 \leq I \leq 18,3 \\ 5,5 + 0,2I, & \text{para } I > 18,3 \end{cases}$$

Onde I representa, em minutos, o tempo transcorrido entre a passagem sucessiva de ônibus cujo itinerário coincida com o destino definitivo ou não do usuário.

ALGERS *et al.*, *apud* MACEDO (1991), consideram que um tempo de espera igual a metade do intervalo é somente razoável para linhas com intervalos menores que cinco minutos, propondo, então, que o tempo médio de espera por viagem seja estimado pelas expressões:

$$T_c = \begin{cases} 1,79I + 0,14I, & \text{para } I \geq 5,0 \\ (1/2)I, & \text{para } I < 5,0 \end{cases}$$

Um estudo realizado na Alemanha pela Universidade de Aachen, *apud* TABOSA (1979), demonstra que para intervalos longos, no caso do referido estudo, acima de dez minutos, os passageiros usarão o conhecimento que possuem sobre o serviço, a fim de não esperarem em demasia, conforme pode ser verificado na Figura 4.1, onde é possível observar que para um tempo de até 10 minutos ocorre uma superposição das curvas, ou seja, para intervalos de no máximo dez minutos é aceitável a hipótese de que o tempo de espera é igual a metade do intervalo entre coletivos.

Notadamente, percebe-se certa discordância entre os planejadores de sistemas de transporte quanto a determinação do tempo de espera. Por isso, sugere-se que sejam feitas pesquisas regularmente, por amostragem, nos principais corredores, com a finalidade de se obter a consistência

necessária nas análises estatísticas, reduzindo-se os erros a níveis aceitáveis, tornando possível a elaboração de funções matemáticas que representem a realidade local ou até mesmo justificar o uso de uma das funções apresentadas anteriormente.

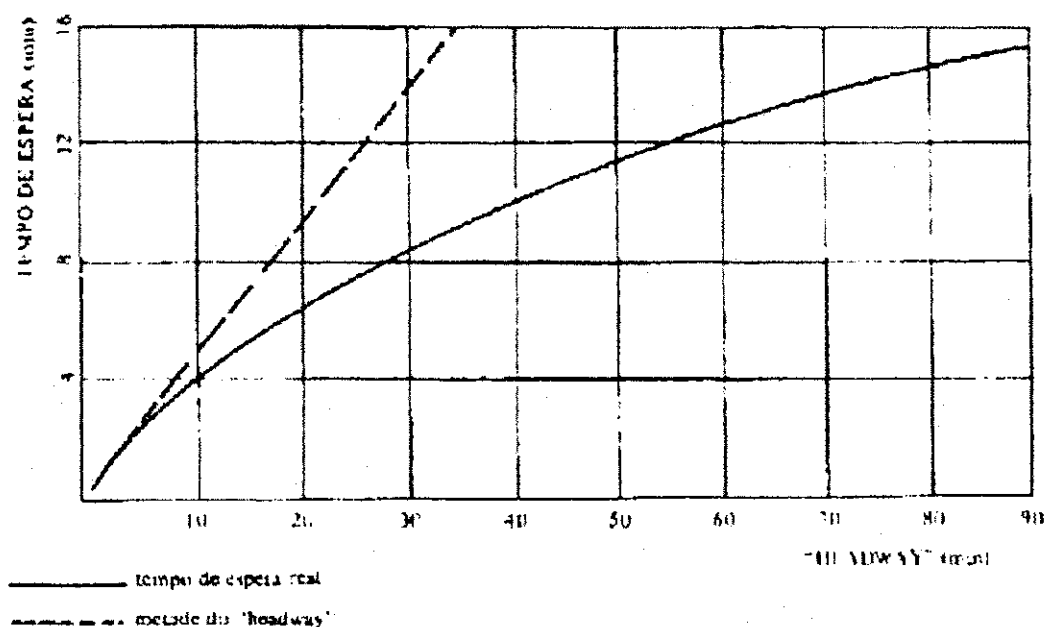


GRÁFICO 4.1: Relação entre o Tempo de Espera e o *Headway* Operacional .

Fonte: TABOSA, Tibério C., Inter-relacionamento entre Atributos de Sistemas de Transportes Coletivo por Ônibus. PUC, Rio de Janeiro, 1979. p. 44.

A pontualidade, indubitavelmente, é uma característica importante na avaliação do atributo confiabilidade, correspondendo ao cumprimento da tabela de horários, principalmente no caso de linhas com intervalos longos entre veículos. Esta adesão aos horários estabelecidos não deve ser considerada de forma rígida, sendo permitida uma variação dentro de certos limites. ALTER (1976) afirma que a pontualidade está relacionada com a frequência dos serviços, isto é, quanto mais freqüente for o serviço tão menos importante será o fato do ônibus se adiantar ou atrasar. Analogamente, quanto menos freqüente o serviço, tão mais importante será a sua pontualidade.

Por outro lado, alguns fatores contribuem para que a operação do STCO não ocorra dentro dos limites aceitáveis pelo usuário, afetando a confiança deste em relação ao sistema. Isso faz com que o órgão concedente seja obrigado a desenvolver rigorosos mecanismos de fiscalização para detectar, entre outros, panes e supressão de horários.

A frequência de panes pode ser obtida facilmente pela relação entre o número de veículos que quebram durante o período de operação e o número de viagens realizadas no mesmo período. Para evitar prejuízos aos usuários, torna-se necessário que a empresa operadora disponha, além dos veículos em operação, de uma frota reserva com a finalidade de contornar rapidamente as falhas na operação e permitir, sobretudo, o rodízio de veículos para a realização de manutenção.

A manutenção pode ser preventiva ou corretiva. A primeira corresponde à vistorias periódicas, no intuito de identificar as peças ou conjuntos que devem ser trocados antes de apresentarem defeitos, de modo a não prejudicarem o desempenho do ônibus ou mesmo ocasionarem panes. A manutenção corretiva corresponde a substituição de peças ou conjuntos de peças que sofreram um desgaste anormal, devido a fatores como: forma de condução do motorista e as condições inadequadas das vias.

Por outro lado, com a finalidade de maximizar o Índice de Passageiros por Quilômetro - IPK, parâmetro que vem caindo nos últimos anos, conforme pode ser visto no Gráfico 4.2, alguns operadores têm adotado, eventualmente, a prática de supressão de horários nos períodos de entre-pico, tornando necessário o controle do índice de supressão de horários por parte do poder público. Este índice é obtido pela relação entre o número de horários suprimidos e o número de horários programados. O índice de supressão de horários é mais representativo que o índice de

cumprimento de viagens, na medida em que o operador pode realizar um número maior de viagens nos períodos de pico, compensando no final da operação aquelas viagens não realizadas durante o entre-pico.

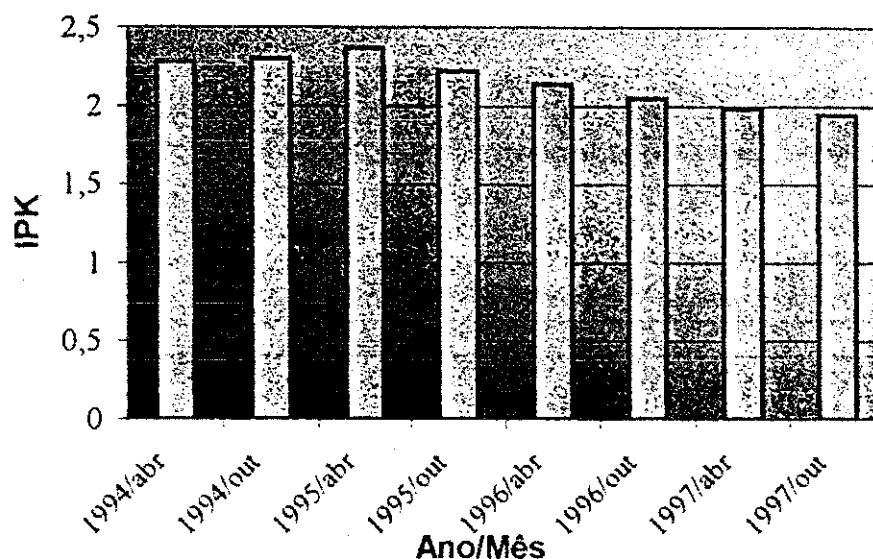


GRÁFICO 4.2: Evolução do Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK) Verificado nas Capitais Brasileiras

Fonte: Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU, Anuário 1997-1998.

4.5 - SEGURANÇA

A segurança oferecida ao usuário pelo sistema expressa, em parte, o nível de satisfação ou insatisfação daqueles que realizam uma viagem de ônibus. O atributo segurança pode ser definido como sendo aquele que proporciona ao usuário a garantia da realização de sua viagem de maneira segura e protegida, traduzindo o anseio de proteção física e moral por parte do passageiro durante o tempo de viagem.

Para o atributo segurança, neste trabalho, destacam-se as seguintes características: treinamento de motoristas, segurança contra assaltos,

roubos e agressões físicas, acidentes com passageiros e acidentes com terceiros (Quadro 4.8).

QUADRO 4.8: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Segurança

ATRIBUTO SEGURANÇA	
Variáveis	Indicadores
Treinamento de Motoristas	Percentual de Motoristas Treinados
Segurança Contra Assaltos, Roubos e Agressões Físicas	Percentual de Assaltos, Roubos e Agressões no Interior dos Veículos
Acidentes com Passageiros	Índice de Acidentes com Passageiros
Acidentes com Terceiros	Índice de Acidentes com Terceiros

Procurando ressaltar a importância do treinamento de motoristas, FRYSZMAN & NOGUEIRA, *apud* ARAÚJO (1996), dizem que não basta as empresas operadoras escolherem o equipamento ou frota adequados às características do sistema, faz-se necessário treinar os profissionais que irão manusear estes equipamentos. DAIBERT & ALBUQUERQUE, *apud* ARAÚJO, *op. cit.*, corroboram com esta posição ao lembrarem que o desempenho da frota, que é o maior investimento financeiro da empresa, está diretamente ligado a qualidade da mão-de-obra responsável pela sua operação e manutenção.

Dentro deste contexto, ARAÚJO, *op. cit.*, recentemente constatou que, de acordo com as operadoras, as atividades apontadas com mais frequência como aquelas não realizadas satisfatoriamente por falta de treinamento foram: manutenção de veículos, direção dos veículos e atendimento aos usuários. Quando se adiciona a isto os dados estatísticos do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN que indicam como causa da maioria dos acidentes as falhas de motoristas, chega-se a conclusão de que o treinamento dos condutores de ônibus se apresenta como estratégia para elevar o nível de segurança oferecido aos usuários.

Além disso, o treinamento de motoristas e cobradores, principalmente dos primeiros, refletirá diretamente na melhoria de outras características do STCO, como por exemplo, relacionamento com os usuários e diminuição do consumo de combustível. Associado aos programas de treinamento, torna-se necessário rever as condições de trabalho desses profissionais, pois não raras vezes são submetidos a cargas excessivas de trabalho. Em relação a isto, é importante alerta que em vários casos as tentativas de qualificar o pessoal esbarram nas condições de trabalho enfrentadas por esses profissionais.

Por outro lado, atualmente, observa-se um crescente sentimento de insegurança na sociedade, motivado pelo alto índice de violência verificado nos centros urbanos. Por esse motivo, a segurança contra agressões físicas, roubos e assaltos, não só no interior do veículo como também no acesso ao sistema torna-se indispensável, apesar de não ser de responsabilidade direta das empresas operadoras. Pois, pode se configurar como um fator de descontentamento por parte do usuário, provocando uma opinião negativa em relação ao sistema de transporte coletivo por ônibus. Nesse sentido, cabe as operadoras e, principalmente, ao órgão gestor em conjunto com a polícia militar, desenvolverem campanhas de repressão, prevenção e esclarecimento à população quanto a postura a ser adotada na eminência desses eventos.

Apesar da relação entre a existência ou não de treinamento de motoristas e a redução de acidentes, faz-se necessário avaliar a ocorrência destes. Para isso foram escolhidas as variáveis acidentes com passageiros e com terceiros, ambas representando os acidentes de tráfego e decorrentes de outras causas. O indicador da primeira variável será a frequência de acidentes com passageiros, sendo determinada pela relação entre o número de passageiros acidentados e o número de passageiros

transportados no período de avaliação. Analogamente, a frequência de acidentes com terceiros é determinada pela razão entre o número de acidentes com terceiros e o número de viagens realizadas durante o período de avaliação.

4.6- ACESSIBILIDADE

Este atributo expressa a maior ou menor facilidade que os usuários possuem de acesso ao STCO. Para BRIGGS, *apud* SANTANA (1984), a acessibilidade pode representar uma medida de como os efeitos da separação física entre dois lugares quaisquer são modificados pela existência de um modo de transporte. A acessibilidade é um conceito que basicamente se relaciona aos aspectos físicos do sistema, e por esse motivo, será enfocada através de seus aspectos locacional e temporal, podendo, conforme afirma SANTANA (1984), ser vista, também, segundo um enfoque econômico. As variáveis selecionadas, neste trabalho, como representativas para a avaliação do atributo acessibilidade são apresentadas no Quadro 4.9.

QUADRO 4.9: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Acessibilidade

ATRIBUTO ACESSIBILIDADE	
Variáveis	Indicadores
Distância de Caminhada	Distância Média de Caminhada
Densidade de Rotas	Densidade Média de Rotas
População Cativa Atendida	Percentual da População Cativa Atendida que Localiza-se a 500m de um Ponto de Parada
Percentual da População da área atendida por Serviços de Ônibus	Relação entre Passageiros Transportados e a População Servida

De acordo com KAWAMOTO (1984), a distância média de caminhada pode ser determinada conhecendo-se a área de influência da rota e as distâncias entre os pontos de parada sucessivos. Considerando a Figura 4.2, KAWAMOTO, *op. cit.*, afirma que a distância média perpendicular de acesso é dada por $(d_1+d_2)/4$ e que a distância média longitudinal é $(d_3+d_4)/4$, resultando em uma distância média de caminhada de $(d_1 + d_2 + d_3 + d_4)/4$.

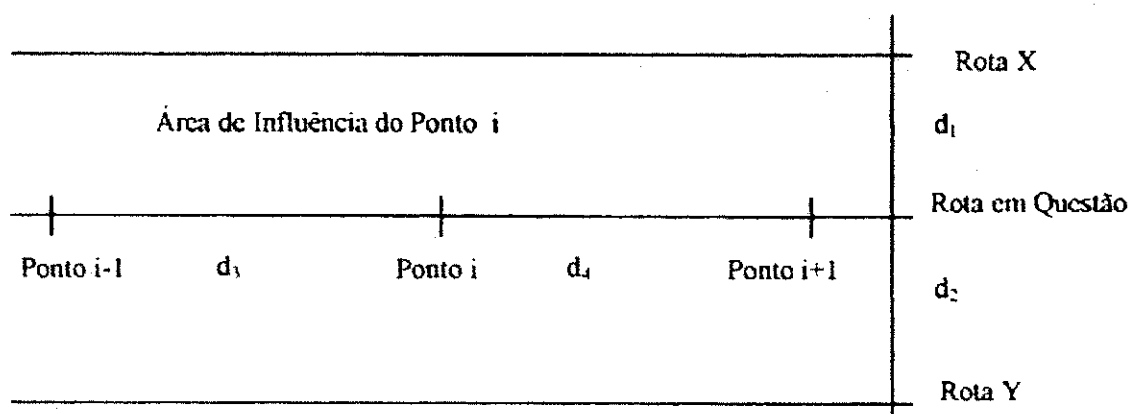


FIGURA 4.2: Distância Média de Caminhada a um Ponto de Parada

Fonte: KAWAMOTO, Custo e Nível de Serviço no Transporte Público de Passageiros por Ônibus, 1984, p. 27.

A melhor condição de acessibilidade para o usuário ocorre quando o ponto de parada está localizado próximo de sua origem/destino e a frequência dos serviços de transporte público é elevada.

No entanto, estas duas situações não podem ocorrer simultaneamente, devido a interdependência verificada entre elas, assim é possível afirmar que um sistema de transporte coletivo com elevado número de linhas implicará em frequência reduzida para atendimento de uma mesma demanda, pois quanto maior a densidade de linhas, menor a distância a ser caminhada e mais rápido será o acesso ao sistema, resultando na diminuição do volume de passageiros transportados por viagem, obrigando

as operadoras a diminuírem a frequência dos serviços, a fim de elevarem suas receitas com o aumento do IPK.

A distância de caminhada ao ponto de parada mais próximo constitui um parâmetro que condiciona o tempo de acesso do usuário ao sistema. Estudos revelam que o tempo de acesso físico ao sistema de transporte público é dificultado pelos problemas de oferta física e espacial, tornando o STCO mais desvantajoso em relação ao transporte particular, como pode ser verificado no gráfico a seguir.

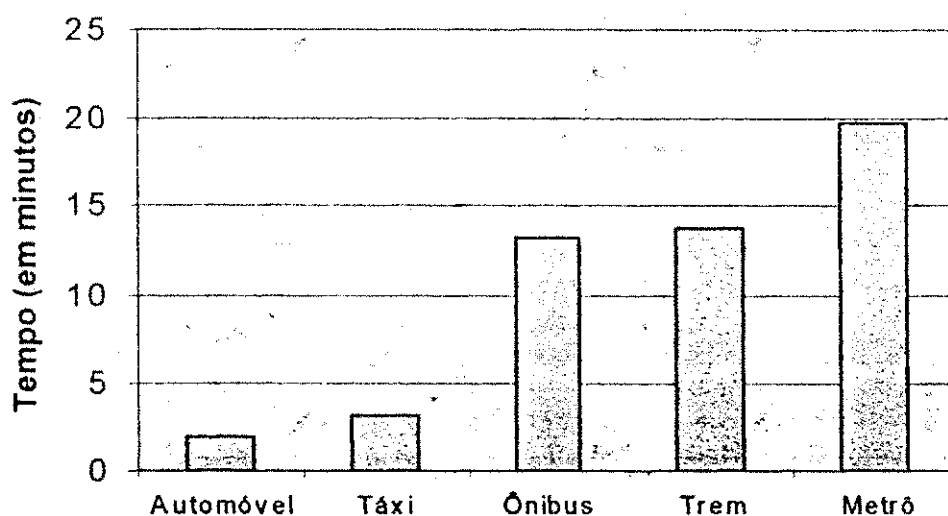


GRÁFICO 4.3: Tempo de Acesso a Pé as Diversas Modalidades de Transporte

Fonte: CMSP, Pesquisa de O/D, *apud* Transporte Humano Cidades com Qualidade de vida, 1997. p. 21.

Os pontos de parada sucessivos devem estar localizados de tal maneira que permitam uma distância de caminhada aceitável pelo usuário e não afetem consideravelmente o tempo de viagem, pois quando a distância entre pontos de parada sucessivos é estabelecida de forma inadequada, o tempo de viagem eleva-se em virtude de uma maior frequência das operações de embarque e desembarque.

A densidade de rotas exerce uma influência direta na frequência de operação das linhas do sistema, sendo considerada uma variável importante na avaliação da acessibilidade, uma vez que relaciona a rota com a área construída e servida por ela.

Pelo fato de não existir uma uniformidade de demanda ao longo da área urbana abrangida, usa-se comumente um valor médio para representar essa variável, determinado pelo somatório dos valores das densidades parciais, obtidos pela razão entre um trecho específico da rota, e as respectivas sub-áreas atendidas.

Alguns autores possuem restrições quanto ao uso da variável densidade de rotas, justificando que em seu cálculo são incluídas áreas construídas tais como: lagos e praças, que não geram demanda por transporte coletivo, recomendando então sua ponderação com a população das sub-áreas ao longo da rota.

A variável população cativa localizada até 500 m de uma linha de ônibus indica, juntamente com a distância média de caminhada, a adequação da localização dos pontos de parada, haja vista que, de acordo com ALTER (1976), é uma distância que proporciona uma acessibilidade regular ao usuário.

Já a relação entre passageiros transportados e a população da área servida é um indicador de racionalidade do itinerário da linha de ônibus, pois em alguns casos uma simples mudança no itinerário proporciona um maior aproveitamento da oferta de ônibus, aumentando a acessibilidade, principalmente para os usuários cativos do STCO.

4.7- ECONOMIA

Enquanto os atributos anteriores possibilitam uma avaliação da eficácia do sistema de transporte coletivo por ônibus, o atributo economia permite avaliação da eficiência do sistema. Sendo um atributo imprescindível para usuários e operadores, pois para os primeiros define a tarifa a ser paga pela utilização do serviço e no caso dos operadores traduz um lucro adicional, através do melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Entre as variáveis escolhidas como representativas deste atributo, encontra-se a utilização de veículos, custo de viagem para o usuário, eficiência energética e a produtividade da mão-de-obra, conforme o Quadro 4.10.

Observando-se o quadro a seguir, pode-se verificar que os indicadores selecionados são passíveis de modificações através de mudanças operacionais, administrativas e gerenciais. O Gráfico 4.4, indica a elevada participação percentual dos itens combustível, mão-de-obra, peças e acessórios na composição dos custos operacionais da empresa.

QUADRO 4.10: Variáveis e Indicadores Representativos do Atributo Economia

ATRIBUTO ECONOMIA	
Variáveis	Indicadores
Utilização de Veículos	Percurso Médio Anual
Custo da Viagem para o Usuário	Custo por Quilômetro
Eficiência Energética	Consumo de Combustível
Produtividade da Mão-de-Obra	Percentual do Custo de Pessoal de Operação no Custo Total

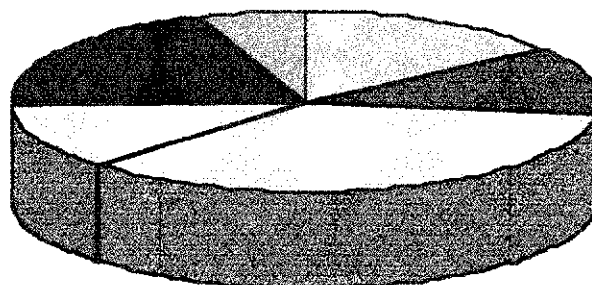
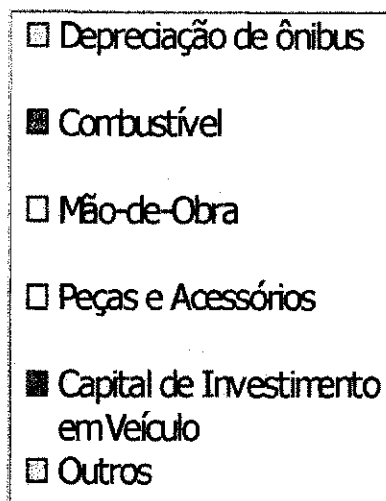


GRÁFICO 4.4: Participação dos Diversos Elementos no Custo Operacional

Fonte: Revista dos Transportes Públicos. O Ônibus Operando como Sistema de Média Capacidade. 1º Trimestre, 1996. p. 29.

A variável utilização da frota possui como indicador o Percurso Médio Anual - PMA, pois este parâmetro é utilizado para ratear os custos fixos, representando a produção média dos veículos no respectivo período. A quilometragem rodada por veículo varia de acordo com a tecnologia empregada, o tipo de serviço e o revestimento da superfície de rolamento, haja vista sua influência na velocidade desenvolvida, e conseqüentemente, no tempo de viagem. Ou seja, dependendo do tempo de viagem gasto pelos veículos a empresa poderá ter que aumentar ou diminuir o número de veículos em operação.

O PMA de uma empresa é obtido, através da divisão entre percurso total desenvolvido por toda frota durante um ano e o número de veículos que a compõe. Portanto, o percurso médio anual representa um índice agregado por empresa e calculado com base nos dados solicitados às empresas pelo órgão concedente. O gráfico a seguir mostra que através de uma melhor utilização da frota operante, é possível reduzir os custos por quilômetro,

refletindo positivamente na percepção de usuários e operadores, para aqueles através da redução dos percentuais de aumento tarifário, enquanto para as empresas pelo ganho de produtividade.

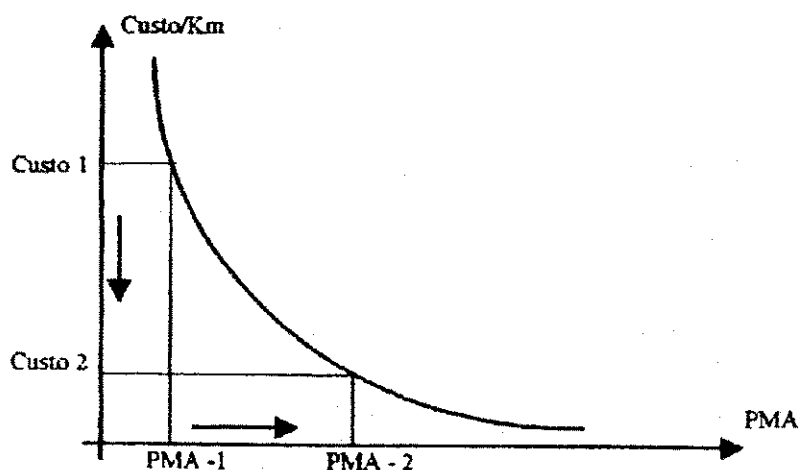


GRÁFICO 4.5: Variações no Custo por Quilômetro em Função do Acréscimo no Valor do PMA

Fonte: TABOSA, C. Inter-relacionamento entre os Atributos de Sistemas de Transportes Coletivo por Ônibus, PUC, 1979. p. 63.

De acordo com dados da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU (1998), mesmo com a redução no volume de passageiros, os ônibus estão rodando cada vez mais, conforme pode ser averiguado no Gráfico 4.6. Nos últimos três anos, no cotejo dos dados referentes aos meses de abril, os serviços cresceram 13,2%, enquanto o volume de passageiros caiu em 5,3%. Diversos fatores contribuem para essa situação, entre eles pode-se citar a forma de remuneração das operadoras em algumas cidades, a fixação dos serviços pelo poder público — que por razões políticas, tem mais facilidade de expandir os serviços — e o sistema de tarifa única, que desassocia o uso do usufruto, contribuindo dessa forma para o aumento da extensão das viagens.

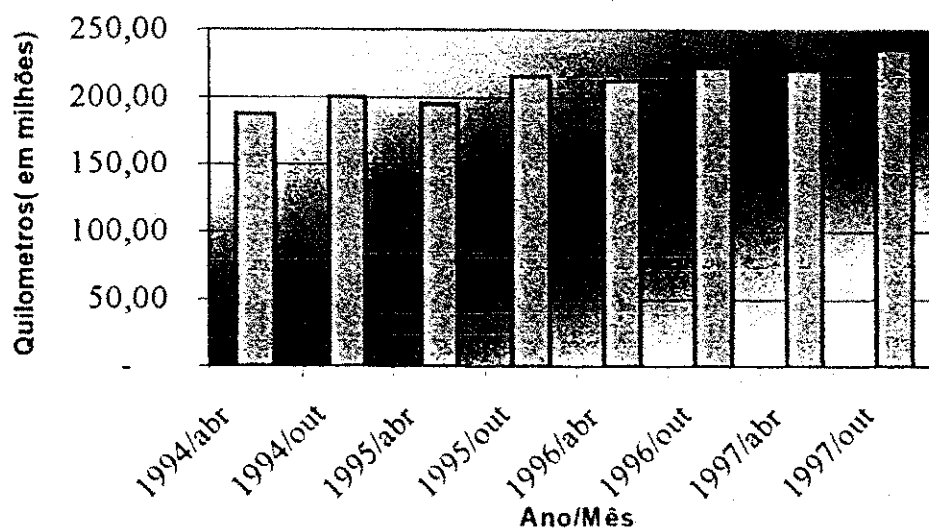


GRÁFICO 4.6: Evolução da Produção Quilométrica Mensal Verificada nas Capitais Brasileiras

Fonte : Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU,
Anuário 1997 – 1998.

O custo de viagem para o usuário tem como indicador o custo por quilômetro, uma vez que este parâmetro é utilizado para a determinação da tarifa a ser imposta. Como as empresas operadoras no Brasil são privadas, a fixação da tarifa é feita de tal forma que sejam garantidas a justa remuneração do capital investido e a cobertura dos custos operacionais.

Devido a este fato, o termo “custo por quilômetro” refere-se ao custo operacional mais o percentual de lucro adotado. Isto reafirma a assertiva feita anteriormente, que caso o operador consiga diminuir os custos operacionais aumentará o seu percentual de lucro. Por outro lado, se tem constatado uma elevação crescente nos custos por quilômetro. Segundo dados da NTU (1998), entre 1996 e 1997 ocorreu uma elevação de 3% nos custos por quilômetro rodado de ônibus.

O Gráfico 4.7, fornece uma evolução, ao longo do período de 1994 a 1997, do custo por quilômetro, ponderando os dados de algumas cidades brasileiras. Conforme pôde ser observado, entre outubro de 1994 e 1995, o aumento no custo por quilômetro chegou a 14,3%, diminuindo para 5,6% no período de 1995 a 1996. Entre os fatores que têm provocado a elevação dos custos, estão a diminuição da velocidade dos ônibus, e sobretudo, os aumentos reais de salários do pessoal de operação.

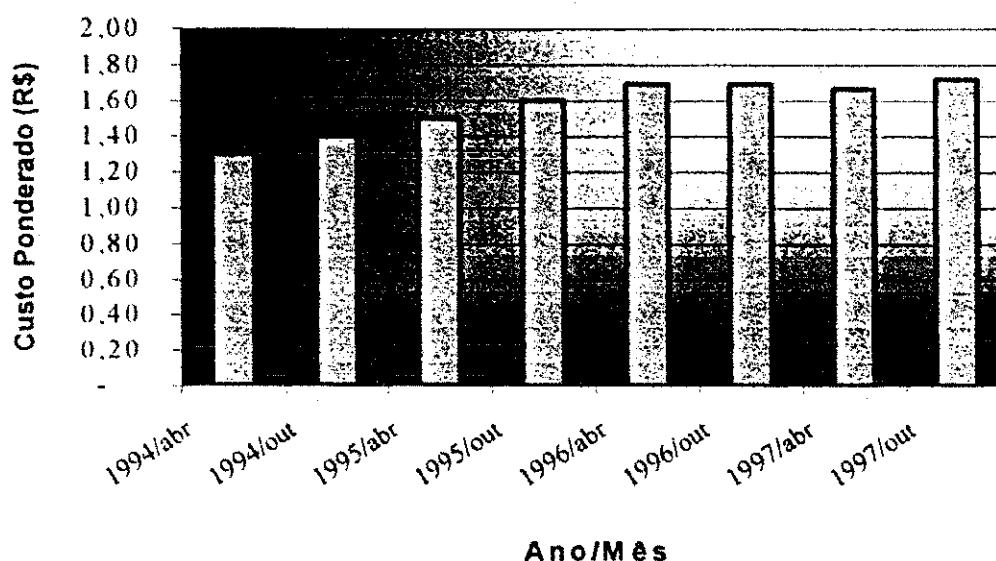


GRÁFICO 4.7: Variação do Custo Ponderado por Quilômetro Verificado nas Capitais Brasileiras

Fonte: Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU, Anuário 1997-1998.

A eficiência energética será avaliada pelo consumo de combustível por quilômetro. Esta variável é função das condições de tráfego e operação dos veículos, reforçando a importância da prioridade de tráfego nas vias para os coletivos e o treinamento do pessoal de operação e manutenção. HOLTOLFF, *apud* NEVES (1985), analisando os componentes dos custos de operação, concluiu que o aumento de 1 km/h na velocidade média dos veículos — particularmente para as situações de baixas velocidades de operação — pôde proporcionar uma redução de 5 a 12% nos custos

operacionais sem impactos negativos na qualidade de serviço ofertado ao usuário.

BALASSIANO (1980) demonstrou que a eficiência energética de operação dos ônibus urbanos é influenciada principalmente pelas variáveis velocidade e carregamento do veículo, que associadas explicam 78% da variação no consumo de combustível. Através de uma função matemática que relacionava ambas variáveis, construiu, para três situações de carregamento, as curvas de consumo de combustível, onde demonstrou que a curva de eficiência energética afasta-se da origem do diagrama com o acréscimo do carregamento, indicando que para uma mesma velocidade o consumo de combustível será tanto mais elevado quanto mais carregado estiver o veículo.

Outra conclusão de BALASSIANO (1980) foi que, independentemente do carregamento, as curvas decrescem acentuadamente com a elevação da velocidade, atingindo o ponto de inflexão na velocidade de 48 km/h, demonstrando que este valor para a velocidade de operação é o que proporciona a máxima eficiência energética do veículo. Com base nos estudos supracitados fica evidente, no que concerne ao desempenho energético dos veículos, ser possível haver ganhos de produtividade através da redução do consumo de combustível da frota.

Foi verificado no Gráfico 4.4, que o custo com o pessoal de operação corresponde a maior parcela da composição dos custos de uma empresa de ônibus, demonstrando a relevância que assume a produtividade de mão-de-obra na avaliação do atributo economia. A forma de como está ocorrendo a utilização dos recursos humanos disponíveis na área operacional, torna-se de maior interesse quando observa-se que o estudo desenvolvido pelo CEAG/RJ, *apud* NEVES (1985), sobre o Diagnóstico

Gerencial de vinte empresas do sistema de transporte coletivo intermunicipal da RMRJ, demonstrou que em média 75% do pessoal empregado encontra-se na área de operação, 20% em manutenção e 5% na administração.

Segundo a EBTU (1996), são considerados como pessoal de operação, motoristas, cobradores e despachantes. A quantificação dos custos de mão-de-obra, pode ser baseada na folha de pagamento ou através da adoção de parâmetros de produtividade, representados pelos fatores de utilização de mão-de-obra, sendo esta última forma a mais recomendada, face aos objetivos de máxima eficiência que se deseja para as operadoras do STCO. Os fatores de utilização são parâmetros que otimizam o número de funcionários por área.

Resumidamente, o cálculo do fator de utilização de motoristas e cobradores ocorre em três etapas. A primeira, conhecendo-se a programação de serviço da empresa, consiste em determinar a quantidade necessária de motoristas e cobradores trabalhando simultaneamente. Em seguida, é calculada a quantidade de profissionais necessária ao longo de um dia de operação normal, tendo em vista que a duração dos serviços, como regra geral, não ultrapasse a duração da jornada de trabalho. Isto é expresso pela duração equivalente de operação, ou seja, divide-se o tempo total de veículos operando pela jornada de trabalho (EBTU, 1996). Por último, é feita a determinação do percentual de motoristas e cobradores necessário para cobrir férias e folgas.

Para determinação do fator de utilização dos despachantes não há um procedimento padronizado, todavia as seguintes recomendações da EBTU (1996) podem ser seguidas para sua estimativa: (1) Linhas circulares exigem um único ponto de controle; (2) Linhas interbairros exigem dois

pontos de controle; (3) Linhas centro-bairro exigem dois pontos de controle, mas permitem que um só despachante controle diversas linhas; (4) Embora aos sábados e domingos não haja redução do número de linhas as frequências são reduzidas, havendo a possibilidade de redução do número de despachantes e (5) Após a determinação do número de despachantes necessários para os períodos de operação, a quantidade de despachantes para cobrir férias e folgas segue o mesmo procedimento adotado para os motoristas e cobradores.

De posse dos fatores de utilização, determina-se o custo com o pessoal de operação pelo produto entre os fatores de utilização e os salários de cada categoria, adicionando-se ao resultado o percentual resultante dos encargos sociais.

4.8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi apresentado neste capítulo um estudo abrangente das características que condicionam o desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO. Essas características foram escolhidas com base nos padrões de eficiência e eficácia do sistema e divididas em atributos, variáveis e indicadores.

Os atributos identificados como relevantes para aplicação do modelo de avaliação de desempenho do STCO, sugeridos neste trabalho, são: Rapidez, Economia, Segurança, Confiabilidade, Acessibilidade e Conforto. Estes atributos, por sua vez, foram representados por diversas variáveis e indicadores. A quantidade de variáveis e indicadores considerados foram de trinta e dois.

Convém salientar que estes parâmetros de avaliação são tradicionais quando se pretende avaliar qualquer sistema de transporte coletivo por ônibus. As possíveis variações nas características consideradas são decorrentes do objetivo pretendido em cada estudo particular, bem como de suas respectivas disponibilidade e facilidade de obtenção.

CAPÍTULO V

O PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

5.1- INTRODUÇÃO

É antiga a busca pela humanidade de mecanismos que otimizem a alocação dos recursos limitados disponíveis. Esta preocupação atualmente é maior em virtude da complexidade envolvida nos processos gerenciais, administrativos, políticos, entre outros. Nesse sentido, as interligações e exigências múltiplas impostas pela sociedade moderna atuam como um agente dinamizador ou multiplicador na tomada de decisão.

Assim, desde o aparecimento da pesquisa operacional, durante a Segunda Guerra Mundial, surgiram diversos métodos aplicados na resolução dos mais variados problemas em diversas áreas do conhecimento, tais como Engenharia, Economia, Administração, entre outras. Na busca de respostas e soluções para esses problemas, várias teorias e modelos matemáticos foram desenvolvidos, entre os quais destacam-se a Programação Linear, Teoria dos Estoques, Técnicas de Simulação, Programação Dinâmica e Séries Temporais, com suas aplicabilidades condicionadas, basicamente, ao grau de estruturação exigido pelo problema identificado. Estas e outras técnicas têm em comum a formulação de um único critério ou apenas uma função objetiva, sujeita a diversas restrições para ser otimizada.

Esta forma reducionista de tratar com problemas de natureza complexa e que abarca somente fatores tangíveis, tem sido um fator determinante no crescente interesse de planejadores e analistas de transporte pelos métodos de tomada de decisão multicriteriais. Os métodos multicriteriais possibilitam a introdução de fatores ou elementos qualitativa e

quantitativamente tangíveis e intangíveis, além da análise de vários critérios e sub-critérios simultaneamente. Isto é, os métodos multicriteriais permitem a agregação das várias características que compõem um determinado problema.

Segundo RABBANI & RABBANI (1996), os avanços significativos ocorridos nos métodos de tomada de decisão multicriterial, durante estas três últimas décadas, baseiam-se em métodos desenvolvidos na Teoria de Decisão (Teoria da Utilidade e Processo de Análise Hierárquica), Economia (Otimidade de Pareto, Função de Bem-Estar Social e Análise Benefício/Custo), Estatística (Regressão Multivariada, Análise Discriminante e Análise Fatorial) e Psicometria (Escalonamento Multidimensional e Medidas de Conjunto). De acordo com SAATY (1997) as teorias como a da Utilidade e o Processo de Análise Hierárquica são algumas das poucas metodologias de decisão multicriterial existentes, havendo ainda outras que o autor considera como uma extensão destas duas.

O Processo de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*) tem recebido atenção especial na literatura e em aplicações práticas como modelo de auxílio à tomada de decisão, bem como um poderoso instrumental para o planejamento, desde que foi desenvolvido pelo matemático Thomas L. Saaty em 1971, devido a facilidade que oferece para identificação da importância ou domínio relativo dos elementos que compõem o problema, e também, pela simplicidade na quantificação destes elementos tangíveis ou não.

O AHP apresenta-se como um método eficiente para resolução de problemas, onde existem uma variedade de atores interagindo, com interesses e objetivos, até certo ponto conflitantes, como é o caso da

avaliação do desempenho de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO, principalmente no presente estudo, onde as características que afetam o desempenho do STCO, foram classificadas no Capítulo IV, de forma hierárquica em atributos, variáveis e indicadores (ver Figura 4.1).

Deste modo, são feitas a seguir explicações sobre os métodos multiatributivos, onde procura-se justificar o escolha do AHP. Em seguida é feita a descrição detalhada dos princípio teóricos do Processo de Análise Hierárquica - AHP, com vista à sua aplicação em um estudo de caso que será feita no capítulo seguinte.

5.2 – A TEORIA MULTIATRIBUTIVA

A preocupação em avaliar os sistemas de transportes, bem como os projetos neste setor, de uma forma mais abrangente, contribuiu para o desenvolvimento de novas teorias e técnicas de planejamento. As avaliações tradicionais, feitas através da Análise Custo-Benefício (ACB), com ampla utilização até os dias de hoje, apresentam-se segundo uma visão cartesiana, baseadas no Conceito de Otimização de Pareto, um dos conceitos clássicos da Teoria do Consumidor. Esta análise dá ênfase apenas aos critérios puramente econômicos. Impactos e/ou fatores que não podem ser convertidos em unidades monetárias são desconsiderados pela ACB e são, usualmente, apresentados como anexos aos cálculos econômicos, ficando o analista com o critério de considerá-los importantes ou não.

Alguns efeitos dos investimentos realizados no setor de transporte não possuem valor de mercado, então, sua quantificação monetária, às vezes justificada, envolvem questões artificiais e arbitrárias, as quais provocam um desvio na análise. Mesmo no caso em que os efeitos possuem valor de

WRIGHT (1984) explicita a função utilidade desenvolvida por LANCASTER (1966) da seguinte forma: " $U_i = f(C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{in})$, onde U_i é a utilidade do residente urbano i , que é normalmente um usuário de transporte e um contribuinte para o sistema tributário; C_{ij} é a j -ésima característica de uma política de transporte que o afeta. Verifica-se que a utilidade do cidadão i é influenciada tanto por seu próprio consumo de serviços de transporte, quanto o de outras pessoas e firmas, como no caso de poluição e congestionamento".

A teoria lancasteriana é uma abordagem intimamente ligada ao planejamento dos transportes, cujo processo "exige uma procura sistemática de um conjunto de características que visem aumentar a utilidade dos usuários de transporte e dos residentes urbanos sujeitos a restrições relevantes das finanças públicas locais" (WRIGHT, 1984). Isto significa que os projetos não devem ser analisados isoladamente, impedindo assim, que um grupo de técnicos e especialistas elaborem um projeto final, imutável, avaliado segundo as técnicas unicriterias (aquelas que "viabilizam" uma decisão já tomada), deixando a coletividade fora do processo e aos decisores apenas a escolha entre aceitar ou rejeitar o projeto. Faz-se importante ressaltar que o estabelecimento de um desempenho desejável para o STCO ou a sua modificação/melhoria, envolve a necessidade de recursos (investimentos e/ou custeio), onde o processo de tomada de decisão está em constante evidência, ou seja, a decisão sobre qual ou quais atributos agir, está sempre presente.

Desta concepção surge, então, a Teoria da Utilidade Multiatributiva (ou de atributos múltiplos), a qual tem por objetivo medir e associar julgamentos, quantificáveis ou não, dos diferentes grupos intervenientes no processo.

Para YIN (1984), "a avaliação da utilidade multiatributiva pode ser definida como uma abordagem que inclui todo o processo de identificação, mensuração e combinação de todos os atributos relevantes, tangíveis e intangíveis, para criar uma estrutura explícita de valores que possa formar uma base para avaliações e decisões".

Dentro da Teoria Multiatributiva, várias técnicas e métodos de análise multicriteriais foram desenvolvidos com o objetivo de agregação das várias características que compõem um determinado projeto a ser avaliado. Como exemplo, GODARD (1973) cita o Método ELECTRE - *Elimination et Choix Traduisant la Realité*; o Método C.P.E., assim denominado pela sua aplicação no *Centre de Prospection et d' Evaluation*, o Método S.R.E.R.P., utilizado pelo *Service Regional de l' Equipement de la Region Parisienne*; e o estudo de transporte realizado por LICHFIELD em 1969 sobre a cidade de Stavenage.

Já o matemático Thomas L. Saaty desenvolveu um método de escala de prioridades aplicável em estruturas hierárquicas, o qual foi utilizado por vários pesquisadores, tais como GUILIANO (1985) e CROWLEY (1987), dentre outros, que também utilizaram métodos multicriteriais em seus estudos.

A avaliação de desempenho do STCO, conforme apresentada no Capítulo IV, foi classificada de forma hierárquica, em função dos atributos que a compõem e das características associadas aos mesmos, havendo nesta classificação uma relação análoga à teoria das hierarquias de SAATY(1977).

Os atributos designam aspectos mais gerais (macro) do desempenho do STCO, os quais por sua vez possuem características que os expressam de forma mais concreta, possuindo um caráter mais específico (micro).

Estas características são os elementos que nos possibilitam trabalhar na determinação das preferências (atitudes) dos agentes envolvidos, pois, é através delas que é permitido se verificar o processo de percepção-ação de cada agente. Como estas características possuem vínculos entre si, mesmo que em tratando-se de classificação elas estejam associadas à atributos diferentes, produzem impactos inter-relacionados. Sendo os agentes diversos, e com distintos critérios de percepção-ação em relação àquelas características, as técnicas multicriteriais são as mais adequadas ao processo de mensuração e avaliação de suas preferências.

5.3- O PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA - AHP

O AHP é um método multicriterial e multiobjetivo que envolve múltiplos grupos para a tomada de decisão, com a finalidade de incluir e medir os fatores de maior importância entre atividades que exigem decisões lógicas e racionais. O método parte do pressuposto que é possível se representar um problema real através de uma estruturação hierárquica, a fim de se obter a priorização de todos os elementos para a tomada de decisão (SAATY, 1990).

O AHP tem sido aplicado como um método de resolução de conflitos e auxílio ao planejamento, a despeito disso SAATY (1977) faz a seguinte afirmação: "(...) o AHP tem sido usado para construção de estruturas cujos níveis representam os objetivos, atores, suas políticas, estratégias e o conjunto de resultados plausíveis gerados por suas ações. A análise conduz para a definição dos pesos ou prioridades dos resultados. O método

oferece um campo para abordagem das partes, podendo combinar interesses que são levados em consideração ou mostrar quem deve modificar suas posições para a obtenção de um resultado desejável [grifo nosso]. O autor ainda continua, afirmando que "(...) a proposta desse tipo de análise é de examinar as atitudes dos atores dentro de uma estrutura hierárquica, a qual pode ajudá-los a definir ou fornecer-lhes uma oportunidade de negociação, no intuito de obtenção de um resultado mais favorável" [grifo nosso].

O AHP tem por finalidade decompor e sintetizar um problema de tomada de decisão. Assim, inicia-se pela análise do sistema em estudo, que culminará na decomposição do problema. Permitindo, deste modo, identificar, caracterizar e hierarquizar os fatores e elementos em grupos homogêneos, bem como explicitar objetivamente todas as alternativas que são levadas em consideração e tidas como as mais relevantes para a consecução do objetivo. Posteriormente, ocorre a sintetização das preferências de todos os grupos envolvidos, através da identificação da alternativa mais importante ou prioritária dentre aquelas consideradas. Por esse motivo, esta fase do processo de tomada de decisão é comumente denominada de "síntese".

A síntese das preferências de opinião ou sentimentos dos envolvidos é obtida a partir de matrizes de julgamentos paritários das alternativas em relação aos critérios considerados e destes em relação ao objetivo desejado. Portanto, levando-se em consideração cada critério, tenta-se chegar a uma solução de compromisso, baseando-se no conceito de subordinação ou dominância de uma dada alternativa sobre a outra.

Cabe salientar, que desde a análise do sistema para sua decomposição até a síntese das alternativas, há uma seqüência de passos ou etapas que devem ser sistematicamente seguidas no AHP. Estas etapas serão

descritas posteriormente e são as seguintes: (1) Estruturação Hierárquica, (2) Julgamentos Comparativos, (3) Priorização, (4) Síntese e (5) Análise de Sensibilidade.

5.4 - ESTRUTURAÇÃO HIERÁRQUICA

É fundamental a forma de como ocorre a percepção e a compreensão do problema, pois se constitui no ponto de partida para a sua decomposição, resultando na identificação dos agentes, critérios, sub-critérios e alternativas envolvidas, influenciando diretamente na forma de como estes fatores e elementos são agrupados e interagem entre si dentro da hierarquia. A interação matemática entre os diversos níveis da hierarquia concorre para a concretização de seu objetivo, representado pelo nível mais elevado da mesma, ou seja, o primeiro nível, que é constituído por apenas um elemento. A partir da definição do nível mais alto da hierarquia, é feita a decomposição do problema resultando nos demais níveis.

Dessa forma, uma hierarquia pode ser definida como sendo uma representação abstrata de uma realidade complexa em uma estrutura de multiníveis, onde o primeiro nível representa o objetivo global e os níveis sucessivos correspondem aos agentes, critérios, sub-critérios, com o último nível sendo composto pelas alternativas a serem priorizadas.

A estruturação hierárquica de um problema complexo permite investigar e explicar — através de uma cadeia linear, no caso do *Analytic Hierarchy Process* - AHP, ou não-linear (*Analytic Network Process*-ANP) — a relação de causa e efeito entre os elementos incorporados por ela. Segundo SAATY (1991) a finalidade de uma hierarquia é avaliar os impactos dos elementos do nível mais alto sobre aqueles pertencentes a um nível inferior ou então, a contribuição dos elementos localizados nos níveis mais baixos

para a importância dos elementos indicados nos níveis mais elevados da hierarquia.

SAATY, *op. cit.*, ainda afirma que as hierarquias elaboradas podem ser do tipo estrutural ou funcional. No primeiro caso, as diversas partes de um sistema complexo são decompostas segundo a ordem descendente de seus elementos constituintes, por exemplo, uma hierarquia estrutural do universo obedeceria a seguinte ordem: galáxias, constelações, sistema solar dos planetas, descendo até chegar aos átomos, núcleos, prótons e neutrons (SAATY,1995). Em contrapartida, uma hierarquia funcional representa a decomposição de um sistema em suas partes constituintes, conforme suas relações essenciais. A título de ilustração pode-se citar a forma de como um comandante transmite as ordens no campo de batalha para seus soldados, como afirmado por RABBANI & RABBANI (1996).

A representação de sistemas através de hierarquias apresenta grande flexibilidade, pois não há um conjunto de regras que direcione a forma de escolher-se os elementos constituintes da mesma. Uma determinada realidade será tão bem mais representada por uma hierarquia, quanto maior for o grau de entendimento e percepção do problema. Desta forma maiores serão as chances de que uma linha de ação escolhida seja realmente o meio mais efetivo para se obter o objetivo procurado, e portanto, resolver o problema identificado.

Para SAATY, *apud* RABBANI & RABBANI (1996), a estruturação de uma realidade por meio de uma hierarquia tem a vantagem de representar o problema tão elaboradamente quanto o necessário, fornecendo meios para visualizar as partes componentes do sistema, bem como as interações funcionais, influências e impactos dos mesmos. Ademais, as hierarquias bem estruturadas são estáveis e flexíveis. Estáveis, pois pequenas

modificações na hierarquia produzem pequenos efeitos nos resultados. Flexíveis na medida em que a adição de elementos em uma estrutura hierárquica bem elaborada não afeta sua performance.

As hierarquias podem ser estruturadas no sentido de cima para baixo (*top-down*), isto é, do objetivo para as alternativas ou, então, no sentido oposto, ou seja, no sentido das alternativas para o objetivo (*bottom-up*). Segundo BUEDE, *apud* RABBANI & RABBANI (1996), o processo *top-down* é mais indicado para decisões estratégicas, onde apenas os objetivos são conhecidos, enquanto o processo *bottom-up* é mais apropriado para decisões táticas, onde as alternativas são conhecidas.

5.5 - JULGAMENTOS COMPARATIVOS

O AHP baseia-se no pressuposto de que os seres humanos fazem, subconscientemente, comparações complexas, por isso uma aproximação matemática é necessária para ajudar a determinar as propriedades e trocas compensadas (*trade offs*), na intenção de se obter uma síntese ou decisão de prioridades. Assim, com base no conhecimento que possui de determinada realidade, o ser humano é capaz de estabelecer relações de preferência ou importância de elementos ou atributos tangíveis ou não, através de pares de comparação. Quanto a isto R.W.SAATY, *apud* RABBANI & RABBANI (1996), afirma que o AHP é um método que pode ser usado para estabelecer medidas de domínio físico e social, tangíveis e intangíveis de um problema de decisão dentro de estruturas hierárquicas. Continua, dizendo que o Processo de Análise Hierárquica - AHP é usado para deduzir escalas proporcionais (*ratio scales*) a partir de comparações tanto de valores discretos como contínuos.

Na comparação paritária, feita no AHP, de dois elementos em relação a um determinado critério, é estimada uma razão a partir de uma escala fundamental de números absolutos. Nestas comparações usa-se o menor elemento como uma unidade de referência, sendo o maior um múltiplo daquela unidade. Assim assinala-se para este último um valor numérico correspondente à sua dominância ou preferência em relação ao primeiro. O processo é repetido até que as comparações paritárias em todos os níveis da estrutura hierárquica tenham sido realizadas. Destarte, ao invés de se associar um valor numérico para cada critério a ser comparado, no intuito de estabelecer a proporção de equivalência entre os mesmos, deriva-se diretamente esta razão a partir de uma escala fundamental.

Com a finalidade de definir a escala a ser usada pelo AHP para o estabelecimento dos pesos a serem atribuídos por ocasião dos julgamentos paritários, SAATY estudou e comparou entre si diversas escalas, sempre considerando que uma excelente escala deveria ser capaz de estabelecer as diferenças entre os sentimentos humanos e expressá-las perfeitamente.

Para o estabelecimento da escala, também considerou alguns estudos que demonstram crescer a inconsistência no julgamento dos indivíduos a medida que o número de comparações aumenta. Desta maneira, para um conjunto de "n" elementos seriam necessárias $n(n-1)/2$ comparações paritárias, portanto para nove elementos seriam preciso trinta e seis comparações, enquanto que quarenta e cinco para o caso de dez elementos. Como pode ser observado o acréscimo de um elemento faz com que sejam feitas mais nove comparações por pares, aumentando com isso as possibilidades de inconsistência nos julgamentos.

SAATY (1977), baseando-se nas considerações supracitadas, propôs a escala do Quadro 5.1, para representar a intensidade de preferência ou

importância entre os elementos de uma hierarquia. A escala proposta é usualmente denominada de escala fundamental. O limite inferior da escala é representado pelo número 1, indicando que os elementos comparados possuem igual importância em relação a um critério ou objetivo, enquanto que o limite superior da escala é representado pelo número 9, significando que um dos elementos comparados tem preferência ou importância absoluta sobre o outro, em relação a um critério ou objetivo específico.

Os números pares 2, 4, 6 e 8 são usados para expressarem julgamentos que fiquem entre dois números ímpares. Isto é, quando o julgador atribui, por exemplo, um valor 4 para comparação entre dois elementos, significa que ele considera que um dos elementos possui importância entre moderada e forte em relação ao outro elemento, quando comparados com relação a um critério representado no nível imediatamente superior.

Já os decimais 1,1-1,9; são usados para representar julgamentos que considerem os elementos comparados extremamente próximos, mas a comparação favorece levemente um deles em relação ao outro.

QUADRO 5.1: Escala Fundamental

1	Igual Importância
3	Importância Moderada de um sobre o outro
5	Importância essencial ou grande
7	Importância muito grande
9	Importância extrema
2, 4, 6, 8,	Valores intermediários
1,1 – 1,9	Escala de comparação entre elementos muito próximos
1/x	Recíproco para comparação Inversa

Fonte: RABBANI & RABBANI, *Decisions in Transportation with the Analytic Hierarchy Process*, 1996. p. 45.

Como resultado da comparação por pares dos elementos ou objetos, obtém-se uma matriz quadrada, denominada de matriz de comparação paritária, cuja ordem é igual ao número de elementos comparados. Assim, ao se comparar "n" objetos par-a-par, produz-se uma matriz quadrada $A_{(n \times n)}$, conforme mostrado a seguir. Nesta matriz as linhas e colunas representam os critérios ou alternativas comparadas, enquanto os elementos indicam o quanto um critério ou alternativa é mais importante ou preferido em relação a outro, isto é, cada julgamento representa o domínio de um critério da coluna esquerda sobre um outro critério localizado na linha do topo. Desta forma, é possível saber qual dos elementos comparados é o mais importante em relação a um critério localizado no nível superior, e qual a intensidade desta importância através do uso da escala fundamental (RABBANI & RABBANI, 1996).

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

A matriz de julgamentos paritários deve, matematicamente, satisfazer as propriedades de reciprocidade e consistência. Por sua vez, uma matriz é considerada recíproca, se somente se $a_{ij} = 1/a_{ji}$, para $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$; conforme ocorre espontaneamente com as matrizes de comparações paritárias. Pela forma de como a matriz é construída, fica implícito que se conhece previamente os pesos de seus elementos constituintes, o que conduz a seguinte igualdade:

$$A = \{a_{ij}\} = \{w_i/w_j\}, \text{ para } i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{eq. (5.1)}$$

Desta forma, tem-se que: $a_{ji} = w_j/w_i = 1/(w_i/w_j) = 1/a_{ij}$, comprovando-se matematicamente a propriedade da reciprocidade aludida anteriormente.

Já a consistência de uma matriz ocorre quando tem-se que: $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$, $\forall_{ijk} = 1,2,3,\dots,n$. O segundo membro desta equação pode ser escrito da seguinte forma: $a_{ik} \cdot a_{kj} = (w_i/w_k) \cdot (w_k/w_j)$, resultando em $a_{ik} \cdot a_{kj} = w_i/w_j$, porém como $w_i/w_j = a_{ij}$, chega-se na identidade procurada, isto é, $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$ provando-se a segunda propriedade que deveria, matematicamente, ser satisfeita pela matriz de julgamentos paritários. Contudo, conforme afirmou SAATY (1995), não se deve esperar uma consistência exata para todas as matrizes, pois são construídas a partir dos sentimentos de indivíduos, e como estes não conseguem ajustar perfeitamente os seus sentimentos, ocorrerá sempre um certo grau de inconsistência nos julgamentos. No entanto, a inconsistência pode ser aceitável, desde que esteja dentro de certos limites, como será visto posteriormente.

5.6 - PRIORIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

O AHP determina a prioridade ou importância relativa que deve ser dada a cada alternativa, através da análise de cada uma das matrizes de comparação por pares. Para isso, utiliza-se das teorias de autovalor e autovetor de matrizes, assunto estudado em álgebra linear (RABBANI & RABBANI, 1996). Desta maneira, partindo-se da hipótese de que são conhecidas prioridades $W = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$, em relação a um critério, obtém-se uma matriz semelhante a que é mostrada a seguir. De onde se conclui que o elemento a_{ij} é obtido, a partir da seguinte relação: $a_{ij} = w_i/w_j$.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

Com isso, tem-se que: $a_{ij} \cdot (w_j / w_i) = 1, \forall_{ij} = 1,2,3,\dots,n$, resultando em:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot (w_j / w_i) = \sum_{j=1}^n 1, \text{ para } i = 1,2,3,\dots, n \quad \text{eq. (5.2)}$$

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} \cdot w_j) \cdot 1/w_i = n, \text{ para } i = 1,2,3,\dots, n \quad \text{eq. (5.3)}$$

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} \cdot w_j) = n w_i, \text{ para } i = 1,2,3,\dots, n \quad \text{eq. (5.4)}$$

Escrevendo-se a igualdade anterior na forma matricial, encontra-se a seguinte equação $[A]W = nW$. Neste ponto, o problema central reside na resolução desta igualdade matricial, que pode ser escrita da seguinte forma: $([A] - nI)W = 0$. Por outro lado, partiu-se da suposição que o vetor de prioridades W foi dado, contudo o que se conhece na verdade é a matriz A . Deste modo, ao se analisar a equação acima, verifica-se que sua resolução tem por finalidade a determinação do vetor de peso W , a fim de tornar possível a priorização das alternativas. Por conseguinte, o vetor W não pode ser nulo.

Destarte, para que a igualdade seja verdadeira faz-se necessário que o $\det (A-nI) = 0$. As raízes desta expressão correspondem aos autovalores associados à matriz A de julgamentos paritários. Tal consideração conduz a conclusão de que, uma matriz de ordem "n" possuirá um número igual de autovalores. Em vista desse fato, o problema passa a ser de como determinar o autovalor máximo ou principal, correspondente a melhor

solução, isto é, qual dos “n” autovalores encontrados apresenta a melhor ordem de prioridades das alternativas.

Recorrendo-se a álgebra linear verifica-se, inicialmente, que a matriz de julgamentos paritários possui *rank* unitário, uma vez que apresenta todas as linhas linearmente dependentes da primeira, anulando dessa forma “n-1” autovalores. Em seguida, lançando-se mão do teorema de consistência de uma matriz que diz: “Uma matriz A de ordem n que possui todos os seus elementos positivos e atende a condição de reciprocidade será consistente, se e somente se o autovalor principal (λ_{\max}) = n”, garante-se que o único autovalor não nulo é máximo e igual a ordem da matriz. O teorema de PERRON, *apud* SAATY (1991), reforça a consideração anterior, afirmando que: (1) a matriz terá um autovalor positivo máximo, cujo o módulo excede a qualquer outro autovalor da matriz; (2) o autovetor da matriz, correspondente ao autovalor máximo será positivo e único.

Por outro lado, como o vetor prioridade é determinado a partir da resolução da equação $\det(A-nI) = 0$, e sendo a matriz A obtida através de julgamentos subjetivos, é natural que os valores a_{ij} desta matriz afastem-se dos valores reais de w_i/w_j . Apesar desse fato RABBANI & RABBANI (1996), fazem o seguinte comentário: “Na realidade a inconsistência surge dos erros de julgamentos ou de intransitividade”, por exemplo, se o elemento A é três vezes mais importante que o elemento B, e o elemento B é duas vezes mais importante que o elemento C, logo A deve ser seis vezes mais importante que C, porém durante a realização das comparações por pares, os julgadores não observam a propriedade de transitividade, violando-a quase sempre.

Baseando-se nesta intransitividade de julgamentos feitos pelos indivíduos e no teorema de consistência de matrizes recíprocas, SAATY (1977)

introduziu o conceito de desvio de consistência, a fim de limitar e tornar aceitável o grau de inconsistência dos julgamentos. Partindo do pressuposto de que pequenas perturbações em a_{ij} provocariam pequenas mudanças em λ_{\max} , propôs que o desvio de consistência é medido pela razão de consistência (RC), dada por: $RC=IC/IR$, onde IC corresponde ao índice de consistência e IR é o índice randômico.

O índice de consistência é calculado pela seguinte equação: $IC = (\lambda_{\max} - n)/n-1$, não obstante, ao se considerar $\lambda_{\max} \geq n$, tem-se também que $(\lambda_{\max} - n)/n-1 \geq 0$ e $IC \geq 0$. Logo, caso $IC = 0$ a matriz será dita totalmente consistente, porém em contrapartida quando $IC > 0$ a matriz será considerada inconsistente. Para a determinação do índice randômico (IR), SATTY (1977), sugere a utilização de uma tabela de valores médios, obtida de uma amostra de 500 matrizes $A_{(n \times n)}$, onde $n = 1, 2, 3, \dots, 10$, mostrada a seguir:

TABELA 5.1: Valores Médios do Índice Randômico

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fonte: SATTY, *apud* RABBANI & RABBANI, *Decisions in Transportation with the Analytic Hierarchy Process*, 1996. p. 63.

De acordo com SATTY, *op. cit.*, são admissíveis níveis de inconsistência da ordem de 0,100; ou seja, pode-se ficar satisfeito com os julgamentos que gerarem matrizes de comparações por pares que tenham $RC \leq 0,100$. Caso contrário, os julgamentos devem ser revistos, pois a inconsistência pode ter sido causada por julgamentos aleatórios.

Para RABBANI & RABBANI, *op. cit.*, a inconsistência do julgamento é afetada por: (1) a homogeneidade dos elementos em grupo, ou seja, não se

deve comparar diretamente um grão de areia com uma montanha; (2) o número de elementos no grupo. Para melhorar a consistência, concorda-se com os experimentos psicológicos que demonstram ser possível um indivíduo comparar no máximo 7 ± 2 objetos, sem tornar-se muito inconsistente; (3) o conhecimento do analista sobre o problema e (4) o ambiente da situação, tal como urgência do momento.

Alguns métodos para redução da inconsistência têm sido sugeridos no intuito de fazer com que o grau de inconsistência verificado ocorra nos limites admissíveis. Entre estes métodos, MAIA (1995) faz referência a dois sugeridos por SAATY. O primeiro consiste em formar a matriz das razões de prioridades w_i/w_j , considerar a matriz de diferenças absolutas $[[a_{ij} - (w_i/w_j)]]$ e tentar rever os julgamentos dos elementos ou das somas das linhas com maiores diferenças, sendo que w_i/w_j representam as prioridades do i -ésimo e j -ésimo elemento da matriz de julgamentos por pares.

No segundo método, forma-se um desvio da média quadrática da raiz, usando-se as linhas (a_{ij}) e (w_i/w_j) , fazendo-se, então, a revisão para as linhas com maiores valores. Para LIRA (1993), o método dos desvios quadráticos mostra-se mais vantajoso que o primeiro, porque, em geral a tendência é ocorrer uma incerteza maior, quando se relaciona uma atividade com todas as outras, ao invés de com apenas uma delas. O método proposto por GOMES, *apud*. LIRA, *op. cit.*, a fim de reduzir a grau de inconsistência, tem como premissa básica a identificação do erro E_{ij} causador da inconsistência através da seguinte expressão $E_{ij} = |T_{ij} - a_{ij}|$, onde T_{ij} é o valor ideal de a_{ij} para o qual ter-se-ia inconsistência nula. Contudo, como não se conhece, a priori, valor de T_{ij} , estima-se matematicamente e seu valor. O maior valor de E_{ij} é escolhido para gerar um novo a_{ij} , na intenção de minimizar a inconsistência da matriz de julgamentos paritários.

5.7 - SINTETIZAÇÃO DAS PRIORIDADES

Pode-se dizer que a fase de sintetização das prioridades ocorre quase que simultaneamente com a etapa de priorização das alternativas. Nesta etapa, intenciona-se através da sintetização das prioridades, determinar o vetor de prioridade global, isto é, saber qual das alternativas é a mais indicada para a concretização do objetivo, representado pelo nível mais elevado da hierarquia.

Para isso, considere um conjunto de "n" elementos estruturados hierarquicamente. Inicialmente, como foi visto, estes elementos são comparados aos pares em cada nível da hierarquia, resultando em diversas matrizes. Em seguida, determina-se e normaliza-se os autovetores correspondentes as matrizes de julgamentos paritários em cada nível da hierarquia. Posteriormente, multiplica-se os autovetores normalizados de um nível pela matriz de prioridades relativas do nível subsequente, assim sucessivamente até se atingir o objetivo estabelecido. Para melhor entendimento, considere uma estrutura hierárquica de três níveis como mostrado a abaixo:

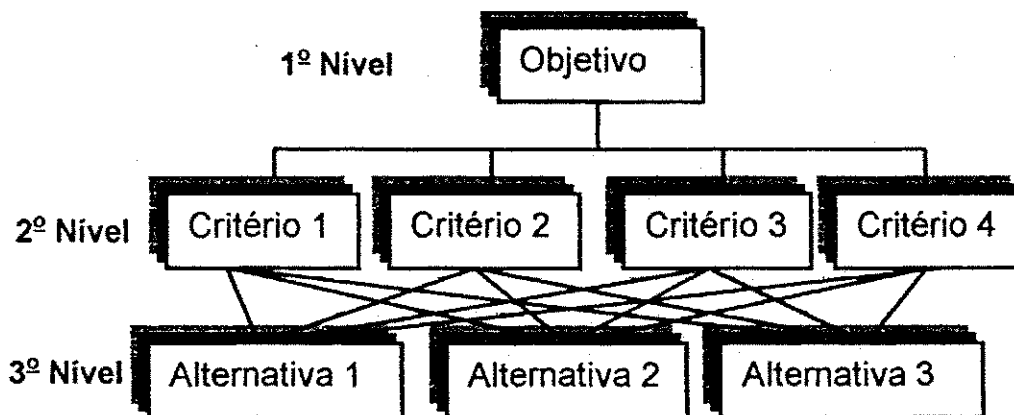


FIGURA 5.1: Hierarquia Simples Composta de Três Níveis

Primeiramente, as alternativas são comparadas aos pares, em relação a cada critério do segundo nível, obtendo-se um número de matrizes de

juizamentos igual a quantidade de critérios considerados no nível anterior, de acordo como é mostrado a seguir:

C - 1			
	A-1	A-2	A-3
A-1	1	a_{12}	a_{13}
A-2	a_{21}	1	a_{23}
A-3	a_{31}	a_{32}	1

C - 4			
	A-1	A-2	A-3
A-1	1	a_{12}	a_{13}
A-2	a_{21}	1	a_{23}
A-3	a_{31}	a_{32}	1

Para cada uma das matrizes de julgamentos por pares, determina-se um autovetor, correspondente ao autovalor principal da mesma. Este autovetor quando normalizado, define um vetor coluna para cada matriz, denominado de vetor de prioridade relativa, o qual fornece a importância ou prioridade das alternativas, no caso deste exemplo, representadas pelo terceiro nível da hierarquia, em relação as características ou critérios do nível imediatamente superior, neste caso o segundo nível.

Depois, compara-se aos pares os critérios do segundo nível em relação ao objetivo global, obtendo-se uma única matriz de julgamento paritários, conforme mostra-se abaixo. O próximo passo é o cálculo de autovetor desta matriz que, quando normalizado, fornece a ordem de importância relativa dos critérios considerados no segundo nível da hierarquia, quando comparados entre si.

	C-1	C-2	C-3	C-4
C-1	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}
C-2	a_{21}	1	a_{23}	a_{24}
C-3	a_{31}	a_{32}	1	a_{34}
C-4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	1

Por fim, para este exemplo, multiplica-se o vetor de prioridade relativas obtido no segundo nível pela matriz de prioridade relativas determinada no

terceiro nível da hierarquia, através deste procedimento determina-se um vetor, denominado de vetor prioridade global, que representa a ordem de prioridade das alternativas propostas para que o primeiro nível da hierarquia seja alcançado.

O maior valor numérico encontrado no vetor prioridade global, indica a melhor alternativa entre aquelas consideradas, o segundo maior peso (valor numérico) indica a segunda melhor alternativa entre as consideradas, e assim sucessivamente, com o menor peso do vetor prioridade global correspondendo a alternativa, dentre as consideradas, que menos contribuirá para realização do objetivo.

5.8 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A solução de um problema é determinada com base em dados inicialmente fornecidos a um determinado modelo. No entanto, estes dados podem sofrer modificações devido a diversas razões, por exemplo, foram mal estimados e/ou novas possibilidades apareceram após a formulação do modelo. Desta forma, a análise de sensibilidade tem por objetivo verificar os impactos dessas variações sobre a melhor solução.

Com relação a etapa de análise de sensibilidade no AHP, RABBANI & RABBANI (1996) fazem o seguinte comentário: "Em geral, a questão é saber quão sensível e quão estável é o resultado da análise caso haja modificações nos fatores já incluídos na hierarquia". Neste sentido, pode-se afirmar que quanto menor forem as flutuações ou modificações do vetor prioridade global, devido a pequenas modificações nos julgamentos, mais confiável será o resultado encontrado.

Segundo os autores, existem três maneiras de se verificar a sensibilidade no AHP: (1) através de estimativas matemáticas das flutuações, (2) derivando-se as respostas baseadas em um extenso número de programas computacionais apropriadamente desenvolvidos para testar a sensibilidade e (3) combinando-se os dois primeiros, principalmente quando não for possível fazer uma demonstração analítica.

No AHP, com o auxílio do programa computacional denominado *Expert Choice*, a análise de sensibilidade pode ser feita através de simples modificações efetuadas no vetor de prioridades global, permitindo avaliar com rapidez as mudanças sofridas pelo mesmo.

5.9- AVALIAÇÃO CRÍTICA DO PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

A escolha do Processo de Análise Hierárquica para a determinação da ordem de importância dos elementos componentes do Desempenho de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus, deveu-se à possibilidade que o mesmo permite, devido ao seu caráter multicriterial, do tratamento de fenômenos tanto tangíveis quanto intangíveis, bem como, a combinação destes fenômenos.

De uma maneira geral, o método apresenta vários aspectos positivos, dentre os quais pode-se destacar:

a) por estar baseado na Teoria das Hierarquias, o método adequa-se perfeitamente à solução e/ou minoração de conflitos, pela possibilidade da combinação de interesses distintos, obtendo como resultado final de sua aplicação, um vetor agregado, o qual representa aqueles interesses. Isto advém das vantagens apresentadas pelo uso das hierarquias, relacionadas por SAATY (1995), isto é, (1) a possibilidade de integração de sistemas;

(2) agregação dos elementos da estrutura em níveis hierárquicos; (3) as hierarquias são confiáveis e flexíveis e (4) perturbações locais não provocam perturbações no todo;

b) a determinação de pesos para o estabelecimento das prioridades, parte da necessidade do conhecimento das atitudes dos agentes envolvidos, incorporando assim, os conhecimentos das áreas da Ciências Sociais e Psicologia;

c) o método permite que se trabalhe com "n" alternativas distintas e agentes diversos;

d) é um elemento de fundamental importância para o planejamento estratégico, e que serve também, como elemento de avaliação da qualidade do serviço ofertado pelo STCO.

No entanto, o método possui alguns pontos, os quais devem ser levados em consideração na aplicação do mesmo, tais como:

a) devido sua sólida abordagem matemática, é necessário um bom conhecimento dos conceitos de Álgebra Linear, mais especificamente sobre teoria dos autovalores e autovetores de matrizes, quando da sua utilização;

b) o método utiliza uma escala proporcional de pesos como comparação de estimativas diretas, e para tanto, prevê que os julgadores possuam um amplo conhecimento do assunto, isto é, sejam especialistas. Entretanto, ao se trabalhar com diversos agentes, não necessariamente eles possuem uma homogeneidade de conceitos e de linguagem, como é o caso dos estudos de transporte, onde inclui-se, principalmente, o agente usuário;

c) dependendo da quantidade de atores envolvidos, bem como de critérios e sub-critérios considerados, a quantidade de entrevistas pode se tornar muito grande, induzindo os avaliadores a erros no julgamento e tomando a inconsistência de julgamentos inaceitável;

d) outro ponto relevante, é que o método prevê que o estabelecimento das matrizes recíprocas de pesos é fruto de um consenso entre os juizes. Isto pode ser conseguido de duas maneiras distintas: primeiro, aplicando as técnicas que possam extrair e agregar opiniões, como por exemplo, a técnica Delphi e outras; uma segunda maneira é a utilização de técnicas de discussões em grupo. ÁVILA (1989) apresenta e comenta uma série destas técnicas, no caso, as mais conhecidas. No entanto, para o estudo do qual trata este trabalho, não foi aplicada nenhuma delas, devido a uma série de fatores impeditivos. O uso da técnica Delphi despenderia um tempo muito grande, o qual não seria disponível. O uso das técnicas de discussões de grupos, também, se mostraram inviáveis, pois, não foi possível realizar reuniões com os grupos representativos dos agentes escolhidos. Na verdade se utilizou uma variação das técnicas de discussões em grupo. Ao invés de se reunir todos os grupos de uma só vez para uma discussão, o que seria desejável na intenção de se chegar em um consenso, fez-se as discussões entre os juizes para cada grupo separadamente.

e) uma outra dificuldade colocada pelo próprio método diz, baseada nos estudos psicológicos de MILLER, *apud* RABBANI & RABBANI (1996), que um indivíduo possui uma capacidade de comparação de 7 ± 2 objetos, simultaneamente. Quando há um número maior de 9 elementos a serem comparados, SAATY & KEARNS (1995) recomendam a decomposição deste conjunto em grupos menores, de 7 elementos cada um. Isto aumenta o nível de complexidade na definição da estrutura hierárquica e na obtenção do resultado final.

5.10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pôde ser observado, a escolha do Processo de Análise Hierárquica - AHP como método de auxílio para avaliação de desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus mostra-se adequada, devido a existência de diversos atores, com objetivos e interesse diferentes, até certo ponto conflitantes. Desta forma, ao contrário dos outros estudos a respeito do tema, o AHP possui a característica peculiar de possibilitar a inclusão, em uma única estrutura, de todos os grupos envolvidos no processo de avaliação de desempenho dos sistemas de transporte.

Ao se considerar simultaneamente o conjunto de agentes intervenientes na estrutura do STCO, procura-se minimizar o conflito de interesses. A busca de uma solução de compromisso é a premissa básica do Processo de Análise Hierárquica, uma vez que através da interação matemática de todos os níveis da hierarquia, deriva-se uma solução final que consegue agregar as opiniões dos diversos atores considerados pelo modelo.

Foi constatado que o AHP parte da suposição que um problema real pode ser decomposto em uma estrutura hierárquica de multiníveis, onde são representados o objetivo, os atores envolvidos, critérios, sub-critérios e as alternativas consideradas. O AHP utiliza uma escala fundamental de valores absolutos para realizar as comparações por pares entre os elementos considerados em cada nível da estrutura. A utilização desta escala permite que sejam obtidas as relações de proporção entre os elementos, para tanto prevê que os julgadores possuam um certo grau de conhecimento do assunto. Entretanto, ao se trabalhar com diversos agentes, como é o caso dos estudos de transportes, não é obrigado que

eles possuam uma homogeneidade de conceitos e linguagem, onde se inclui principalmente o agente usuário.

No capítulo seguinte será feita uma aplicação do Processo de Análise Hierárquica - AHP, em um estudo de caso na Região Metropolitana de Belém - RMB. Esta aplicação será valiosa, na medida em que torna possível verificar como o AHP é um método eficiente na resolução de problemas que envolvem uma multiplicidade de atores, com objetivos e interesses diferentes e alguma vezes conflitantes. Principalmente, quando leva-se em consideração a carência de estudos que permitam identificar as características mais importantes para o processo de avaliação de sistemas de transportes, e que incluam em uma única estrutura os atores envolvidos, seus interesses e objetivos.

CAPÍTULO VI

ESTUDO DE CASO

6.1- INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas considerações sobre a área objeto de estudo, no caso a Região Metropolitana de Belém - RMB. Semelhante a maioria das metrópoles brasileiras a RMB apresenta um contínuo e crescente agravamento de seus problemas de transporte e qualidade de vida, entre os quais pode-se citar a queda de mobilidade e acessibilidade, degradação do meio ambiente urbano, congestionamentos crônicos e alto índice de acidentes.

Nestes dois últimos anos, de forma mais incisiva, o órgão gestor do sistema de transporte do município de Belém tem adotado uma série de medidas que visam amenizar os impactos dos referidos problemas sobre os habitantes da Região Metropolitana de Belém - RMB. Entre as medidas adotadas, merecem destaque a recente inversão de sentido efetuada nas principais vias de tráfego e a implantação do transporte coletivo por micro-ônibus, esta última, com elevado índice de aceitabilidade por parte da população. Este fato vem reforçar os resultados das pesquisas de opinião, que revelam um crescente descontentamento dos usuários do sistema de transporte coletivo por ônibus quanto ao padrão do serviço ofertado.

O sistema de transporte coletivo por ônibus da RMB, até pouco tempo, era gerenciado apenas pela Companhia de Transportes do Município de Belém - CTBel. Este órgão de competência municipal acabava por extrapolar suas atribuições jurídicas e administrativas na medida em que sua atuação se dava em toda a RMB, não se restringindo ao município de Belém como o deveria.

Por outro lado, devido divergências políticas, nos últimos dois anos a Secretaria de Estado de Transporte – SETRAN contestou e reivindicou para si a gerência do sistema de transporte coletivo por ônibus entre os municípios da RMB, argumentando que, pelo fato da RMB não possuir um órgão gestor implantado, esta atribuição seria da SETRAN, pois o transporte de passageiros ocorre entre municípios do Estado e a competência jurídica-administrativa da CTBel é restrita apenas ao município de Belém. Esta dupla gerência faz com que se desenvolvam ações e projetos isolados para o sistema de transporte coletivo por ônibus da RMB.

Nesse sentido, visando proporcionar uma melhor compreensão do sistema de transporte coletivo por ônibus da Região Metropolitana de Belém - RMB, é feita sua caracterização, mostrando-se a importância que assume, no que se refere em possibilitar os deslocamentos dos habitantes da região metropolitana para suas diversas atividades. Também, é apresentada a evolução do sistema de transporte coletivo por ônibus da RMB no período compreendido entre 1975 e 1996, onde é possível verificar o comportamento da oferta e demanda por serviço de transporte.

É importante salientar que, na medida do possível, foram apresentados os dados mais recentes do sistema, e quando estes não existiam ou não se encontravam disponíveis, utilizou-se os dados existentes no Plano Diretor de Transportes Urbanos - PDTU, elaborado em 1990 para a Região Metropolitana de Belém - RMB, por se tratar do último estudo de abrangência vultosa realizado na RMB. Apresenta-se, ainda, neste capítulo o modelo proposto e elaborado a partir do Processo de Análise Hierárquica - AHP, fazendo-se a descrição de sua aplicabilidade. O AHP, exposto no capítulo anterior, foi utilizado com a finalidade de se obter a importância relativa dos agentes, atributos e variáveis envolvidas no processo de avaliação do STCO.

Os resultados das comparações paritárias, feitas pelos atores considerados, são introduzidos em um programa computacional denominado de *Expert Choice - EC*, com a finalidade de se obter o vetor de prioridade global. Nesse sentido, o EC é sucintamente descrito a fim de que se possa entender como os dados são introduzidos e manipulados no programa. Os resultados da aplicação do Processo de Análise Hierárquica - AHP, são analisados e comentados no capítulo seguinte.

6.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a Região Metropolitana de Belém - RMB. A partir da Constituição Federal promulgada em 1988, os estados brasileiros ganharam autonomia no que se refere a criação ou redefinição de suas regiões metropolitanas.

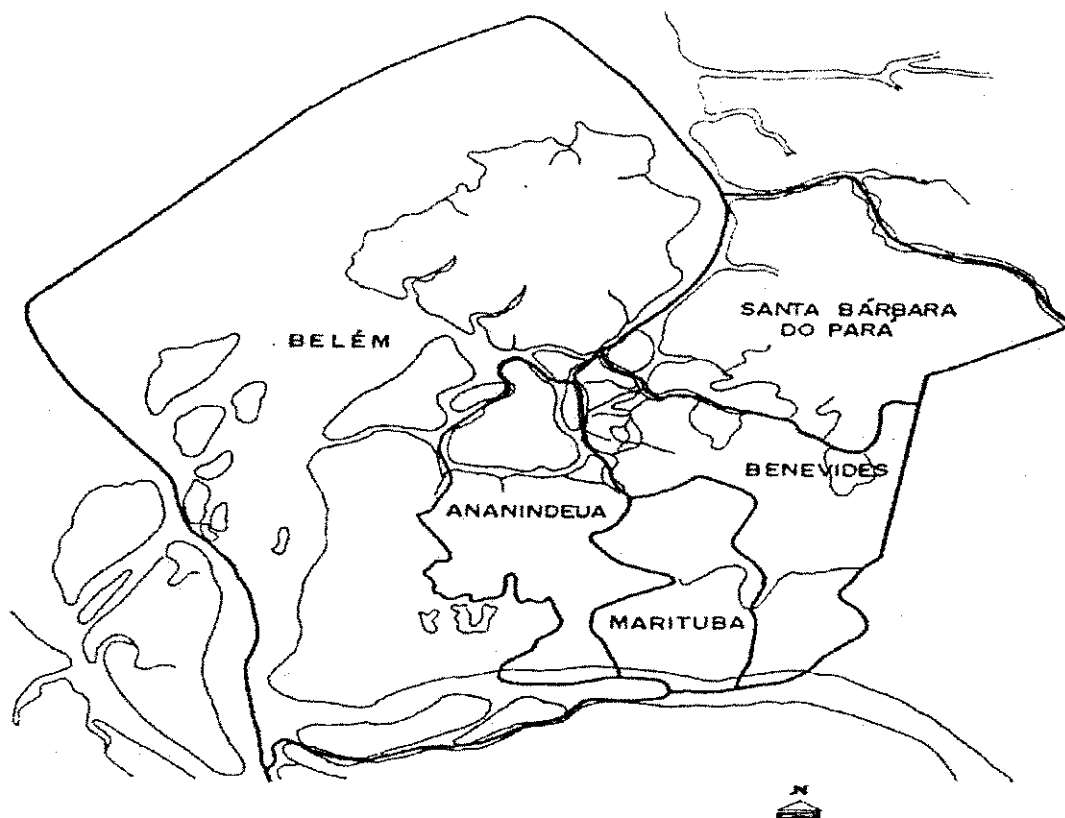


FIGURA 6.1: Área de Estudo - Região Metropolitana de Belém - RMB
Fonte: COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará. Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, 1996.

Sendo assim, o Governo do Estado do Pará, através da lei complementar nº 027, de 19 de outubro de 1995, redefiniu a Região Metropolitana de Belém, agora com 1.827,7 Km² de superfície e uma população de 1.401.305 habitantes (IBGE, 1999), composta pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará, conforme é mostrado na Figura 6.1 .

Nesse contexto, pode-se afirmar que no âmbito das diversas funções públicas desenvolvidas dentro da RMB, o transporte urbano é aquela que apresenta maior interdependência e abrangência territorial, em virtude das fortes relações econômicas verificadas entre os demais municípios que compõem a região metropolitana com o município núcleo, no caso Belém. Estas relações são evidenciadas através de fluxo diário e pendular de significativo contingente populacional que utiliza, em sua ampla maioria, o sistema de transporte coletivo para efetuar seus deslocamentos, conforme mostrado no Gráfico 6.1.

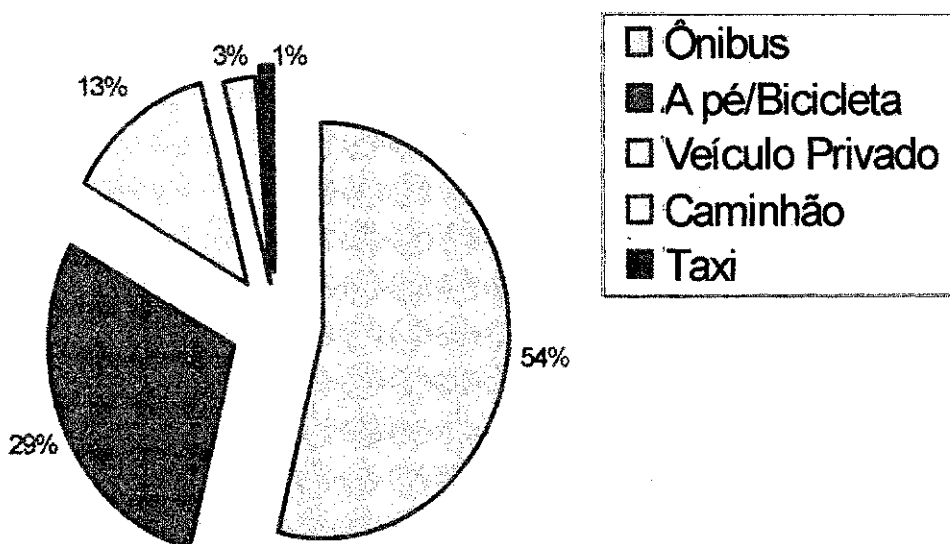


GRÁFICO 6.1: Composição das Viagens Realizadas na RMB por Modo de Transporte

Fonte: Plano Diretor dos Transportes Urbanos - PDTU, 1990.

O município de Belém merece destaque, por abranger 90% da população e 60% da superfície da RMB (COHAB, 1997), além de apresentar hegemonia no que se refere a oferta de empregos e serviços. Esta condição tem reflexo direto

no sistema de transporte coletivo da RMB, principalmente no tocante ao comportamento da demanda, caracterizando os demais municípios como "cidades dormitórios", consolidando suas estreitas relações de dependência com Belém.

6.3 - O SISTEMA DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS NA RMB

Considera-se o sistema de transporte coletivo por ônibus da Região Metropolitana de Belém - RMB, como constituído pelas linhas de ônibus que operam somente no município de Belém e pelas linhas que operam em dois ou mais municípios da RMB, com estas últimas constituindo o denominado Sistema Metropolitano de Transporte Coletivo por Ônibus.

O serviço de transporte coletivo por ônibus na Região Metropolitana de Belém - RMB, é oferecido somente por operadoras privadas. De acordo com dados referentes ao mês de julho de 1997, fornecidos pela Companhia de Transportes do Município de Belém - CTBel, o sistema de transporte coletivo por ônibus na RMB é explorado por vinte empresas que operam diariamente 127 linhas, excluindo-se as duas empresas que operam para os municípios de Benevides e Santa Bárbara do Pará. As empresas em conjunto totalizam uma frota de 1.684 ônibus, sendo que 1.531 ônibus operam diariamente no regime de tarifa única para qualquer município integrante da RMB, com uma frota cuja idade média é de 3,34 anos.

A maioria das linhas oferecem serviço de transporte das 5:00 h às 23:00 h, com algumas operando em tempo integral. A extensão do itinerário é definida como o comprimento referente a uma viagem redonda, tendo como origem e destino o terminal de bairro. A maioria das linhas de ônibus convergem à área central, conforme verificado na Figura 6.2. As linhas que operam dentro da 1ª Léguas Patrimonial, percorrem distâncias relativamente curtas, em média 22 Km/Viagem, enquanto aquelas que operam na Área de Transição percorrem,

em média, 26,8 Km/viagem e as linhas que ofertam serviços de transporte na Área de Expansão, perfazem uma distância maior, em média 41,4 Km/viagem.

São realizadas diariamente 12.990 viagens, com destaque para as empresas Forte (1.701 viagens/dia), Perpétuo Socorro (1.488 viagens/dia), Nova Marambaia (1.289 viagens/dia), Icoaraciense (905 viagens/dia) e Monte Cristo (728 viagens/dia), que juntas são responsáveis por cerca de 47% das viagens realizadas na RMB. A frota percorreu, no mês de julho de 1997, 419.963,51 Km/dia. A empresa que percorre a maior quilometragem/dia é a Forte (67.025 Km/dia), seguida da Marituba (55.525,55 Km/dia), Nova Marambaia (54.404 Km/dia), Icoaraciense (43.175,16 Km/dia) e Perpétuo Socorro (38.468 Km/dia). Estas empresas respondem por 61,6% da quilometragem percorrida/dia pela frota operante na Região Metropolitana de Belém.

O sistema de transporte coletivo por ônibus da RMB, transporta cerca de 1.355.074 passageiros por dia, e aproximadamente, 35 milhões de passageiros por mês. A empresa Forte exerce predomínio no que se refere ao número de passageiros transportados, com 204.329 passageiros/dia, em seguida aparece a empresa Nova Marambaia com 149.103 passageiros/dia, depois as empresas Marituba com 130.755 passageiros/dia, Icoaraciense com 125.957 passageiros/dia e a Perpétuo Socorro com 124.856 passageiros/dia. O sistema de transporte coletivo da RMB apresenta uma média de 5.284.789 meia-passagens/mês. O Índice de Passageiros por Quilômetro - IPK, sem descontar as meia-passagens é de 3,11 e ao considerá-las o IPK passa a ser de 2,64. Não há dados confiáveis sobre gratuidades, pois o sistema não possui nenhum mecanismo de controle, tanto por parte da CTBel e SETRAN, como por parte das empresas que operam na RMB.

Os dados apresentados demonstram a magnitude do sistema de transporte coletivo por ônibus da Região Metropolitana de Belém. Sua gestão se apresenta como uma tarefa complexa, tornando-se desafiador o compromisso

do órgão gestor em desenvolver ações que tenham por objetivo melhorar o desempenho do STCO da RMB, tornando evidente a necessidade de desenvolvimento de procedimentos metodológicos que possibilitem um acompanhamento sistemático de seus padrões de eficiência e eficácia.



FIGURA 6.2: Linhas de Desejos do STCO da RMB

Fonte: COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará. Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, 1996.

6.4 - A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM - RMB

Apresenta-se na Tabela 6.1, a evolução do sistema de transporte coletivo por ônibus da Região Metropolitana de Belém - RMB. É possível observar que o sistema de transporte coletivo por ônibus do município de Belém é enfocado separadamente em virtude da importância assumida pelo mesmo.

A elaboração da tabela foi feita a partir de dados disponibilizados em alguns estudos realizados entre os anos de 1975 e 1990, e dados sobre sistema de transporte coletivo por ônibus, referente ao ano de 1996, que se achavam disponíveis na Companhia de Transportes do Município de Belém - CTBel, pois a partir das informações referentes ao ano de 1997, não seria possível apresentar as comparações feitas ao longo desta seção em virtude destes dados estarem agregados para o sistema de transporte coletivo por ônibus da RMB. Os estudos realizados entre 1975 e 1990, e que foram levados em consideração são os seguintes: Plano Diretor da Grande Belém - PDGB (1975), Estudo de Racionalização do Sistema de Transportes Urbanos da RMB - TRANSCOL (1978), Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo da RMB - RTC (1986) e Plano Diretor de Transportes Urbanos da RMB - PDTU (1990).

Através da Tabela 6.1, é possível verificar que no período de 1975 a 1996 a evolução do sistema metropolitano de transporte coletivo por ônibus, em relação ao sistema da RMB, foi significativa. Constata-se que nesse período o sistema metropolitano evoluiu de 3% para aproximadamente 30%, evidenciando um crescimento superior ao verificado, no mesmo período, no município de Belém.

A Tabela 6.2 e o Gráfico 6.2, elaborados a partir da Tabela 6.1, apresentam a evolução do sistema metropolitano de transporte coletivo por ônibus. Cabe

salientar que para se estabelecer os cotejos entre os diversos anos, foi necessária a exclusão de dados das linhas de ônibus dos municípios de Benevides e Santa Bárbara do Pará, pelo fato de não existirem informações no período de 1975 a 1990, ou então, não haver uma seqüência histórica razoável que pudesse ser considerada.

TABELA 6.1: Evolução do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, segundo Indicadores de Oferta, Demanda e IPK

Dados Operac.	PDGB 1975	Transcol 1978	Var. %	RTC 1986	Var. %	PDTU 1990	Var. %	CTBel	Var. %	Variação Acumulada(%)
Frota	29	74	155,2	127	71,6	258	103,1	410	75,2	1.313,19
Km/dia	8.093	13.507	66,9	41.714	208,8	54.677	31,1	120.858	121,0	1.393,36
Pass./dia	32.072	44.666	36,3	139.826	213,0	241.509	72,7	324.782	34,5	912,67
IPK	3,96	3,31	-	3,35	-	4,42	-	2,69	-	-

Fonte: COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará. Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, 1996.

Notadamente, percebe-se que enquanto a oferta de transporte apresentou um crescimento de 1.393%, a demanda cresceu, no mesmo período, apenas 912%. Esta disparidade entre o crescimento da oferta em relação a demanda de transporte pode explicar, em parte, o decréscimo do IPK médio do sistema de transporte metropolitano. Já o gráfico 6.2, permite verificar o crescimento significativo, em valores absolutos, da demanda e da oferta neste período de 21 anos, com a demanda apresentando um crescimento mais homogêneo no período compreendido de 1978 a 1996. A Tabela 6.2, elaborada pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo - DAU, da Companhia de Habitação do Estado do Pará, apresenta a taxa média de variação anual da demanda e da oferta no período de 1975 a 1996.

Para a obtenção da variação percentual o DAU utilizou a seguinte equação: $t = [(Vd/Vb)^{1/n} - 1] \times 100$, onde "t" é a taxa média anual de variação da demanda ou da oferta, "Vd" é o valor da demanda ou da oferta no ano desejado, "Vb" o

valor da oferta ou da demanda no ano base e "n" corresponde ao número de anos decorridos entre o ano desejado e o ano base.

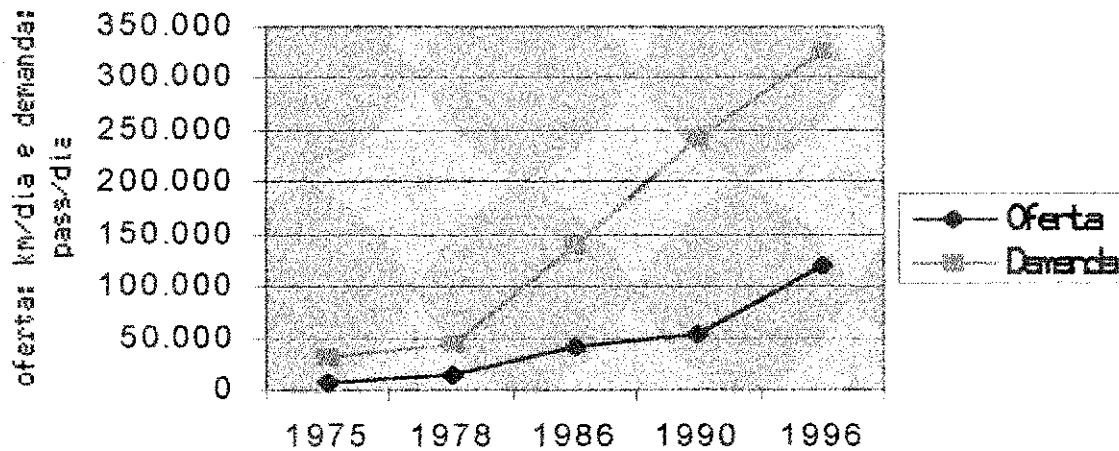


GRÁFICO 6.2: Evolução do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano por Ônibus

Fonte: COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará. Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, 1996.

TABELA 6.2: Taxa Anual Média de Variação da Demanda e da Oferta de Transporte por Ônibus Metropolitano de 1975 a 1996

Ano	Demanda Passag/dia	Oferta Km/dia	Variação Anual							
			1975		1978		1986		1990	
			Dem.	Oferta	Dem.	Oferta	Dem.	Oferta	Dem.	Oferta
1975	32.072	8.093	-	-	-	-	-	-	-	-
1978	44.666	13.507	11,8	18,6	-	-	-	-	-	-
1986	139.826	41.714	14,3	16,1	15,3	15,1	-	-	-	-
1990	241.509	54.677	14,4	13,6	15,1	12,4	14,6	7,0	-	-
1996	324.782	120.852	11,7	13,7	11,7	12,9	8,8	11,2	5,1	14,1

Fonte: COHAB – Companhia de Habitação do Estado do Pará. Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano, 1996.

Os dados acima revelam que as variações verificadas na demanda, com base no ano de 1990, mantiveram-se estáveis, no patamar próximo a 15%. No ano de 1996, há uma descontinuidade nesta tendência, com decréscimo acentuado no período de 1990 a 1996, chegando à taxa média de 5%. A tabela permite, ainda, verificar que a maior taxa de crescimento para a oferta de serviços de transporte, próximo a 19%, ocorreu no período de 1975 a 1978, com declínio a partir do fim deste período até o ano de 1990, sendo que a maior queda é verificada no período compreendido entre os anos de 1986 e 1990, tendo atingido o patamar de 7%. Havendo uma elevação da taxa de crescimento, entre 1990 e 1996, com a mesma chegando a 14,1%.

De acordo com o estudo realizado pela COHAB (1997), as constantes variações na oferta ocorreram devido a ausência de uma política tarifária contínua e eficaz, aliada ao precário controle operacional por parte dos órgãos gestores ao longo desse período, fato este que ainda persiste até os dias atuais.

6.5 – METODOLOGIA PROPOSTA

A avaliação de desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus é uma tarefa difícil, na medida em que envolve diversos agentes, com seus respectivos objetivos e interesses até certo ponto conflitantes. Até então, as diversas metodologias empregadas para avaliação do STCO, encontraram dificuldades para considerar, simultaneamente, os diversos grupos envolvidos no processo e seus respectivos pontos de vista. Por isso, na maioria das vezes realizam a avaliação a partir da ótica de apenas um dos agentes, desconsiderando os interesses dos demais.

Visando contemplar os principais grupos envolvidos, juntamente, com seus objetivos e interesses, empregou-se o Processo de Análise Hierárquica - AHP,

tendo em vista, identificar e priorizar, segundo suas ordens de importância relativa, os parâmetros de maior relevância para o desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus. O AHP apresenta-se como um método adequado aos objetivos do estudo, pois permite que se visualize o sistema de transporte coletivo como uma estrutura composta por diversos agentes, onde cada um possui interesses distintos e contraditórios que no processo de interação mútua geram conflitos a serem amenizados através do estabelecimento de uma solução de compromisso, derivada da participação ativa dos interessados durante todo o processo de avaliação.

A formulação da hierarquia e a priorização das variáveis, seguiu a seqüência metodológica indicada na Figura 6.3. Os passos verificados abaixo visam apenas mostrar como se procedeu a fim, apenas, de viabilizar a aplicação do Processo de Análise Hierárquica para o presente estudo, e portanto, não devem ser vistos como uma seqüência única para resolução de problemas desta natureza.

Considerando-se os agentes intervenientes do sistema de transporte coletivo por ônibus — usuários, operadores e poder público — e as características condicionantes do desempenho do STCO, atributo e variáveis, comentadas detalhadamente no capítulo IV, foi elaborada a estrutura hierárquica mostrada na Figura 6.4.

O primeiro nível é composto por um único elemento, representando o objetivo global a ser alcançado, que neste caso é "Melhoramento de Desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO". No segundo nível da hierarquia estão os atores envolvidos ou afetados pela tomada de decisão, os quais são: Usuários, Operadores e Poder Público, com este último representando, também, indiretamente os interesses de toda a comunidade atingida pelas externalidades decorrentes da operação do STCO.

Este nível da hierarquia indicará a importância relativa de cada um dos atores sobre o outro, com relação ao objetivo proposto, quando comparados aos pares. Portanto, mostra o poder de intervenção de cada grupo no processo de produção e uso do serviço de transporte. Este poder de intervenção indica a correlação de forças existentes entre os atores incorporados pela estrutura. Contudo, este poder de intervenção é delimitado pelas dimensões culturais, econômicas, políticas e ideológicas, suportes da estrutura social (VEIGA, 1991).

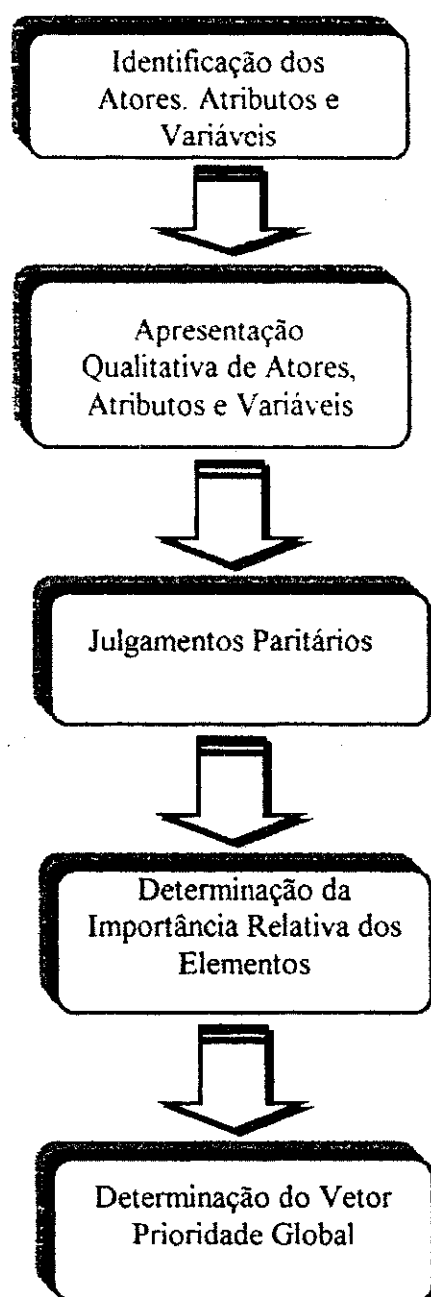


FIGURA 6.3: Processo de Priorização das Características de Desempenho do STCO

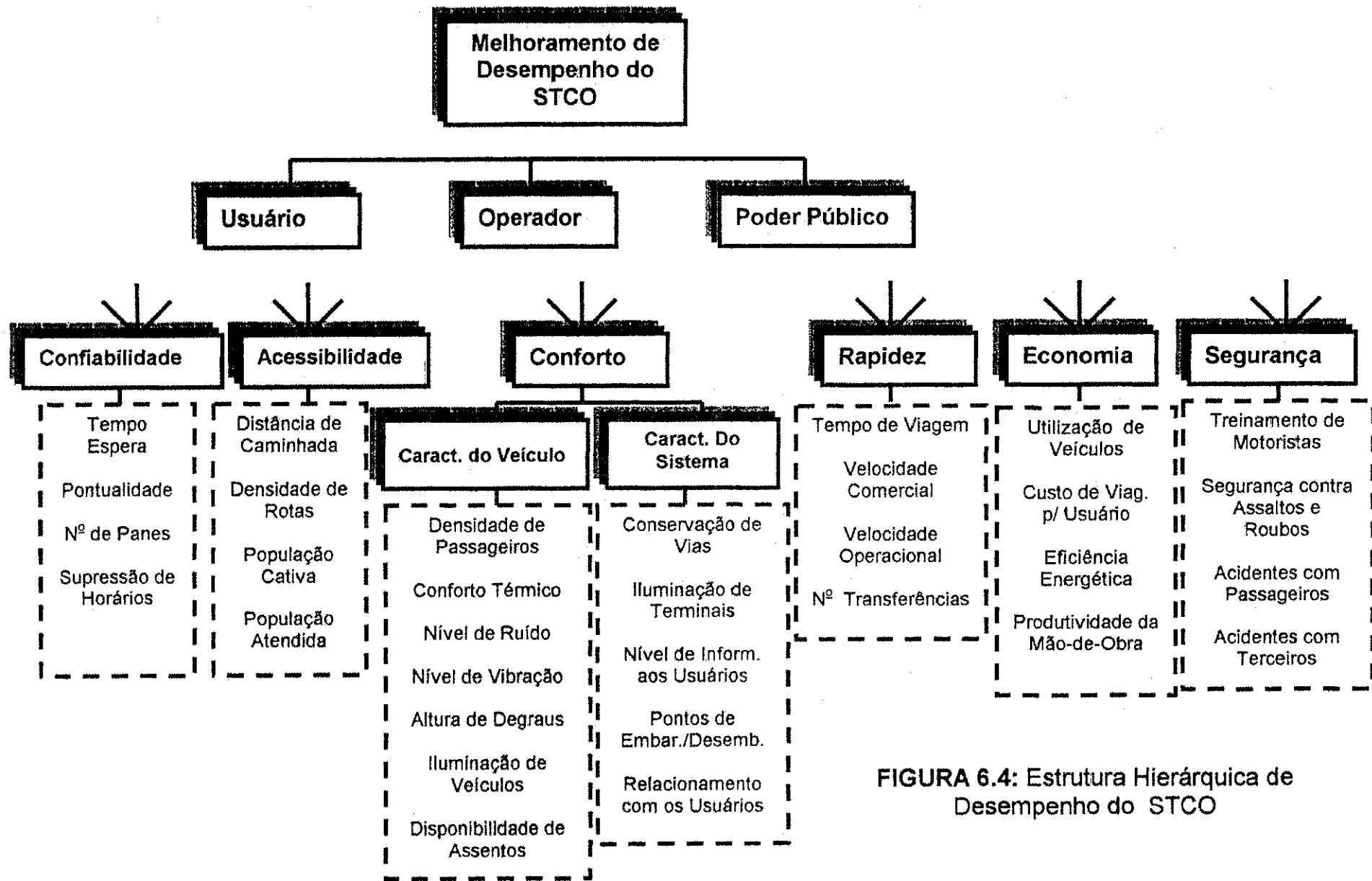


FIGURA 6.4: Estrutura Hierárquica de Desempenho do STCO

Estão representados no terceiro nível da estrutura hierárquica os seis atributos considerados: Segurança, Rapidez, Confiabilidade, Conforto, Economia e Acessibilidade. Estes serão ponderados por cada um dos grupos envolvidos e indicados no segundo nível da hierarquia. Em seguida, os resultados das prioridades dadas aos atributos, separadamente, por cada um dos atores, serão agregados, gerando um vetor que representa a importância relativa destes para usuários, operadores e poder público.

O quarto nível, mostra as variáveis que influenciam o desempenho do STCO, as quais serão primeiramente priorizadas por atributo, na ótica de cada um dos atores. Neste ponto, vale salientar que o atributo conforto encontra-se dividido em características do Veículo e do Sistema, com isso as variáveis representativas do atributo geraram um novo nível. Por fim, os resultados provenientes dos julgamentos isolados dos agentes são agregados, resultando no vetor prioridade global que indica a ordem de importância relativa de todas as variáveis consideradas no estudo para o conjunto de atores envolvidos e interessados na avaliação de desempenho do STCO.

Conhecida a ordem de importância relativa entre os atores, atributos e variáveis é possível, então, a formulação de uma metodologia para a quantificação do desempenho de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO. Sendo assim, a proposta metodológica desenvolvida neste trabalho vem subsidiar e respaldar a escolha de atributos e variáveis que serão usadas na fase final de avaliação do STCO, a qual corresponde a mensuração de desempenho do sistema.

6.5.1 - Obtenção das Matrizes de Julgamentos Paritários

A finalidade do presente estudo é apresentar uma proposta metodológica que seja capaz de indicar a importância relativa das características condicionantes do desempenho de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO.

Esta metodologia, por sua vez, deve possibilitar o envolvimento dos principais atores do STCO, permitindo que cada grupo expresse sua opinião e identifique, segundo sua concepção, os atributos e variáveis mais relevantes para avaliação de desempenho do sistema. Deve, também, ser capaz de aglutinar os pontos de vista dos agentes envolvidos na intenção de expressar uma solução onde estejam incluídas as opiniões de todos os atores considerados.

Foi definido que as matrizes de julgamentos seriam obtidas a partir de pesquisas, na forma de entrevista, onde se aplicaria os questionários que constam no Anexo II. Os questionários, foram elaborados com a finalidade de possibilitar que cada grupo realizasse as comparações paritárias, de forma simples, como se estivessem preenchendo um questionário de perguntas.

A partir do contato com os atores considerados, foi constatada a necessidade de se apresentar uma explanação sobre o Processo de Análise Hierárquica - AHP, para que os participantes estivessem cientes do significado das comparações a serem realizadas, bem como eliminassem dúvidas qualitativas em relação aos atributos e variáveis. Desta maneira, conforme definido na estrutura hierárquica da Figura 6.4, os atores selecionados para a pesquisa foram Usuários, Operadores e Poder Público.

No que se refere ao Poder Público, a pesquisa foi aplicada junto aos técnicos da Companhia de Transportes do Município de Belém - CTBel, mais especificamente àqueles técnicos ligados a gestão e operação do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO, pois parte-se do pressuposto que os mesmos estão familiarizados com as características do STCO consideradas no modelo hierárquico proposto, facilitando, assim, a aplicação da metodologia, além de possibilitar uma melhor consistência nos julgamentos. Participaram como juízes, cinco técnicos da CTBel. Ao invés de entrevistá-los individualmente, fez-se a opção pela formação de um grupo de debate, com a

finalidade de obter o “consenso” desejado para esse ator, em relação as características que condicionam o desempenho do STCO.

No caso do Operador (empresas), a pesquisa foi dirigida aos indivíduos que exercem cargo de chefia e que, pelo fato de participarem do processo de tomada de decisão nas empresas, suas ações têm influência direta na qualidade do serviço ofertado pelo STCO. Foram escolhidas aleatoriamente as empresas de transporte Icoaraciense e D. Manoel que, juntas correspondem a 10% das empresas de ônibus que operam na RMB. Pela impossibilidade de reunir ao mesmo tempo os representantes das duas empresas, fez-se a aplicação dos questionários separadamente. Pela empresa Icoaraciense participaram dois técnicos ligados a operação STCO, enquanto pela empresa D.Manoel houve a participação de quatro diretores: 1) diretor presidente, 2) diretor de planejamento, 3) diretor de operação e 4) diretor de administração e finanças. A técnica para obtenção do consenso foi igual àquela usada para o ator poder público, a qual corresponde a formação de um grupo de debates em cada empresa.

No tocante ao agente usuário é necessário a definição de uma amostragem baseada em métodos estatísticos para aplicação dos questionários a fim de se obter as matrizes de comparação paritárias. Como o estudo atinge a Região Metropolitana de Belém - RMB e esta, por sua vez, é servida por várias linhas de ônibus mostra-se imprescindível considerar todo o espaço geograficamente demarcado como área de estudo. Assim, a priori, todas as empresas que operam na RMB serão contempladas como participantes do estudo de caso através da técnica de amostragem por julgamentos. Como as empresas não operam com quantidades iguais de ônibus, ficou decidido a atribuição de pesos para cada empresa a partir de sua respectiva frota, isto é, do número de ônibus de cada empresa. Portanto o universo a ser estudado será determinado a partir do número total de ônibus que operam na RMB, através da seguinte equação:

$$N = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n .$$

Onde $k_i \in X_i$, tal que X_i será uma dada empresa e K_i o número de ônibus de uma empresa. Com base nisso, é possível definir o número médio de ônibus por empresa através da equação: $\bar{k} = \frac{\sum k_i}{n}$, neste caso n representa número de empresas que operam na área de estudo. A variância será determinada por: $\sigma^2 = \frac{\sum (k_i - \bar{k})^2}{n-1}$, e a confiabilidade da média será determinada por $\gamma = \frac{\sigma}{\bar{k}}$. Já o tamanho da amostra do número de ônibus que será pesquisado é dado através da equação $n_A = \frac{z^2 \gamma^2}{e}$, para um intervalo de confiança de 95% e erro de 2%.

Calculado n_A , isto é, o tamanho da amostra, deve-se sortear aleatoriamente as unidades amostrais seguindo-se as etapas descritas abaixo:

- 1) cada empresa será representada por um número de ônibus dado pela fórmula $\frac{k_i \cdot n_A}{N}$;
- 2) deve-se sortear o ônibus a ser pesquisado;
- 3) deve-se sortear o dia entre os sete de uma semana escolhida como tempo zero da pesquisa;
- 4) deve-se sortear o horário da pesquisa e o primeiro passageiro que entrar no ônibus a partir do tempo zero do horário estabelecido.

É importante salientar que a adoção da metodologia descrita acima para cálculo da amostragem de usuários a serem entrevistados dispensa a estratificação por grupos sociais e garante a aleatoriedade das entrevistas, o que corrobora com afirmação de DOWNING & CLARK (1999) "O melhor método de escolha de uma amostra é a escolha aleatória, isto é, que toda amostra possível tenha a mesma chance de ser escolhida". Portanto o melhor sistema de escolha de amostra consiste em não adotar qualquer sistema – em

outras palavras, a amostra deve ser selecionada de modo completamente aleatório. O sistema deve ser delineado de modo que todos tenham a mesma chance de ser incluídos na amostra. E não somente isso – o sistema deve ser planejado de modo que cada amostra que possamos conceber tenha a mesma chance de ser a amostra que efetivamente escolhemos.

O tamanho da amostra por empresa está definida no Anexo I. Com base nesses resultados, é possível se constatar a inviabilidade de se contemplar o universo de amostragem exigido para a obtenção de um resultado mais preciso. Principalmente quando leva-se em consideração que cada ator contemplado no presente estudo realizou três julgamentos para o segundo nível da estrutura hierárquica, quinze julgamentos para o terceiro nível e, considerando todos os atributos, sessenta e nove julgamentos para o último nível da hierarquia.

Essa quantidade de julgamentos a serem realizados revelou que seria impraticável a realização de entrevistas no interior dos ônibus, na medida em que exigiria uma boa quantidade de pesquisadores (entrevistadores) para coleta dos julgamentos paritários, nesse sentido a falta de recursos financeiros não possibilitou a realização da pesquisa com a amostragem desejável. Não obstante, acrescente a isso ainda o fato de que no caso do agente usuário haveria a necessidade imperiosa de explicar o significado de cada atributo e variável considerada na estrutura hierárquica.

Nesse sentido o procedimento metodológico descrito para determinação de uma amostragem ideal tem por finalidade respaldar um estudo que não possua apenas caráter acadêmico, o que não é o caso do estudo ora desenvolvido que visa em um primeiro momento comprovar a viabilidade da proposta metodológica para determinação da ordem de importância das características que influenciam o desempenho do STCO.

Com base nas considerações feitas acima, fica evidente a necessidade de se definir uma amostragem, sem nenhum procedimento estatístico, que possua um nível intelectual satisfatório, isto é, que tenha a capacidade de compreender os princípios do Processo de Análise Hierárquica - AHP e a definição de cada atributo e variável envolvida. Dentro desse contexto, foi definido que a pesquisa com o agente usuário se restringiria somente aos estudantes universitários. Deste modo, foram escolhidos estudantes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará - UFPa, que estavam matriculados nas turmas da disciplina Transporte Urbano, pois estavam familiarizados com alguns conceitos de atributos e variáveis.

Da entrevista com agente Poder Público resultou uma matriz de julgamentos paritários para o segundo, uma para terceiro nível da hierarquia e seis para o último nível, pois ao invés de se aplicar um questionário para cada participante, foi utilizada a dinâmica de livre debate entre os mesmos, a fim de estabelecer o consenso entre a importância de um elemento sobre o outro, quando comparados entre si. No caso dos agentes operadores e usuários o procedimento foi similar, contudo a pesquisa foi realizada em duas empresas (operador) e em duas turmas diferentes (usuário), então, foram geradas duas matrizes de comparações para o segundo nível da hierarquia e outras duas matrizes foram geradas para o terceiro nível, enquanto para o último nível doze matrizes.

Para se chegar ao consenso dos julgamentos no caso dos agentes operador e usuário, isto é, a obtenção de um consenso para cada nível da hierarquia, em relação a cada ator, fez-se uso do procedimento proposto por SAATY (1991), o qual é o uso da média geométrica para cada grupo de julgamento e aproximação para o inteiro mais próximo. Assim, foi possível obter para ambos, usuários e operadores, um número igual de matrizes de comparações paritárias, para cada nível da hierarquia, àquele obtido para o ator poder público. Este mesmo procedimento foi usado para se definir a matriz de

consenso global que irá agregar os sentimentos de todos os atores considerados.

6.6 – O PROGRAMA COMPUTACIONAL *EXPERT CHOICE* – EC

O programa computacional *Expert Choice* 9.0 - EC constitui-se de uma ferramenta eficiente no auxílio à resolução de problemas de tomada de decisão envolvendo o Processo de Análise Hierárquica. O EC foi desenvolvido exclusivamente para facilitar e dinamizar a aplicação do AHP, pois estão considerados na lógica de procedimentos do programa todos os aspectos teóricos e matemáticos, descritos no Capítulo V, que fundamentam a obtenção dos resultados através do Processo de Análise Hierárquica

O programa EC solicita primeiramente que a hierarquia construída a partir da percepção da realidade existente e captada pelo decisor seja introduzida. Em seguida, com base nesta hierarquia, entra-se com os resultados dos julgamentos paritários realizados pelos atores, a fim de se produzir as diversas matrizes de julgamentos comparativos.

É importante lembrar que os julgamentos paritários e as matrizes de julgamentos comparativos foram obtidos a partir das entrevistas com os diversos atores, onde os questionários aplicados conduziam a formação das matrizes para cada nível da estrutura hierárquica, sem contudo que o entrevistado percebesse que cada julgamento que efetuava se constituía em um elemento das diversas matrizes. Após essa etapa, o programa EC sintetiza os resultados de cada nível da hierarquia, além de agregá-los através do fornecimento do vetor de prioridade global.

O *Expert Choice* oferece três opções, também chamadas de módulos, para a realização das comparação entre os pares de elementos do modelo proposto, os quais são: módulos Verbal, Numérico e Gráfico. O módulo Verbal deve ser

utilizado sempre quando as comparações ocorrerem dentro de um contexto social, psicológico ou político. Já o módulo Numérico é utilizado quando estes julgamentos encontram-se inseridos em um contexto econômico ou quando se tem fatores mensuráveis a serem comparados. A comparação Gráfica pode ser utilizada em qualquer um dos contextos mencionados anteriormente, sem nenhuma restrição ou prejuízo ao resultado obtido.

O programa permite ainda que os julgamentos realizados possam ser feitos segundo a importância, preferência ou semelhança dos elementos comparados. O programa conduz, automaticamente, o julgamento de um critério em relação ao outro em termos de importância. Ao passo que, quando as alternativas são comparadas aos pares o EC direciona os julgamentos em termos de preferência de uma em relação à outra.

É importante ressaltar que as comparações, sejam elas feitas através da escala Verbal ou Gráfica, são equivalentes àquelas realizadas com o uso da escala numérica proposta por SAATY (1977), isto é, as comparações feitas no módulo Verbal ou Gráfico são associadas, implicitamente, pelo programa aos números do intervalo de 1 a 9 como sugerido por SAATY (1977).

Após as comparações entre os pares de elementos da hierarquia, o EC realiza a síntese das prioridades locais, de modo que se estabeleçam os pesos globais das alternativas. Esta etapa se caracteriza como um processo de obtenção de pesos e combinações de prioridades, e pode ser realizada entre o objetivo e quaisquer critérios ou sub-critérios do modelo, para determinar os pesos das alternativas.

O *Expert Choice* oferece dois tipos de síntese: Distributiva e Ideal. A primeira deverá ser utilizada sempre quando a escolha da melhor alternativa sofrer influência das outras alternativas. Este modelo faz a distribuição dos pesos dos critérios entre as alternativas. Já o modelo Ideal deve ser usado quando as

prioridades indicarem uma alternativa como a melhor para todos os critérios. Esta, recebe um valor global, enquanto as outras alternativas recebem valores proporcionalmente menores.

As prioridades obtidas, entretanto, não indicam apenas o grau de importância ou preferência de uma alternativa sobre as outras, mas também podem indicar o quanto elas são relevantes na tomada de decisão. Por exemplo, se uma determinada alternativa "A" tem prioridade final de 0,40 e uma alternativa "B" tem prioridade de 0,20, então a alternativa "A" não é apenas melhor que a alternativa "B", mas sim duas vezes melhor que "B". Esta medida de identificação das prioridades permite unificá-las através de variáveis tangíveis e intangíveis.

Além de calcular as prioridades, este programa mede a inconsistência dos julgamentos realizados. Este parâmetro é útil na medida em que permite a identificação de possíveis erros de julgamentos.

O EC possibilita, também, que a análise de sensibilidade possa ser feita graficamente, permitindo a visualização antecipada e rápida de como uma mudança na importância de um critério pode influenciar o desempenho de toda a hierarquia. O programa oferece cinco tipos diferentes de análise gráfica da sensibilidade, são elas: *Performance* (Desempenho), *Dynamic* (Dinâmico), *Gradient* (Gradiente), *2-D Two-Dimensional* (Bi-Dimensional) e *Differences* (Diferenças). O modelo do tipo Desempenho localiza as informações num gráfico bastante simples. O tipo Dinâmico apresenta os resultados num gráfico de barras horizontais, possibilitando aumentar ou diminuir a prioridade de qualquer um dos critérios e visualizar as mudanças que ocorrem na ordem das prioridades das alternativas.

Já o modelo Gradiente apresenta gráficos específicos para cada um dos critérios. O tipo Bi-Dimensional mostra como as alternativas mudam com

relação a dois critérios quaisquer, possibilitando visualizar, através de uma linha de projeção, como se comportariam as alternativas se os critérios tivessem igual importância. O modelo das Diferenças apresenta as desigualdades existentes entre as prioridades das alternativas relacionadas simultaneamente com todos os critérios.

Por fim, é importante salientar que o resultado final e os resultados obtidos para cada nível da hierarquia são fornecidos graficamente e, também, em forma de tabelas conforme mostrado no capítulo de análise de resultados, não necessitando de nenhum tratamento estatístico posteriormente, pois todos os procedimentos matemáticos necessários são realizados pelo programa.

6.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de transporte coletivo por ônibus na Região Metropolitana de Belém transporta mais de 1 milhão de passageiros por dia, sendo executado por vinte empresas privadas que operam cento e vinte sete linhas. O sistema sofre dupla gestão, uma por parte da Secretaria de Estado de Transporte - SETRAN e outra da Companhia de Transporte do Município de Belém - CTBel. Estes órgãos desenvolvem projetos e ações independentes, devido as diferenças políticas entre o Governo do Estado e a Prefeitura de Belém.

Esta situação concorre para o desenvolvimento de mecanismos de gestão e projetos isolados para o sistema de transporte local. Em alguns casos, as ações isoladas implementadas por ambos os órgãos gestores, além de não apresentarem os resultados desejados, acabam gerando impactos negativos para todo o conjunto da sociedade da área de estudo, além de consolidar e perpetuar uma concepção operacional inadequada, com predomínio de linhas radiais (Bairro/Centro/Bairro) sem integração tarifária e quase sem nenhuma integração física, contribuindo para uma avaliação negativa do usuário quanto ao desempenho do sistema de transporte coletivo da RMB.

A maioria das empresas operam linhas em um período de dezoito horas por dia, porém algumas empresas oferecem serviços de transporte durante vinte quatro horas. Constatou-se que a maioria das linhas incluem a área central em seus percursos, caracterizando o predomínio de itinerários rádio-concêntricos. As linhas que operam na 1ª Léguas Patrimonial e na Área de Transição percorrem distâncias aproximadamente iguais e muito inferiores as linhas que servem à área de Expansão.

Devido a complexidade de seu sistema de transporte coletivo por ônibus, a Região Metropolitana de Belém foi escolhida para estudo de caso. O modelo de avaliação de desempenho dos Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus-STCO, foi elaborado com base no Processo de Análise Hierárquica - AHP. A utilização do AHP, mostrou-se adequada, devido possibilitar a inclusão, em uma única estrutura, dos diversos grupos envolvidos e permitir que participassem na definição das características mais relevantes para avaliação de desempenho do STCO.

Ao se considerar simultaneamente os agentes intervenientes, procura-se minimizar o conflito de interesses. A busca de uma solução de compromisso é a premissa básica do modelo proposto, uma vez que através da interação matemática de todos os níveis da hierarquia, deriva-se uma solução final que consegue agregar as opiniões dos diversos atores considerados.

No presente trabalho, os agentes selecionados são aqueles que estão diretamente envolvidos na produção e uso dos serviços de transporte, ou seja, usuário (agente que utiliza o sistema), operador (produz os serviços de transporte) e o poder público (agente responsável, entre outras atribuições, pelo planejamento, gestão e fiscalização).

As características que exercem influência sobre o desempenho de sistemas de transporte foram introduzidas na hierarquia, divididas em atributos e variáveis. Os atributos considerados foram: Conforto, Rapidez, Acessibilidade, Confiabilidade, Segurança e Economia. Para cada atributo, foram relacionadas variáveis, que somadas totalizam trinta e duas. A escolha de atributos e variáveis, foi feita através de uma revisão de diversos estudos desenvolvidos sobre o tema, de um amplo processo de discussão com técnicos de empresas de transporte de ônibus e da CTBel e de consultas junto à pesquisadores da área de transporte.

A hierarquia apresentada neste capítulo não se constitui de um modelo estanque, sendo então possível a formulação de outras hierarquias até mais elaboradas do que a proposta neste trabalho. A elaboração de uma estrutura hierárquica para representar qualquer problema de transporte depende da criatividade de quem a formula, mas sobretudo da percepção e do entendimento dos envolvidos e da conjuntura sócio-econômica-política, tripé formador e influenciador das relações sociais.

CAPÍTULO VII

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo analisa os resultados decorrentes da aplicação do modelo proposto para avaliação de desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus. Para tal foi utilizado o programa computacional *Expert Choice*, versão 9.0, especialmente desenvolvido com a finalidade de facilitar o uso e aplicação do Processo de Análise Hierárquica proposto por Thomas L. Saaty.

O programa permite que os julgamentos paritários, passo fundamental e primordial na aplicação do AHP, sejam realizados no sentido do nível mais elevado da hierarquia para o nível mais baixo, como também no sentido contrário, ou seja, no sentido das alternativas (neste estudo, as variáveis) para o objetivo. O *Expert Choice* possibilita que as comparações por pares sejam feitas em termos de importância, preferência ou semelhança de um elemento em relação ao outro. Outra característica do programa está relacionada a facilidade com que permite a realização da fase de análise de sensibilidade, onde permite avaliar os impactos nas alternativas decorrentes de mudanças ocorridas nos níveis mais elevados.

No presente trabalho, as matrizes de julgamento foram construídas a partir do segundo nível da hierarquia, no qual foram alocados os atores ou agentes interessados e envolvidos na avaliação de desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus. Esse nível da hierarquia, como anteriormente mencionado, reflete o peso de importância que um agente possui sobre os demais, quando comparados entre si. Para cada nível

foram elaboradas perguntas aos grupos envolvidos no sentido de se identificar quais as ordens de importância ou prioridades dos agentes, atributos e variáveis que compõem a hierarquia.

Após a construção das matrizes de julgamento, se obtém um vetor de prioridades relativa para cada um dos níveis da estrutura hierárquica. De posse destes vetores, determina-se um vetor agregado que sintetiza a opinião dos diversos grupos envolvidos, o qual é denominado de vetor prioridade global. Este vetor fornece a importância relativa dos critérios ou variáveis localizadas no último nível da estrutura hierárquica para o processo de avaliação de desempenho dos sistemas de transporte coletivo por ônibus.

7.2 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na intenção de proporcionar uma melhor compreensão e análise, os resultados advindos da aplicação são comentados e apresentados para cada nível da estrutura hierárquica. Conduzindo, dessa forma, o planejador e/ou analista de sistemas de transporte à concatenação lógica e espontânea dos resultados obtidos. Este procedimento, também possibilita um melhor entendimento de como se processa a interação dos níveis que compõem a estrutura hierárquica. Convém salientar que os resultados são analisados a partir do segundo nível da estrutura hierárquica, pois o primeiro nível corresponde ao objetivo a ser alcançado.

7.2.1- Atores Envolvidos

No segundo nível da hierarquia, encontram-se os atores envolvidos e interessados diretamente na avaliação de desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus. Destarte, este nível indica qual o poder ou

força de intervenção dos agentes na estrutura, de tal forma que seja mantida, ou então modificada, a situação existente. Este poder de intervenção está intimamente ligado aos interesses de cada um dos agentes considerados, e limitado pelas condições sociais, culturais, políticas e ideológicas, que são o suporte da estrutura social na qual o sistema de transporte está inserido. Mudanças em um ou mais desses fatores componentes e formadores dessa complexa estrutura social, poderá acarretar em modificações na correlação de forças ou importância entre atores, e portanto, na intervenção de cada um sobre o sistema.

Para esse nível da hierarquia, o resultados obtido, segundo a prioridade de cada um dos atores envolvidos, indica os Usuários (65,6%) como grupo mais importante, seguidos dos Operadores (23,4%) e do Poder Público (11,0%), conforme pode ser verificado na figura a seguir.

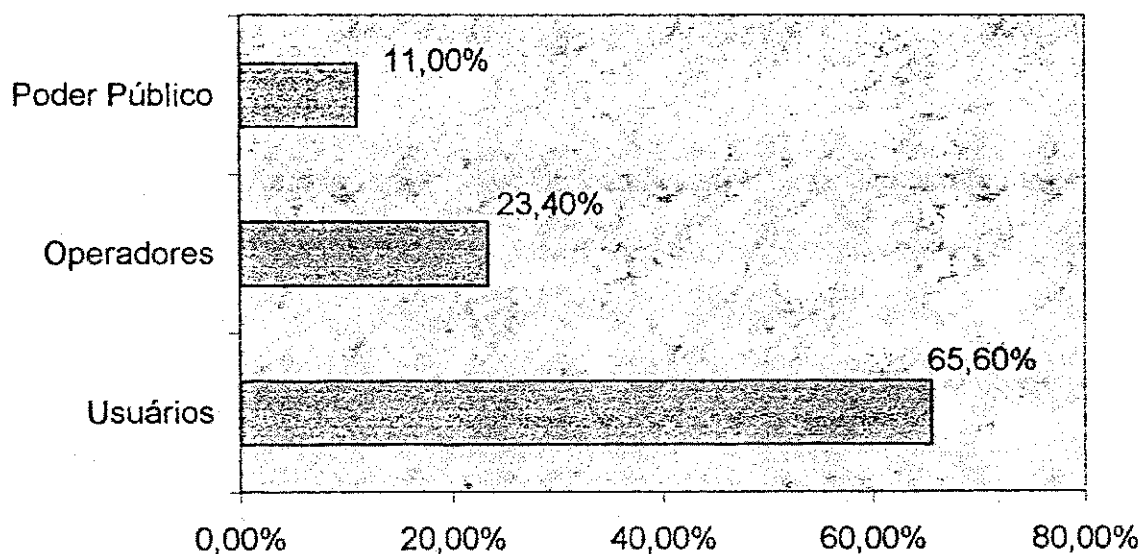


GRÁFICO 7.1: Importância Relativa dos Atores Envolvidos na Avaliação de Desempenho do STCO

Os usuários aparecem como grupo mais importante principalmente porque o serviço deve ser voltado para o atendimento de seus objetivos e necessidades, pois são eles que utilizam diariamente o STCO, e por esse

motivo, sentem mais diretamente os problemas relacionados ao desempenho do sistema.

Como mencionado por Veiga (1991), em geral, nos países desenvolvidos a população possui níveis de (in)formação mais elevados, situação econômica mais estável, são política e ideologicamente mais conscientes, e o agente usuário dispõe de uma maior força de reivindicação sobre o poder público e operador, conseguindo assim um serviço de transporte de melhor qualidade.

O mesmo autor afirma, referindo-se agora a realidade nacional, que o poder público possui muito mais força, devido as condições serem opostas, e por conseguinte, as operadoras públicas por seguirem a mesma diretriz governamental traçada pelo poder público e as privadas por não sofrerem uma fiscalização mais efetiva, acabam por oferecer um serviço de qualidade questionável.

Os operadores (23,4%) aparecem como segundo grupo mais importante. Isso é justificado pelo fato de imobilizarem parte de seu capital financeiro ao investirem na compra de veículos, equipamentos, na infra-estrutura de garagens, na contratação de pessoal, entre outros. Dessa forma, deve-se garantir níveis de desempenho adequados, a fim de possibilitar o retorno do capital investido em taxas compatíveis aos empreendimentos realizados, motivando que os empresários elevem o nível de investimento no sistema, visando, sobretudo a qualidade do serviço ofertado aos usuários.

Por último aparece o poder público (11%), demonstrando ser atualmente inconcebível o desenvolvimento de procedimentos metodológicos para avaliação do desempenho de sistemas de transporte, que não considerem a participação de usuários e operadores em todas as etapas de definição

das características a serem avaliadas. Isto é, em geral, estes dois atores participam apenas da etapa de avaliação dos parâmetros de desempenho escolhidos, exclusivamente, pelos técnicos que trabalham ou prestam consultoria aos órgãos concedentes e gerenciadores do STCO, quase sempre são excluídos da etapa de escolha e indicação dos parâmetros que devem ser avaliados.

Por isso, é importante destacar que não são raros os estudos que demonstram a existência de dicotomia entre a hierarquização das necessidades de transporte segundo a opinião de especialistas, e a opinião de usuários, evidenciando que, em alguns casos, existem distorções entre estas percepções em relação a certas características do sistema de transporte público coletivo de passageiros.

Daí a necessidade de averiguar a opinião dos usuários, pois são eles os tomadores de decisão em relação a utilização ou não de um modo de transporte. Enfim, deve-se conhecer as atitudes, comportamento e preferências dos mesmos, pois há casos em que os pontos de vista dos técnicos não se coadunam com a percepção daqueles que utilizam determinado sistema de transporte.

7.2.2 - Principais Atributos dos Grupos de Interesse

No Quadro a seguir, é apresentada a ordem de importância relativa dos atributos considerados na ótica de cada um dos atores envolvidos na avaliação de desempenho do STCO. Como é possível verificar, para os usuários e poder público destaca-se o atributo Segurança com 16,3% e 2,8%, respectivamente, enquanto para os operadores a Economia (7,1%) foi considerada como mais relevante.

Ao se levar em consideração a opinião conjunta dos atores envolvidos, isto é, ao se agregar o resultado obtido, mostrado no Quadro 7.1, o atributo Segurança (25,4%) aparece como o mais importante entre aqueles considerados, depois surgem Confiabilidade (17,9%), Rapidez (17,6%) e posteriormente os atributos Economia (15,9%), Conforto (13,9%) e Acessibilidade (9,0%).

QUADRO 7.1: Importância dos Atributos Segundo o Ponto de Vista dos Atores Considerados

Ator	Atributo	Importância Relativa em %
Usuário (65,6%)	Segurança	16,3
	Confiabilidade	12,8
	Rapidez	11,2
	Conforto	10,6
	Economia	7,4
	Acessibilidade	7,3
Operador (23,4)	Economia	7,1
	Segurança	6,3
	Rapidez	4,2
	Confiabilidade	2,8
	Conforto	1,9
	Acessibilidade	1,1
Poder Público (11,0%)	Segurança	2,8
	Rapidez	2,3
	Confiabilidade	2,2
	Economia	1,4
	Conforto	1,4
	Acessibilidade	0,9

O resultado decorrente da aplicação do AHP se coaduna com a realidade verificada, além de demonstrar toda a lógica e racionalidade existente na

metodologia utilizada. Pois, como foi constatado, o usuário foi considerado como o grupo mais importante para o processo de avaliação de desempenho do STCO. Por sua vez, este ator juntamente com o poder público, julgou o atributo Segurança como o mais prioritário dentre aqueles indicados no terceiro nível da estrutura hierárquica, culminando na priorização indicada no Gráfico 7.2, isto é, após a agregação dos pontos de vista dos três agentes considerados na estrutura hierárquica, feita pelo programa computacional *Expert Choice*.

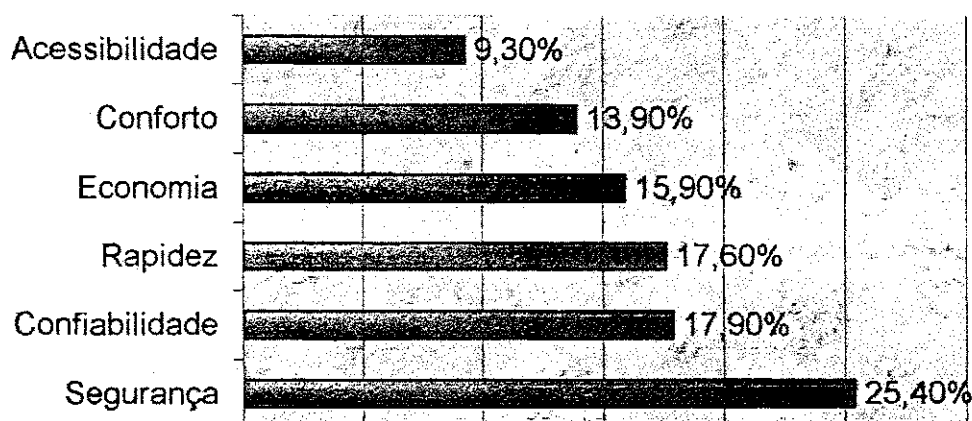


GRÁFICO 7.2: Sintetização da Ordem de Prioridades dos Atributos do STCO

Cabe neste momento mencionar que a escolha, sem critérios estatísticos, da amostragem de usuários do STCO pode ter ocasionado variações na ordem de grandeza dos pesos fornecidos aos atributos. A amostra de usuários usada na aplicação foi um tanto restrita, atingindo basicamente estudantes universitários cativos do STCO. É importante lembrar, como já foi mencionado anteriormente, que diversos motivos corroboraram para a limitação da amostra de usuários, dentre os quais quatro merecem destaque:

- 1) a dificuldade de realizar a pesquisa no interior do coletivo, face a grande quantidade de julgamentos paritários a serem realizados, como;
- 2) a impossibilidade de explicitar a metodologia, cada atributo e variável de forma objetiva e clara para os usuários no interior do ônibus;

- 3) limitação de recursos humanos e financeiros; e
- 4) exigüidade de tempo para a realização de uma pesquisa mais abrangente.

Por sua vez, o universo da amostragem por empresa de ônibus é apresentada no Anexo I, juntamente com os cálculos necessários para sua obtenção.

7.2.3 - Variáveis Representativas de Desempenho do STCO

No quarto nível da estrutura hierárquica são apresentadas as variáveis representativas dos atributos considerados. Assim, deve-se também realizar para esse nível os julgamentos paritários dessas variáveis para cada um dos atributos. Vale lembrar que as variáveis do atributo conforto foram divididas segundo as características do veículo e do sistema. O resultado proveniente desse nível da hierarquia, na ótica de cada ator, encontra-se no Quadro 7.2.

Dessa forma, realizados os julgamentos de todos os níveis que compõem a hierarquia, e por conseguinte, construídas todas as matrizes de comparação paritárias, determina-se os seus respectivos autovalores e autovetores, normalizando-os em seguida. A obtenção desses resultados torna possível a interação entre os diversos níveis da estrutura hierárquica, com vista a consecução do objetivo indicado no primeiro nível.

O Quadro 7.2 é fornecido diretamente pelo programa *Expert Choice* - EC, sem a necessidade de tratamento matemático ou estatístico, uma vez que este tratamento é realizado pelo programa durante a etapa de processamento dos dados de entrada, como descrito na apresentação do programa feita no capítulo anterior.

Numa etapa posterior o EC, com base nos procedimentos matemáticos que norteiam o Processo de Análise Hierárquica, irá agregar a opinião dos atores considerados no Quadro 7.2, a fim de fornecer o vetor de prioridades global, como será descrito a seguir.

QUADRO 7.2: Importância Relativa das Variáveis para cada Atributo na Ótica dos Atores Envolvidos

Atributos e Variáveis	Importância Relativa para cada Ator em Percentual		
	Usuário	Operador	Poder Público
Segurança	16,3	6,3	2,8
Treinamento de Motoristas	5,1	2,7	1,1
Acidentes com Passageiros	4,8	1,8	0,8
Segurança Contra Roubos, Assaltos e Agressões	4,1	0,3	0,3
Acidentes com Terceiros	2,3	1,5	0,6
Confiabilidade	12,8	2,8	2,3
Pontualidade	5,0	1,3	1,4
Tempo de Espera	4,0	0,5	0,4
Supressão de Horários	1,9	0,4	0,3
Panes	1,9	0,6	0,2
Rapidez	11,3	4,1	2,2
Tempo de Viagem	4,2	1,0	0,5
Transferências	3,0	0,5	0,3
Velocidade Comercial	2,5	1,5	0,8
Velocidade Operacional	1,6	1,1	0,6
Conforto	10,6	1,9	1,4
Características do Veículo	7,0	1,1	0,7
Densidade de Passageiros	2,2	0,4	0,3
Disponibilidade de Assentos	1,4	0,4	0,3
Altura de Degraus	0,8	<0,1	<0,1
Conforto Térmico	0,8	0,1	<0,1
Iluminação do Veículo	0,7	<0,1	<0,1
Nível de Vibração	0,5	<0,1	<0,1
Nível de Ruído	0,5	<0,1	<0,1
Características do Sistema	3,6	0,8	0,6
Relacionamento humano de Motoristas e Cobradores c/ Usuários	1,0	0,2	0,2
Características dos Pontos de Embarque e Desembarque	0,9	0,1	0,1
Nível de Informação aos Usuários	0,7	<0,1	0,1
Iluminação de Terminais	0,6	<0,1	0,1
Conservação de Vias	0,4	0,4	0,1
Economia	7,4	7,1	1,4
Custo da Viagem para o Usuário	3,7	0,7	0,6
Utilização de Veículos	1,6	1,9	0,2
Custo com Mão-de-Obra	1,1	3,4	0,5
Eficiência Energética	1,0	1,2	0,1
Acessibilidade	7,3	1,1	0,9
Densidade de Rotas	2,7	0,1	0,3
Distânc. Média de Caminh. até o Ponto de Parada mais Próximo	2,1	0,1	0,2
População Cativa Atendida	1,5	0,3	0,2
População da Área Atendida	1,0	0,6	0,2

7.3 - VETOR PRIORIDADE GLOBAL

A hierarquização das características condicionantes de desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus é representada por um vetor agregado, denominado de vetor prioridade global, onde encontra-se explicitada a ordem de importância relativa das diversas características consideradas e apresentadas no último nível da hierarquia.

O resultado decorrente das entrevistas com os atores considerados está mostrado no Quadro 7.3, e corresponde a uma agregação do resultado mostrado no Quadro 7.2. Portanto, no quadro a seguir estão indicadas, segundo a ordem de importância, as trinta e duas variáveis consideradas no presente estudo.

O resultado é fornecido diretamente pelo programa *Expert Choice*, que efetua todos os procedimentos matemáticos, sendo necessário entrar apenas com os julgamentos paritários realizados por usuários, operadores e poder público.

Como verificado, o modelo proposto apresenta-se bastante adequado quando se tem por objetivo a avaliação de desempenho do STCO, na medida em que permite a inclusão, numa mesma estrutura, dos pontos de vista de todos os grupos interessados, evitando com isso o uso de procedimentos metodológicos que façam e/ou induzam uma avaliação unilateral, ou seja, a partir da ótica de um único ator.

Constata-se um predomínio das variáveis relacionadas aos atributos Segurança, Confiabilidade, Rapidez e Economia. Pela análise do Quadro 7.3, é possível verificar que a característica mais importante entre todas as consideradas foi Treinamento de Motoristas.

QUADRO: 7.3: Vetor Prioridade Global para as Variáveis Consideradas

Variáveis	Importância Relativa em Percentual
Treinamento de Motoristas	8,8
Pontualidade	7,7
Acidentes com Passageiros	7,4
Tempo de Viagem	5,7
Custo de Viagem para o Usuário	5,0
Custo com Mão-de-Obra	5,0
Tempo de Espera	4,9
Velocidade Comercial	4,8
Segurança contra Roubos, Assaltos e Agressões	4,8
Acidentes com Terceiros	4,3
Transferência	3,8
Utilização de Veículos	3,6
Velocidade Operacional	3,2
Densidade de Rotas	3,1
Densidade de Passageiros	3,0
Número de Panes	2,7
Supressão de Horários	2,5
Distância Média de Caminhada até o Ponto de Parada	2,4
Eficiência Energética	2,3
Disponibilidade de Assentos	2,1
População Cativa Atendida	2,0
População da Área Atendida	1,8
Relac. Humano de Motoristas, Cobradores e Fiscais do STCO c/ Usuários	1,3
Características dos Pontos de Embarque e Desembarque	1,2
Nível de Informação aos Usuários	0,9
Altura de Degraus	0,9
Conforto Térmico	0,9
Conservação de Vias	0,9
Iluminação do Veículo	0,8
Iluminação de Terminais	0,7
Nível de Ruído	0,6
Nível de Vibração	0,6

Este resultado atende as expectativas dos tomadores de decisão contemplados pelo modelo, uma vez que motoristas qualificados e conscientes da importância de sua atividade profissional para todo o conjunto da sociedade, irão possibilitar modificações positivas em outras características que afetam o desempenho do sistema de transporte.

Através do treinamento desses profissionais é possível reduzir o número de acidentes com passageiros e terceiros, melhorar o relacionamento com os usuários, reduzir o consumo de combustível e de desgaste de peças e acessórios, entre outras.

A justificativa para a importância dada à pontualidade é compreensível, quando se verifica que a maior parte das viagens realizadas diariamente pelos usuários são por motivos de trabalho e estudo, tornando para esse grupo fundamental a aderência das linhas aos horários programados de saída e chegada.

No que se refere ao atributo rapidez, nota-se a prioridade dada ao tempo de viagem do usuário no interior do veículo, pois como foi visto cerca de 50% dos usuários de transporte público de passageiros nas Regiões Metropolitanas do Brasil, gastam mais de duas horas em seus deslocamentos, afetando negativamente o desempenho dos trabalhadores que utilizam o sistema de transporte em suas atividades diárias.

A diminuição do tempo de viagem está ligada ao aumento da velocidade comercial dos ônibus, sendo de interesse dos usuários e operadores, pois para os últimos representa, entre outras coisas, a possibilidade de uma maior utilização do veículo e da mão-de-obra, e por conseguinte, redução de custos operacionais e ganhos de produtividade.

O aumento da velocidade comercial pode ser conseguido através da implementação, por exemplo, de corredores exclusivos ou semi-exclusivos para ônibus, de restrições ao acesso de automóveis aos centros urbanos e prioridade semaforica para os coletivos em alguns corredores.

Entre as características selecionadas para representar o atributo economia, aquelas escolhidas como as mais importantes, dentro do processo de avaliação de desempenho do STCO, foram custo da viagem para o usuário e produtividade do pessoal de operação, ambas com 5%. No caso da primeira variável (custo da viagem para o usuário), sua prioridade deve-se, em parte, a grande quantidade de trabalhadores inseridos no mercado informal e que, portanto, não possuem o benefício do vale-transporte. Desta maneira, qualquer acréscimo no valor da tarifa comprometerá uma parcela maior de seus rendimentos.

Por sua vez, a variável produtividade do pessoal de operação está de certa forma vinculada com a anterior, pois está relacionada com o custo da mão-de-obra do pessoal de operação. Como foi visto, este parâmetro possui uma alta incidência na composição dos custos operacionais, e portanto, exerce influência direta na tarifa a ser cobrada pelos serviços de transporte público de passageiros.

Quanto ao atributo acessibilidade, a característica de maior prioridade foi a densidade de rotas (3,1%). Este resultado mostra-se coerente com os demais, pois existindo uma quantidade de rotas adequada servindo determinada área urbana, haverá a diminuição do tempo de espera do usuário, das distâncias de caminhada aos pontos de embarque e desembarque, entre outros, afetando positivamente a avaliação do usuário em relação ao desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus.

O atributo conforto teve como característica de maior importância a densidade de passageiros no interior do veículo (3,0%). Este resultado está em plena consonância com outros estudos sobre o desempenho do STCO, que demonstram ser esta característica a mais importante para a avaliação do conforto e tida como a mais crítica entre as demais. Principalmente

porque os usuários cativos do sistema de transporte coletivo, em geral, são constituídos pela parcela da população de baixa renda e residem em áreas afastadas dos centros urbanos, onde, no caso do Brasil, estão localizadas as maiores ofertas de emprego e serviços. Devido a esse aspecto peculiar, é comum reclamações quanto ao excesso de lotação nos coletivos, tanto por parte de usuários quanto do poder público, na tentativa de sensibilizar os operadores do STCO a elevarem a oferta de serviços.

7.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, foram analisados os resultados advindos da aplicação do modelo proposto para avaliação de desempenho dos sistemas de transporte coletivo por ônibus. Os resultados indicam que ao se considerar simultaneamente, os interesses de usuários, operadores e poder público, justamente o que foi feito neste estudo, existe um predomínio das características relacionadas com o atributo segurança, face a importância que os usuários assumem no processo de avaliação e a prioridade dada por este grupo, juntamente com o poder público, ao respectivo atributo.

Entre as variáveis selecionadas para representar o atributo segurança, o treinamento de motoristas (6,8%) foi a que obteve o maior peso, haja vista que uma melhoria pontual nesta variável, resultará em modificações positivas em outras variáveis, proporcionando a elevação da qualidade do serviço ofertado a comunidade, bem como dos padrões de desempenho e produtividade das operadoras, enquanto que no caso do poder público o retorno pode ser político, através da melhoria de sua imagem junto a opinião pública.

Outro aspecto a ser salientado é a prioridade verificada para a variável pontualidade (7,7%), isso ocorre devido a maioria das viagens serem por

motivo de trabalho e estudo, tornando fundamental o cumprimento da programação de horários das linhas de ônibus. No entanto, salienta-se que a aderência das linhas aos horários programados admite variações dentro de limites considerados toleráveis pelos usuários do sistema.

No atributo rapidez, destaca-se a variável tempo de viagem, devido a quantidade de horas que os usuários perdem durante os seus deslocamentos diários por ônibus, além do fato de que estudos demonstram uma elevação deste parâmetro em virtude da diminuição de velocidade dos coletivos urbanos, decorrente do aumento de congestionamentos nas grandes cidades. Este fato evidencia a necessidade de tratamento preferencial ao sistema de transporte por ônibus, a fim de melhorar o atributo rapidez e evitar perdas de usuários para o sistema informal.

As variáveis custo da viagem para os usuários e produtividade da mão-de-obra do pessoal de operação, encontram-se entre aquelas consideradas como as mais relevantes, pois a empresa que não otimizar a quantidade de motoristas, cobradores e fiscais, possuirá um custo operacional acima daquele que efetivamente poderia ter, contribuindo para o aumento dos custos operacionais médio do sistema, e conseqüentemente, para a elevação do valor da tarifa a ser cobrada pelos serviços de transporte coletivo por ônibus. Este fato pode ter conduzido a igualdade de importância que ambas obtiveram na avaliação de desempenho do STCO.

Também é verificado na análise dos resultados, que as características relacionadas com os atributos Conforto e Acessibilidade, revestem-se de importância secundária ao se considerar o conjunto de atores envolvidos no processo de avaliação do STCO. Como pode ser observado, a primeira variável representativa do atributo Acessibilidade aparece na décima quarta

posição na ordem de prioridades relativa das variáveis consideradas, enquanto a relacionada com o Conforto aparece logo depois, ou seja, em décimo quinto.

Por fim, cabe ressaltar que os resultados da aplicação feita neste trabalho não devem ser considerados de forma estanque ou inexorável, uma vez que o sistema de transporte está inserido dentro de uma estrutura social, onde interesses e opiniões são extremamente dinâmicos, e portanto, variam de acordo com a conjuntura política, econômica, cultural e social vivenciada pela comunidade alvo de estudo.

CAPÍTULO VIII

CONSIDERAÇÕES FINAIS e RECOMENDAÇÕES

O principal objetivo deste trabalho foi o de buscar uma nova abordagem no tratamento de estudos relacionados com a avaliação de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO em áreas urbanas. Abordagem esta, que apontasse para uma perspectiva mais ampla de entender e perceber o desempenho do STCO como fator importante na qualidade de vida do cidadão, e básico para o desenvolvimento econômico e social do país.

Nesse sentido, torna-se imprescindível determinar a ordem de importância (prioridades) dos seus elementos componentes, de forma a refletir os distintos interesses dos diversos agentes que compõem as estruturas do STCO.

Este objetivo é, então, traduzido de forma a desenvolver-se uma metodologia que permita definir prioridades no que concerne a avaliação de desempenho do STCO, a qual leve em consideração todos os distintos e contraditórios interesses dos diversos agentes envolvidos na tomada de decisão e afetados pela produção e consumo dos serviços de transporte coletivo por ônibus, a fim de priorizar àquelas características que mais exercem influências sobre o padrão de desempenho do sistema. O conhecimento da ordem de importância destas características fornece, além da avaliação do desempenho do STCO, subsídios para o planejamento estratégico, na medida em que permite uma melhor definição dos pontos prioritários a serem trabalhados.

A revisão bibliográfica permitiu a constatação de que não existe uma homogeneidade na definição e uso das características que exercem influência sobre o desempenho do STCO. Foi, também, possível verificar que os procedimentos metodológicos desenvolvidos para a avaliação do padrão de serviço ofertado pelo STCO possuem restrições quanto a consideração simultânea dos principais atores, bem como de seus objetivos e interesses, às vezes até conflitantes.

Por isso, na maioria das vezes, esta avaliação é feita a partir da percepção de um dos grupos de interesse. Em geral, este grupo corresponde aos usuários, por serem considerados como a principal razão de existência do sistema. Esta abordagem tradicional, restrita e não-sistêmica, que não considera o conhecimento dos diversos e distintos interesses dos vários atores que formam a estrutura do STCO, compromete os resultados do planejamento estratégico e operacional, pois atende aos objetivos e interesses de apenas um grupo específico.

Ademais, as formas de mensuração das características que exercem influência sobre o desempenho do STCO são normalmente absolutas, desconsiderando as particularidades da estrutura social na qual o sistema está inserido. Nesse sentido, torna-se necessário compreender o STCO como uma estrutura organizada, composta de vários agentes, os quais interagem entre si, e que estas interações são frutos das dimensões culturais, econômicas, políticas e ideológicas, suporte da organização social na qual o sistema encontra-se inserido.

No que concerne aos componentes de desempenho do STCO, trabalhou-se com conceitos já consagrados, apenas classificando-os em atributos, variáveis e indicadores, de acordo com os aspectos de eficiência e eficácia do sistema. A escolha dos atributos, variáveis e indicadores foi feita com

base na revisão bibliográfica e através de consultas junto aos profissionais de operadoras, órgãos gestores, pesquisadores e estudiosos sobre o assunto. Deve-se lembrar que, na maioria dos casos, estes componentes constituintes da avaliação de desempenho do STCO estão profundamente vinculados uns aos outros. Entretanto, entende-se que estes conceitos ainda não representam a realidade. Seria necessário proceder-se pesquisas junto aos atores considerados a fim de homogeneizá-los em função da percepção direta dos referidos atores, na direção das pesquisas desenvolvidas por PINHEIRO & CARDOSO (1989).

Os atributos são características gerais do sistema de transporte que englobam diversas variáveis, e podem matematicamente ser considerados como vetores, onde cada variável é um elemento do vetor atributo que representa. Os atributos considerados neste trabalho foram: Rapidez, Conforto, Confiabilidade, Segurança, Acessibilidade e Economia. A cada atributo fez-se corresponder um grupo de variáveis representativas, totalizando o número de trinta e duas variáveis

Quanto aos atores, deve-se salientar que foram considerados aqueles que diretamente estão envolvidos na produção e consumo dos serviços de transporte, isto é, Usuário, agente que utiliza o sistema de transporte; Operador, o que possui a responsabilidade de produzir os serviços de transporte; e Poder Público, o qual possui as funções de planejar, gerir, conceder e fiscalizar os serviços de transporte a nível local.

Ao se estabelecer a metodologia a fim de estudar a avaliação de desempenho do sistema de transporte coletivo por ônibus, não houve a intenção de desenvolver um modelo matemático ou equação que possibilitasse sua quantificação, mas sim compreender que os atributos e variáveis que exercem influências sobre o desempenho do STCO podiam

ser expressos por vetores e que os elementos destes vetores formam um conjunto de parâmetros que refletem os interesses momentâneo dos vários atores que compõem o STCO, os quais são extraídos do processo de percepção-ação de cada ator. A partir daí, procurou-se estabelecer as prioridades, isto é, a ordem de importância daqueles parâmetros. Este caminho conduziu aos métodos de análise multicriteriais, onde o importante é definir as atitudes dos atores considerados.

Nesse momento, é importante ressaltar que ao mensurar-se as atitudes dos atores, se está trabalhando no nível mais desagregado, ou seja, do indivíduo. No entanto, as intervenções na estrutura de transporte, especificamente, aquelas oriundas do agente usuário, são reações grupais, caracterizando um comportamento de massa, comportamento este que possui característica diferente do individual. Por isso, sugere-se que este ponto seja aprofundado em futuras pesquisas, onde, talvez, possa-se melhor conhecer e compreender o comportamento de massa.

Tal concepção, levou a escolha do Processo de Análise Hierárquica – AHP, para subsidiar o desenvolvimento de uma proposta metodológica que permitisse a priorização das características de desempenho do STCO. O AHP, em diversas aplicações no Brasil e no exterior, tem se mostrado como um eficiente método de resolução de conflitos e tomada de decisão, principalmente quando o problema envolve uma variedade de atores interagindo, com interesses e objetivos até certo ponto conflitantes.

O Processo de Análise Hierárquica prevê a elaboração de uma hierarquia composta de diversos níveis que inclua os atores, atributos e variáveis escolhidos para a avaliação de desempenho do STCO. A hierarquia proposta nesse trabalho não deve ser vista como única e absoluta. Sendo, então, possível a formulação de outras hierarquias mais complexas e até

mais elaboradas, pois estruturação hierárquica é uma etapa de criatividade, mas sempre orientada pela percepção que se tem da realidade a ser estudada e decomposta na hierarquia. O Processo de Análise Hierárquica conduz à participação dos atores contemplados pela hierarquia a fim de que sejam construídas as matrizes de julgamento paritário. A obtenção das matrizes de comparação por pares foi feita através de entrevistas com os agentes escolhidos.

A fim de demonstrar a eficiência da metodologia proposta, fez-se sua aplicação em um estudo de caso na Região Metropolitana de Belém - RMB. Deste modo, foi estruturada uma hierarquia de quatro níveis que representavam o objetivo, os atores, os atributos e as variáveis. É importante lembrar que as matrizes de comparação paritária foram obtidas a partir de pesquisas, na forma de entrevistas, com os atores indicados no segundo nível da estrutura hierárquica.

No que se refere ao Poder Público, os julgamentos foram feitos pelos técnicos da Companhia de Transportes do Município de Belém - CTBel, ligados a área de gestão e operação do STCO, devido conhecerem as características de desempenho consideradas pelo modelo proposto, facilitando, assim, a aplicação da metodologia, além de possibilitar uma maior consistência nos julgamentos. No entanto, não são estes técnicos que, em última instância, têm o poder de tomada de decisão. Por isso, sugere-se que a aplicação da pesquisa, também, seja feita aos diretores que efetivamente tenham influência na tomada da decisão, uma vez que em muitos casos as decisões são norteadas mais por critérios políticos do que técnicos

No caso das empresas operadoras, a pesquisa foi dirigida as pessoas que exerciam cargo de chefia e que pelo fato de participarem da tomada de

decisão, suas ações têm influência direta na qualidade dos serviços ofertados pelo STCO. A dificuldade encontrada foi a de reunir os representantes das diversas empresas que operam na RMB, na intenção de estruturar um grupo de discussão a fim de obter-se o consenso desejado. A extração da matriz de consenso para esse ator, conforme sugerido por SAATY (1977), foi feita através da média geométrica dos resultados obtidos para cada empresa.

No tocante aos usuários, percebeu-se a necessidade de definir uma amostragem estatística que representasse o universo de usuários que se deslocavam de ônibus na área objeto de estudo. Assim, se trabalhou ao nível das empresas, se definindo o tamanho da amostra do número de ônibus a serem pesquisados. Esse procedimento torna desnecessária a estratificação por grupos sociais e garante a total aleatoriedade das entrevistas a serem feitas.

Apesar do conhecimento estatístico da amostra, não foi possível considerá-la neste trabalho devido a uma série de fatores, tais como: 1) exigüidade de tempo para conclusão do trabalho, 2) a falta de recursos humano e financeiro para a realização das pesquisas, 3) a quantidade de comparações a serem efetuadas, 4) além da necessidade de explicitar o método, a escala de comparação usada e o significado qualitativo de atributos e variáveis.

Em decorrência disso, foi decidido que as entrevistas com o agente usuário para obtenção das matrizes de julgamento paritário seriam feitas com os alunos do curso de Engenharia Civil da UFPa que cursavam a disciplina Transporte Urbano, uma vez que estavam familiarizados com alguns conceitos de atributos e variáveis utilizados para avaliação de desempenho do STCO.

Ao se definir uma amostragem de usuários restrita aos acadêmicos de Engenharia Civil, corre-se o risco de que os resultados das comparações paritárias sejam tendenciosos e não expressem o real sentimento desse agente. Dessa forma, existe a possibilidade de terem ocorrido variações na ordem de grandeza dos pesos fornecidos aos atributos e as variáveis consideradas na estrutura hierárquica. Essa possibilidade faz com que a análise de resultados deste trabalho tenha que ser confirmada através de uma pesquisa mais detalhada, onde se considere o cálculo da amostragem proposto neste estudo. Isso, no entanto, não retira o mérito do trabalho, pois a intenção da aplicação tinha por finalidade maior, apenas, uma verificação metodológica e a comprovação do uso de um determinado método, no caso o Processo de Análise Hierárquica, ao assunto proposto.

A dificuldade da entrevista com o agente usuário pode ser contornada através de entrevistas domiciliares, assim o primeiro contato no interior do coletivo será basicamente para o levantamento de informações sócio-econômicas e a agendamento da visita domiciliar, onde de fato ocorrerá a obtenção das matrizes de comparação por pares. Esse procedimento permite que a amostragem definida pela metodologia sugerida neste trabalho seja efetivamente pesquisada, e dessa maneira, possa-se extrair conclusões mais próximas da real percepção dos agentes envolvidos.

O processamento para obtenção dos resultados é feito pelo programa computacional *Expert Choice-EC*. O EC exige apenas como dados de entrada a elaboração da estrutura hierárquica e os valores atribuídos às comparações paritárias para cada nível da hierarquia. Os valores fornecidos pelos atores considerados — usuários, operador e poder público — nas comparações por pares são extraídos diretamente da escala fundamental proposta por SAATY(1977).

Os resultados decorrentes da aplicação na Região Metropolitana de Belém, da metodologia de avaliação de desempenho do STCO, mostraram que, entre os atores considerados, o usuário aparece como o mais importante, reforçando a idéia de que os serviços de transporte devem atender, sobretudo, as necessidades e anseios deste grupo em particular.

No terceiro nível da hierarquia, após a agregação das opiniões dos grupos de interesse, o atributo segurança foi considerado o de maior importância relativa. Enquanto no nível das variáveis, após a obtenção do vetor prioridade global, o treinamento de motoristas desponta como a variável de maior prioridade relativa, seguida de pontualidade, acidentes com passageiros e tempo de viagem. A prioridade dada a variável treinamento de motoristas, pode ser explicada na medida que através da qualificação destes profissionais é possível melhorar o nível de desempenho de outras variáveis. Os resultados também revelam uma predominância relativa das variáveis relacionadas com os atributos segurança, rapidez e confiabilidade.

Portanto, os resultados da aplicação que indicam os usuários (65,6%) como o agente que mais se beneficiará com a melhoria de desempenho do STCO, a segurança (25,4%) como atributo mais prioritário e a variável treinamento de motoristas (8,8%), atendem as expectativas dos grupos de interesse considerados neste estudo.

Por outro lado, é importante ressaltar que os resultados apresentados, decorrentes da aplicação do Processo de Análise Hierárquica - AHP, não devem ser vistos de maneira estanque e inexorável, sendo, então admissível e até possível variações nos resultados encontrados, uma vez que o sistema de transporte está inserido dentro de uma estrutura social, onde interesses e opiniões são extremamente dinâmicos e, portanto, variam de acordo com a conjuntura política, econômica, cultural e social vivenciada pela comunidade alvo de estudo.

Para finalizar este trabalho, nada melhor do que recorrer-se à teoria de Max Weber, o qual afirma que “ (...) o conhecimento e a ação nunca se realizam definitivamente, pois todo conhecimento requer outros conhecimentos, e toda ação, outras ações. Nenhuma ciência particular, nem tampouco o conjunto das ciências, tem condições de satisfazer nosso saber, porque o entendimento não é capaz de reproduzir ou copiar o real, mas unicamente de elaborá-lo por força dos conceitos. Entre o real e o conceito, a distância é infinita. Não podemos, pois, chegar a conhecer senão fragmentos, jamais o todo, pois o todo é ele próprio uma espécie de singularidade que desafia a soma de todas as singularidades concebíveis. Até o nosso saber adquirido seja ele o mais sólido aparentemente, se deixa questionar quando um sábio o encara de um ponto de vista novo e inédito”.

CAPÍTULO IX

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, Willian G. & DICESARE, Frank. *Transit Service Evaluation: Preliminary Indentification of Variables Characterinzing Level of Service*. Transportation Research Record, Nº 606, Washington, 1976. pp 41-47.
- ALTER, Collin H. *Evaluation of Public Transit Services: The Level of Service Concept*. Transportation Research Record, Nº 606, Washington 1976, pp 37-40.
- ALVES, Gonzalez B. *Qualidade no Transporte Coletivo Urbano – Ônibus*. 1995. 69 p. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos) - Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília.
- ANDRADE, Nilton P. de. *Tecnologias Disponíveis no Brasil para Automatizar a Arrecadação das Tarifas de Ônibus*, In: Revista dos Transportes Públicos - ANTP, Ano 18, 3º trimestre, 1996, pp 71-79.
- ANJOS, Francisco P. dos. *Avaliação Multivariada do Sistema de Transporte Integrado de Aracaju*. 1994. Campina Grande, 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. Anuário Estatístico. [online]. 1988. Disponível: <http://www.ntu.org.br/transporte/> [capturado em 21 mar. 1998].

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP.

Comissão de Circulação e Urbanismo. *Não-Transporte, a Reconquista do Espaço e Tempo Social*, In: Revista dos Transportes Públicos - ANTP Ano 11, 2º trimestre, 1989, pp 9-25.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICO - ANTP.

Transporte Humano - Cidades com Qualidade de Vida, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, São Paulo, 1996.

ASSIS JR., Milton F. de. *Avaliação de Desempenho e Adequação de*

Sistemas de Transporte Público, por Ônibus, de Cidades de Porte Médio e sua Estrutura Urbana. São Carlos, 1987. 150 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Departamento de Pós - Graduação em Arquitetura, Universidade de São Paulo.

ÁVILA, H. A. *Uma Metodologia para a Construção de Cenários: O caso*

do Transporte do Grande Rio no Ano de 2000. Rio de Janeiro, 1989. 324 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Transporte) – PET/COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BALLASSIANO, Ronaldo. *Prioridade para Ônibus em Centros Urbanos:*

Um Instrumento de Planejamento ainda Viável. Transporte em Transformação, In: Ganhadores do Prêmio CNT de Produção Acadêmica, 1996, pp 1-24.

BALLASSIANO, Ronaldo. *Uma função de Combustível para Ônibus em*

Tráfego Urbano. 1980. 175 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Transporte) - PET/COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- BOLTZOW**, Herman. *Level of Service Concept for Evaluating Public Transport*. Transportation Research Record, Nº 519, Washington, 1974, pp 73-84.
- CAMPOS**, Luiz P.G. de & **SZASZ**, Pedro A. *O Ônibus Urbano Operando como Sistema de Média Capacidade*, In: Revista dos Transportes Públicos – ANTP, Ano 18, 1º trimestre, 1996, pp. 21-30.
- CARDOSO**, Denise D. & **PINHEIRO**, Márcia B. *Uma Nova Metodologia de Avaliação do Serviço de Transporte pelo Usuário*, In: Revista dos Transportes Públicos - ANTP, Ano 11, 2º trimestre, 1989, pp 79-93.
- CAVALCANTI**, César, *Algumas Diretrizes para a Tecnologia e Operação dos Transportes Metropolitanos*, In: Revista dos Transportes Públicos - ANTP. Ano 18. 4º trimestre. 1995, pp 11-15.
- COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DO PARÁ**. *Estudo de Racionalização do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitanos*, Belém, 1996.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES**. Anuário Estatístico. [online]. 1988. Disponível: http://www.cnt.org.br/transdados/11_14htm [capturado em 14 mai. 1988]
- COSTA FILHO**, José M. da. *Segurança de Pedestre nas Áreas Urbanas*. Campina Grande, 1996. 137 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

CROWLEY, J. A. *Use of Multi – Criteria Decision Analysis in Infrastructure Investment Appraisal*, Australian Road Research, 1987. pp 169-174.

CLORALDINO SEVERO E ASSOCIADOS CONSULTORIAS LTDA. *Transporte de Passageiros no Brasil: Ônibus Urbano*, Porto Alegre, 1991.

COMPANHIA DE TRANSPORTE DO MUNICÍPIO DE BELÉM. *Racionalização do Transporte Coletivo de Belém*, Belém, 1997.

DAIBERT, Ricardo M. *Avaliação do Desempenho de Transporte Coletivo por Ônibus*. Empresa Brasileira de Transportes Urbanos, EBTU, Série Teses, Brasília, 1984. 72 p.

DE TONI, Jackson S. *A Preferência e o Conforto dos Usuários no Transporte Coletivo Urbano de Passageiros*. Rio Grande do Sul, 1994. 231 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES METROPOLITANO DO METRÔ DE SÃO PAULO. *Proposta de Avaliação da Qualidade do Transporte Público*, In: Revista dos Transportes Públicos – ANTP, Ano 12, n. 46, 1989, pp. 71-83

DOWNING, Douglas & CLARK, Jeffrey. *Estatística Aplicada*. 1ª Ed. São Paulo, Editora Saraiva, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE TRANSPORTES URBANOS. *Avaliação de Desempenho de Sistemas de Transporte Coletivo por Ônibus*, In: MIN. dos Transportes/GEIPOT, IV Curso de Gerenciamento de Transportes Urbanos, Unidade 5, Brasília, 1984.

_____. *Indicadores de Desempenho de Sistemas de Transporte Público de Passageiros*, In: MIN. dos Transportes/GEIPOT, VI Curso de Gerenciamento de Transportes Urbanos, Unidade 7, Brasília, 1988.

_____. *Manual de Cálculo Tarifário para o Transporte Coletivo por Ônibus*, Brasília, 1996.

FARIA, Carlos A. *Avaliação do Nível de Serviço do Transporte Coletivo Urbano sob o Ponto de Vista do Usuário – Um Enfoque Multivariado*. São Carlos, 1985. 278 p. Tese (Doutorado em Arquitetura)-Departamento de Pós - Graduação em Arquitetura, Universidade de São Paulo.

FLORIAN, M. & GAUDRY, M. *A Conceptual Framework for "Supply Side" in Transportation Systems*. Centre de Recherche sur les Transports, Publication nº 35, Montreal, 1979.

GODARD, X. *Methodologie de l'Analyse Multicritérie Appliquée aux Transports Urbains*, Rapport de Recherche INRETS, France, 1973. 61 p.

GUILIANO, G. *A Multicriteria Method for Transportation Investment Planning*, Transportation Research, vol. 19 A, n. 1. 1985. pp. 29-41.

INSTITUTO DE PESQUISA SOCIAIS, POLÍTICAS E ECONÔMICAS.
Pesquisa de Opinião Pública na Região Metropolitana de Recife,
1995.

KAWAMOTO, Eiji. *Custo e Nível de Serviço no Transporte Público de Passageiros por Ônibus.* São Carlos, 1984. 100 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Departamento de Vias de Transporte e Topografia, Universidade de São Paulo.

LANCASTER, L. M. *A New Approach to Consumer Theory, Journal of Political Economy*, V. LXXXIV, Chicago. 1966. pp. 132-157.

LANGENBUCH, Juergen R. *A Falta de Conforto nos Ônibus Urbanos,*
In: Revista dos Transportes Públicos – ANTP, Ano 20, 4º Trimestre,
1997, pp. 73-84.

LIRA, André A.M. *Uma Abordagem Multicriterial dos Acidentes de Trânsito no Brasil.* Campina Grande, 1993. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

MACEDO, Márcia H. *Tempo de Viagem por Transporte Coletivo; Um Estudo para o Caso de Cidades Média.* São Carlos, 1991. 159 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Departamento de Vias de Transporte e Topografia, Universidade de São Paulo.

MAIA, João A. C. *Uma Análise Sistêmica dos Acidentes de Trânsito no Brasil.* Campina Grande, 1995. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

MANHEIM, Marvin L. *Understanding Supply in Transportation Systems Division*, New York, USA, 1979.

MERCEDES-BENZ DO BRASIL - Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte: *Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - Planejamento e Operação*, São Bernardo do Campo, 1987.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. *Aspectos Ergonômicos do Ônibus Urbano*, Brasília, 1976.

NEVES, Luis C. *Avaliação de Desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus*, Brasília, Série Teses, EBTU, 1985. 85 p.

PANIZO, Nelson et al. Manual de Capacidade do Ônibus Urbano. Relatório Final de Pesquisa, COPPETEC, Rio de Janeiro, 1978.

PINA, Maurício et al. *Avaliação de Empresas Operadoras: Uma Análise dos Resultados da Metodologia da EMTU/Recife*, In: 11º Congresso Nacional de Transporte Público, ANTP, 1997.

RABBANI, Simini J.R. & RABBANI, Soheil R. *Decisions in Transportation with the Analytic Hierarchy Process*, Departamento de Engenharia Civil/UFPB, Campina Grande, 1996.

SAATY, Thomas L. *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures*, Journal of Mathematical Psychology. 1977. pp. 234-281.

_____. Thomas L. *Método de Análise Hierárquica*, McGraw Hill, São Paulo, 1991.

_____. Thomas L. *Fundamentals of Decision Making with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, 1994.

_____. Thomas L. *Decision Making for Leaders*, RWS Publications, Pittsburgh, 1995.

SAATY, Thomas L. & KEARNS, K.P. *Analytic Planning the Organization of System*, RWS Publications Pittsburgh, 1995.

SANTANA, Antonio R. *Avaliação de Desempenho de Serviços de Ônibus Urbano do Ponto de Vista do Usuário*. Rio de Janeiro, 1984. 160 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Transportes) – PET/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVA, Germano T. *Câmara de Compensação Tarifária*, Curso de Gerenciamento de Transporte Urbano/GEIPOT, Módulo: Tarifa I. Brasília. 1997.

TABOSA, Tibério C.M. *Inter-Relacionamento entre Atributos dos Sistemas de Transporte Coletivo por ônibus*. Rio de Janeiro, 1979. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica.

TALLEY, Wayne K. & ANDERSON Pamela P. *Effectiveness and Efficiency in Transit Performance: A Theoretical Perspective*, Transportation Research, V.15A, Nº 6, 1981, pp 431-436.

VEIGA, M. C. *Determinação dos Elementos Componentes do Nível de Serviço em Sistemas de Transportes Urbanos de Passageiros: Uma Abordagem Segundo a Percepção dos Agentes Envolvidos.* Rio de Janeiro, 1991. 187 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Transportes) - PET/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

WEBER, M. *Ação Social e Relação Social,* In: Sociologia e Sociedade, org. **FURACCHI, M. M. e MARTINS, J. S.,** LTC, Rio de Janeiro. 1969. pp. 23-52.

WRIGHT, C. L. *Avaliação e Planejamento do Transporte Urbano de Passageiros: Uma Abordagem de Características,* In: MIN. dos Transportes/GEIPOT, IV Curso de Planejamento de Transportes, Unidades 5, Brasília. 1984. 26 p.

YIN, K. K. *Avaliação de Sistemas de Transportes: Aplicação das Teorias de Utilidade Multiatributiva e Grafos,* In: MIN. dos Transportes/GEIPOT, IV Curso de Planejamento de Transporte, Unidade 5, Brasília. 1984. 19 p.

ANEXO I

ANEXO I

Apresenta-se a seguir a memória de cálculo para determinação da amostragem de usuários por ônibus que deveria ter sido considerada neste trabalho para obtenção das matrizes de comparação paritárias.

QUADRO 1: Memória de Cálculo para Determinação da Amostra de Usuários para Entrevistas

Empresa	Número de Ônibus	$k_i - \bar{k}$	$(k_i - \bar{k})^2$	Amostra de ônibus por empresa: $(k_i \cdot n_A) / N$
Forte	229	152,45	23.241,00	18
Rio Guamá	50	-26,55	704,90	4
P. Socorro	146	69,45	4.823,30	11
D. Manoel	80	3,45	11,90	6
Nova Marambaia	167	90,45	8.181,20	13
Beira Alta	11	-65,55	4.296,80	1
Transpará	28	-48,55	2.357,10	2
Icoaraciense	126	49,45	2.445,30	10
Monte Cristo	78	1,45	2,10	6
Alcindo Cacela	25	-51,55	2.657,40	2
Boa Esperança	54	-22,55	508,50	4
Guajará	77	0,45	0,20	6
Marituba	176	99,45	9.890,30	13
Transbcampos	35	-41,55	1.726,40	3
Transbel-Rio	31	-45,55	2.074,80	2
Arsenal	33	-43,55	1.896,60	3
Aero Club	39	-37,55	1.410,00	3
Belém-Lisboa	58	-18,55	344,10	4
São Luiz	51	-25,55	652,80	4
Transurb	37	-36,55	1.564,20	3
n = 20 empresas	N=1.531		$\sum (k_i - \bar{k})^2 = 68.789,2$	TOTAL = 118

Com base nos dados do Quadro acima, é possível se determinar a variância, e a confiabilidade, de acordo como segue:

➤ Variância: $\sigma^2 = \frac{\sum (k_i - \bar{k})^2}{n-1}$, logo: $\sigma^2 = \frac{68.789,2}{20-1} = 3.620,48$

➤ Confiabilidade: $\gamma = \frac{\sigma}{k}$, logo: $\gamma = \frac{60,17}{76,55} = 0,78$

Conhecendo-se a confiabilidade, determina-se o tamanho da amostra do número de ônibus que serão pesquisados, através de: $n_A = \frac{z^2 \gamma^2}{e}$, isso para um intervalo de confiança de 95% e erro de 2%. Para esse intervalo de confiança $z = 1,96$, com $e=0,02$, logo: $n_A = \frac{(1,96 \times 0,78)^2}{0,02} = 116,86$. Com esse resultado, retorna-se para o Quadro 1, e calcula-se a amostragem por empresa que opera na RMB.

ANEXO II

ANEXO II

Questionário de Julgamentos Aplicado Junto aos Atores:

Usuários, Operadores e Poder Público

QUESTIONÁRIO – TODOS OS AGENTES

Dados os atores abaixo, interessados e afetados pelo desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO:

Pede-se para responder as perguntas a seguir:

1) Em sua opinião qual dos atores será o mais beneficiado pelo melhoramento de desempenho do STCO?

Usuário ()

Operador ()

2) De acordo com o quadro abaixo, marque **QUANTO** o ator escolhido no item anterior é mais beneficiado do que o outro.

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nível de Importância	Igual	±	Fraca	±	Forte	±	Muito Forte	±	Absoluta
Resultado									

OBS: Os valores 2, 4, 6 e 8, são usados para representar níveis intermediários.

Os atores considerados na primeira pergunta são sucessivamente substituídos, ou seja, os atores devem ser comparados entre si, até que todas as comparações paritárias sejam efetivadas para esse nível da hierarquia. É importante lembrar que cada ator considerado faz as mesmas comparações paritárias efetuadas pelos demais. Assim, garante-se a participação efetiva dos grupos de interesse.

ANEXO II

Questionário de Julgamentos Aplicado Junto aos Atores: Usuários, Operadores e Poder Público

QUESTIONÁRIO – TODOS OS AGENTES

Dados os atributos **Rapidez** e **Conforto**, componentes da avaliação de desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO:

Pede-se para responder as perguntas a seguir:

1) Existe diferença entre eles em termos de importância na Avaliação de Desempenho do STCO?

Sim ()

Não ()

2) Qual é, em sua visão, o mais importante?

Rapidez ()

Conforto ()

3) No quadro abaixo, marque **QUANTO** este atributo, escolhido no item anterior, é mais importante do que o outro.

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nível de Importância	Igual	±	Fraca	±	Forte	±	Muito Forte	±	Absoluta
Resultado									

OBS: Os valores 2, 4, 6 e 8, são usados para representar níveis intermediários.

Os atributos considerados na segunda pergunta, são sucessivamente substituídos, ou seja, todos os atributos devem ser comparados entre si, até que todas as comparações paritárias sejam efetivadas para esse nível da hierarquia. É importante lembrar que cada ator faz as mesmas comparações paritárias efetuadas pelos demais. Assim, garante-se a participação efetiva dos grupos de interesse.

ANEXO II

Questionário de Julgamentos Aplicado Junto aos Atores: Usuários, Operadores e Poder Público

QUESTIONÁRIO – TODOS OS AGENTES

Dadas as variáveis **Tempo de Espera** e **Velocidade Operacional**, componentes da avaliação de desempenho do Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus - STCO:

Pede-se para responder as perguntas a seguir:

1) Existe diferença entre elas em termos de importância na Avaliação de Desempenho do Atributo Rapidez?

Sim ()

Não ()

2) Qual é, em sua visão, a mais importante?

Tempo de Espera ()

Velocidade Operacional ()

3) No quadro abaixo, marque **QUANTO** esta variável, escolhida no item anterior, é mais importante do que a outra.

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nível de Importância	Igual	±	Fraca	±	Forte	±	Muito Forte	±	Absoluta
Resultado									

OBS: Os valores 2, 4, 6 e 8, são usados para representar níveis intermediários.

As variáveis consideradas na segunda pergunta são sucessivamente substituídas, ou seja, todas as variáveis do atributo rapidez devem ser comparadas entre si, até que todas as comparações paritárias sejam efetivada. O raciocínio é análogo para as variáveis que compõem os demais atributos. É importante lembrar que cada ator faz as mesmas comparações paritárias efetuadas pelos demais. Assim, garante-se a participação efetiva dos grupos de interesse.