



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

MANUELA GOES DE MEIRA

APLICAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO EM EMPRESA DE
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE FORTALEZA

FORTALEZA

2013

MANUELA GOES DE MEIRA

APLICAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO EM EMPRESA DE TRANSPORTE
PÚBLICO URBANO DE FORTALEZA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M452a Meira, Manuela Goes de.

Aplicação de indicadores de desempenho em empresa de transporte público urbano de Fortaleza / Manuela Goes de Meira. – 2013.

53 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih.

1. Transporte. 2. Transporte Público Urbano. 3. Sistema de Indicadores. I. Título.

CDD 658.5

MANUELA GOES DE MEIRA

APLICAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO EM EMPRESA DE TRANSPORTE
PÚBLICO URBANO DE FORTALEZA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Maxweel Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Joao Bosco
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, por sempre estarem comigo
apesar de todas as dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, por sempre estarem comigo durante toda minha trajetória.

Ao professor Rogério, pela motivação, disponibilidade e paciência na realização do trabalho.

Aos meus amigos Mateus Jatobá e Igor Barreira, pela ajuda na elaboração da monografia e motivação na realização deste trabalho.

A minhas grandes amigas Luiza Honorato, Liana Goes, Débora Freire, Vanessa Freire, Emanuelle Beserra e Gabriela por me aguentarem e me ouvirem sempre.

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo avaliar o desempenho operacional de uma empresa de transporte urbano público por ônibus localizada em região metropolitana de Fortaleza por meio do uso de indicadores de desempenho. Foi realizada pesquisa sobre as principais características desse tipo de transporte para obter um fundamento teórico, além de apresentados aspectos da operação no transporte público e indicadores utilizados para avaliar desempenho e qualidade do mesmo. O trabalho foi aplicado em três etapas. Em um primeiro momento, foram definidos os indicadores a serem aplicados. Em seguida, foi feita a coleta de dados necessários para aplicação destes. Por fim, esses indicadores foram aplicados e avaliados, e os resultados foram apresentados. Com a aplicação desses indicadores, espera-se auxiliar a empresa na melhoria da tomada de decisões.

Palavras-chave: Transporte. Transporte Público Urbano. Sistema de Indicadores.

ABSTRACT

This work has as the main purpose of evaluating the operational performance of a urban public transport by bus company in Fortaleza's metropolitan region by the use of performance indicators. A research was performed about the main characteristics of this type of transport in order to obtain a theoretical basis, as addition to the introduction of important points of the public transportation operation and indicators used to evaluate its operational performance and quality. This work was done in three steps. First, the indicators that would be used were choose. The next step was gathering the necessary data collection for its application. Lastly, these indicators were applied and reviewed. It is expected that the application of this indicators would help the company in the decision making.

Keywords: Transport, Urban Public Transportation. Operational Performance Evaluation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Comparativo do transporte de 70 pessoas através de carros, bicicletas e ônibus 19
- Figura 2: Ciclo de perda de produtividade e atratividade do transporte urbano 20

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Meios de transporte mais utilizados na locomoção urbana	14
Quadro 2: Faixa de renda dos usuários dos principais modos de transporte urbano	15
Quadro 3: Características de um transporte de qualidade segundo avaliação dos usuários.....	22
Quadro 4: Quadro sugerido por Valente, Passaglia e Novaes para programação de uma linha de ônibus.....	26
Quadro 5: Padrões de qualidade para transporte público por ônibus	33
Quadro 6: Dicionário de indicadores	36
Quadro 7: Indicadores avaliados nos meses da pesquisa	38
Quadro 8: Índice de Confiabilidade para os 11 primeiros dias de outubro.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análise do IPK comparativo municipal/ metropolitano	39
Gráfico 2: Análise do PMM comparativo municipal/ metropolitano	40
Gráfico 3: Análise do Índice de passageiros das linhas metropolitanas e municipais	41
Gráfico 4: Comparação de desempenho entre três linhas metropolitanas	41
Gráfico 5: Avaliação do período de pico em linha metropolitana.....	42
Gráfico 6: Análise da variação da demanda durante a semana	42
Gráfico 7: Análise da variação de demanda durante a semana para linha com destino praia..	43
Gráfico 8: Análise do índice de conforto para o mês de setembro	43
Gráfico 9: Análise do índice de conforto nos dias úteis de janeiro a agosto.....	44
Gráfico 10: Análise da lotação da linha A no sentido subúrbio-centro	45
Gráfico 11: Análise da lotação da linha A no sentido centro-subúrbio	45
Gráfico 12: Análise da regularidade mensal do sistema das linhas metropolitanas e municipais.....	46
Gráfico 13: Análise da confiabilidade para os períodos típicos em 11 dias	46
Gráfico 14: Análise da quantidade de acidentes cometidos pelos motoristas da empresa com relação ao total de veículos.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização	13
1.2 Objetivos	13
<i>1.2.1 Objetivo Geral</i>	13
<i>1.2.2 Objetivos Específicos</i>	14
1.3 Justificativa	14
1.4 Metodologia	15
1.5 Estrutura do Trabalho	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Transporte	17
2.2 Transporte Público Urbano	18
<i>2.2.2 O Transporte Urbano Público no Brasil</i>	20
2.3 Gestão da Operação	22
<i>2.3.1 Gestão de Frota</i>	23
<i>2.3.2 Demanda de Passageiros</i>	24
<i>2.3.3 Programação das Linhas</i>	24
2.4 Indicadores de Desempenho Operacional	27
<i>2.4.1 Índices de Controle Operacional</i>	28
<i>2.4.2 Indicadores de Qualidade</i>	29
3. ESTUDO DE CASO	35
3.1. Caracterização da Empresa	35
3.2. Etapas da Pesquisa	35
3.3 Desenvolvimento da Pesquisa	36
Etapa 1- Definir Indicadores	36
Etapa 2 - Coleta de Dados	37
Etapa 3 - Análise de Dados	39
1. IPK – Índice de Passageiro Transportado por Quilometro	39
2. PMM – Percurso Médio Mensal	40
3. Índice de Passageiros por Viagem	40
4. Índice de Conforto	42
5. Lotação	44
6. Índice de Regularidade do Sistema – IRS	46

7. Confiabilidade	46
8. Segurança.....	47
3.4 – Considerações finais sobre o estudo de caso	47
4. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICES	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A questão do transporte público urbano é de suma importância para a população, podendo ser caracterizado como um serviço essencial. Trata-se de um dos únicos meios de deslocamento para pessoas de baixa renda ou que não possam, por algum motivo, dirigir ou adquirir um automóvel privado.

O cenário atual do setor é marcado por uma grande queda de demanda e redução de eficiência, tendo como principal razão o grande aumento na frota de automóveis privados. Esse crescimento acabou por gerar uma grande crise na mobilidade urbana, com grandes congestionamentos e aumento no tempo de percurso nos grandes centros, o que acaba por prejudicar ainda mais a eficiência e atratividade do transporte público, por dividirem o mesmo espaço viário.

Diante dessa situação, as empresas de transporte público urbano têm feito altos investimentos em melhorias de seus procedimentos e planejamento operacional de forma a otimizar o uso da infraestrutura que já está instalada, minimizando o custo, enquanto atende às expectativas dos usuários.

Portanto, com base no exposto, esse trabalho visa auxiliar gestão de empresa de transporte urbano através do uso de um sistema de indicadores.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho operacional de uma empresa de transporte urbano público por ônibus através do uso de indicadores de desempenho.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar o transporte urbano de passageiros através de pesquisa bibliográfica;
- b) Identificar os principais indicadores utilizados para avaliação de desempenho operacional de empresas de transporte urbano público;
- c) Definir conjunto de indicadores que possibilita avaliação de desempenho operacional de empresa de transporte público por ônibus.
- d) Avaliar uma empresa de Transporte Publico na região metropolitana de Fortaleza

1.3 Justificativa

De acordo com pesquisa sobre mobilidade urbana pelo IPEA (2011), transporte urbano utilizado para se locomover no Brasil está distribuído entre os principais modos de acordo com a Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Meios de transporte mais utilizados na locomoção urbana

	Brasil	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Nordeste	Norte
<i>Transporte Público</i>	44,3	46,3	50,7	39,6	37,5	40,3
<i>Carro</i>	23,8	31,7	25,6	36,5	13,0	17,6
<i>Moto</i>	12,6	12,4	11,6	6,5	19,4	8,2
<i>A pé</i>	12,3	7,6	8,3	13,7	18,8	16,1
<i>Bicicleta</i>	7,0	2,0	3,8	3,7	11,3	17,9

Fonte: IPEA (2011)

Pode-se observar que o transporte público é o método mais utilizado em todas as regiões, sendo utilizado como modo preferencial por cerca de 37,5% na região Nordeste.

Ainda segundo esta pesquisa, foi realizada uma pesquisa acumulada classificando os usuários exclusivos de cada modo de transporte segundo faixa de renda. O resultado é apresentado no Quadro 2, à seguir:

Quadro 2: Faixa de renda dos usuários dos principais modos de transporte urbano

	Faixa salarial (per capita familiar mensal)							
	até 1/4	até 1/2	até 1	até 2	até 5	até 10	até 20	mais de 20
carro	5,2%	16,2%	50,0%	75,5%	96,9%	99,5%	99,5%	100,0%
moto	12,2%	32,7%	69,4%	89,8%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
TP	15,0%	43,0%	71,8%	93,2%	99,2%	99,7%	99,9%	100,0%
a pé, bicicleta	30,0%	66,0%	92,0%	98,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: IPEA (2012)

Pode-se observar que a grande parte dos usuários de transporte público é composta por usuários de baixa renda. Com isso, é importante a manutenção de uma tarifa acessível para esses usuários, mantendo um nível de serviço aceitável.

Para que a empresa de transporte público tenha lucro então, é preciso um melhor aproveitamento e gestão de seus recursos para uma dada política tarifaria. É necessário um foco em quais áreas devem ser priorizadas, para que os seus recursos financeiros sejam melhor aplicados.

Com isso, o presente trabalho visa a proposta e aplicação de indicadores de desempenho e qualidade em empresa de transporte urbano por ônibus, de forma a auxiliar na tomada de decisão.

1.4. Metodologia

Segundo Gil (2002), uma pesquisa pode ser classificada quanto ao objetivo, sendo dividida em pesquisa exploratória, descritiva e/ou explicativas; quanto aos procedimentos técnicos utilizados, podendo ser bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso e/ou pesquisa Espost-Facto; quanto a natureza, em ser básica ou aplicada; ou ainda quanto a forma de abordagem do problema, em quantitativa ou qualitativa.

De acordo com essas classificações, o trabalho pode ser classificado como pesquisa quantitativa e qualitativa, pois trata-se de uma análise realizada usando com base números. Este trabalho tem como objetivo uma aplicação pratica da ferramenta, o sistema de

indicadores, sendo assim considerado uma pesquisa aplicada. Com relação ao objetivo, se trata de uma pesquisa descritiva, sendo utilizadas técnicas padronizadas de coleta de dados.

Quanto ao procedimento técnicos, a pesquisa bibliográfica utilizou livros e trabalhos técnicos como base teórica para a realização do estudo. Foi realizada ainda uma pesquisa documental utilizando-se de relatórios disponibilizados pela empresa de transporte público por ônibus. em estudo. Por fim, foi desenvolvido um estudo de caso em empresa.

1.5 Estrutura do Trabalho

O trabalho se encontra dividido em quatro capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Estudo de Caso e Conclusão.

No capítulo 1, são feitas uma contextualização sobre o assunto e a justificativa do trabalho, além da definição dos objetivos do trabalho e metodologia aplicada em sua realização.

No capítulo 2, são apresentados conceitos importantes sobre transporte e transporte público urbano, além de serem feitas explanações sobre aspectos da gestão de frotas e indicadores utilizados na avaliação do desempenho d transporte urbano.

O capítulo 3 trata do Estudo de Caso, que mostra a proposta e implantação de indicadores de desempenho operacionais em empresa te transporte público.

O capítulo 4 apresenta a conclusão do trabalho, onde são feitas as considerações finais do trabalho, apresentando resultados obtidos e relacionando-os com os objetivos iniciais propostos pelo trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Transporte

Transporte, segundo Ferraz e Torres (2004, p. 2) é a “[...]denominação dada ao deslocamento de pessoas e de produtos.” No caso, o deslocamento de pessoas recebe o nome de transporte de passageiros e o de produtos, transporte de carga. Segundo Almeida e Schlüter (2012, p. 102), ele “se utiliza de recursos temporais, valendo-se da utilidade do tempo e do espaço para realizar suas tarefas com eficiência”.

Dessa forma, segundo Gubbins (2003) pode-se definir como duas funções principais do transporte urbano o deslocamento de pessoas do local em que elas estão para o local onde elas pretendem estar no futuro, e o deslocamento de carga do local que ela está para o local onde será de maior valor para o produtor ou consumidor. Pode-se observar, então, que em nenhum caso o transporte é utilizado como o objetivo em si, mas sim como um meio para atingir um determinado objetivo. Ele é utilizado pela existência de uma necessidade, pois caso houvesse uma alternativa em fosse possível se transferir para outro local de forma instantânea, esta seria preferível.

Pode-se dividir a indústria do transporte em duas áreas: a infraestrutura, que compreende estradas, ruas, portos, aeroportos, por exemplo; e aquilo que se move através delas, como carros, ônibus, trens, aviões e navios. Ao falar de transporte, neste trabalho, será considerado majoritariamente a indústria de movimentação. (HIBBS, 1999)

O transporte de cargas e pessoas pode ser realizado na forma de diferentes modais, ou seja, meio de transporte. Eles podem ser divididos em: dutoviário, ferroviário, hidroviário, aéreo e rodoviário. (ALMEIDA e SCHLÜTER, 2012).

Rodrigues (2008) afirma que a ação de transportar pode proporcionar e potencializar outras atividades humanas, sendo então uma atividade essencial. Os fatores que afetam a qualidade do serviço depende das particularidades de cada modo de transporte.

Nos últimos anos, a indústria do transporte vem passando por grande transformação graças ao advento da tecnologia de informação, a qual permite oferecer um maior número de opções para o usuário. Além disso, ela vem contribuindo para um aumento na competitividade entre as indústrias. (HIBBS, 1999).

2.2 Transporte Público Urbano

Utiliza-se o termo transporte urbano, segundo Ferraz e Torres (2004, p.2), para “designar os deslocamentos de pessoas e produtos realizados no interior das cidades”.

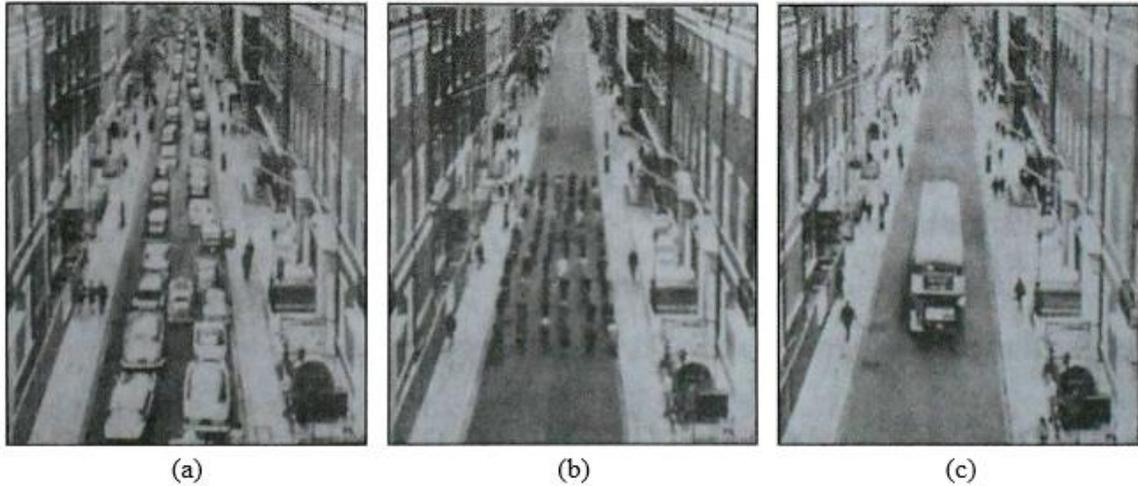
Esse transporte pode ser feito de forma motorizada ou não motorizada. Nos países em desenvolvimentos, além de andar a pé, entre os meios mais comuns de transporte não motorizados estão às bicicletas e veículos assemelhados. Já os transportes motorizados podem ser separados em individuais e coletivos. Dentro do primeiro grupo, os mais utilizados são as motocicletas e suas adaptações, e carros. Dentre os transportes coletivos mais utilizados está indiscutivelmente os ônibus e suas variações. (VASCONCELOS, 2009)

O transporte público, segundo Simpson (2003), é aquele disponível a todos, sem restrição a nenhum grupo desde que sejam aceitas as condições demandadas pelos operadores, como pagamento de passagens. Ele pode ser pertencente a empresa privada ou pública, podendo rodar regularmente seguindo horário preestabelecido, em geral.

Complementando essa definição, Ferraz e Torres (2004) ressaltam que por poderem ser utilizados simultaneamente por muitas pessoas, o transporte público tem baixo custo unitário. Não há flexibilidade de uso, as viagens não são porta a porta, podendo haver necessidade de transbordo ou ser completadas com percurso a pé ou de outros modos

Sobre a importância do transporte público, Olbrick (2006) destaca, além do baixo custo unitário, uma possibilidade de mobilidade motorizada para aqueles que não podem ou não querem possuir um carro, sendo usado em grande parte por populações de baixa renda. Além disso, é uma alternativa ao automóvel, reduzindo os impactos negativos deste, como congestionamentos, poluição ambiental, acidentes de trânsito e consumo de combustível. O transporte urbano público impacta de menor forma no espaço viário quando comparada ao automóvel, como pode ser observado na Figura 1, que ilustra como os modos a pé, de carro e de ônibus impactam sobre o espaço viário.

Figura 1: Comparativo do transporte de 70 pessoas através de carros, bicicletas e ônibus



Fonte: Ferraz e Torres (2004)

Segundo Azambuja (2002), o fornecimento de serviços de transporte urbano é realizado em ambiente bastante regulamentado, podendo ser de responsabilidade de companhias públicas, privadas ou mistas. Em geral, a infraestrutura de transporte tem componentes correspondentes a bens públicos. O Estado frequentemente, precisa intervir ao perceber existência de falhas no mercado, sendo uma das principais relacionadas a falta de competição efetiva, com ocorrência de oligopólios ou monopólios, naturais ou parciais.

De forma geral, por experiência, a operação do transporte público urbano deve ser realizada por empresas privadas e o planejamento e a gestão (regulamentação, administração, fiscalização e programação da operação), pelo poder público. Isso se deve pelo fato de empresas privadas possuírem, em sua maioria, eficiências superiores à empresas públicas. (FERRAZ e TORRES, 2004)

As regulamentações e fiscalizações dos órgãos gestores são importantes para garantir atendimento, áreas e períodos pouco atraentes sob o aspecto financeiro, não sendo vantajosos para as empresas operadoras. (COUTO, 2011).

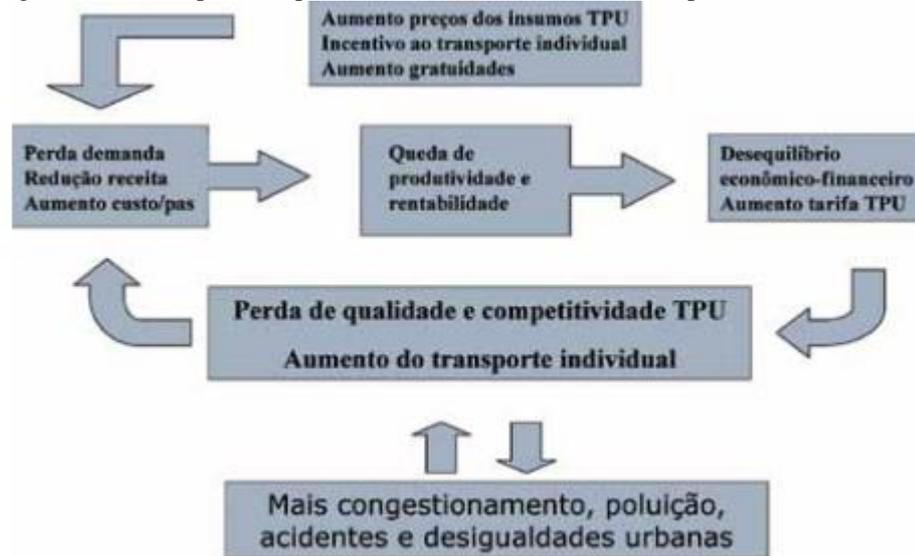
Ainda sobre o assunto, Vasconcelos (2009) comenta que essa de responsabilidade de provisão de transporte foi passando de forma gradual do empregador para o poder público, uma vez que não interessava mais ao capital investir, pois o custo se tornava muito elevado à medida que a necessidade de força de trabalhadores e o custo de habitações.

Complementando, Dante (1996) comenta que a produção e venda do transporte público seguem dispositivos regulamentares específicos, mesmo aqueles não realizados pelo poder público, colocando-os sob uma égide econômica de nível diferente dos de outros serviços cujas leis de mercado também atuam.

Segundo Couto (2011), nos últimos anos houve uma mudança na demanda do transporte coletivo, que antes era cativa e inelástica, pela possibilidade mais concreta dos usuários do transporte coletivo migrarem para meios alternativos, tanto por causa do preço ou comodidade dos meios individuais motorizados.

Nessa linha, houve uma grande ampliação na frota de automóveis nas grandes cidades. Hibbs (2000) compara o impacto “revolução do carro privado” em relação ao transporte público com o provocado na indústria de navios de passageiros pelo avião. Ele alerta que esse crescimento nos usuários de automóveis privados complica ainda mais a provisão de um transporte público com eficiência. A figura 2 mostra o ciclo de perda de produtividade e atratividade do transporte urbano.

Figura 2: Ciclo de perda de produtividade e atratividade do transporte urbano



Fonte: IPEA (2010)

2.2.2 O Transporte Urbano Público no Brasil

A Constituição de 1988 define o transporte público é classificado como um serviço essencial, ou seja, tem direta influencia na qualidade de vida da população, assim como abastecimento de água, coleta de esgoto, iluminação pública, dentre outros. (RODRIGUES, 2008).

Segundo Valente, Passaglia e Novaes (1997, p. 4-5):

A Constituição determina que compete privativamente à União legislar sobre transporte e trânsito e aos municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, bem como os de transporte coletivo, que tem caráter essencial. Diz ainda que cabe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

Apesar da Constituição prever que a delegação dos serviços públicos de transporte coletivo deve ser realizada por meio de concessão ou permissão, Couto (2011) comenta que os modelos de remuneração, operação e os critérios e métodos de reajuste tarifário variam com as características regulamentadas em cada processo licitatório.

Pelo fato da operação ser realizada sob regime tarifário, com grande controle nos custos e operações das frotas pelos Órgãos Concedentes, são embutidos nas tarifas rígidos parâmetros de consumo e de desempenho, fazendo com que o principal fator de obtenção de lucro da empresa seja a gestão adequada dos veículos. (VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES, 2007).

A partir da década de 1950 o país presenciou grande crescimento urbano, o que fez com que os sistemas de mobilidade nas cidades e regiões metropolitanas apresentassem uma baixa qualidade e alto custo, causando impactos negativos para a população, economia e meio ambiente. (IPEA, 2010).

No Brasil, há a predominância de um sistema de transporte público por ônibus, sendo considerado um dos maiores do mundo. Esse sistema teve grande crescimento entre as décadas de 60 e 90, em razão do crescimento urbano das grandes cidades do país. A partir de 1990, presenciou-se o surgimento em grandes proporções de uma oferta não regulamentada de transporte coletivo de pequena capacidade como, por exemplo, pequenas vans. Houve um rápido crescimento desse tipo de transporte, que é atualmente responsável por aproximadamente 20% da demanda do sistema legalizado em grandes cidades. (ANTP, 2010).

Esse aumento na oferta de serviços informais é decorrente principalmente de sua alta flexibilidade – com itinerários flexíveis e pontos de parada indefinidos – e seu grande índice de desrespeito às leis de trânsito, o que provoca uma grande agilidade, atraindo usuário. (COUTO, 2011).

De forma a analisar um panorama atual no Brasil, o IPEA (2011) realizou um estudo sobre a mobilidade urbana no Brasil. Foi constatado que o transporte público é utilizado por cerca de 44,3% da população brasileira como principal forma de se locomover.

Na pesquisa supracitada foi perguntado para os entrevistados como eles avaliavam o transporte público. Cerca de 31,3% dos entrevistados o consideraram regular, 19,8% muito ruim, 19,2% ruim e 26,1% bom. Nesse estudo também foi avaliado quais os principais indicadores considerados para determinar se o transporte público é de qualidade, podendo-se ver resultados na Quadro 3.

Quadro 3: Características de um transporte de qualidade segundo avaliação dos usuários

Motivos	Brasil	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Nordeste	Norte
<i>Ter disponível mais de uma forma de se deslocar</i>	13.5	18.3	18.1	7.2	10.2	5.8
<i>Ser rápido</i>	35.1	31.2	36.9	36.8	38.5	25.5
<i>Sair num horário adequado à sua necessidade</i>	9.3	11.5	8.0	7.2	10.8	9.4
<i>Chegar no horário desejado a seu destino</i>	4.8	5.6	5.3	2.8	5.5	2.7
<i>Ser saudável</i>	1.3	0.5	0.9	1.3	2.1	1.8
<i>Poluir pouco</i>	2.3	0.7	2.1	1.3	3.6	3.3
<i>Ser barato</i>	9.9	8.5	8.6	13.4	10.7	11.2
<i>Ser confortável</i>	9.7	7.8	7.6	10.6	10.5	16.4
<i>Ter menor risco de assalto</i>	2.3	1.5	1.3	2.5	1.9	7.0
<i>Ser fácil de usar</i>	1.2	1.5	0.7	0.9	1.5	2.4
<i>Ter menor risco de acidente</i>	4.2	4.4	4.2	5.3	2.7	6.4
<i>Cobrir uma área maior</i>	2.6	3.9	1.1	5.9	1.0	5.2
<i>Ser cômodo</i>	1.4	2.0	2.1	1.6	0.3	0.9
<i>Outra característica</i>	1.4	1.7	2.0	0.3	0.7	1.2
<i>NS</i>	0.4	0.2	0.7	0.9	0.0	0.0
<i>NR</i>	0.7	0.7	0.5	2.2	0.0	0.9

Fonte: IPEA (2011)

Pode-se destacar: ‘ser rápido’ (35,10%), ser barato (9,9%), ‘ser confortável’ (9,7%), sair no horário (9,3%), chegar na hora no destino’ (4,8%) e ‘ser seguro’ (4,2%). Na pesquisa, também foi identificado que os principais motivos para se realizar viagem foram trabalho e saúde, seguidos pela educação.

2.3 Gestão da Operação

Neste capítulo, serão apresentados alguns conceitos importantes sobre a operação no setor de transporte público. Será explanado sobre a gestão de frotas, demanda de passageiros e programação das linhas.

2.3.1 Gestão de Frota

Valente, Passaglia e Novaes (1997, p. 1) define Gestão de frotas como “a atividade de reger, administrar ou gerenciar um conjunto de veículos pertencentes a uma mesma empresa”. Dentre as competências dessa tarefa se encontram diferentes serviços, como: dimensionamento, especificação de equipamentos, roteirização, custos, manutenção e renovação de veículos, entre outros.

Dentre os fatores na realidade brasileira que complicam uma maximização da eficiência e racionalização dos processos de gerenciamento de frota, podem ser citados os seguintes (VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES, 1997):

- a) complexidade dos problemas na gestão de frotas e programação de serviços de transporte, levando adoção de procedimentos empíricos e intuitivos longe do ideal.
- b) lentidão na implantação de avanços na área de tecnologia pelos transportadores, que muitas vezes não tem conhecimento ou crença em novas ferramentas ou técnicas que poderiam auxiliar suas tarefas.
- c) carência de ferramentas ou sistemas computacionais em custo acessível capazes de auxiliar transportadores no planejamento e execução operacionais.

Atualmente, gerentes e operadores podem utilizar-se de sistemas de gestão de frota e sistemas de informação ao usuário, por exemplo, para tomarem ações dinâmicas e intervenções operacionais, o que resulta em aumento na regularidade e confiabilidade operacional no transporte público. Também possibilita obter-se informações sobre os horários de chegada dos próximos veículos nos pontos de parada. Os modelos de gestão com bases em níveis de serviços aparecem a medida que se consolidam esses novos instrumentos tecnológicos de monitoramento e controle da qualidade dos serviços de transporte. Nesses modelos, são determinados níveis de serviço com qualidade mínima relacionados com a oferta de transporte, conforto, padrão de veículos, acessibilidade à rede de transporte e outros

questos que devem ser atendidos na programação dos serviços de transporte ou durante a operação. (COUTO, 2011).

2.3.2 Demanda de Passageiros

O conhecimento da demanda de passageiros é útil para se planejar de forma adequada uma oferta de transporte que satisfaça um atendimento eficiente (economia de recursos) e de qualidade (satisfação do usuário). A computação da variação da demanda deve ser feita em diferentes períodos de tempo (ano, mês, semana, dia, hora, intervalos de 15 minutos, etc) de acordo com o objetivo. (FERRAZ e TORRES, 2004).

Segundo Couto (2011), esse planejamento ajuda a controlar a ociosidade, que se refere à existência de lugares oferecidos e não utilizados. Esta ocorre por causa de, por exemplo, itinerários mal ajustados às linhas de desejo, programação horária inadequada e baixa atratividade dos serviços face à oferta dos concorrentes. Por deficiências no controle diário da operação, falta de informação sobre a demanda e até mesmo rigidez regulamentar, muitas redes passam anos sem ajustes.

É necessário a previsão da demanda futura com objetivo de definir quantidade necessária de veículos e infraestrutura, seria necessário o conhecimento da demanda anual. Para fixação de tarifas, distribuição de receita e planejamento financeiro das empresas, usa-se informações da variação mensal. Para cálculo da frota total necessária em cada dia da semana e do mês e manutenção das vias e veículos é necessário o conhecimento das variações semanais e diárias. No caso do planejamento da operação - que engloba a definição das estratégias operacionais, da frota de veículos e dos horários da linha - utiliza-se informações da variação horária de demanda ao longo do dia. Nos períodos de pico, também se precisa avaliar a variação em períodos menores, usualmente 15 minutos. (FERRAZ e TORRES, 2004).

2.3.3 Programação das Linhas

O gráfico de marcha representa toda a programação da linha, sendo criado através do cálculo dos intervalos e/ou frequência para todos os períodos típicos do dia e para os dois sentidos individualmente da linha. Ele permite a visualização de todo esquema operacional da linha ao longo do dia, pois mostra ((VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES, 1997, p.78):

- o número de veículos necessários a operação com os terminais de início e fim de operação;
- a velocidade do percurso por sentido, o tempo nos terminais e o respectivo tempo de ciclo em cada um dos períodos em operação;
- a forma de transição entre os períodos típicos (encaixe ou retirada de veículos);
- a possibilidade de ocorrer problemas operacionais nos terminais (pouco ou muito tempo);
- a possibilidade de ajustes operacionais, como: colocar mais ônibus, aumentar a velocidade, diminuir o tempo no terminal.

Segundo Vasconcelos (2009), o nível de serviço é uma relação com o nível de conforto do transporte de cada modo de transporte. No transporte público, ele tem relação com as condições médias de conforto, ou seja, ocupação média dos veículos; dos tempos de espera; e sinalização e informações de qualidade ao usuário. São considerados cinco níveis de serviço, definidos por Valente, Passaglia e Novaes (1997) a seguir:

- Nível A: Nível de operação ótimo, atendendo integralmente aos padrões pretendidos;
- Nível B: Nível de operação bom, com uma oferta de serviços que satisfaz, sob o enfoque de desempenho;
- Nível C: Nível de operação razoável, necessitando de melhorias e análises a fim de alcançar um melhor padrão de serviços;
- Nível D: Nível de operação baixo, com desempenho deficiente, evidenciando uma necessidade de melhoria na oferta de serviços;
- Nível E: Nível de operação deteriorado, havendo necessidade de revisão total da operação.

O Quadro 4 tem como função indicar os dados indispensáveis para a programação de uma linha de ônibus após seu dimensionamento. Para se alocar os dados nesta tabela deve-se seguir os passos a seguir:

- Alocar a frota mínima necessária para a operação no sentido dominante de acordo com os tempos de ciclo estipulados;
- Calcular intervalos programados e as respectivas durações dos períodos típicos;
- Determinar o número de viagens no período e os correspondentes totais de passageiros transportados no período;
- Avaliar a programação feita, recalculando o tempo médio, a nova ocupação crítica, os índices de ocupação e o correspondente nível de serviço resultante.

Quadro 4: Quadro sugerido por Valente, Passaglia e Novaes (1997) para programação de uma linha de ônibus

Sentido	Períodos típicos	Frota Operacional (Veículo)	Intervalo Calculado (Min)	Tempo de Ciclo (Min)	Intervalo Previsto (Min)	Programação			Passageiros no Período	Avaliação				
						Duração do Período		Qtd. de Viagens		Fluxo Médio (Pass/min)	Índice de Renovação	Ocupação crítica (Pass/veic.)	Índice de Ocupação (%)	Nível de Serviço
						DE	A							
C/S	Madrugada													
	Pico da manhã													
	Entre-pico da manhã													
	Semi-pico da manhã													
	Entre-pico Tarde													
	Pico da Tarde													
	Noite													
	Vale Noturno													
S/C	Madrugada													
	Pico da manhã													
	Entre-pico da manhã													
	Semi-pico da manhã													
	Entre-pico Tarde													
	Pico da Tarde													
	Noite													
	Vale Noturno													

Fonte: Valente, Passaglia e Novaes (1997)

2.4 Indicadores de Desempenho Operacional

O indicadores são utilizados de forma a auxiliar a tomada de decisões que representam aspectos estruturais, operacionais e econômicos da organização, refletindo sua situação real. (COUTO, 2011).

De acordo com Magalhães (2013), os órgãos relacionados a administração de transporte no Brasil sofreram um amadurecimento institucional, que além da padronização e melhoria de processos internos, utiliza-se de ferramentas de suporte aos processos de monitoramento e avaliação, sendo uma delas os sistemas de indicadores. A qualidade deste está relacionada às medidas tomadas para garantir que os dados também sejam de qualidade, sendo ser necessário estabelecer-se critérios mínimos de aceitabilidade dos dados.

Em relatório publicado pela NTU (2008), são distinguidos as avaliações pela qualidade e desempenho. O conceito de desempenho é definido como “[...] qualquer fator, quantitativo ou qualitativo, usado para avaliar um aspecto particular do serviço de transporte público”, e qualidade, por sua vez, “a percepção que o passageiro tem do desempenho do sistema de transporte público.”. O primeiro caracteriza o ponto de vista dos operadores, dos passageiros ou da comunidade; já o segundo, deve-se de preferência ter como preocupação o usuário do sistema.

Ferraz e Torres (2004) afirmam que o desempenho operacional das empresas de transporte público por ônibus é baseada em padrões de qualidade e eficiência, sendo a avaliação feita através de comparação entre os valores obtidos e os intervalos de variação considerados satisfatórios.

Couto (2011) cita alguns dos pontos considerados ao ser feita avaliação do desempenho de um sistema de transporte público coletivo por ônibus. Por exemplo, tempo de viagem, número de passageiros transportados, receita, custos e quaisquer outros fatores que tem relação com a operação de um serviço, não sendo possível medição antes do serviço ser realizado. Entre os aspectos que influenciam a qualidade, estão decisões operacionais sobre itinerários, frequência, períodos do dia e características do serviço a ser oferecido.

Deve-se atentar que o desempenho é afetado pelo ponto de vista adotado para avaliação. Por exemplo, para os operadores privados um aumento da relação passageiros/ônibus é vista positivamente no quesito desempenho operacional, porém é visto negativamente pelos usuários no quesito conforto. É importante então ser feita a adequação da

oferta e demanda de forma a possuir o mínimo de ociosidade, que é a relação entre lugares ofertados e não utilizados, e lotação possível. (NTU, 2008).

Pra fins desse trabalho, será dividido entre índices de controle operacional e indicadores de qualidade.

2.4.1 Índices de Controle Operacional

De acordo com Valente, Passaglia e Novaes (1997), os índices de Controle Operacional tem a função de “mostrar necessidade ou não de adequação das linhas”. Eles devem ter como base dia, semana, mês e ano, devendo ser comparados com valores da fase de programação operacional. São eles:

- a) Índice de Passageiros Transportados por Quilometro – IPK: Indicador de eficiência altamente utilizado por técnicos de transporte e empresas operadoras para medir a variação da demanda – tratada como número de passageiros – e a quilometragem - que tem proporção direta ao custo operacional - sendo utilizado no cálculo da tarifa. (COUTO, 2011). É calculado através da fórmula:

$$IPK = \frac{\text{Número Médio de Passageiros}}{\text{Quilometragem Rodada Média Diária}}$$

Outros indicadores, segundo Valente, Passaglia e Novaes (1997) seriam:

- b) Índice de Passageiros Transportados por Viagem: Retrata desempenho da frota.
- $$\frac{\text{Total de Passageiros Transportados}}{\text{Numero de Viagem Realizadas}}$$
- c) Índice de Quilômetros Percorridos por Veículo ao Dia: Permite o conhecimento da oferta de transporte e disposição dos usuários.
- $$\frac{\text{Total de Quilometros Rodados}}{\text{Veiculos da Frota Efetiva}}$$
- d) Percurso Médio Mensal – PMM: Utilizado no cálculo da tarifa e controle na oferta do transporte
- $$\frac{\text{Total de quilometros rodados}}{\text{mes}}$$
- e) Índice de Regularidade do Sistema – IRS: Mostra como o serviço da empresa se encontra, caso acompanhado ao longo do tempo. Retrata o padrão de manutenção e confiabilidade do sistema.

$$\frac{\text{Numero de Viagens Regulares}}{\text{Numero Total de Viagens Programadas}}$$

- f) Índice de Renovação – IR: Obtido através de pesquisa sobre embarque e desembarque de passageiros.
- g) Idade Média da Frota: Utilizado para cálculo de tarifa e avaliação do conforto e segurança dos usuários.
- h) Índice de Conforto – IC: Avalia conforto do sistema. Pode ser calculado como:
- $$\frac{\text{Numero de Passageiros transportados}}{\text{Numero de lugares sentados}}/\text{dia}$$
- i) Espaçamento Médio entre Pontos e Numero de Paradas por Linha: Utilizados para otimização do tempo gasto em uma viagem
- j) Tempo no Terminal e Tempo Total de Viagem: Demonstra atrasos em terminais que podem acarretar em diminuição da oferta.

2.4.2 Indicadores de Qualidade

De acordo com Olbrick (2006), os padrões de qualidade podem ser definidos para efeito de planejamento, projeto e avaliação dos sistemas de transporte público urbano, devendo ter por base a opinião majoritária dos usuários habituais do sistema, usualmente pessoas economicamente menos favorecidas.

Para que um serviço seja considerado de qualidade é preciso satisfazer a grande parte dos desejos dos usuários em relação ao que é proposto. Esse conceito de qualidade, varia de acordo com o tipo de transporte e, principalmente, com as expectativas dos usuários. Couto (2011) cita os exemplos a seguir:

- (i) uma pessoa que se desloca para o trabalho ou estudo, com horário definido, considera a frequência, a pontualidade e o tempo de viagem como os principais quesitos de qualidade; (ii) aos finais de semana e horários de menor demanda, a tolerância com lotação é muito menor do que nos horários de pico; e (iii) em cidades de menor porte, tanto a cobertura espacial quanto temporal são fatores reclamados pelos usuários, enquanto o índice de conforto (traduzido pela lotação dos veículos) geralmente não é um quesito prioritário.

Ferraz e Torres (2004) apresentam doze fatores que influenciam na qualidade do transporte público urbano. São eles: acessibilidade, frequência de atendimento, tempo de viagem, lotação, confiabilidade, segurança, características dos veículos, características dos

locais de parada, sistema de informações, conectividade, comportamento dos operadores e estado das vias. Sobre esses indicadores, pode-se fazer as definições:

a) **Acessibilidade ou disponibilidade:** de acordo com a NTU (2008), a disponibilidade dos serviços pode ser avaliada em termos espaciais e/ou em termos temporais. A avaliação segundo primeiro aspecto leva em consideração a facilidade com que se consegue chegar a um serviço de transporte a partir do local de origem, e a segunda indica a frequência e o horário em que o serviço está disponível ao longo do dia. Em geral, no Brasil, a definição do acesso é feita pelos pontos de embarque e desembarque e, com algumas exceções, em pontos informais nos bairros; definiu-se, então, que a melhor unidade de medição espacial para acessibilidade e cobertura espacial como a quantidade de pontos de embarque e desembarque, visto que de nada adianta uma grande extensão quilométrica se não existirem pontos de embarque e desembarque.

Para Ferraz e Torres (2004), são dois os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da acessibilidade. O primeiro é distância de caminhada da origem da viagem até o local de embarque e do local de desembarque até o destino final. O segundo, mais subjetivo, seria a caracterização da comodidade nos percursos a pé (presença de vitrines, movimento, etc).

b) **Frequência de atendimento:** Segundo A NTU (2008), se trata do “Intervalo de tempo entre duas paradas de veículo para embarque e desembarque de passageiros.

c) **Tempo de viagem:** É o tempo gasto no interior dos veículos. É influenciado pela velocidade média de transporte e distância percorrida entre os locais de embarque e desembarque. (Ferraz e Torres, 2004).

De acordo com Couto (2011), pode-se apurar os tempos de viagem dos ônibus através dos registros de início e término de viagem em cada linha, podendo-se utilizar-se de dispositivos de posicionamento geográfico, como os GPS (Global Position System). Com ele, se torna possível a avaliação da velocidade média em cada trecho e as eventuais oportunidades de se reduzir o tempo de viagem do transporte público.

O tempo de percurso de uma viagem depende do sistema viário, da priorização ou não dos modos coletivos, da quantidade de pontos de embarque e desembarque, da programação semafórica e também da forma de condução dos veículos pelos motorista.

d) Lotação: Quantidade de passageiros no interior dos coletivos. Por questão de custo, é aceitável a presença de usuários em pé, contanto não de forma excessiva. Em geral, usuários dos períodos de pico aceitam melhor a lotação do que aqueles típicos de outros períodos. (Ferraz e Torres, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 15.570/2008) a capacidade máxima para passageiros em pé em ônibus urbanos atualmente é de 6,0 passageiros em pé/m².

e) Confiabilidade: Grau de certeza dos usuários os horários previstos serão cumpridos com alguma margem de tolerância. Neste parâmetro leva-se em conta a pontualidade - grau de cumprimento dos horários - e eficiência da programação operacional - porcentagem de viagens programadas realizadas. (Ferraz e Torres, 2004).

A confiabilidade engloba então a pontualidade. Entre os fatores que podem ocasionar o não cumprimento de horários de saída e partida previstos estão: defeitos nos ônibus, acidentes de trânsito, acidentes com passageiros dentro dos veículos ou no embarque/desembarque, desentendimentos graves e assaltos nos ônibus, congestionamentos, inabilidade dos motoristas, dentre outros. (Santos, 2010).

Há casos em que o problema cause a não realização das viagens programadas na sequência, tanto pela não disponibilidade do veículo no horário determinado quanto a falta de veículos e operadores. A qualidade é medida através do cálculo da porcentagem de viagens programadas não cumpridas ou concluídas com adiantamento maior do que três minutos ou atraso de valor superior a cinco minutos. (Ferraz e Torres, 2004)

Ferraz e Torres (2004) definem ainda os seguintes indicadores:

a) Segurança: Estão incluídos os acidentes envolvendo os coletivos e atos de violência nos locais de parada e dentro dos veículos. O foco deste parâmetro deve ser a frequência de acidentes que ocorrem com os veículos. A avaliação de sua qualidade pode ser medida pela quantidade de acidentes significativos a cada 100 mil quilômetros percorridos pela frota de veículos.

b) Características dos veículos: Tem relação com a tecnologia e o estado de conservação dos veículos de transporte. A avaliação da qualidade é feita tendo por base: idade, número de portas, largura do corredor e altura dos degraus das escadas.

- c) Características dos locais de parada: Neste parâmetro, deve-se levar em consideração para avaliar sua qualidade: adequação da sinalização, largura das calçadas suficiente para os usuários que estão esperando e os pedestres que passam e existência de cobertura e bancos para sentar, sobretudo nos locais de maior movimento.
- d) Sistema de informações: A disponibilidade de folhetos contendo horários e itinerários das linhas, assim como uma indicação dos terminais de transferência, presença nos pontos de parada do número e do nome das linhas e, em caso de linhas com grande frequência, dos horários de passagem ou intervalos de partida; caso necessário, informações verbais pelos motoristas e cobradores; portais que forneçam informações e lidem com reclamações e sugestões (pessoalmente, por telefone ou pela internet).
- e) Conectividade: Trata-se da facilidade de deslocamento dos usuários de transporte público entre dois locais quaisquer da cidade. Ela é medida pela porcentagem de viagens não precisam fazer transbordo e ou, caso necessitem, suas características. A avaliação de qualidade é feita levando em consideração a porcentagem de viagens com necessidade de se fazer transbordo, se há integração física, possibilidade de integração tarifária e o tempo de espera para prosseguir viagem.
- f) Comportamento dos operadores: A avaliação do fator comportamento dos operadores pode ser feita com base nos seguintes itens: condutores dirigindo com habilidade e cuidado e condutores e cobradores prestativos e educados.
- g) Estado das vias: Em relação ao estado das vias por onde passam os coletivos, o aspecto mais importante é a qualidade da superfície de rolamento, a fim de evitar as frequentes reduções e aumentos da velocidade devido à presença de buracos, lombadas e valetas, os solavancos provocados por esses elementos e a existência de poeira ou lama no caso das vias não pavimentadas.

Os padrões de qualidade no transporte urbano público por ônibus estão resumidos no Quadro 5. Eles são divididos em bom, regular e ruim. (FERRAZ E TORRES, 2004).

Quadro 5: Padrões de qualidade para transporte público por ônibus

Fatores	Parâmetros de avaliação	Padrões de Qualidade		
		Aceitável		Não Aceitável
		Bom	Regular	Ruim
1. Acessibilidade	Distância de caminhada (m)	< 300	300 a 500	> 500
	Declividade, passeios e segurança na travessia	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
2. Frequência de atendimento	Intervalo entre atendimentos (min)	< 15	15 a 30	> 30
3. Tempo de viagem	Relação entre o tempo de viagem por ônibus e por carro	< 1,5	1,5 a 2,5	> 2,5
4. Lotação	Taxa de passageiros em pé (pass/m ²)	< 2,5	2,5 a 5,0	> 5,0
5. Confiabilidade	Viagens não realizadas ou realizadas com adiantamento > 3 min ou atraso > 5 min (%)	< 1	1 a 3	> 3
6. Segurança	Índice de acidentes significativos (acidentes/100 mil km)	< 1	1 a 2	> 2
7. Características da frota	Idade (I) (anos) e estado de conservação	I < 5 bom estado	5 < I < 10 bom estado	Outras situações
	Número de portas e largura do corredor	3 portas	2 portas, corredor largo	Outras situações
	Altura dos degraus	Pequena	Deixa a desejar	Grande
8. Características dos locais de parada	Sinalização, cobertura e assentos	Na maioria	Deixa a desejar	Em poucos
9. Sistema de informação	Folhetos com itinerários e horários, informações adequadas nas paradas e pontos informações e reclamações	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
10. Transbordo	Transbordo (%)	< 15	15 e 30	> 30
	Integração física	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Integração tarifária	Sim	Não	Não
11. Comportamento dos operadores	Motoristas dirigindo com habilidade e cuidado e motoristas e cobradores prestativos e educados	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
12. Estado das vias	Vias pavimentadas, sem buracos, lombadas e valetas e com sinalização adequada	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Ferraz e Torres (2004)

Couto (2011) ressalta que alguns desses quesitos de qualidade apresentados são definidos nos regulamentos operacionais ou nos contratos de concessão ou permissão; outros na realização dos serviços, com a função de medir o desempenho operacional das empresas operadoras. Os critérios de “acessibilidade” - caminhada máxima para acesso à rede de transporte, por exemplo - e “frequência”, a qual pode ser medida em intervalos máximos entre viagens ou pela medida do nível de conforto ou “lotação”. O tempo de viagem, confiabilidade e segurança tem maior relação com o desempenho operacional das empresas operadoras, porém deve-se levar em consideração às condições do sistema viário e regiões/itinerário de atendimento. Os quesitos podem também ser divididos segundo responsabilidades, podendo ser dividida em público ou privado.

É importante considerar, na definição dos mecanismos de controle e dos quesitos de qualidade, as características dos serviços, visto que, em linhas de maior frequência, a regularidade dos serviços é imprescindível para uma boa operação, ao passo que, em linhas de baixa frequência, a pontualidade e aspectos relacionados com a informação dos horários podem ser prioritários, haja vista que os problemas de regularidade são minimizados pela maior facilidade no cumprimento das viagens programadas.

3. ESTUDO DE CASO

De forma a mostrar a utilização de indicadores no transporte público, estes foram aplicados em empresa de transporte público de região metropolitana de Fortaleza. O capítulo está dividido em: Caracterização da empresa, Etapas da pesquisa, Desenvolvimento da Pesquisa e Considerações Finais sobre o Estudo de Caso.

3.1. Caracterização da Empresa

A empresa onde o estudo foi realizado é responsável pelo transporte público urbano por ônibus de cidade realizada na região metropolitana de Fortaleza. Possui uma frota de 222 ônibus, divididos em 24 linhas, transportando cerca de 2.400.000 passageiros por mês.

Sua operação é separada em três áreas: transporte urbano ou municipal, transporte metropolitano e fretamento. O transporte metropolitano realiza o transporte de passageiros da cidade para o centro de Fortaleza, sendo responsável por quase 80% da operação. As linhas de transporte urbano são responsáveis pelo transporte dentro da cidade. A empresa também realiza serviços de fretamento.

Para este trabalho, será dado enfoque maior para as linhas metropolitanas, pela sua maior representatividade na empresa.

3.2. Etapas da Pesquisa

Etapa 1-Definir Indicadores

Nessa etapa, são definidos quais indicadores serão aplicados na empresa. Para isso, os indicadores são analisados e uma entrevista com gestores realizada, de forma a selecionar aqueles mais indicados para empresa. Ao fim dessa etapa, espera-se obter lista com indicadores a serem aplicados.

Etapa 2 - Coleta de Dados

O objetivo dessa etapa é a coleta de dados para aplicar e analisar os indicadores. Serão utilizados relatórios diários produzidos na empresa e aqueles fornecidos pelo programa

de GPS (Global Positioning System). O dados são analisados para garantir a confiabilidade destes.

Etapa 3 - Análise de Dados

Nesta fase, os indicadores serão aplicados e feita análise dos mesmos. Serão feitas comparações entre indicadores de diferentes linhas e identificadas possibilidades de melhoria nos mesmo.

3.3 Desenvolvimento da Pesquisa

A seguir, serão desenvolvidas cada uma das etapas apresentadas anteriormente.

Etapa 1- Definir Indicadores

Através de uma entrevista com gestor de tráfego da empresa, além de uma pré-análise de disponibilidade de dados, foram determinados quais indicadores seriam aplicados neste trabalho. O Quadro 6, a seguir, apresenta os indicadores selecionados:

Quadro 6: Dicionário de indicadores

Nome	Descrição	Formula	Unidade
Índice de Passageiros Transportados por Quilometro – IPK	Retrata desempenho da frota. Utilizado em cálculo da tarifa	Número Médio de Passageiros/Quilometragem Rodada Media Rodada	pass/km
Índice de Passageiros Transportados por Viagem	Retrata desempenho da frota, linha ou empresa	Total de Passageiros Transportados/Número de Viagens Realizadas	pass/viagem
Percurso Médio Mensal – PMM	No cálculo da tarifa e controle na oferta do transporte	Total de Quilômetros Rodados/mês	km/veic/mês
Índice de Regularidade do Sistema – IRS	Mostra como o serviço da empresa se encontra, caso acompanhado ao longo do tempo. Retrata o padrão de manutenção e confiabilidade do sistema.	Número de Viagens Regulares/Número Total de Viagens Programadas	Viagem/viagem
Índice de Conforto – IC	Avalia conforto oferecido pelo sistema	Número de Passageiros transportados/Número de lugares sentados	pass/cadeiras
Lotação	Avalia conforto oferecido pelo sistema	Passageiros transp/pass.máx	Pass/pass
Confiabilidade	Exatidão no cumprimento da programação estabelecida para o serviço, além da manutenção dos itinerários prefixados e informações aos usuário	Número de viagens no horário/Viagens total	Viagem/viagem
Segurança	Nível de Segurança dos veículos	Acidentes/passageiros/mês	Acidentes/veic/mes

Fonte: Autoria própria

Etapa 2 - Coleta de Dados

Foi realizada coleta de dados para o período de janeiro a outubro, e aplicados em cada indicador. A empresa, porém, não autorizou a completa divulgação de alguns desses dados. Dessa forma, os valores apresentados do IPK e PMM, são expressos em relação a uma média desse indicador. Os dados que tem relação com número de passageiros (a exceção do IPK), ainda, foram multiplicados/divididos por um fator pré-definido para proteção das informações divulgadas. A seguir, no Quadro 7, são apresentados os indicadores avaliados em cada mês.

Quadro 7: Indicadores avaliados nos meses da pesquisa

Indicador	Unidade	Linhas	Mês										
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	
IPK	-	Metropolitanas	0,9787	0,9658	0,9855	1,0045	1,0023	0,9684	0,9687	1,0111	1,0302	1,0225	
		Municipais	0,8340	0,8401	0,8285	0,8293	0,8649	0,8494	0,8544	0,9237	0,9150	0,9280	
PMM	-	Metropolitanas	1,0205	0,8969	0,9621	1,0041	1,0077	0,9724	1,0564	1,0403	0,9950	1,0446	
		Municipais	1,0566	0,9550	1,0243	1,0086	0,9882	0,9617	1,0126	0,9976	0,9778	1,0176	
IRS	-	Metropolitanas	-	0,9971	-	0,9970	0,9955	0,9959	0,9967	0,9961	0,9975	0,9965	
		Municipais	-	0,9961	-	0,9978	0,9977	0,9971	0,9978	0,9975	0,9975	0,9960	
Passageiros por viagem	pass/viagem	Metropolitanas	-	75,4713	-	67,5667	61,4557	68,4758	63,1586	60,3061	57,4516	63,3788	
		Municipais	-	47,2970	-	42,2735	39,5345	42,3412	37,7182	38,1426	37,5945	39,6782	
		Linha A	-	61,1621	-	63,7406	62,7770	59,9351	58,6991	62,4133	62,5916	60,8193	
		Linha B	-	75,5234	-	78,2420	76,9141	74,3314	73,4887	78,0786	80,5437	80,1945	
		Linha C	-	69,2990	-	72,2958	71,2015	68,9235	69,5747	73,6887	73,6795	73,6840	
Segurança	acidente/veic	Todas	c/ culpa	0,0691	0,0904	0,0745	0,0529	0,0521	0,0521	0,1250	0,1198	0,1204	0,1414
			Total	0,2234	0,2926	0,2074	0,1958	0,2240	0,2396	0,2396	0,2656	0,2775	0,2880

Fonte: Autoria Própria

Tanto o Índice de Conforto quanto a lotação foram avaliados segundo horário. Os dados utilizados para análise do índice de lotação podem ser visualizados no Apêndice A. Os dados referentes ao índice de conforto para os meses de janeiro à agosto e os dados referentes ao mês de setembro, são expostos nos Apêndices B e C, respectivamente.

O índice de confiabilidade será avaliado segundo o período típico do dia, para os 11 primeiros dias úteis do mês de outubro. Os dados são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8: Índice de Confiabilidade para os 11 primeiros dias de outubro

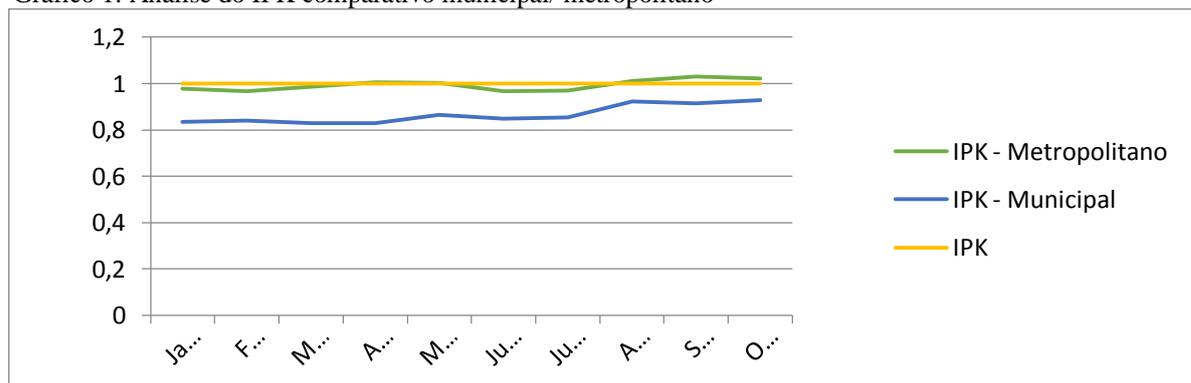
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pico manhã	70,00	70,00	50,00	70,00	100,00	60,00	80,00	50,00	75,00	60,00	62,50
Entre pico manhã	45,45	27,27	33,33	66,67	100,00	44,44	36,36	45,45	37,50	44,44	60,00
Pico almoço	50,00	50,00	66,67	100,00	100,00	71,43	42,86	83,33	80,00	42,86	83,33
Entre pico tarde	63,64	70,00	87,50	75,00	100,00	100,00	60,00	91,67	87,50	50,00	90,00
Pico tarde	70,00	60,00	62,50	70,00	50,00	62,50	50,00	76,92	71,43	40,00	100,00
Noite	90,00	90,00	100,00	100,00	77,78	75,00	62,50	90,00	71,43	90,00	100,00

Fonte: Autoria Própria

Etapa 3 - Análise de Dados

1. IPK – Índice de Passageiro Transportado por Quilometro

Gráfico 1: Análise do IPK comparativo municipal/ metropolitano



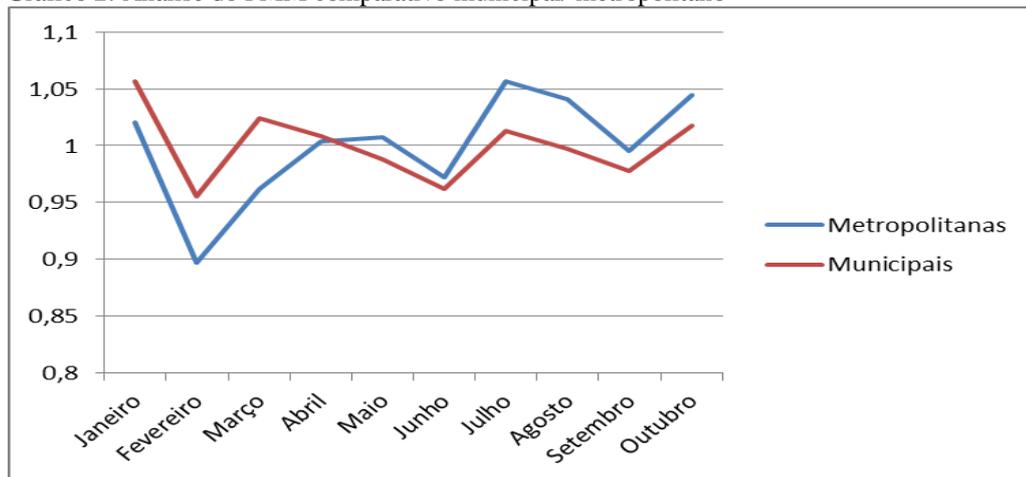
Fonte: Autoria Própria

Linhas Metropolitanas: Observa-se uma leve queda nos meses de junho e julho no índice, decorrente do fato de ser mês de férias. Ele permanece em um valor próximo do estipulado, ultrapassando-o nos meses de setembro e outubro.

Linhas Municipais: No caso das linhas municipais, tem-se valor ligeiramente abaixo do estipulado, com leve alta nos três últimos meses.

2. PMM – Percurso Médio Mensal

Gráfico 2: Análise do PMM comparativo municipal/ metropolitano



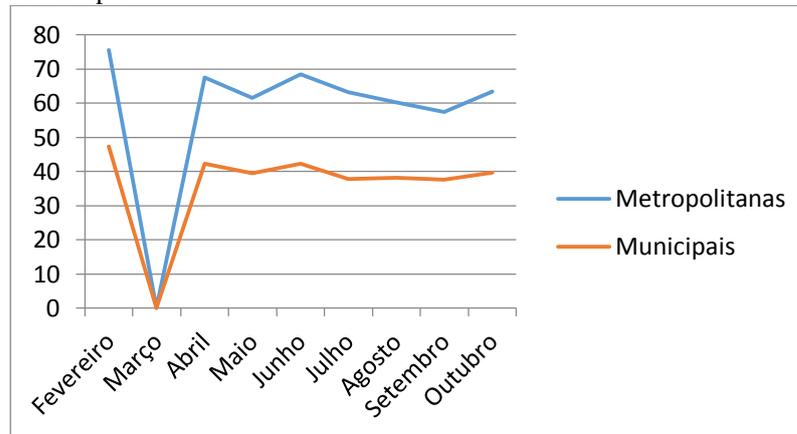
Fonte: Autoria Própria

No caso, houve uma aumento nesse indicador durante o ano graças ao aumento no número de veículos da frota efetiva a partir do mês de maio. A queda no mês de fevereiro e junho se deu, respectivamente, em razão do carnaval e Copa das Confederações.

3. Índice de Passageiros por Viagem

O Gráfico 3, a seguir, apresenta o desempenho no indicador para as viagens realizadas pela empresa em cada mês nas linhas metropolitanas e urbanas:

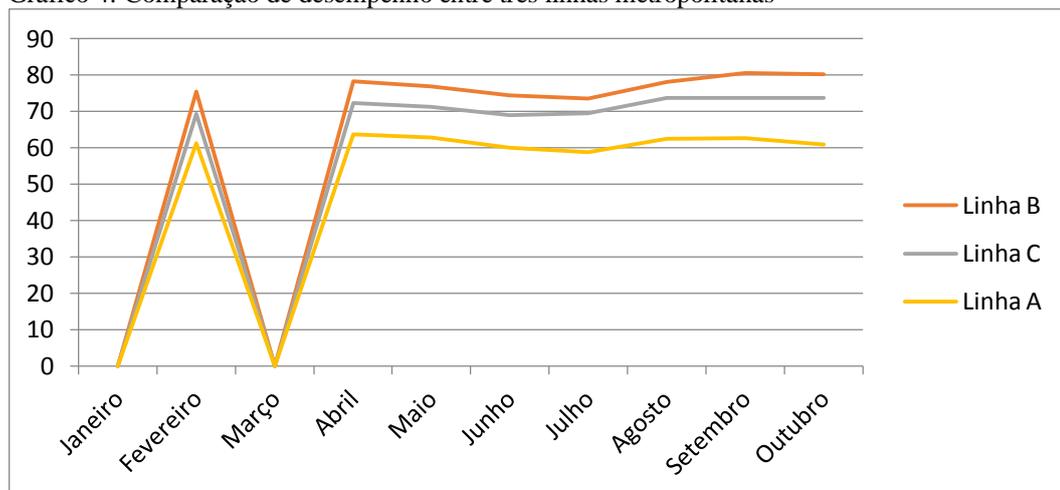
Gráfico 3: Análise do Índice de passageiros das linhas metropolitanas e municipais



Fonte: Autoria Própria

Observa-se que as linhas metropolitanas possuem um melhor desempenho do que as municipais. A fim de comparação, será feita a avaliação de três linhas metropolitanas que possuem características semelhantes com parte de rota coincidente:

Gráfico 4: Comparação de desempenho entre três linhas metropolitanas



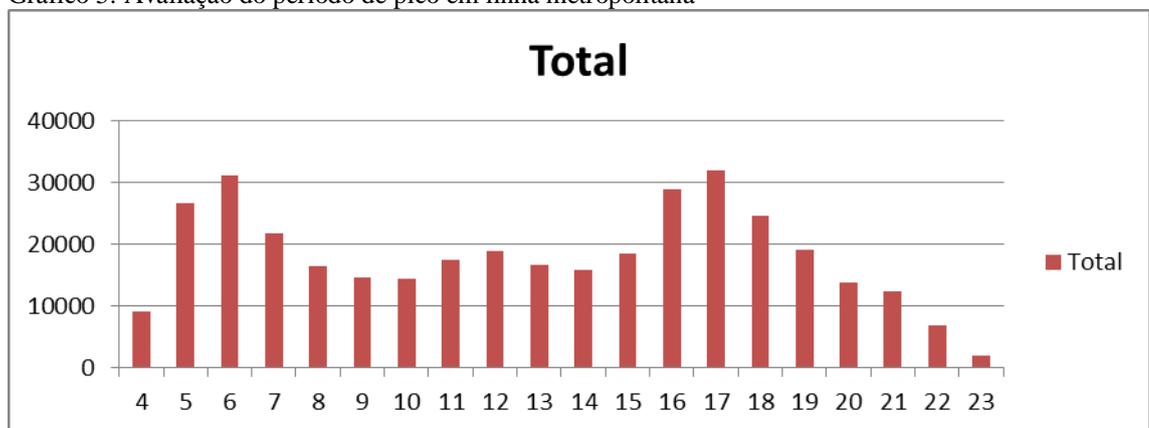
Fonte: Autoria Própria

A linha B possui melhor desempenho por viagem, seguido das linhas C e A. Isso ocorre pois esta roda em uma parte mais populosa da cidade do que as outras, atuando de forma mais ampla.

4. Índice de Conforto

O transporte metropolitano da empresa em questão durante dias úteis possui como característica um movimento pendular, com grande número de passageiros indo sentido subúrbio/centro trabalhar, entre 5:00 às 8:00 da manhã, e volta dos passageiros sentido centro/subúrbio, no período de 16:00 às 19:00. Há também um período entre-pico de 11:00 às 13:00. Pode-se observar esse movimento no Gráfico 5 a seguir:

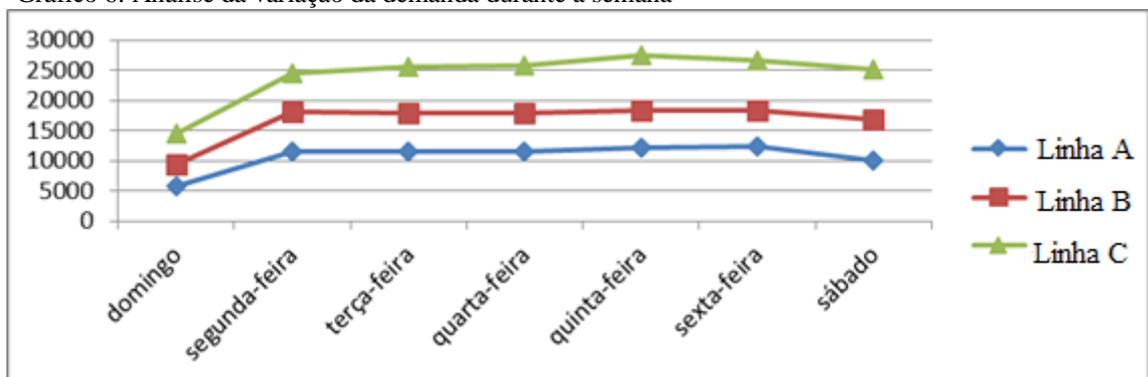
Gráfico 5: Avaliação do período de pico em linha metropolitana



Fonte: Autoria Própria

Nos sábados há grande diminuição da demanda, pois diminui-se a necessidade de viajar para a cidade (lojas funcionam apenas pela manhã, escolas e universidades fechados, dentre outros motivos). Nos domingos, é ainda mais acentuada essa queda. Pode - se avaliar essa variação no Gráfico 6 a seguir:

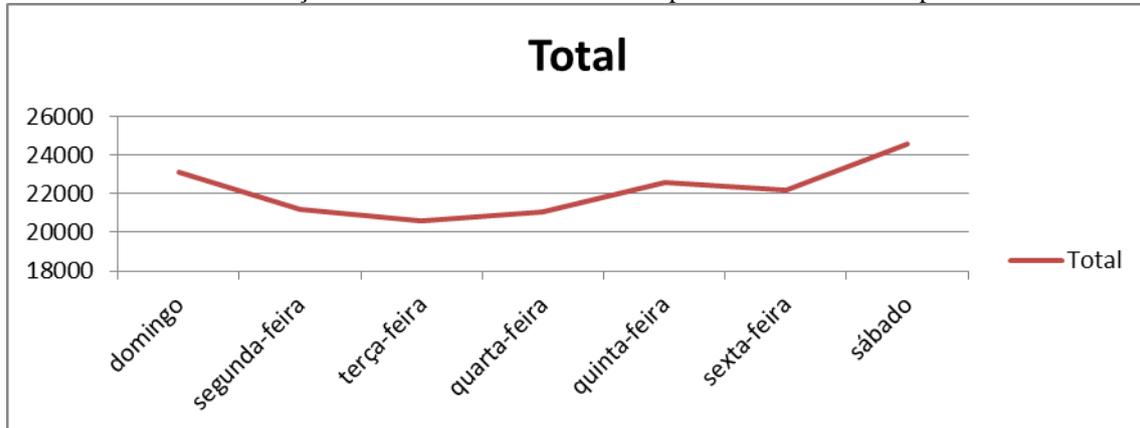
Gráfico 6: Análise da variação da demanda durante a semana



Fonte: Autoria Própria

A exceção a essa regra é apresentada no Gráfico 7, sendo aquelas linhas que tem como itinerário o litoral, possuindo comportamento inverso:

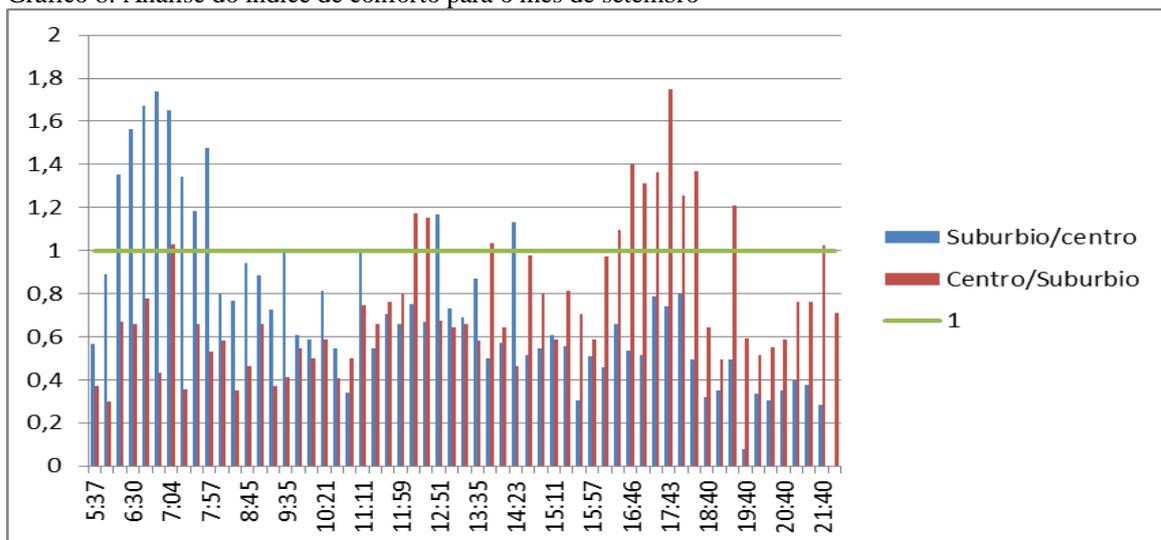
Gráfico 7: Análise da variação de demanda durante a semana para linha com destino praia



Fonte: Autoria Própria

Nos horários de pico há a necessidade de se aumentar o número de viagens realizadas, de forma a atender a alta demanda. Para isso, é necessário liberar um maior número de ônibus, o que ocasiona um grande aumento de custo. Em razão deste aumento, em geral não se é possível colocar carros o suficiente para atender a demanda de forma a não haver lotação nos horários de pico. Ocorre, então, uma lotação nesse horário, prejudicando o índice de conforto. No Gráfico 8 foi feita avaliação desse índice para o mês de setembro na linha A:

Gráfico 8: Análise do índice de conforto para o mês de setembro

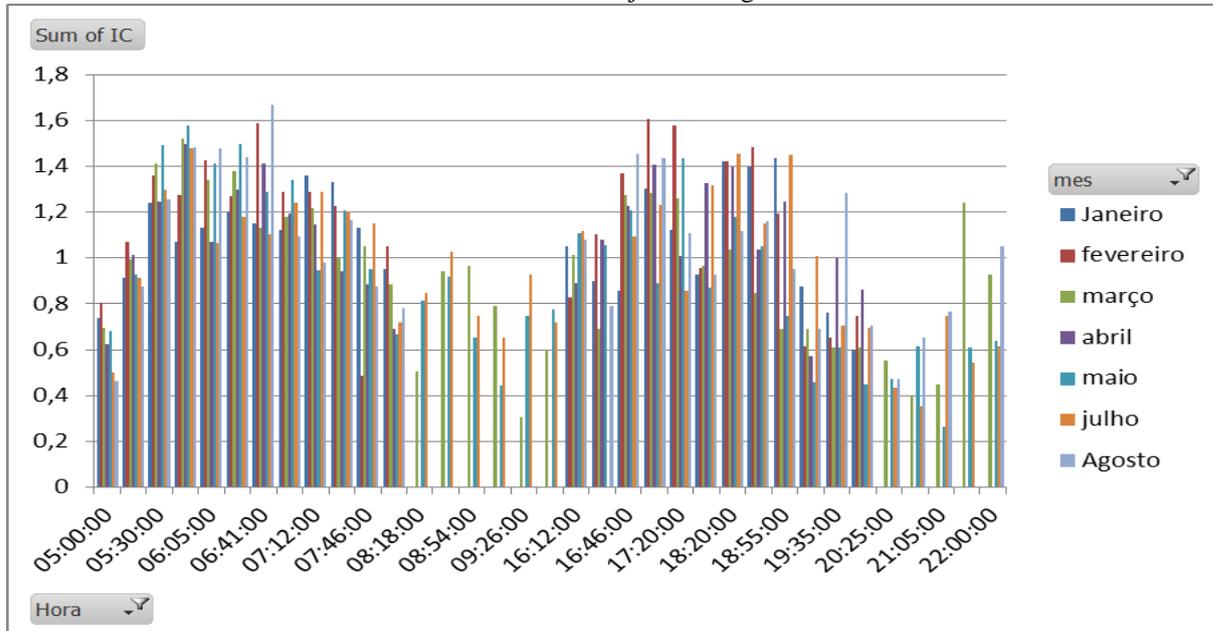


Fonte: Autoria Própria

O que é possível observar nessa avaliação é que, à exceção dos períodos de pico, os carros rodam com ociosidade, mesmo considerando o menor número de viagens ofertadas.

A seguir, este indicador é ilustrado para linha A, em cada viagem realizada. Foi calculada a média de passageiros em cada viagem para três dias de cada mês, e realizado cálculo apenas nos período de pico, para os dias uteis (segunda a sexta), por serem estes o períodos críticos para empresa:

Gráfico 9: Análise do índice de conforto nos dias úteis de janeiro a agosto



Fonte: Autoria Própria

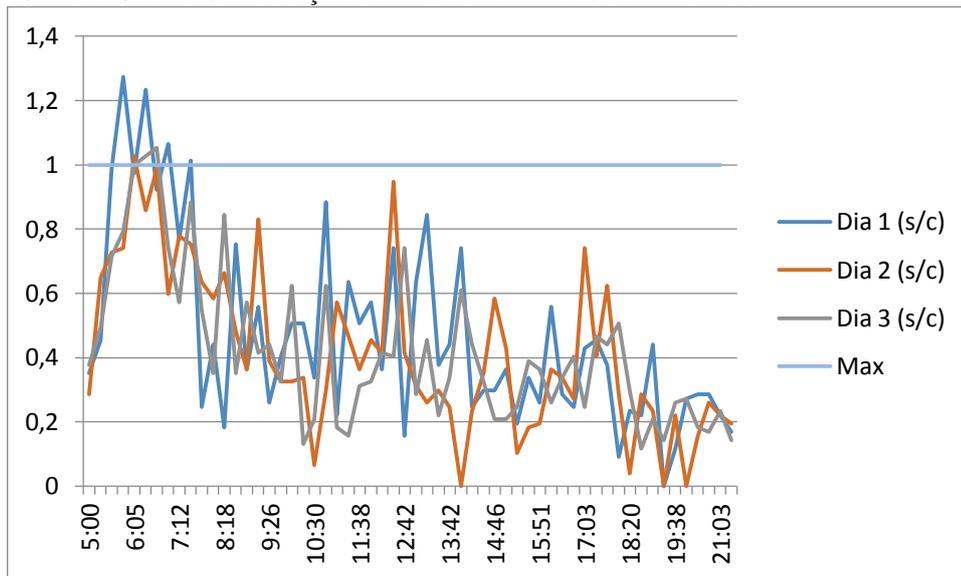
Nota-se que o comportamento de picos nas manhãs e tardes se mantém. Como observado anteriormente, não é vantajoso para empresa fazer um grande aumento na oferta de viagens no horário de pico de forma a melhorar esse índice, uma vez que estes carros ficarão parados pela maior parte do dia.

5. Lotação

Esse índice, junto ao índice de conforto, oferece uma ideia do conforto oferecido pelo sistema ao usuário.

No caso, esse indicador foi avaliado para linha A. Foi avaliado para uma amostra de três dias no mês de setembro. Para o sentido subúrbio/centro, tem-se:

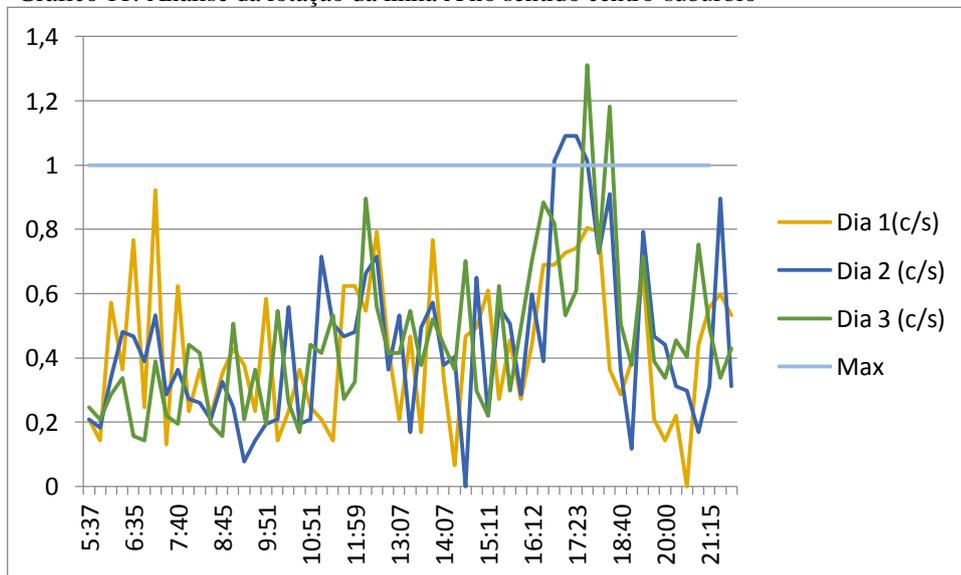
Gráfico 10: Análise da lotação da linha A no sentido subúrbio-centro



Fonte: Autoria Própria

Observa-se grande lotação no período da manhã, com leve pico no meio dia. Trata-se do movimento de passageiros com objetivo de trabalho no início do dia. O gráfico 12 apresenta a lotação no sentido centro/subúrbio:

Gráfico 11: Análise da lotação da linha A no sentido centro-subúrbio



Fonte: Autoria Própria

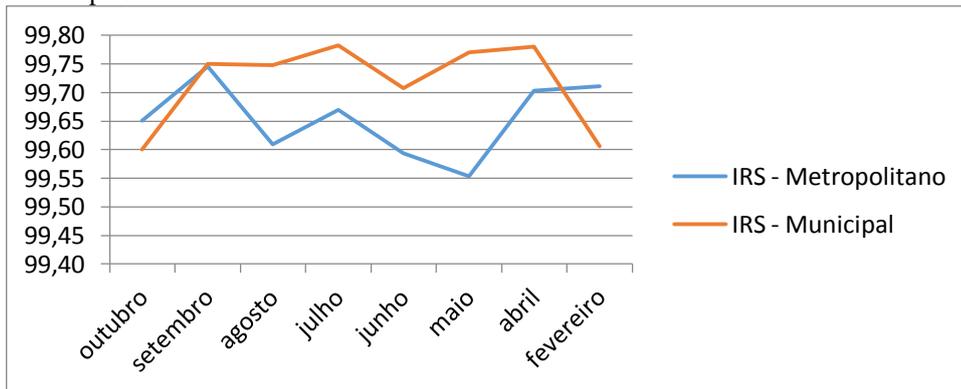
Neste caso, o pico é na tarde, com os passageiros voltando do trabalho para casa.

Observa-se nos dois casos que nos horários de pico tem-se ultrapassado esse valor máximo no três dias, o que faz com que se tenha uma queda no nível de serviço nesses horários.

6. Índice de Regularidade do Sistema – IRS

Esse indicador mostra uma maior regularidade nas linhas municipais. Isso segue a lógica que esses carros rodam em um ambiente de menor imprevisibilidade (menos suscetíveis a batidas, congestionamentos, dentre outros).

Gráfico 12: Análise da regularidade mensal do sistema das linhas metropolitanas e municipais

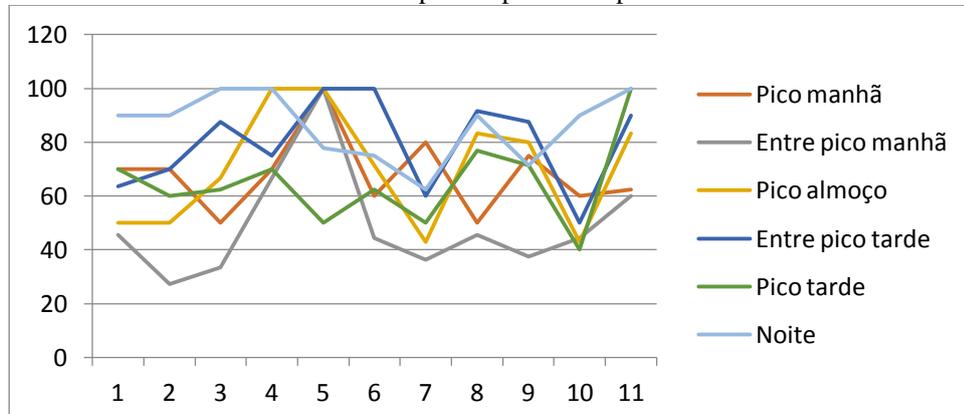


Fonte: Autoria Própria

7. Confiabilidade

Este fator foi avaliado por linha de acordo com os período típico do dia. Para exemplificar o uso deste, foi aplicado para linha A, sentido Centro/subúrbio nos 11 primeiros dias úteis do mês de outubro:

Gráfico 13: Análise da confiabilidade para os períodos típicos em 11 dias

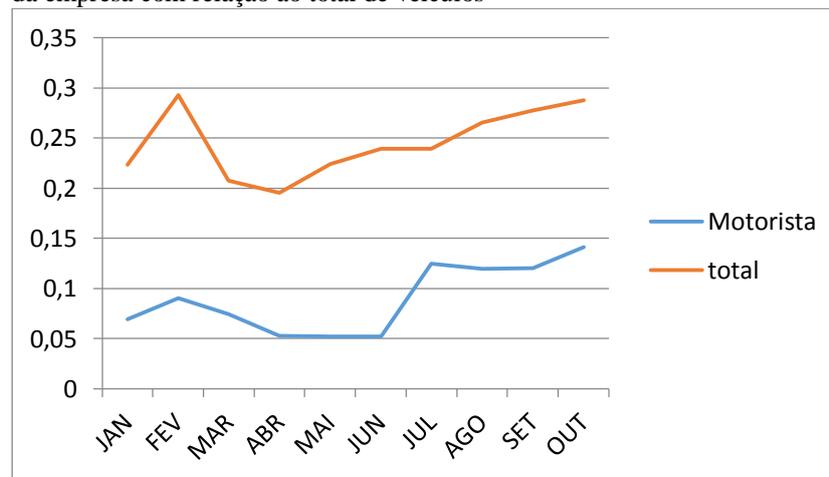


Fonte: Autoria Própria

Pode-se perceber um baixo desempenho nesse indicador principalmente no período de entre-pico da manhã. Um trabalho de ajuste nessa linha se faz necessário.

8. Segurança

Gráfico 14: Análise da quantidade de acidentes cometidos pelos motoristas da empresa com relação ao total de veículos



Fonte: Autoria Própria

Observa-se um baixo índice de acidentes por veículo no mês com culpa do motorista, quando comparado com o valor total de acidentes. Percebe-se um aumento neste indicador a partir do mês de junho, devendo ser realizadas medidas para contornar o fato.

3.4 – Considerações finais sobre o estudo de caso

Os indicadores aplicados no estudo de caso foram fundamentais para avaliar o desempenho e grau de conforto do serviço oferecido pela empresa. A aplicação destes deve ser feita de forma periódica e constante, com a devida atenção no processo de coleta de dados para que estes retratem de forma mais fiel a situação da empresa.

Outros indicadores poderiam ter sido utilizados na pesquisa para que uma análise mais profunda do desempenho e qualidade da empresa, linhas ou frota, fosse realizada. Não foi possível a utilização destes em razão da indisponibilidade de dados confiáveis.

Futuramente, seria importante a utilização integrada destes indicadores para realizar-se uma melhor avaliação do desempenho da empresa.

4. CONCLUSÃO

Conforme apresentado no início do trabalho, o objetivo geral da pesquisa é:

Avaliar o desempenho operacional de uma empresa de transporte urbano público por ônibus através do uso de indicadores de desempenho.

Assim, foi mostrado que o transporte público tem como características principais a capacidade de transportar vários passageiros simultaneamente, com pouca flexibilidade de uso, e necessidade de completar o percurso por outro modo. Ele tem grande vantagem de ser uma alternativa ao carro, um dos responsáveis pela grande crise de mobilidade que os país passa atualmente.

Constatou-se ainda que os principais indicadores utilizados são o IPK (Índice de Passageiros por Quilometro), PMM (Percurso Médio Mensal), Acessibilidade, Tempo de Viagem, Índice de Regularidade do Serviço, Índice de Conforto, Confiabilidade, Segurança.

Verificou-se que a empresa utiliza esses indicadores de forma a melhor acompanhar seu desempenho em fatores crítico para alcançar uma melhor performance tanto em sua eficiência quanto na sua eficácia.

Com base no exposto, chega-se ao final deste trabalho concluindo que: os indicadores são de grande utilidade para viabilizar a adequada gestão de empresas de transporte, uma vez que permite monitorar o desempenho operacional destas empresas e, a partir de problemas identificados nesse desempenho, propor conjunto de ações corretivas.

A empresa apresenta uma boa avaliação em 6 dos 7 indicadores, com leve queda apenas nos meses de férias. É necessário, porém, um trabalho de ajuste no indicador de confiabilidade, pois poucas viagens estão sendo realizadas no horário. Deve-se portanto, tentar descobrir a razão principal para esses atrasos.

Como sugestão para trabalhos futuros, conforme mencionado anteriormente, recomenda-se a utilização desses indicadores de forma integrada, visando uma melhor avaliação do desempenho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Celia M. P. R. de; SCHLÜTER, Mauro Roberto. **Estratégia Logística**. 1ª. ed. IESDE Brasil SA. 2012.

Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **Desempenho e Qualidade nos Sistemas de Ônibus Urbanos**. 2008.

AZAMBUJA, Ana Maria Volker de. **Análise da Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC. 2002.

COUTO, Daniel Marx. **Regulação e controle operacional no transporte coletivo urbano: Estudo de caso no município de Belo Horizonte**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Geotecnia e Transporte.

ORRICO F., R. D. **Produtividade e competitividade na regulamentação do transporte urbano: nove casos brasileiros**. In: Orrico, R. D. et al. (eds), *Ônibus Urbano: Regulamentação Mercados*, ed. L.G.E., Brasília. 1996.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2ª. ed. São Carlos, Rima. 2004.

GALINDO, Ernesto Pereira; CARVALHO, Daniel Pereira; MAGALHÃES, Marcos T. Q.; VILLELA, Thaís Maria de Andrade. **Metodologia de Análise de Adequação dos Dados para a Composição dos Indicadores de Transportes**. CBTU. 2013.

GIL, Antonio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4ª ed. Editora Atlas. 2002

GUBBINS, Edmund J. **Managing Transport Operations**. 3ª.ed. The Institute of Logistics and Transport. 2003.

HIBBS, John. **An Introduction to Transport Studies**. 3ª.ed. The Institute of Logistics and Transport. 2000.

IPEA. **SIPS – Sistema de Indicadores de Percepção Social**. Mobilidade Urbana 1ª.ed. 2011.

IPEA. **SIPS – Sistema de Indicadores de Percepção Social**. Mobilidade Urbana – Análise Preliminar do Dados Coletados em 201.1 2^a.ed. 2012.

OLBRICK, Mauricio. **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos** ; Tese de Mestrado. 2006

ORRICO FILHO, Romulo Dante; BRASILEIRO, Anisio; SANTOS, Enilson Medeiros; *et al.* **Ônibus Urbano: Regulamentação e Mercados**. 1^a. ed. 1996.

RODRIGUES, Marcos Antônio. **Análise do Transporte Coletivo Urbano com Base em Indicadores de Qualidade**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – FECIV. 94 páginas. 2008.

SANTOS, Benjamim J. R. dos. **A qualidade no serviço de transporte público urbano**. 2005.

SIMPSON, Barry J. **Urban Public Transport Today**. 2^a.ed. E & FN Spon. 2003.

VALENTE, Amir; PASSAGLIA, Eunice; NOVAES, Antônio Galvão. **Gerenciamento de Transporte e Frota**. 1^a. Ed. São Pulo, Editora Pioneira. 1997.

VASCONCELLOS, Eduardo A; MENDONÇA, Adolfo. **Política Nacional do Transporte Público no Brasil: organização e implantação de corredores de ônibus**. Revista dos Transporte Público – ANTP – Ano 33 – 2010 – 3^o semestre.

VASCONCELOS, Eduardo A. Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento: Reflexões e Propostas, 4^a.ed. AnnaBlume. 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – LOTAÇÃO DE ÁREA PARA O MÊS DE SETEMBRO

Horário	Centro			Horário	Suburbio		
	Lotação				Lotação		
	Dia 1	Dia 2	Dia 3		Dia 1	Dia 2	Dia 3
5:37	0,207792208	0,207792208	0,246753247	5:00	0,3506494	0,2857143	0,3766234
5:53	0,142857143	0,181818182	0,207792208	5:15	0,4545455	0,6493506	0,4935065
6:10	0,571428571	0,337662338	0,285714286	5:30	0,987013	0,7272727	0,7142857
6:30	0,363636364	0,480519481	0,337662338	5:50	1,2727273	0,7402597	0,7922078
6:35	0,766233766	0,467532468	0,155844156	6:05	0,974026	1,025974	1
6:45	0,246753247	0,38961039	0,142857143	6:21	1,2337662	0,8571429	1,025974
7:04	0,922077922	0,532467532	0,38961039	6:41	0,9220779	0,987013	1,0519481
7:25	0,12987013	0,285714286	0,220779221	6:56	1,0649351	0,5974026	0,7402597
7:40	0,623376623	0,363636364	0,194805195	7:12	0,7662338	0,7792208	0,5714286
7:57	0,233766234	0,272727273	0,441558442	7:32	1,012987	0,7532468	0,8831169
8:15	0,363636364	0,25974026	0,415584416	7:46	0,2467532	0,6363636	0,5454545
8:29	0,220779221	0,207792208	0,194805195	8:02	0,4415584	0,5844156	0,3506494
8:45	0,350649351	0,324675325	0,155844156	8:18	0,1818182	0,6623377	0,8441558
8:59	0,428571429	0,246753247	0,506493506	8:34	0,7532468	0,4805195	0,3506494
9:15	0,376623377	0,077922078	0,207792208	8:54	0,3636364	0,3636364	0,5714286
9:35	0,233766234	0,142857143	0,363636364	9:10	0,5584416	0,8311688	0,4155844
9:51	0,584415584	0,194805195	0,194805195	9:26	0,2597403	0,3896104	0,4415584
10:07	0,142857143	0,207792208	0,545454545	9:40	0,4025974	0,3246753	0,3246753
10:21	0,233766234	0,558441558	0,25974026	9:54	0,5064935	0,3246753	0,6233766
10:35	0,363636364	0,194805195	0,168831169	10:10	0,5064935	0,3376623	0,1298701
10:51	0,246753247	0,207792208	0,441558442	10:30	0,3376623	0,0649351	0,2077922
11:11	0,207792208	0,714285714	0,415584416	10:46	0,8831169	0,2987013	0,6233766
11:27	0,142857143	0,506493506	0,532467532	11:02	0,2207792	0,5714286	0,1818182
11:43	0,623376623	0,467532468	0,272727273	11:18	0,6363636	0,4675325	0,1558442
11:59	0,623376623	0,480519481	0,324675325	11:38	0,5064935	0,3636364	0,3116883
12:19	0,545454545	0,662337662	0,896103896	11:58	0,5714286	0,4545455	0,3246753
12:39	0,792207792	0,714285714	0,558441558	12:10	0,3636364	0,4155844	0,4155844
12:51	0,428571429	0,363636364	0,415584416	12:26	0,7402597	0,9480519	0,4025974
13:07	0,207792208	0,532467532	0,415584416	12:42	0,1558442	0,4155844	0,7402597
13:23	0,467532468	0,168831169	0,545454545	12:54	0,6363636	0,3116883	0,2857143
13:35	0,168831169	0,493506494	0,376623377	13:10	0,8441558	0,2597403	0,4545455
13:51	0,766233766	0,571428571	0,519480519	13:26	0,3766234	0,2987013	0,2207792
14:07	0,337662338	0,376623377	0,441558442	13:42	0,4415584	0,2467532	0,3376623
14:23	0,064935065	0,402597403	0,363636364	13:58	0,7402597	0	0,6103896
14:39	0,467532468	0	0,701298701	14:14	0,2467532	0,2337662	0,4415584
14:55	0,493506494	0,649350649	0,298701299	14:30	0,2987013	0,3506494	0,3246753
15:11	0,61038961	0,220779221	0,220779221	14:46	0,2987013	0,5844156	0,2077922
15:27	0,272727273	0,558441558	0,623376623	15:02	0,3636364	0,4285714	0,2077922
15:43	0,454545455	0,506493506	0,298701299	15:16	0,1948052	0,1038961	0,2467532
15:57	0,272727273	0,285714286	0,493506494	15:32	0,3376623	0,1818182	0,3896104
16:12	0,441558442	0,597402597	0,701298701	15:51	0,2597403	0,1948052	0,3636364
16:32	0,688311688	0,38961039	0,883116883	16:05	0,5584416	0,3636364	0,2597403
16:46	0,688311688	1,012987013	0,818181818	16:23	0,2857143	0,3376623	0,3376623
17:03	0,727272727	1,090909091	0,532467532	16:43	0,2467532	0,2727273	0,4025974
17:23	0,74025974	1,090909091	0,61038961	17:03	0,4285714	0,7402597	0,2467532
17:43	0,805194805	1,012987013	1,311688312	17:20	0,4545455	0,4025974	0,4675325
18:00	0,792207792	0,727272727	0,727272727	17:40	0,3766234	0,6233766	0,4415584
18:20	0,363636364	0,909090909	1,181818182	18:00	0,0909091	0,2857143	0,5064935
18:40	0,285714286	0,363636364	0,506493506	18:20	0,2337662	0,038961	0,2987013
19:00	0,38961039	0,116883117	0,376623377	18:40	0,2207792	0,2857143	0,1168831
19:20	0,662337662	0,792207792	0,714285714	19:00	0,4415584	0,2337662	0,2077922
19:40	0,207792208	0,467532468	0,38961039	19:23	0	0	0,1428571
20:00	0,142857143	0,441558442	0,337662338	19:38	0,1168831	0,2207792	0,2597403
20:15	0,220779221	0,311688312	0,454545455	20:03	0,2727273	0	0,2727273
20:40	0	0,298701299	0,402597403	20:23	0,2857143	0,1558442	0,1818182
21:00	0,441558442	0,168831169	0,753246753	20:38	0,2857143	0,2597403	0,1688312
21:15	0,558441558	0,311688312	0,493506494	21:03	0,2207792	0,2207792	0,2337662
21:40	0,597402597	0,896103896	0,337662338	21:25	0,1688312	0,1948052	0,1428571
22:00	0,532467532	0,311688312	0,428571429	-	-	-	-

APÊNDICE B – ÍNDICE DE CONFORTO POR HORÁRIO - JANEIRO À AGOSTO

Índice de Conforto							
Hora	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Julho	Agosto
5:00	0,73913043	0,80434783	0,69565217	0,62318841	0,68115942	0,5	0,46376812
5:15	0,91304348	1,07246377	0,99275362	1,01449275	0,92753623	0,91304348	0,87681159
5:30	1,23913043	1,36231884	1,41304348	1,24637681	1,49275362	1,29710145	1,25362319
5:50	1,07246377	1,27536232	1,52173913	1,5	1,57608696	1,47826087	1,48550725
6:05	1,13043478	1,42753623	1,34057971	1,07246377	1,41304348	1,06521739	1,47826087
6:21	1,20289855	1,26811594	1,37681159	1,29710145	1,5	1,18115942	1,44202899
6:41	1,15217391	1,58695652	1,13043478	1,41304348	1,28985507	1,10144928	1,66666667
6:56	1,12318841	1,28985507	1,18115942	1,19565217	1,34057971	0,94565217	1,0942029
7:12	1,36231884	1,28985507	1,2173913	1,14492754	0,94565217	1,28985507	0,97826087
7:32	1,33333333	1,22463768	1	0,94202899	1,21014493	1,20289855	1,16666667
7:46	1,13043478	0,48550725	1,05072464	0,88405797	0,94927536	1,15217391	0,87681159
8:02	0,94927536	1,05072464	0,88405797	0,6884058	0,66666667	0,7173913	-
8:18	-	-	0,50724638	-	0,8115942	0,84782609	-
8:34	-	-	0,94202899	-	0,92028986	1,02898551	-
8:54	-	-	0,96376812	-	0,65217391	0,74637681	-
9:10	-	-	0,78985507	-	0,44202899	0,65217391	-
9:26	-	-	0,30434783	-	0,74637681	0,92753623	-
9:40	-	-	0,60144928	-	0,77536232	0,7173913	-
16:12	1,05072464	0,82608696	1,01449275	0,89130435	1,10869565	1,11594203	1,07971014
16:32	0,89855072	1,10144928	0,6884058	1,07971014	1,05797101	-	0,78985507
16:46	0,85507246	1,36956522	1,27536232	1,22463768	1,21014493	1,0942029	1,45652174
17:03	1,30434783	1,60869565	1,2826087	1,4057971	0,89130435	1,23188406	1,43478261
17:20	1,12318841	1,57971014	1,26086957	1,00724638	1,43478261	0,85507246	1,10869565
17:40	1,54347826	0,83333333	1,42753623	1,44202899	1,2173913	1,46376812	1,47101449
17:55	0,92753623	0,95652174	0,96376812	1,32608696	0,86956522	1,31884058	0,92753623
18:20	1,42028986	1,42028986	1,03623188	1,39855072	1,18115942	1,45652174	1,11594203
18:36	1,39855072	1,48550725	0,84782609	1,03623188	1,05072464	1,15217391	1,15942029
18:55	1,43478261	1,19565217	0,6884058	1,24637681	0,74637681	0,7826087	0,94927536
19:15	0,87681159	0,61594203	0,6884058	0,57246377	0,45652174	1,00724638	0,6884058
19:35	0,76086957	0,65217391	0,60869565	1	0,60869565	0,70652174	1,2826087
19:50	0,5942029	0,57246377	0,50724638	0,64492754	0,58695652	0,89855072	0,7826087
20:10	0,60144928	0,74637681	0,60869565	0,86231884	0,44927536	0,69565217	0,70289855
20:25	-	-	0,55072464	-	0,47101449	0,43478261	0,47101449
20:40	-	-	0,39855072	-	0,61594203	0,35507246	0,65217391
21:05	-	-	0,44927536	-	0,26086957	0,74637681	0,76811594
21:20	-	-	1,23913043	-	0,60869565	0,54347826	0,65217391
21:40	-	-	0,7173913	-	0,81884058	-	0,58695652
22:00	-	-	0,92753623	-	0,63768116	0,61594203	1,05072464

APÊNDICE C – ÍNDICE DE CONFORTO DO MÊS DE SETEMBRO

Índice de Conforto							
Hora	Subúrbio	Hora	Subúrbio	Hora	Centro	Hora	Centro
5:00	0,5072464	12:54	1,0434783	5:37	0,3985507	13:35	0,5724638
5:15	0,7898551	13:10	1,0289855	5:53	0,4637681	13:51	0,5797101
5:30	1,1956522	13:26	0,4492754	6:10	0,5869565	14:07	0,5507246
5:50	1,6449275	13:42	0,6231884	6:30	0,6594203	14:23	0,5724638
-	-	13:58	0,4637681	6:35	0,2101449	14:39	0,7028986
6:05	1,6884058	14:14	0,384058	6:45	0,6231884	14:55	0,7463768
6:21	1,4637681	14:30	0,5942029	7:04	0,9347826	15:11	0,6521739
6:41	1,2173913	14:46	0,4782609	7:25	0,4275362	15:27	0,8478261
6:56	1,4855072	15:02	0,2971014	7:40	0,557971	15:43	0,7753623
7:12	1,3623188	15:16	0,5072464	7:57	0,7391304	15:57	1,1811594
7:32	0,6884058	15:32	0,2391304	8:15	0,2391304	16:12	0,8188406
7:46	0,8115942	15:51	0,6304348	8:29	0,4130435	16:32	1
8:02	0,7898551	16:05	0,5434783	8:45	0,3768116	16:46	1,2318841
8:18	0,557971	16:23	0,6521739	8:59	0,3695652	17:03	1,1884058
8:34	0,9710145	16:43	0,4130435	9:15	0,3695652	17:23	1,1376812
8:54	0,8478261	17:03	0,8913043	9:35	0,6231884	17:43	1,557971
9:10	0,2971014	17:20	0,557971	9:51	0,4637681	18:00	1,0869565
9:26	0,8913043	17:40	0,6884058	10:07	0,5652174	18:20	0,8985507
9:40	0,6376812	18:00	0,8695652	10:21	0,4927536	18:40	0,9782609
9:54	0,9637681	18:20	0,4855072	10:35	0,5434783	19:00	0,6521739
10:10	0,5434783	18:40	0,3405797	10:51	0,4637681	19:20	0,7463768
10:30	0,6231884	19:00	0,4202899	11:11	0,5652174	19:40	0,7826087
10:46	0,2391304	19:23	0,4782609	11:27	0,4492754	20:00	0,5797101
11:02	0,6376812	19:38	0,3768116	11:43	0,8405797	20:15	0,5724638
11:18	0,8550725	20:03	0,2971014	11:59	0,9927536	20:40	0,5434783
11:38	1,0724638	20:23	0,5072464	12:19	1,1449275	21:00	0,673913
11:58	0,6956522	20:38	0,4057971	12:39	0,7971014	21:15	0,8695652
12:10	0,5942029	21:03	0,2101449	12:51	0,8188406	21:40	0,3550725
12:26	0,557971	21:25	0,384058	13:07	0,4565217	22:00	0,7391304
12:42	0,826087	-	-	13:23	0,7318841	-	-