

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**DEFINIÇÃO DE INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO
COLETIVO ABRANGENDO AS PERSPECTIVAS DE USUÁRIOS,
EMPRESAS OPERADORAS, GOVERNO E SOCIEDADE**

MIGUEL LEO SALOMON DE ALMEIDA PEREIRA

ORIENTADOR: YAEKO YAMASHITA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM TRANSPORTES

BRASÍLIA/DF: AGOSTO/2014

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**DEFINIÇÃO DE INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO
COLETIVO ABRANGENDO AS PERSPECTIVAS DE USUÁRIOS,
EMPRESAS OPERADORAS, GOVERNO E SOCIEDADE**

MIGUEL LEO SALOMON DE ALMEIDA PEREIRA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

**Profª. YAEKO YAMASHITA, Ph.D (UnB)
(ORIENTADORA)**

**Prof. JOAQUIM JOSÉ GUILHERME DE ARAGÃO, Dr. (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**GEORGE LAVOR TEIXEIRA, MSc
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 24 de JUNHO de 2014.

FICHA CATALOGRÁFICA

PEREIRA, MIGUEL LEO SALOMON DE ALMEIDA.

Definição de indicadores para monitoramento do Sistema de Transporte Público Coletivo abrangendo as perspectivas de Usuários, Empresas Operadoras, Governo e Sociedade [Distrito Federal] 2014.

xii, 51 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2013)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Sistema de Transporte Público 2. Planejamento Operacional

3. Indicadores de Desempenho 4. Qualidade

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREIRA, M. L. S. A.(2013). Definição de indicadores para monitoramento do Sistema de Transporte Público Coletivo abrangendo as perspectivas de Usuários, Empresas Operadoras, Governo e Sociedade. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-001/90, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 51 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Miguel Leo Salomon de Almeida Pereira

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Definição de indicadores para monitoramento do Sistema de Transporte Público Coletivo abrangendo as perspectivas de Usuários, Empresas Operadoras, Governo e Sociedade.

GRAU/ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2013

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Miguel Leo Salomon de Almeida Pereira – miguel.leo.pereira@gmail.com

SUMÁRIO

1– INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 PROBLEMA CIENTÍFICO	3
1.3 HIPÓTESE	3
1.4 OBJETIVO	5
1.5 JUSTIFICATIVA	5
1.6 METODOLOGIA DA PESQUISA	7
1.7 ESTRUTURA DO PROJETO FINAL	8
2 – QUALIDADE DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO	10
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE	11
2.3. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO	14
2.3.1 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DOS VEÍCULOS	15
2.3.2 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DAS VIAS	16
2.3.3 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DOS PONTOS DE PARADA	19
2.3.4 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA	21
2.3.5 PLANO OPERACIONAL	22
2.3.6 PROGRAMAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSPORTE	23
2.4. ELEMENTOS INTERVENIENTES	27
2.4.1 PERSPECTIVA DO USUÁRIO	28
2.4.2 PERSPECTIVA DAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO	30
2.4.3 PERSPECTIVA DO GOVERNO E SOCIEDADE	33
2.4.4 CONFLITO DE INTERESSES	34
2.5. TÓPICOS CONCLUSIVOS	36
3 – INDICADORES COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO DA QUALIDADE	40
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	40
3.2. TIPOS DE INDICADORES	41
3.2. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE INDICADORES	42
3.3. EXEMPLOS DE INDICADORES APLICADOS AO SISTEMA DE TRANSPORTES	44
3.4. UTILIZAÇÃO DE INDICADORES PARA ANÁLISE DE QUALIDADE	53
3.4.1 COMPARAÇÃO ENTRE EMPRESAS OU SISTEMAS DE TRANSPORTE	55

3.4.2 ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UMA EMPRESA OU SISTEMA AO LONGO DO TEMPO	55
3.4.3 AVALIAÇÃO SEGUNDO METAS ESTABELECIDAS	56
3.4.4 RELAÇÃO ENTRE INDICADORES PARCIAIS	56
3.4.5 INDICADORES GLOBAIS	57
3.5. TÓPICOS CONCLUSIVOS	59
4 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	65
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	65
4.2. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)	67
4.3. UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ITS NO BRASIL E NO MUNDO	70
4.4. COLETA DE DADOS (INPUTS)	73
4.4.1 SISTEMAS DE RASTREAMENTO DE VEÍCULOS	73
4.4.1.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR ANTENAS	74
4.4.1.2 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE	74
4.4.2 BILHETAGEM ELETRÔNICA	75
4.4.3 CONTAGEM AUTOMÁTICA DE PASSAGEIROS	76
4.4.4 PREENCHIMENTO MANUAL DE FORMULÁRIOS	77
4.4.5 ÔNIBUS LABORATÓRIO	77
4.4.6 SAC E OUVIDORIA	78
4.4.7 CÂMERAS DE VÍDEO	78
4.5. TRANSMISSÃO E PROCESSAMENTO	79
4.5.1 COMPUTADOR DE BORDO	79
4.5.2 GPRS	80
4.5.3 SISTEMAS WEB DE GEORREFERENCIAMENTO	80
4.5.4 CENTRAIS DE CONTROLE E SUPERVISÃO OPERACIONAL	82
4.6. INFORMAÇÕES AO USUÁRIO/OPERADORES/GOVERNO (SAÍDA/OUTPUTS)	83
4.6.1 PLATAFORMA WEB	83
4.6.2 APLICATIVOS PARA SMARTPHONES	91
4.6.3 SERVIÇO DE MENSAGEM SMS	94
4.6.4 QUADROS DE INFORMAÇÃO	95
4.6.5 SISTEMAS DE SOM	96
4.7. TÓPICOS CONCLUSIVOS	97
5 – INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO	101
5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	101
5.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	103
5.3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA SELEÇÃO E PROPOSTA DOS INDICADORES	105
5.4. SELEÇÃO DE INDICADORES	106

5.4.1 USUÁRIOS _____	106
5.4.2 EMPRESAS OPERADORAS _____	114
5.4.3 PODER PÚBLICO _____	120
5.4.4 RESUMO DO CONJUNTO DE INDICADORES PROPOSTOS _____	125
5.3. ESTRUTURA METODOLÓGICA PARA COLETA DE DADOS E CÁLCULO DOS INDICADORES ____	128
5.4. CRÍTICAS E SUGESTÕES AO MODELO ATUAL DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO DISTRITO FEDERAL _____	135
<i>CONCLUSÕES</i> _____	<i>138</i>
<i>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</i> _____	<i>142</i>

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figuras	Página
Figura 1.1 – Ciclo Vicioso do Transporte _____	2
Figura 2.1 – Variáveis para análise de qualidade das vias _____	16
Figura 2.2 – Síntese dos Procedimentos para Formulação do Diagnóstico do Sistema de Transporte Público _____	22
Figura 2.3. – Fluxograma Básico de Elaboração de um Plano Operacional _____	23
Figura 2.4 – Fluxograma Básico para Programação da Operação de uma Linha de Transporte Público _____	24
Figura 2.5 – Relacionamento dos Pontos de Vista _____	35
Figura 3.1 - Estrutura de Dados e Indicadores no Estudo do Desempenho _____	54
Figura 4.1 – Representação esquemática de um sistema _____	65
Figura 4.2 - Estrutura básica do fluxo de informações dos sistemas automatizados de ajuda à operação e informação _____	69
Figura 4.3 – Olho Vivo SPTrans: indicação dos itinerários e localização dos veículos em percurso _____	84
Figura 4.4 – Próximos veículos em cada ponto de parada _____	85
Figura 4.5 – Olho Vivo SPTrans: Velocidades Médias por trecho _____	85
Figura 4.6– RMTC: Busca por trecho com base em par origem/destino _____	86
Figura 4.7 – Navega Madrid: opção de busca por trajeto com base em par origem/destino _____	87
Figura 4.8 – Navega Madrid: opção de exibir itinerários das linhas _____	87
Figura 4.9 – Sistema de Informações ao Usuário no Estado de South Wales, Austrália _____	88
Figura 4.10 – Sistema de Informações ao Usuário no Estado de South Wales: indicação de condições de trânsito _____	89
Figura 4.11 – Transport for London: Journey Planner _____	90
Figura 4.12 – Mobee: Indicação dos Pontos de Parada _____	92
Figura 4.13 – Mobee: Busca por itinerários _____	92
Figura 4.14 – Moovit: resultados de busca por opções de deslocamento _____	94
Figura 4.15 – Moobly: aplicativo apresenta informações específicas sobre a cidade de Porto Alegre _____	94
Figura 5.1 – Etapa de Elaboração de Indicadores _____	101
Figura 5.2 – Etapa de Implementação de Indicadores _____	102
Figura 5.3 – Modelo de Organização da Informação _____	103
Figura 5.4 – Metodologia para proposição de indicadores _____	106
Figura 5.5 – Boletim de Controle Operacional _____	132

Tabelas**Página**

TABELA 2.1 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – CONFIABILIDADE _____	11
TABELA 2.2 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – CONFORTO _____	12
TABELA 2.3 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – SEGURANÇA _____	12
TABELA 2.4 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – ACESSIBILIDADE _____	12
TABELA 2.5 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – RAPIDEZ _____	13
TABELA 2.6 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – ECONOMIA _____	14
TABELA 2.7 CATEGORIAS DE VELOCIDADE DEVIDO AO PAVIMENTO _____	17
TABELA 2.8 CATEGORIAS DE PONTOS CRÍTICOS _____	18
TABELA 2.9 LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO _____	19
TABELA 2.10 DISTÂNCIA ENTRE PONTOS DE PARADA _____	20
TABELA 2.11 CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS DE ACORDO COM JURISDIÇÃO ADMINISTRATIVA	26
TABELA 2.12 CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS DE ACORDO COM FUNÇÃO OPERACIONAL _____	27
TABELA 2.13 ITENS DE QUALIDADE DEMANDADA _____	29
TABELA 2.14 IMPACTO TARIFA X PROGRAMAÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSPORTE PÚBLICO _____	31
TABELA 2.15 IMPACTO TARIFA X PROGRAMAÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSPORTE PÚBLICO – continuação _____	32
TABELA 2.21 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA – USUÁRIOS _____	36
TABELA 2.22 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA – OPERADORAS _____	37
TABELA 2.23 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA – PODER PÚBLICO _____	37
TABELA 3.1 TIPOS DE INDICADORES POR FUNÇÃO _____	41
TABELA 3.2 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE SEGUNDO LIMA (1996) _____	44
TABELA 3.3 INDICADORES DE DESEMPENHO WAISMAN (1983) – EFICIÊNCIA _____	45
TABELA 3.4 INDICADORES DE DESEMPENHO WAISMAN (1983) – EFICÁCIA DE SERVIÇO _____	45
TABELA 3.5 INDICADORES DE DESEMPENHO WAISMAN (1983) – EFICÁCIA DE CUSTO _____	46
TABELA 3.6 INDICADORES DE QUALIDADE SEGUNDO FERRAZ E TORRES (2004) _____	46
TABELA 3.7 PADRÃO FRUIN PARA OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS _____	48
TABELA 3.8 INDICADORES DE CONFORTO: DENSIDADE DE OCUPAÇÃO X TEMPO DE VIAGEM	49
TABELA 3.9 TEMPERATURA EFETIVA E SENSações TÉRMICAS DO CORPO HUMANO _____	50
TABELA 3.10 TOLERÂNCIA DE VIAGENS COM ATRASOS EM FUNÇÃO DO INTERVALO ENTRE VEÍCULOS _____	51

TABELA 3.11 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE TEMPORAL _____	52
TABELA 3.12 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE TEMPORAL (continuação) _____	52
TABELA 3.13 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE LOCACIONAL _____	53
TABELA 3.14 NÍVEIS DE DESEMPENHO SEGUNDO PEREIRA (1983) _____	58
TABELA 3.15 VALORES PARA CÁLCULO DA MATRIZ GUT _____	59
TABELA 4.1 FUNÇÕES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO _____	66
TABELA 5.1 INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE QUALIDADE DO PONTO DE VISTA DOS USUÁRIOS _____	125
TABELA 5.2 INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE QUALIDADE DO PONTO DE VISTA DO PODER PÚBLICO _____	126
TABELA 5.3 INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE QUALIDADE DO PONTO DE VISTA DAS EMPRESAS OPERADORAS _____	127
TABELA 5.4 DADOS OPERACIONAIS BÁSICOS _____	128
TABELA 5.5 MODELO PROPOSTO PARA BOLETIM DE CONTROLE OPERACIONAL DIGITAL _____	133

1- INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa define o termo “transporte” como o ato de levar ou conduzir alguma coisa a um determinado lugar. Pode-se dizer então que transportar é uma atividade inerente à vida humana. Atualmente, verifica-se que diversos fatores sociais, políticos, econômicos e culturais resultaram em um crescimento acelerado de algumas cidades no Brasil e no mundo, dando origem a questões complexas relacionadas à mobilidade nos centros urbanos de médio e grande porte.

Segundo o Manual de Gerência de Sistemas de Transporte Público de Passageiros publicado pela Empresa Brasileira de Transportes Urbanos em 1988, “a evolução urbana esteve, e de certa forma sempre estará, condicionada a um esquema de canais de circulação de acordo com as tecnologias de transporte disponíveis, para possibilitar a necessária inter-relação entre as atividades urbanas – residência, trabalho, estudo, lazer, etc.” (EBTU, 1988)

Entre os diversos problemas resultantes de um sistema inadequado de transporte, destacam-se o alto custo (incluindo despesas para implantação e manutenção de infraestrutura viária, pontos de parada, terminais, veículos, combustíveis etc), falta de conforto dos usuários, poluição atmosférica, sonora e visual, ocupação de áreas extensas para tráfego e estacionamento, falta de segurança (acidentes, exposição ao risco de furtos e roubos) e tempo excessivo exigido para os deslocamentos, causado por congestionamentos ou características inadequadas de circulação viária.

TAKAGI (2010) afirma ser consenso entre especialistas que a única solução viável para a mobilidade nos centros urbanos é adoção do sistema de transporte público por uma maior parcela da população. No entanto, o autor destaca que “é difícil convencer as pessoas a deixarem seus carros em casa quando a alternativa é um meio de transporte superlotado, com constantes atrasos e horários imprevisíveis” (TAKAGI, 2010).

Atualmente, verifica-se uma grande insatisfação da população residente no Distrito Federal em relação aos sistemas de transporte público coletivo. Essa insatisfação tem provocado o aumento do índice de motorização individual e conseqüentemente intensificado os problemas de congestionamento. Sem a aplicação de métodos de priorização ao transporte coletivo, o aumento do número de veículos particulares em trânsito reduz a eficiência do transporte coletivo, fechando um ciclo que tende a piorar progressivamente.

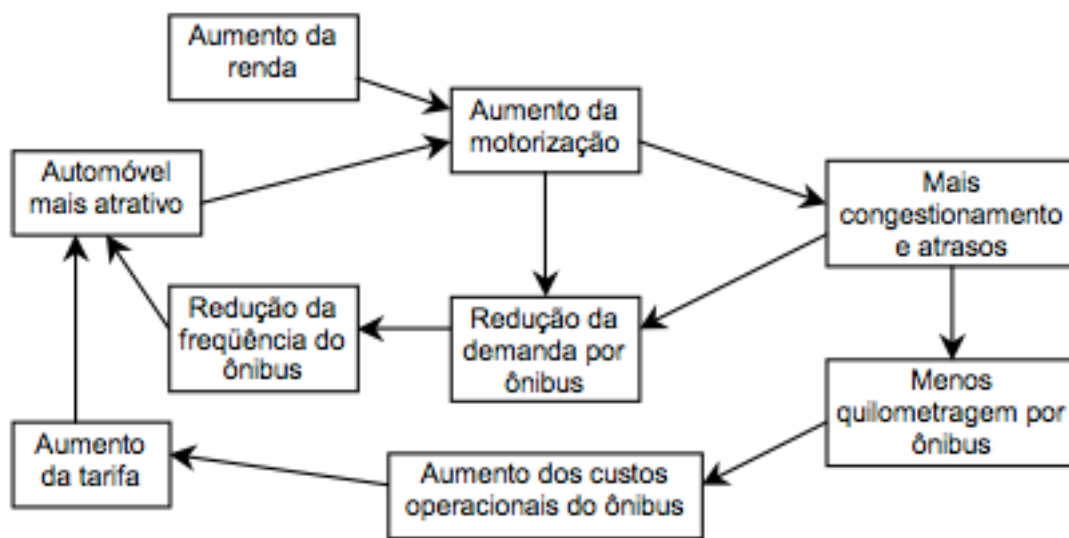


Figura 1.1–Ciclo Vicioso do Transporte

FONTE: ORTÚZAR e WILLUMSEN (1994, *apud* FERRONATO, 2002)

Entre as possíveis intervenções que podem ser aplicadas ao sistema no intuito de quebrar esse ciclo e sustentar o processo de melhoria contínua, destacam-se os mecanismos de regulamentação como leis e normas técnicas. No contexto de transportes urbanos, a livre concorrência não converge para a eficiência global do sistema. Nas cidades brasileiras, o serviço de transporte geralmente é oferecido na forma de permissão ou concessão, onde o poder público define as regras de operação buscando equalizar as necessidades dos usuários, das empresas prestadoras de

serviço e da sociedade. A disponibilização de infraestrutura, fiscalização e planejamento estratégico são outras atribuições essenciais do poder público para a melhoria da qualidade do sistema.

No entanto, para atingir níveis adequados de qualidade englobando os pontos de vista de todos os elementos intervenientes, é necessário que as operadoras de transporte busquem ferramentas eficientes de controle operacional e que os usuários se conscientizem e utilizem da melhor forma possível a oferta de transporte coletivo disponível.

1.2 PROBLEMA CIENTÍFICO

Este trabalho busca responder a seguinte questão:

Como avaliar o nível de qualidade do serviço de transporte coletivo urbano e quais as ferramentas mais adequadas para favorecer o processo de coleta de dados?

1.3 HIPÓTESE

CAVADINHA (2005) afirma que diversos estudos apontam a implantação de redes integradas de transporte público como a solução para a questão de mobilidade urbana no Brasil, desde que o serviço atinja um nível de qualidade tal que motive os usuários do transporte individual a optar pelo transporte público, ao menos nas horas de pico. Segundo a autora, “a integração tarifária visa proporcionar ao usuário um benefício pela imposição de efetuar transbordo em seu deslocamento. E o mais relevante: proporcionar aos usuários uma multiplicidade de acessos a destinos que os permitam usufruir de todas as oportunidades existentes no espaço demarcado pela área metropolitana onde residem.” A integração física permite que o usuário tenha o processo de transferência de veículo facilitado e integração operacional garante uma adequação mais precisa entre horários e itinerários, garantindo eficiência e eficácia à prestação do serviço de transporte.

“Contudo, a implantação destas redes integradas de transporte público enfrenta resistência por parte de alguns atores. Os operadores alegam que elas iriam desestruturar o sistema, em função dos déficits causados por reduzir o número de passageiros pagantes; os usuários, devido a

experiências mal sucedidas de processos de integração que não respeitaram um padrão de conforto, algumas vezes mostram-se céticos quanto às suas vantagens; o poder Público mostra-se receoso no tocante aos investimentos. Estas resistências se devem, muitas vezes, a questões ainda não devidamente respondidas sobre os ganhos de produtividade, eficiência e qualidade do serviço, que podem resultar de sua implantação.” (CAVADINHA, 2005)

A viabilidade de uma rede de transporte integrado depende de um mecanismo eficiente de monitoramento, controle e fiscalização da operação para permitir que os usuários usufruam adequadamente dos benefícios de integração tarifaria e operacional.

As metodologias modernas de controle de qualidade envolvem a definição e monitoramento de atributos mensuráveis que transmitem as expectativas relacionadas a um produto ou serviço. Cada atributo é composto por uma ou mais características, que podem ser avaliadas com um conjunto de indicadores calculados a partir de dados e parâmetros básicos do processo em análise.

O desenvolvimento de tecnologias computacionais e de telecomunicações possibilitou a criação de diversos dispositivos eletrônicos que permitem a coleta de dados em tempo real e a transmissão de informações entre os elementos do sistema. Tecnologias de localização automática de veículos, conhecidas pela sigla em inglês AVL, permitem que uma central de controle monitore diversos aspectos do sistema e intervenha adequadamente em tempo real para garantir que sejam atendidos parâmetros operacionais que traduzam aspectos de qualidade pré-estabelecidos. Além disso, o acesso dos usuários a informações confiáveis sobre os horários e itinerários permite a utilização mais eficiente da oferta de transporte e reduz o tempo de espera e a possível insatisfação relacionados à prestação do serviço. O monitoramento da operação pelas empresas prestadoras de serviço e órgão fiscalizador favorecem a mitigação de falhas e redução de custos, além de fornecer dados para o planejamento e programação das linhas de transporte para melhor adequar a oferta à demanda.

A análise de qualidade com base em indicadores fornece informações que permitem a identificação precisa dos problemas críticos, mais frequentes, ou mais graves. Pode, assim,

orientar o processo de tomada de decisão a curto, médio e longo prazo para uma correta intervenção ou contribuição do poder público, empresas prestadoras de serviço e até mesmo dos usuários em prol da melhoria contínua das características de qualidade, otimização da relação entre oferta e demanda e balanceamento do conflito de interesses, de acordo com conceitos de eficiência e eficácia.

Este trabalho busca comprovar a hipótese de que é possível definir um conjunto de indicadores, calculados a partir de dados coletados durante a operação no Distrito Federal, para monitorar o nível de qualidade do serviço de transporte coletivo abrangendo diferentes pontos de vista para embasar decisões estratégicas, táticas e operacionais em prol da melhoria contínua das características de qualidade demandada.

1.4 OBJETIVO

O objetivo desse projeto é definir um conjunto de indicadores associados à qualidade do serviço de transporte coletivo urbano, incluindo as opções para coleta de dados, com o intuito de subsidiar um sistema de monitoramento para identificar os pontos críticos e orientar a aplicação de procedimentos operacionais, projetos e programas que visem a melhoria contínua das condições de mobilidade urbana.

1.5 JUSTIFICATIVA

BATISTA JR. (2000, *apud* CAVADINHA, 2005) afirma que “as alternativas que um planejador de transporte pode apresentar para satisfazer a demanda por deslocamentos de uma região ou cidade são múltiplas, considerando que se pode combinar o uso do sistema viário com as diferentes tecnologias disponíveis dos modos de transporte, portanto, a garantia que uma determinada alternativa seja a ótima torna-se difícil”.

“Na realidade econômica atual, as soluções baseadas em altos investimentos tem sido restritas às grandes metrópoles, buscando as demais cidades resolver seus problemas de transporte com soluções de capital não intensivo. Nesta situação, sobressaem as soluções de caráter operacional

quando se procura maximizar o uso da infraestrutura já instalada, racionalizando e coordenando os diferentes meios de transporte público até atingir as respectivas capacidades nominais de transporte e, se possível, superá-las através de estratégias operacionais para todo o STPP.” (EBTU, 1988)

Segundo LADEIRA *et al.*, “a melhoria da regularidade, segurança, confiabilidade e uso da informação (...) passam a atrair novos passageiros, disponibilizar informação em tempo real, além da melhoria da operação e a maximização do uso de dados para o desempenho do sistema de transporte”.

RUMMLER e BRACHE (1992, *apud* MOREIRA, 2002) apresentam as vantagens e desvantagens relacionadas à medição de desempenho de um determinado sistema a partir de indicadores. Os autores afirmam que sem medição de parâmetros operacionais, não se pode identificar adequadamente os problemas, nem estabelecer uma escala de prioridades. Também não é possível que as pessoas saibam se seu desempenho é adequado ou não, inexistindo uma base objetiva para recompensas (aumentos, bônus, promoções) e punições (ações disciplinares, demissão). Por outro lado, a aplicação de uma metodologia contínua de medição permite compreender mais claramente os problemas enfrentados, permitindo definir prioridades e avaliar as necessidades e os impactos de planos operacionais, táticos e estratégicos.

A Lei 12.587/12, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, estabelece que os usuários têm direito a informações acessíveis sobre pontos de embarque e desembarque, itinerários, horários e tarifas, além de ouvidorias nas instituições responsáveis pela gestão do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana e procedimentos sistemáticos de comunicação, da avaliação da satisfação dos cidadãos e dos usuários e prestação de contas públicas.

Considerando a atribuição do Poder Público de garantir a prestação de um serviço adequado nos termos da Lei 8.987/95, a implantação de um sistema de informação ao serviço de transporte público coletivo subsidia a fiscalização da operação e a coleta de dados sobre a variação espaço-temporal da demanda para adequação da programação operacional.

Para as empresas operadoras, uma estrutura organizada de informações atualizadas continuamente permite que uma Central de Controle Operacional oriente os motoristas e as equipes de apoio para agir em situações adversas ou possíveis desvios da programação.

A coleta de informações sobre o Sistema de Transporte Público Coletivo beneficia o usuário no sentido de fornecer informações confiáveis para o planejamento de viagens e utilização eficiente e eficaz do serviço oferecido.

1.6 METODOLOGIA DA PESQUISA

Segundo SILVA (2005) existem várias formas de classificar as pesquisas. Do ponto de vista da sua natureza, esse trabalho apresenta uma **pesquisa aplicada**, pois tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos que envolvem interesses locais. Do ponto de vista de seus objetivos, trata-se de uma **pesquisa exploratória**, que visa proporcionar maior familiaridade com o problema, no intuito de torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Do ponto de vista de seus procedimentos técnicos, foi realizada uma **pesquisa bibliográfica**, elaborada a partir de material publicado constituído principalmente de livros, artigos e informações institucionais disponíveis na internet e contato com órgãos públicos (DFTrans e Secretaria de Estado de Transportes do Distrito Federal).

Método científico é o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos que devem ser aplicados à pesquisa. Os métodos que fornecem as bases lógicas para a investigação são: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico (SILVA, 2005). A autora destaca que “não há apenas uma maneira de raciocínio capaz de dar conta do complexo mundo das investigações científicas. O ideal seria empregar métodos, e não um método em particular, que ampliem as possibilidades de análise e obtenção de respostas para o problema proposto na pesquisa”. Este trabalho foi baseado na aplicação do método indutivo, onde diversas observações foram reunidas para buscar comprovar uma hipótese, e fenomenológico, que trata da descrição da realidade como observada, reconhecendo a existência de múltiplos pontos de vista.

Para atingir os objetivos de estudo, o trabalho foi desenvolvido em 7 etapas:

1. Revisão Bibliográfica: Nessa etapa foram reunidas informações sobre gestão da qualidade de produtos e serviços, utilização de indicadores como ferramenta de gestão e tecnologias relacionadas ao conceito de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).
2. Identificação dos Atributos que caracterizam a qualidade do serviço de transporte público coletivo, de acordo com as perspectivas dos elementos intervenientes.
3. Apresentação do Projeto Final 1
4. Análise das estruturas gerenciais e normativas relacionadas à gestão de qualidade do serviço de transporte público no Distrito Federal
5. Proposição de um conjunto de indicadores para quantificar os atributos identificados na etapa anterior, a partir de uma metodologia para seleção de indicadores.
6. Críticas e sugestões ao modelo atual de gestão da qualidade previsto no edital que regula a Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo no Distrito Federal.
7. Apresentação do Projeto Final 2

1.7 ESTRUTURA DO PROJETO FINAL

No primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema, identificando o transporte como uma atividade básica para a dinâmica social, os problemas encontrados atualmente decorrentes do processo de crescimento das cidades. Apresenta-se a utilização de um sistema de gestão da qualidade como ferramenta para subsidiar o processo de melhoria contínua das condições de mobilidade urbana. Também são descritos nesse capítulo o problema científico, a hipótese, os objetivos, a justificativa, metodologia e estrutura da monografia.

No segundo capítulo, é apresentado um estudo sobre a definição do termo qualidade e sua aplicação no campo de gerenciamento de processos, os diferentes pontos de vista envolvidos na análise e as principais características do sistema de transporte público.

O terceiro capítulo reúne informações sobre a utilização de indicadores como ferramenta de gestão da qualidade: definição conceitual, critérios para seleção, aplicação ao tema e métodos de análise.

No quarto capítulo é apresentado o conceito de sistema de informações e sua aplicação na área de transportes, apresentando exemplos no Brasil e no Mundo. Foram reunidas informações sobre diversas tecnologias para coleta, transmissão, processamento e apresentação de dados sobre o sistema de transporte.

No quinto capítulo é apresentado um conjunto de indicadores para monitoramento dos atributos que caracterizam a qualidade do serviço de transporte coletivo urbano, as fontes para coleta dos Dados Operacionais Básicos(necessários para o cálculo dos indicadores), críticas e sugestões ao modelo atual de gestão da qualidade previsto no Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo vigente no Distrito Federal.

2 –QUALIDADE DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A qualidade de um sistema é um conceito amplo que pode ser abordado de diversas maneiras. O Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa apresenta várias definições para o termo, como: propriedade que determina a essência ou a natureza de um ser ou coisa; grau negativo ou positivo de excelência; característica superior ou atributo distintivo positivo que faz alguém ou algo sobressair em relação a outros; título a que correspondem direitos e deveres; capacidade de atingir o(s) efeito(s) pretendido(s); estratégia de gestão em que se procura otimizar a produção e reduzir custos etc.

“Deve-se tomar certos cuidados na definição de qualidade. A qualidade deve se voltar ou ser utilizada para o aumento da satisfação com o produto, torna-los vendáveis e competitivos, também deve servir para reduzir a frequência de erros, reduzir retrabalho, desperdício, falhas de campo, despesas com garantia, insatisfação do cliente etc” (BRAGA, 1995).

Para FIELDING (1992,*apud* CAVADINHA, 2005), o sistema de transporte público possui “uma série de atribuições como: garantir a mobilidade da mão-de-obra, reduzir os congestionamentos das vias, contribuir para economia energética, reduzir os níveis de poluição do meio ambiente, entre outras” .

Esse capítulo apresenta inicialmente a base teórica para avaliação da qualidade fundamentada em um conjunto de atributos que representam as características de qualidade demandada. Em seguida, são apresentados os elementos que constituem o sistema de transporte: veículos, vias e pontos de embarque e desembarque. Foram reunidas metodologias para realizar o diagnóstico do sistema, o plano operacional e a programação das linhas. Por último são discutidos os diferentes pontos de vista relacionados à qualidade do serviço de transporte, concluindo o capítulo com uma tabela relacionando os atributos de qualidade correspondentes às perspectivas de cada um dos elementos intervenientes.

2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

GARVIN (1992, *apud* BRAGA 1995) afirma que o monitoramento e avaliação da qualidade do processo produtivo evoluíram após a publicação da obra “Economic Control of Quality of Manufactured Product”, de W. A. Shewhart, “a qual pela primeira vez conferiu um caráter científico à disciplina. Parte do moderno controle da qualidade pode ser atribuída a este livro. Nele foi dada uma definição precisa e mensurável de controle de fabricação, e são apresentadas técnicas de acompanhamento e avaliação da produção diária, propondo ainda, maneiras de se melhorar a qualidade.” Uma das características do trabalho de Shewhart era a utilização de uma metodologia de monitoramento e avaliação que consiste em comparar as características na linha de produção e aplicação de técnicas estatísticas para diferenciar causas comuns e causas especiais de variabilidade, eliminar as causas assinaláveis de variação e obter uma situação de controle, isso é, uma condição estável e previsível do processo produtivo.

BRAGA (1995) define seis atributos que descrevem a qualidade do sistema de transporte coletivo. Cada atributo é composto por diversas características mensuráveis, apresentadas nas tabelas 2.1 a 2.6:

TABELA 2.1 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – CONFIABILIDADE

ATRIBUTOS	CARACTERÍSTICAS
CONFIABILIDADE	Frequência dos serviços
	Número de veículos
	Intervalos (<i>headway</i>)
	Fiscalização
	Disponibilidade de ônibus reserva
	Atraso no sistema
	Conhecimento do horário

FONTE: BRAGA (1995)

TABELA 2.2 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – CONFORTO

ATRIBUTOS	CARACTERÍSTICAS
CONFORTO	Densidade de passageiros
	Tipo de assento e piso
	Limpeza
	Iluminação
	Características das paradas e abrigos
	Temperatura
	Ventilação
	Ruído
	Vibração
	Aceleração/desaceleração
	Educação da tripulação/treinamento

FONTE: BRAGA (1995)

TABELA 2.3 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – SEGURANÇA

ATRIBUTOS	CARACTERÍSTICAS
SEGURANÇA	Características do veículo
	Controle de tráfego
	Treinamento da tripulação

FONTE: BRAGA (1995)

TABELA 2.4 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – ACESSIBILIDADE

ATRIBUTOS	CARACTERÍSTICAS
ACESSIBILIDADE	Densidade de rotas
	Integração

FONTE: BRAGA (1995)

TABELA 2.5 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – RAPIDEZ

ATRIBUTOS	CARACTERÍSTICAS
RAPIDEZ	Desempenho
	Tempo total de viagem
	Tempo dentro do ônibus
	Tempo de embarque/desembarque
	Tempo de espera
	Tempo de caminhada
	Transferência
	Compra de bilhete
	Velocidade comercial
	Velocidade operacional
	Demanda horária
	Número de pontos de parada
	Prioridade na ocupação de vias e cruzamentos
	Berço (baia) para parada e terminais
	Congestionamento
	Características geométricas
	Potencia do motor
	Conservação das vias
	Manutenção dos veículos
Condições operacionais	

FONTE: BRAGA (1995)

TABELA 2.6 ATRIBUTOS E CARACTERÍSTICAS RELACIONADOS À QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO – ECONOMIA

ATRIBUTOS	CARACTERÍSTICAS
ECONOMIA	Custos operacionais
	Tarifas

FONTE: BRAGA (1995)

PÊGO *et al.* (2008) utiliza o método de desdobramento da função qualidade (QFD) para identificar as necessidades dos clientes e traduzi-las em aspectos tangíveis relacionados ao processo produtivo, possibilitando o monitoramento e controle da operação para garantir um nível de serviço que atenda ou supere expectativas. Seu trabalho se baseia na elaboração de uma matriz de atributos de qualidade ponderados de acordo com o grau de importância e nível de satisfação. PÊGO *et al.* mediu a satisfação dos usuários em relação a vários atributos de qualidade do transporte com base na escala “ótimo”, “bom”, “regular”, “ruim” e “péssimo”, atribuindo respectivamente os pesos 5, 4, 3, 2 e 1. O grau de importância era definido como “muito importante”, “importante” e “não julgou importante”, cujos pesos eram respectivamente 3, 2 e 1. Multiplicando os dois indicadores é obtido um valor para ponderação dos atributos que considera a importância de cada um e o nível que este atende atualmente às expectativas do usuário, permitindo identificar os itens prioritários para intervenções. Em seguida é construída uma matriz de desdobramento dos itens de qualidade demandada em itens de monitoramento, apresentando os parâmetros operacionais que traduzem as expectativas dos usuários. Uma matriz de correlação apresenta as relações entre os itens de qualidade e de monitoramento de acordo com a escala forte (4), média (2), fraca (1) e inexistente (0). A partir dos pesos relativos à cada atributo e da matriz de correlação são definidos os itens prioritários de monitoramento.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO

Segundo MORLOK (1979, *apud* TEDESCO, 2008), os elementos básicos que compõem o sistema de transporte são os veículos, as vias, os terminais e o plano de operação.

TOMAZINIS (1975, *apud* CAVADINHA 2005) afirma que o sistema de transporte público é composto basicamente por uma rede (trechos, pontos de intersecção, embarque e desembarque e terminais), o serviço de transporte primário (aquele que é realizado diretamente sobre a rede) e a função de suporte (que inclui todos os procedimentos e instalações físicas que dão apoio à operação).

2.3.1 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DOS VEÍCULOS

DOS SANTOS apresenta diversas características que influenciam nas condições de conforto oferecidas nos veículos que operam no serviço de transporte coletivo: o assento, a higiene e segurança, o espaço para circulação interna, as dimensões das portas, a roleta, os apoios, a altura dos degraus, a visibilidade e as condições ambientais (conforto térmico, ruídos, ventilação e iluminação). Em seu trabalho, foram analisadas as características físicas (altura, largura e profundidade) dos assentos, roletas, espaço para circulação interna, apoios, degraus, portas e corrimãos e comparadas às especificações da Resolução nº 1/1993 do CONMETRO. Essa resolução foi totalmente revogada pela Resolução nº 5/2012. A autora apresenta os resultados de uma pesquisa realizada na cidade de Santos, que indica insatisfação dos usuários com a distância entre os assentos, a largura dos corredores e a altura e largura da roleta, apesar de estarem de acordo com a referência da Resolução nº 1/1993. A iluminação foi comparada aos valores apresentados na NBR 5413 e a temperatura efetiva foi comparada à indicação da Norma Regulamentadora nº 17.

O conforto do usuário também é influenciado pelo tratamento recebido por motoristas, cobradores e outros funcionários do Sistema de Transporte Público Coletivo. No Distrito Federal, o Edital de Concessão vigente exige que as empresas ministrem palestras educacionais aos seus contratados sobre educação ambiental, educação no trânsito, educação no tratamento aos usuários, em especial aos idosos e portadores de necessidades especiais.

Para avaliar a questão de poluição atmosférica emitida pelos veículos, o Anexo VII do Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Público vigente no Distrito Federal exige a implantação do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONV), criado pelo CONAMA, e Programa Interno de Autofiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto à Emissão de Fumaça Preta, nos termos da Portaria IBAMA 85/1996 e outras legislações relacionadas. O Anexo ainda apresenta regras para descarte de óleos lubrificantes e outros resíduos provenientes da operação.

Do ponto de vista econômico, a qualidade do veículo pode ser entendida como o retorno financeiro proveniente do investimento para aquisição, manutenção e operação.

2.3.2 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DAS VIAS

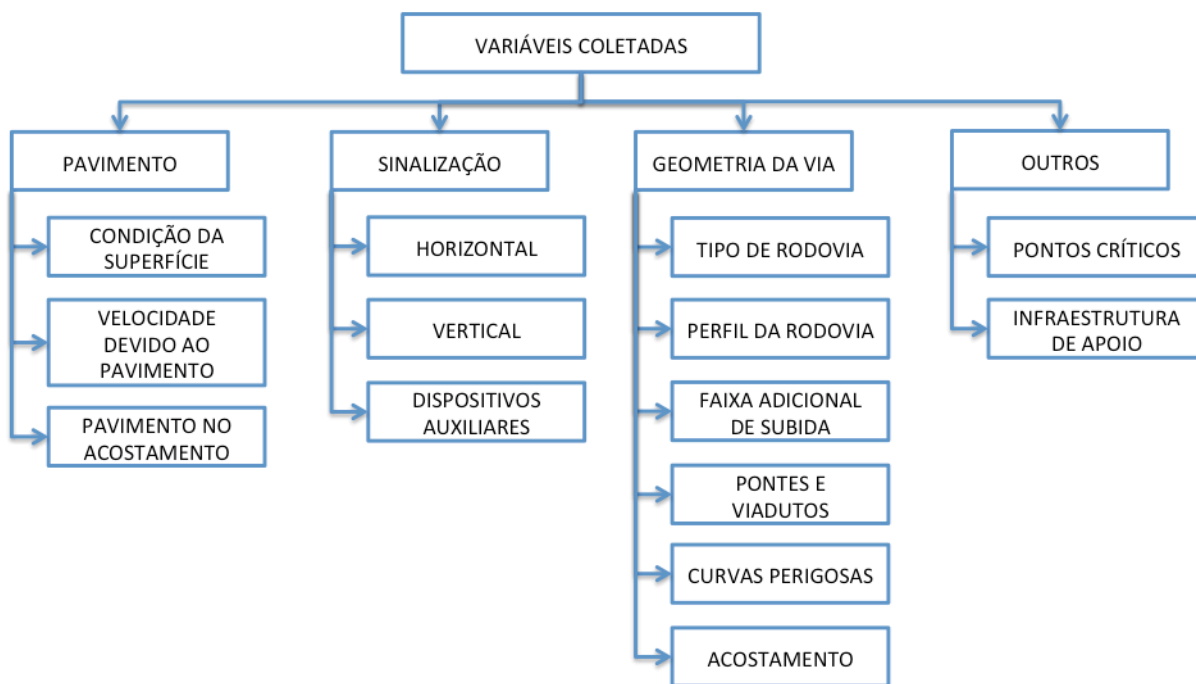


Figura 2.1–Variáveis para análise de qualidade das vias

FONTE: CNT(2013), com adaptações

A Confederação Nacional dos Transportes (CNT) analisa a condição de tráfego das rodovias com base em três características distintas (pavimento, sinalização e geometria) avaliadas segundo normas técnicas publicadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). As variáveis coletadas no relatório intitulado “Pesquisa CNT de Rodovias” são apresentadas na Figura 2.1.

“A manutenção periódica é um requisito imprescindível para a existência de um bom pavimento. Os defeitos e as irregularidades na condição da superfície impactam diretamente os custos operacionais, em virtude dos maiores gastos com a manutenção dos veículos, com consumo de combustível e pneus, elevação dos tempos de viagem, entre outros.” (CNT, 2013)

Nas tabelas 2.7 e 2.8 são apresentadas duas categorias de avaliação utilizadas na pesquisa da CNT:

TABELA 2.7 CATEGORIAS DE VELOCIDADE DEVIDO AO PAVIMENTO

Velocidade devido ao pavimento	Definição
Não obriga a redução de velocidade	Trata-se da condição do pavimento que permite um deslocamento contínuo na velocidade regulamentada da via.
Obriga a redução de velocidade	É decorrente de casos em que o pavimento apresenta um estado de conservação deficiente, com afundamentos, ondulações e/ ou buracos, que obrigam a redução da velocidade do veículo . Também pode ocorrer quando existe uma grande quantidade de remendos mal-executados.
Baixíssima velocidade	Nesses casos , o pavimento está destruído ou em péssimo estado de conservação, comprometendo significativamente a fluidez do tráfego de veículos e obrigando os veículos a trafegarem em baixíssima velocidade.

FONTE: CNT (2013)

TABELA 2.8 CATEGORIAS DE PONTOS CRÍTICOS

Categorias de pontos críticos	Definição
Queda de barreira sobre a pista	É o deslocamento do material de encostas e taludes que provoca a obstrução de um ou dois sentidos de circulação.
Ponte caída	Presença de dano estrutural na ponte , causado ou não pelo homem , que impossibilita a transposição e ocasiona a interrupção total do fluxo de tráfego.
Erosão na pista	Ruína total ou parcial da pista de rolamento ou do acostamento , por efeito da ação do intemperismo , principalmente da água da chuva . A erosão compromete a estabilidade da pista e a segurança dos usuários da via.
Buracos grandes	São depressões cujas dimensões são maiores que a largura de um pneu. Decorrem da perda de material de superfície , obrigando o veículo a se deslocar fora da faixa de rolamento ou desviar da panela . Têm como causas mais frequentes : a ação conjunta da água da chuva , as sobrecargas dos veículos rodoviários e a adoção de materiais e /ou espessuras inadequadas ou insuficientes para a construção do pavimento.
Outros	São situações críticas observadas e registradas em campo , como obstáculos na pista, pontes com uma única faixa e alagamentos . Esses elementos não usuais na infraestrutura do pavimento são analisados pela coordenação da pesquisa para decidir pela caracterização ou não da ocorrência com um ponto crítico.

FONTE: CNT (2013)

A adequabilidade da geometria da via pode ser avaliada em relação às características básicas de projeto: largura, superlargura, superelevação, continuidade e sinuosidade de traçado.

Os valores recomendados para a largura das faixas pelo Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas publicado pelo DNIT em 2009 são apresentados na tabela 2.9 de acordo com a categoria da via:

TABELA 2.9 LARGURA DA FAIXA DE ROLAMENTO

Categoria da via	Largura das Faixas de Rolamento (m)	
	Desejável	Mínimo
Vias Expressas	3,6	3,5
Vias Arteriais (60-80 km/h)	3,6	3,5
Vias Arteriais (50-60 km/h)	3,5	3,3

A largura da pista é calculada pela soma da largura máxima dos veículos que a utilizam e de uma distância de segurança que depende da velocidade diretriz da via. Nas curvas horizontais, é necessário que haja um acréscimo na largura da via para que a distância de segurança no trecho em tangente tenha mantida, chamada superlargura. Também faz-se uso de um artifício de projeto denominado superelevação, onde uma inclinação da seção transversal da pista é dimensionada para balancear o efeito da força centrífuga que tende a manter o veículo em trajetória retilínea.

2.3.3 AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DOS PONTOS DE PARADA

Os pontos de embarque e desembarque são estruturas fundamentais pois são eles que garantem o acesso do usuário ao sistema de transporte coletivo.

Para FERREIRA (1999), “os pontos de parada podem ser caracterizados como uma simples pintura nos postes, podem ser estruturas físicas dotadas de abrigo contra chuva, banco de espera, lixeira, luminária, além de informações básicas, como o número e nome das linhas de passagens, horário de operação e partida das viagens, telefone de informações, mapas das linhas etc”.

ANDRADE *et al.* cita a definição de ponto de parada segundo a ANTP (1995): “local definido na via pública onde se realiza a parada do veículo de transporte coletivo para embarque e/ou desembarque dos passageiros. Deve possuir características próprias que dependem de sua localização e do tipo de via em que está alocado.” Do ponto de vista das empresas operadoras, a localização dos pontos de parada influencia diretamente na velocidade comercial dos veículos e conseqüentemente em seu custo operacional. Nesse sentido, a distância entre as paradas deve ser tão longa quanto possível para reduzir a necessidade de manobras de aceleração e desaceleração e o tempo parado. No entanto, quanto mais próximos os pontos de parada, melhores são as condições de acessibilidade proporcionadas aos passageiros. Para equilibrar as funções de transporte e acessibilidade, o Manual de Gestão de Sistema de Transporte Público de Passageiros recomenda os espaçamentos para pontos de embarque e desembarque apresentados na tabela 2.10:

TABELA 2.10 DISTÂNCIA ENTRE PONTOS DE PARADA

LOCAL	DISTÂNCIA
Áreas Centrais	150m a 200m
Áreas Comerciais	200m a 350m
Corredores Viários	300m a 500m
Áreas Residenciais	200m a 400m
Áreas Rarefeitas	400m a 700m (ou até mesmo paradas livres posicionadas próximas a polos geradores de demanda)

FONTE: EBTU (1988)

As características de qualidade demandada nos pontos de embarque/desembarque incluem a distância entre eles, abrigo contra condições climáticas, quantidade de lugares sentados, espaço

para circulação e dimensões adequadas para as manobras dos veículos. O Artigo 14^o da Lei 12.587/12 define que os usuários tem direito de receber de informações, de forma gratuita e acessível, sobre itinerários, horários, tarifas e modos de integração nos pontos de embarque e desembarque, além de ter um ambiente seguro e acessível conforme as Leis 10.048/2000 e 10.098/2000.

2.3.4 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

O diagnóstico das condições de operação do sistema consiste na primeira etapa de planejamento, composta pela caracterização do perfil da demanda e da oferta de serviço.

Existem duas possíveis abordagens que devem ser analisadas em conjunto para a caracterização da demanda manifesta relacionada a uma linha de transporte coletivo: a sua variação temporal e espacial. O estudo da variação temporal envolve a evolução anual, flutuação mensal, diária e horaria da quantidade de passageiros transportados pelo sistema. A variação espacial analisa a ocupação dos veículos com base em pesquisas como anotação de catraca, contraste visual ou quantificação de passageiros que embarcam e desembarcam em cada ponto de parada. Devido às diferenças entre os métodos de pesquisa, considerando os dados obtidos e o custo relacionado para a coleta de informações, a EBTU (1988) sugere um procedimento de cálculo com base em ponderações para se obter os parâmetros necessários para a programação e avaliação de desempenho das linhas.

Na metodologia proposta pela EBTU (1998), a caracterização da oferta inclui o mapeamento das linhas, tabelas operacionais, análise dos corredores, dos pontos terminais, pontos de parada e outros dados relacionados à forma de exploração dos serviços, como áreas de atuação e um cadastro geral das empresas.

A Figura 2.2, adaptada de EBTU (1988), resume as etapas recomendadas para o diagnóstico do sistema de transporte público.

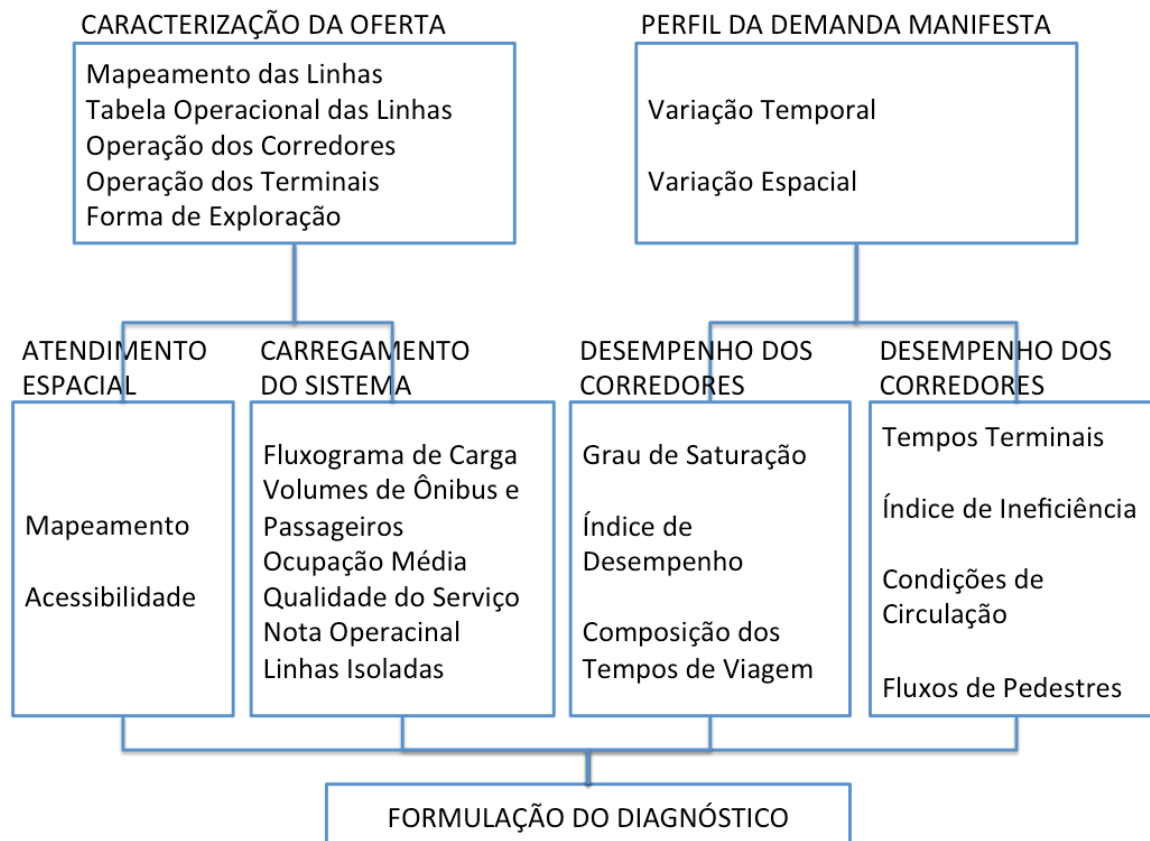


Figura 2.2–Síntese dos Procedimentos para Formulação do Diagnóstico do Sistema de Transporte Público

FONTE: EBTU(1988), com adaptações

2.3.5 PLANO OPERACIONAL

Existem diferentes níveis de planejamento para o estudo e implantação de melhorias no sistema de transporte. O planejamento estratégico analisa as soluções de médio e longo prazo com elevada alocação de recursos, como investimentos em infraestrutura e definição de diretrizes gerais de operação, com o intuito de adequar os sistemas de transporte à evolução urbana local. O planejamento operacional, em geral de caráter corretivo, foca nas soluções de curto e médio prazo, priorizando as soluções de baixo custo e rápida implantação, incluindo características da empresas operadoras, veículos e condições de circulação, programação de horários, racionalização de itinerários entre outras.

A Figura 2.3 apresenta o fluxograma básico de elaboração de um plano operacional proposto no Manual de Gestão de Sistemas de Transporte Público de Passageiros publicado pela EBTU (1988).

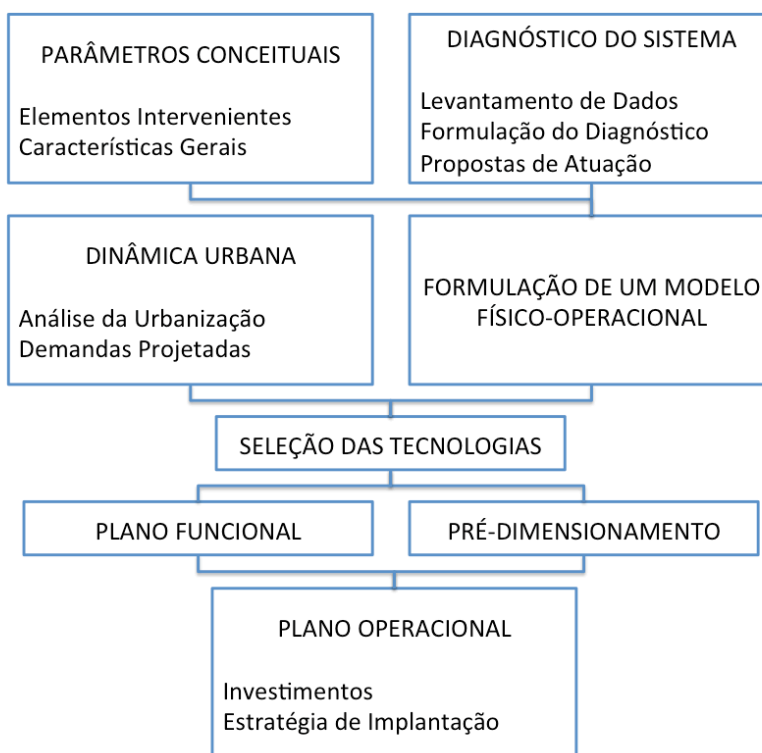


Figura 2.3.–Fluxograma Básico de Elaboração de um Plano Operacional

FONTE: EBTU(1988), com adaptações

2.3.6 PROGRAMAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSPORTE

A programação de uma linha de transporte coletivo consiste em definir os parâmetros básicos da operação: avaliação da demanda (manifesta e/ou potencial), especificação dos veículos, definição de itinerários e horários, fixação das frotas operacionais, estabelecimento das estratégias de operação e proposição de melhorias (EBTU, 1988).

A Figura 2.4 descreve o fluxograma para programação de uma linha de transporte público:

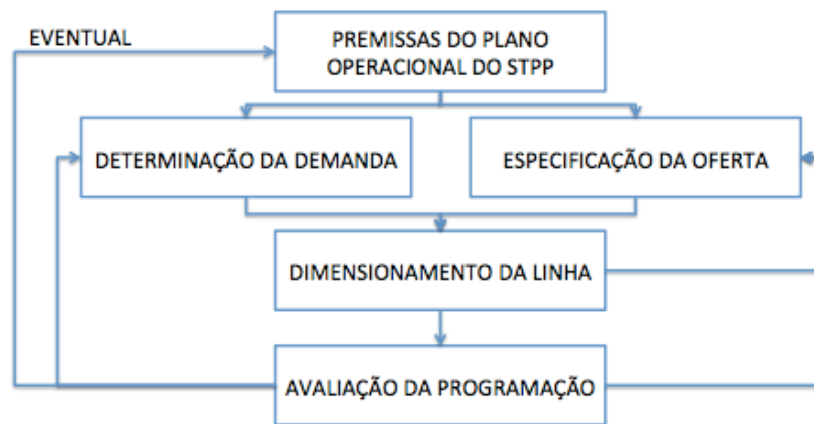


Figura 2.4–Fluxograma Básico para Programação da Operação de uma Linha de Transporte Público

FONTE: EBTU(1988), com adaptações

Observa-se que a partir das premissas do plano operacional deve-se determinar a demanda de projeto e especificar a oferta de serviço para poder realizar o dimensionamento das linhas. Durante a operação da linha é essencial que seja feita uma avaliação periódica de desempenho para atualizar as informações sobre a demanda e adequar a especificação da oferta de acordo com possíveis variações nos padrões de utilização da linha, podendo eventualmente revelar a necessidade de alterar as próprias premissas originais adotadas para o planejamento do sistema de transporte.

A partir da realização de pesquisas sobre-desce ou de contraste visual é possível analisar o perfil de carregamento da linha e os trechos críticos onde há a maior quantidade de passageiros transportados. O Índice de Renovação (k) é calculado pela razão entre a quantidade de passageiros transportados em uma viagem e a ocupação do seu trecho crítico. Valores altos de

“k” indicam que existe um trecho da viagem com grande concentração de passageiros enquanto os outros trechos apresentam ocupação relativamente baixa.

$$k = \frac{PV}{OTc}$$

Onde OTc é a ocupação do trecho crítico.

O Fator de Desequilíbrio (D) é um índice usado para indicar viagens onde há uma grande diferença de demanda no sentido de pico e contra-pico, calculado pela expressão:

$$D = \frac{VH_p}{(VH_p + VH_{cp})}$$

Onde VH_p é o volume médio de passageiros no sentido de pico e VH_{cp} é o volume médio de passageiros no sentido de contra-pico.

Quando é constatado um grande desequilíbrio na demanda de uma linha no sentido de pico e contra-pico, pode ser conveniente programar o retorno de alguns veículos diretamente sem efetivar o embarque de passageiros, de modo que o tempo de ciclo é reduzido e existe a possibilidade de operar com um número maior de veículos no sentido de pico.

O Manual de Gerência do Sistema de Transporte Público de passageiros classifica as viagens efetuadas pelos veículos em quatro categorias:

1. Comuns (ou Paradoras): atendem a todos os pontos de parada ao longo do itinerário.
2. Expressas: realizadas com um número reduzido e predeterminado de pontos de parada, bem espaçados, ao longo do itinerário, em geral relacionados com a presença de um polo gerador de tráfego no seu entorno, a fim de garantir maior velocidade do veículo.
3. Diretas: São aquelas realizadas sem pontos de parada ao longo do itinerário, interligando diretamente seus pontos terminais com grande velocidade.

4. Suplementares (ou Extras): realizadas e acréscimo às frequências ou horários preestabelecidos para atender a uma demanda eventualmente maior, contida em trechos da linha.

Segundo EBTU (1988), “a programação de uma linha deve ser executada para seus vários períodos, dias e meses típicos, além de situações especiais (horários noturnos, meses atípicos, etc)”. O manual classifica as linhas de acordo com a sua jurisdição administrativa e função operacional, de acordo com as tabelas 2.11 e 2.12, respectivamente:

TABELA 2.11 CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS DE ACORDO COM JURISDIÇÃO ADMINISTRATIVA

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
Municipais	Internas aos municípios
Suburbanas	Quando interligam dois ou mais municípios conurbados
Diametrais	Interligam dois bairros passando ou tangenciando a área central
Circulares	São linhas que tem um itinerário perimetral a uma região, percorrendo-o num único sentido e com apenas um ponto terminal, atendendo à função de captação e distribuição principalmente em áreas densas (centro) ou rarefeitas (novos loteamentos).
Radiais Envolventes	Características simultâneas de linhas radiais (nos corredores) e circulares (no trecho central)
Locais	Aquelas cujo itinerário está totalmente contido num bairro (ou setor de atuação da empresa)
Interbairros	Interligam dois bairros (ou setores) sem passar pela área central

TABELA 2.12 CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS DE ACORDO COM FUNÇÃO OPERACIONAL

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
Troncal	Opera basicamente em grandes corredores, com elevada demanda e atendendo às funções de transporte
Alimentadora	Opera nas vias secundárias para coletar os usuários e conduzi-los para as linhas troncais, além de distribuí-los no sentido inverso, atendendo à função de captação e distribuição
Convencional	Linha que executa ambas as funções (captação/distribuição e transporte) conduzindo o usuário sem necessidade de integração operacional (integração compulsória)
Seletiva	Serviço complementar ao transporte básico da população cuja função é atuar como indutora na mudança de hábitos da população, estimulando maior uso do transporte público. Usualmente oferece equipamentos especiais, capacidade limitada ao número de passageiros sentados e tarifa mais elevada.

2.4. ELEMENTOS INTERVENIENTES

A partir da definição do conjunto de atributos que compõem a qualidade do sistema, é necessário estabelecer escalas de referência para avaliação. No entanto, as expectativas, os valores aceitáveis e a importância relativa de cada atributo ou característica para o desempenho global do sistema de transportes dependem do ponto de vista analisado.

“A principal preocupação do planejamento do STPP deve ser a constante reavaliação do desempenho do sistema tanto dos parâmetros operacionais, como dos custos de transporte, na busca de um equilíbrio entre a manutenção de uma tarifa reduzida e a melhoria na qualidade dos serviços ofertados aos usuários. Para a obtenção desse equilíbrio é fundamental a conciliação de interesses de três grupos, com preocupações distintas quanto ao desempenho do sistema:

Usuários: Utilizam de um serviço público para suprir suas necessidades de deslocamento (...) esse segmento poderá considerar uma série de atributos – regularidade, tempo de deslocamento, conforto, custos, etc. – para tomada de decisão de quando, onde e como usar o transporte;

Operadores: Administrar e fazer funcionar um complexo sistema de transportes (financiamento, aquisição, manutenção, renovação da frota, etc.) e de comercializá-lo, sob a forma de prestação de um serviço público. Suas preocupações estão relacionadas com as variáveis que influenciam os custos e as receitas na oferta do serviço;

Poder Público: Deve regulamentar, planejar, programar e fiscalizar a execução dos serviços.” (EBTU, 1988)

De acordo com SANTANA FILHO (1992 , CAVADINHA, 2005), “as consequências de uma operação inadequada pode ter reflexos extremos sobre os vários atores envolvidos no sistema. Para o usuário, a oferta de parâmetros operacionais inadequados pode acarretar um nível de serviço ruim e custos elevados. Para o operador, pode acarretar um desequilíbrio ou vantagem financeira. E para o Governo e a sociedade, pode acarretar congestionamento, aumento de impostos para fins de subsídio ou investimentos e interferências no desenvolvimento urbano e social da região”.

2.4.1 PERSPECTIVA DO USUÁRIO

Na análise de qualidade do transporte público coletivo, o usuário atua no papel de cliente que paga uma determinada tarifa (ou utiliza de algum subsídio do estado) e recebe o serviço de deslocamento de um local para outro, dentro de um nível de serviço que inclui conforto, conveniência e acessibilidade.

É importante ressaltar que a utilização do sistema de transporte coletivo pelo usuário é facultativa, isso é, as pessoas optam pelo deslocamento por ônibus, metrô ou trens de acordo com o grau em que este atende às suas necessidades de deslocamento. Essa escolha depende, entre outras coisas, da faixa de renda do usuário e das alternativas existentes para o transporte.

PÊGO *et al.* (2008) apresenta 16 itens de qualidade demandada utilizados em seu trabalho, divididos em três categorias de acordo com a tabela 2.18:

TABELA 2.13 ITENS DE QUALIDADE DEMANDADA

NÍVEL PRIMÁRIO	NÍVEL SECUNDÁRIO
FROTA	Limpeza dos ônibus
	Estado de conservação do veículo
	Sistema de bloqueio de portas
	Conforto das cadeiras
	Identificação do itinerário
OPERAÇÃO	Respeito aos horários
	Frequência dos ônibus
	Tempo de espera
	Lotação do Veículo
TRIPULAÇÃO	Obediência à sinalização
	Respeito aos pontos de parada
	Tratamento dado aos passageiros pelo motorista
	Tratamento dado aos passageiros pelo cobrador
	Tratamento dado aos idosos
	Eficiência dos motoristas
	Segurança passada pelo motorista ao dirigir

FONTE: PÊGO *et al.* (2008)

Segundo a Lei nº 7853/89, pessoas com deficiência devem receber tratamento preferencial, garantindo a acessibilidade destas ao sistema de transportes. Entre os diferentes tipos de limitações e incapacidades que caracterizam o termo Pessoa Portadora de Deficiência, destacam-se:

1. deficiência física (mobilidade reduzida)

2. deficiência auditiva
3. deficiência visual

2.4.2 PERSPECTIVA DAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇO

Segundo CAVADINHA (2005), a atuação das empresas operadoras no sistema de transporte coletivo consiste em “prover o capital básico para adquirir, operar e manter os veículos, instalações e equipamentos, e contratar o pessoal necessário à oferta do transporte público”.

Do ponto de vista das empresas prestadoras de serviço, a qualidade do sistema pode ser analisada diferenciando os fatores internos (que indicam até que nível a empresa está cumprindo com suas obrigações legais e se está prestando um serviço adequado) e fatores externos (representando as condições enfrentadas para prestação do serviço, como adequabilidade de vias, congestionamentos, distribuição da demanda, remuneração, etc). Em outras palavras, os fatores internos são aqueles que analisam se o serviço oferecido pelas empresas atende aos critérios de qualidade e demais exigências legais e os fatores externos são aqueles que revelam se as condições para prestação do serviço estão de acordo com as expectativas das empresas operadoras, principalmente em relação ao retorno financeiro da operação.

Uma das principais expectativas das empresas prestadoras de serviço é o retorno financeiro da operação. Nas cidades brasileiras, a atuação dos operadores sobre o sistema e a forma de remuneração são regulamentadas por regras de permissão ou concessão definidas pelo Poder Público.

O impacto econômico-tarifário da programação operacional na qualidade do serviço pode ser analisado em função do índice de renovação, extensão das linhas, quilometragem morta, quantidade de pontos de parada, tempo terminal, itinerário, condições do pavimento, idade média da frota, capacidade nominal do veículo e facilidade de acesso ao veículo de acordo com as tabelas 2.19 e 2.20:

TABELA 2.14 IMPACTO TARIFA X PROGRAMAÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Itens de Análise	Itens de Avaliação			
	Velocidade Comercial	Tempo de Ciclo	Percurso Médio Anual	Consumo de Combustível
Quilometragem Morta (Grande)				Aumenta
Quantidade de Pontos de Parada (Grande)	Reduz	Aumenta		
Tempo Terminal (Grande)		Aumenta	Reduz	
Itinerário (Sinuoso)	Reduz	Aumenta		Aumenta
Condições do Pavimento (Precário)	Reduz	Aumenta		
Facilidade de Acesso ao Veículo	Aumenta	Reduz		

FONTE: EBTU (1988)

TABELA 2.15 IMPACTO TARIFA X PROGRAMAÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSPORTE PÚBLICO – continuação

Itens de Análise	Itens de Avaliação				Custo do Transporte
	Manutenção da Frota	Remuneração e Depreciação	IPK	Frota	
Índice de Renovação (Grande)			Aumenta	Reduz	Menor
Extensão das Linhas (Grande)				Aumenta	Maior
Quilometragem Morta (Grande)					Maior
Quantidade de Pontos de Parada (Grande)				Aumenta	Maior
Tempo Terminal (Grande)				Aumenta	Maior
Itinerário (Sinuoso)			Reduz	Aumenta	Maior
Condições do Pavimento (Precário)	Aumenta			Aumenta	Maior
Idade Média da Frota (Nova)	Reduz	Aumenta			Maior ou Menor
Capacidade Nominal do Veículo (Grande)				Reduz	Menor
Facilidade de Acesso ao Veículo				Reduz	Menor

FONTE: EBTU (1988)

O sistema de transporte público coletivo rodoviário do Distrito Federal funciona sobre o regime de concessão. Os editais podem ser encontrados na página da Secretaria de Transporte do DF (<http://www.st.df.gov.br/>). O Edital de Concorrência nº 01/2011 define a modalidade do instrumento de licitação, do tipo MENOR TARIFA. O edital apresenta também uma conta de compensação gerenciada pelo poder concedente e “destinada à consolidação e compensação de todas as receitas provenientes do sistema, do repasse de subsídios e outras fontes de receitas acessórias” (EDITAL DE CONCORRÊNCIA Nº 01/2011 – ST – REABERTURA). A remuneração das empresas operadoras é proveniente do pagamento de tarifas diretamente nos veículos (ou, quando houver, nos terminais e estações de transbordo do Sistema de Transporte Público Coletivo do DF) e da conta de compensação citada anteriormente, pela qual são distribuídos os valores relacionados aos créditos eletrônicos de transporte (FACIL DF) e custeio de gratuidades.

O edital diferencia dois tipos de tarifas. A TARIFA USUÁRIO é aquela cobrada ao usuário pela utilização do sistema, decretada pelo Governador do Distrito Federal. A TARIFA TÉCNICA representa o valor apresentado pelas empresas participantes do processo de licitação e que é usada como parâmetro para a remuneração das concessionárias. O valor total repassado às empresas é igual à tarifa técnica multiplicada pela quantidade de passageiros pagantes transportados, incluindo aqueles beneficiários de gratuidades.

2.4.3 PERSPECTIVA DO GOVERNO E SOCIEDADE

A Constituição Federal de 1988, Artigo 30, Inciso V estabelece que o transporte coletivo é um serviço essencial. O direito ao transporte é vital para a dinâmica social, pois é ele que dá acesso aos demais serviços públicos como saúde, lazer e educação, além de promover os deslocamentos da mão-de-obra.

O Governo tem fundamental importância na questão de avaliação de desempenho do sistema de transporte público pois compete a ele regular os conflitos de interesse resultantes da operação de transportes urbanos. O artigo 175 da Constituição Federal de 1988 estabelece que a prestação de serviços públicos é responsabilidade do Poder Público. Tais serviços podem ser executados sob

regime de concessão, permissão ou diretamente, cabendo ao órgão gestor a obrigação de manter um serviço adequado.

O primeiro parágrafo do artigo 6 da Lei 8.987/95 define que um serviço adequado é aquele que “satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.”

A avaliação de desempenho do sistema de transporte público do ponto de vista do Governo e Sociedade deve considerar os cumprimento da legislação vigente e aspectos relacionados aos direitos de acessibilidade e às necessidades de deslocamento dos cidadãos, monitorando também os efeitos sobre a economia social, o meio ambiente e os impactos sobre utilização de recursos e uso do solo.

A medida que às exigências da legislação relacionada ao Transporte Público tornam-se cada vez mais rigorosas, fica evidente a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de monitoramento que identifique a oferta de um serviço adequado nos termos da lei e que possibilite uma avaliação precisa do cumprimento de parâmetros operacionais e controle financeiro do sistema.

2.4.4 CONFLITO DE INTERESSES

CAVADINHA (2005) descreve as relações entre os elementos intervenientes da seguinte maneira: “o operador recebe contribuições dos usuários em forma de receita; do Governo pode receber como input, doações, subsídios, restrições e padrões, e da sociedade recebe recursos, terra, materiais, trabalho e energia. Em contra partida, o operador fornece capital e trabalho e, através dos modos de transporte, oferta serviços aos usuários. Os usuários, por sua vez, pagam ao operador uma tarifa e despendem na utilização do serviço, tempo e esforço. A sociedade fornece para o operador e para os usuários os recursos necessários à operação do sistema, como já salientado, e está sujeita aos impactos deste sistema no âmbito econômico, social e ambiental. O Governo recebe do sistema de transporte (operador e usuário) os impostos, as taxas e a

contribuição dos impactos políticos, e, finalmente, o prestígio proporcionado pela operação do sistema.” A Figura 2.5, baseada no trabalho de TOMAZINIS (1975) ilustra esses conceitos.

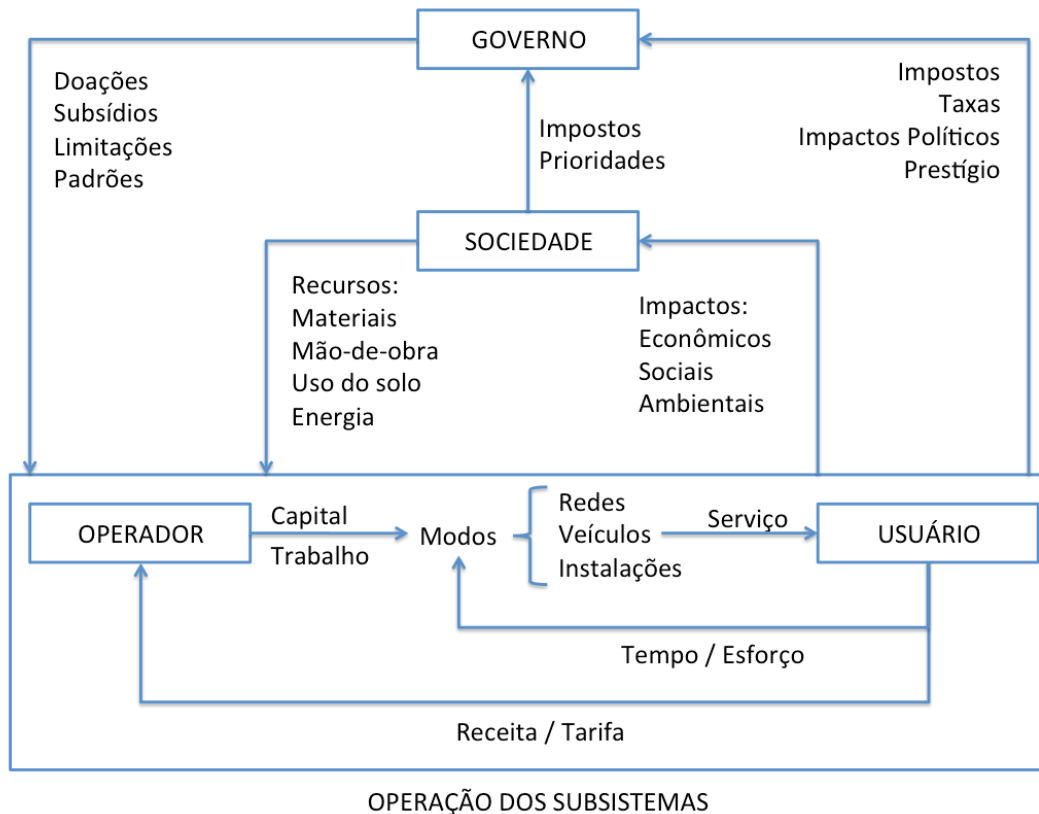


Figura 2.5–Relacionamento dos Pontos de Vista

FONTE: TOMAZINIS(1975) *apud* CAVADINHA(2005), com adaptações

“Uma programação da operação totalmente adequada à demanda (manifesta ou potencial), segundo níveis de serviço generosos pode resultar em um excesso de veículos em circulação (agravando os problemas de trânsito e de operação dos terminais e pontos de parada) além de um aumento no custo do transporte (maior frota, maior quilometragem rodada) refletindo-se diretamente no nível tarifário do sistema, podendo tornar o transporte público inacessível à maioria de seus usuários (baixa renda)” (EBTU, 1988).

2.5. TÓPICOS CONCLUSIVOS

Qualidade pode ser definida como o nível em que as expectativas sobre um determinado produto ou processo são atendidas. Tais expectativas variam de acordo com o ponto de vista da análise. Destacam-se nesse trabalho a atuação de três elementos intervenientes: usuários, empresas operadoras e governo/sociedade. É evidente a existência de situações onde há conflito de interesses. Nesses casos, é necessário estabelecer parâmetros objetivos para definir prioridades que orientem o planejamento e operação do sistema de transporte público.

Os usuários optam pela utilização do sistema de transporte na medida em que este atende às expectativas de rapidez, confiabilidade, conforto, segurança, acessibilidade e economia.

TABELA 2.21 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA – USUÁRIOS

ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA	
USUÁRIOS	RAPIDEZ
	ACESSIBILIDADE
	CONFORTO
	CONFIABILIDADE
	SEGURANÇA
	ECONOMIA

As empresas operadoras investem seu capital com a expectativa de retorno financeiro, que por sua vez é influenciado por questões internas (eficiência e eficácia operacional) e externas (más condições de trânsito, má qualidade das vias, distribuição espacial e temporal da demanda entre outros)

TABELA 2.22 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA – OPERADORAS

ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA	
EMPRESAS OPERADORAS	EFICIÊNCIA
	EFICÁCIA DE CUSTO
	EFICÁCIA DE SERVIÇO
	DEMANDA
	FLUIDEZ DE TRÁFEGO
	QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA

O Poder Público tem a obrigação constitucional de garantir a prestação de um serviço adequado de transporte, com regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade de tarifas. A avaliação da qualidade do ponto de vista do governo e sociedade deve considerar também o cumprimento da legislação vigente e influencia de efeitos externos na economia, meio ambiente e dinâmica urbana.

TABELA 2.23 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA – PODER PÚBLICO

ATRIBUTOS DE QUALIDADE DEMANDADA	
GOVERNO E SOCIEDADE	REGULARIDADE
	CONTINUIDADE
	EFICIÊNCIA
	SEGURANÇA
	ATUALIDADE
	GENERALIDADE
	CORTESIA
	MODICIDADE DE TARIFAS
	IMPACTO SÓCIO-AMBIENTAL

Os sistemas modernos de gestão da qualidade são baseados no controle de processos para garantir estabilidade e previsibilidade aos mesmos, reduzir a heterogeneidade dos resultados e subsidiar o planejamento e acompanhamento de ações de melhoria.

O monitoramento de atributos de qualidade são ferramentas gerenciais importantes na medida em que registra ocorrências e passa a agir sobre fatos e dados concretos.

O Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Shewhart, Ciclo da Qualidade ou Ciclo de Deming, é uma metodologia que tem como função básica o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo extremamente útil para a solução de problemas. Poucos instrumentos se mostram tão efetivos para a busca do aperfeiçoamento quanto este método de melhoria contínua, tendo em vista que ele conduz a ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações” (QUINQUIOLO, 2002 *apud* PACHECO *et al.*). Esse ciclo é composto por quatro etapas:

1. Planejar (Plan): definir de um plano de ações concretas;
2. Executar (Do): implementar o que foi planejado na etapa anterior;
3. Verificar (Check): verificar se os resultados obtidos estão de acordo com o que foi planejado;
4. Agir (Act): desenvolver ações corretivas ou de melhoria para mitigar falhas e desvios que tenham sido constatados na etapa anterior em busca de um aumento gradual do nível de qualidade.

A metodologia utilizada por PÊGO *et al.* fornece uma ferramenta para definição de prioridades, baseada no grau de importância e no nível de satisfação relacionado a cada item de qualidade demandada. Aplicando o método QFD ao sistema de transporte público, identificou-se os itens de monitoramento e fiscalização prioritários a partir de uma pesquisa realizada em Vitória (ES), entre os quais destacam-se neste trabalho:

1. Obediência rigorosa aos pontos de embarque e desembarque

2. Realização das viagens constantes nas ordens de serviço de operação
3. Cumprimento de determinação da Secretaria de Transito para aumento ou diminuição da frota
4. Atraso na partida e na chegada (min)
5. Taxa de ocupação do veículo
6. Número de viagens por linha/dia
7. Índice mensal de acidentes
8. Supressão de viagem por trânsito lento (%)
9. Apresentação do certificado de aprovação nos cursos exigidos para o pessoal de operação, manutenção e administração

3 – INDICADORES COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO DA QUALIDADE

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo SANTANA FILHO (1992, *apud* CAVADINHA, 2005) “os indicadores são instrumentos usados para medir ou descrever um dado objeto segundo um determinado ponto de vista ou ângulo particular. O termo indicador de desempenho denota um item descritivo que pode ser abordado em termos tanto quantitativo quanto qualitativo”

MULLER (2003) apresenta os indicadores como elo de ligação entre as diretrizes estratégicas e a operação das empresas. Entre as principais vantagens da implantação de rotinas de planejamento estratégico com base em indicadores, o autor destaca:

“Visão de conjunto: Aprofunda o conhecimento sobre a organização, mercado/clientes, concorrentes, parceiros e fornecedores;

Agiliza e fundamenta decisões: Cria um consenso natural entre os líderes empresariais sobre o que é importante;

Direção única para todos: Alinha os esforços de todos para o atendimento de objetivos comuns;

Melhor capacidade de adaptação: Facilita a reestruturação organizacional frente às mudanças do ambiente;

Otimiza alocação de recursos: Alicerça o orçamento da organização

Reforça a motivação;

Estabelece o contexto para planos funcionais;

Melhora o controle;

Sistematiza ciclos de melhoria contínua da organização.” (MULLER, 2003)

Esse capítulo apresenta definições conceituais, critérios para seleção de indicadores, exemplos de aplicação na área de transporte coletivo urbano e os diferentes tipos de análises possíveis a partir do monitoramento dos atributos de qualidade demandada.

3.2. TIPOS DE INDICADORES

A Tabela abaixo apresenta a classificação de indicadores por função, de acordo com o Boletim Técnico nº 25, publicado pela Agência Ambiental Europeia (EEA) em 1999.

TABELA 3.1 TIPOS DE INDICADORES POR FUNÇÃO

TIPO DE INDICADOR	DESCRIÇÃO
Descritivo	Quantificam um determinado atributo
Desempenho	Comparam os atributos monitorados com um determinado grupo de valores de referência
Eficiência	Avaliam a relação entre recursos utilizados e resultados obtidos
Global	Conjunto de indicadores e ponderações que transmitem uma visão geral sobre o tópico abordado

CAVADINHA (2005) cita OUM *et al.* (1992, *apud* ARAGÃO, 1996), identificando dois termos relacionados à definição conceitual de indicadores: a produtividade parcial, que relaciona uma saída à um conjunto determinado de entradas (ex. mão-de-obra, capital financeiro, utilização de infraestrutura, alocação de veículos), e a produtividade total dos fatores (TFP), que considera a relação entre todos os outputs pelo total de inputs. TOMAZINIS (1975, *apud* CAVADINHA, 2005) defende a ideia de analisar o desempenho do sistema de transportes de forma ampla, enfatizando a necessidade de incluir todos os pontos de vista envolvidos, tendo em vista que existem conflitos de interesse intrínsecos da operação desse tipo de sistema. (ex. possibilidade de reduzir custos operacionais com um prejuízo no conforto e conveniência do transporte para o usuário). ARAGÃO (1996, *apud* CAVADINHA, 2005) também considera a TFP uma forma mais coerente de medir a produtividade de um sistema pois avalia todo o conjunto de fatores envolvidos no processo de produção ou prestação de serviço. No entanto, o autor assume que existe uma série de dificuldades técnicas e ambiguidades conceituais relacionadas a TFP, e afirma que os resultados obtidos variam significativamente de acordo com as variáveis e

procedimentos de cálculo utilizados. CAVADINHA (2005) cita algumas das dificuldades associadas à utilização de indicadores totais de desempenho:

1. Disponibilidade dos dados a serem utilizados;
2. Análise dos outputs ou inputs versus a importância dos atores envolvidos (pode ter importância para um ator, ou para apenas dois atores, ou para todos os atores, independente de quem é o responsável pela introdução do input na produção);
3. Incorporação de efeitos negativos ou colaterais (p.ex. poluição atmosférica, pois seu controle evolui com a tecnologia, e, portanto, esses custos a serem considerados como inputs devem ser tomados em totalidade, ou seja, o total gasto para o referido controle.

Indicadores parciais apresentam a relação entre duas ou mais variáveis do sistema. Apesar de não representarem o impacto global de cada variável, a análise com base em indicadores parciais fornece informações importantes sobre o desempenho de um sistema de transporte coletivo. A visão geral do sistema pode ser aproximada por um conjunto ponderado de indicadores parciais que refletem as características principais do objeto em análise.

3.2. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE INDICADORES

ALLEN (1980, *apud* CAVADINHA 2005) afirma que os indicadores selecionados para avaliação de desempenho devem satisfazer cinco critérios técnicos gerais:

- a) Facilmente compreensíveis e definíveis
- b) Objetivos;
- c) Mensuráveis a partir de dados disponíveis;
- d) Metodologicamente corretos (isto é, separando adequadamente medidas de inputs das medidas de outputs);
- e) Aceitáveis pelas partes envolvidas.

Segundo TAKASHINA e FLORES (1996, *apud* MARTINS e NETO, 1998) devem ser atribuídos aos indicadores de desempenho relacionados à qualidade de um sistema:

- a) Um índice associado (forma de cálculo) bem explícito e, se possível, simplificado;
- b) Uma frequência de coleta;
- c) Uma designação dos responsáveis pela coleta dos dados;
- d) Uma divulgação ampla para melhoria e não para a punição;
- e) Uma integração com quadros de gestão à vista ou com sistemas de informação gerencial, quando eles existirem.

“ARAGÃO e FIGUEIREDO (1993, *apud* ROSSITER, 1998) alertam para a importância de considerar preliminarmente alguns pontos importantes na sua formulação e/ou seleção dos indicadores. Eles devem ser de formulação simples, de fácil entendimento por parte de todos envolvidos na sua produção e análise. Além de representarem satisfatoriamente as atividades desejadas, devem ser calculáveis com os dados disponíveis (facilmente coletáveis e confiáveis). E finalmente, devem apresentar estabilidade e serem incorporados às atividades normais da organização” (CAVADINHA, 2005)

VILLELA *et al.* apresenta os seguintes critérios para seleção de indicadores:

- a) Representatividade
- b) Relevância à escala da análise (espacial e temporal)
- c) Adequabilidade às necessidades do grupo alvo (especialistas, gestores, público geral etc)
- d) Pertinência aos objetivos do planejamento
- e) Facilidade de compreensão, clareza, simplicidade e ausência de ambiguidades
- f) Viabilidade, dentro do contexto da disponibilidade de dados e grandeza de custos e tempo de obtenção
- g) Possibilidade de captação de mudanças
- h) Comparabilidade em nível internacional (implica ser baseado em padrões internacionais e possuir um consenso internacional sobre sua validade)
- i) Abrangência de escopo
- j) Existência de valores de referencia para dar significado aos valores que assume
- k) Existência de fundamentação científica

- l) Possibilidade de ser utilizado em modelos econômicos, de previsão e em sistemas de informação
- m) Adequabilidade da documentação
- n) Regularidade de atualização
- o) Capacidade de cumprir suas funções

MARTINS e NETO (1998) ressaltam que “todos os indicadores de desempenho, em seus níveis de abrangência, precisam ter padrões de comparação. Os padrões podem ser resultados de *benchmarking* ou metas de diretrizes da organização. Naturalmente que tolerâncias precisam ser determinadas para esses padrões”.

3.3. EXEMPLOS DE INDICADORES APLICADOS AO SISTEMA DE TRANSPORTES

Denominado de Gestão da Qualidade e Produtividade, o trabalho de LIMA (1996) apresentado por CAVADINHA (2005) identifica os seguintes indicadores parciais:

TABELA 3.2 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE SEGUNDO LIMA (1996)

INTENSIDADE DE UTILIZAÇÃO DO SERVIÇO	UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE OFERTADA
	UTILIZAÇÃO DA FROTA
	UTILIZAÇÃO MÉDIA DOS VEÍCULOS
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
RACIONALIDADE DO TEMPO INVESTIDO	APROVEITAMENTO DO TEMPO DE OPERAÇÃO
	APROVEITAMENTO DO TEMPO DE PRODUÇÃO
REALIZAÇÃO DO PROGRAMADO	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DA OFERTA
	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DE VIAGENS
	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DA QUILOMETRAGEM
	ÍNDICE DE CUMPRIMENTO DE HORÁRIOS
DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO	DISPONIBILIDADE DA FROTA
	CONFIABILIDADE DA FROTA
	TEMPO MÉDIO DE LIBERAÇÃO DA FROTA
DESEMPENHO OPERACIONAL	PRODUTIVIDADE DO PESSOAL OPERAÇÃO E ADMINISTRATIVO
	PRODUTIVIDADE DO PESSOAL DE MANUTENÇÃO
	PRODUTIVIDADE DA FROTA
	ÍNDICE DE PASSAGEIRO / QUILOMETRO

	ÍNDICE DE PASSAGEIROS / VIAGEM
	ÍNDICES DE QUILOMETRO / DIA
	ÍNDICES DE QUIÔMETRO / VEÍCULO

WAISMAN (1983) analisou o desempenho da Companhia Trolebus Araraquara (CTA), no período de 1959 a 1983, atuante na cidade de Araraquara, São Paulo. Sobre o trabalho de WAISMAN, CAVADINHA (2005) ressalta que “sua avaliação procurou descrever as tendências e pontos de mudança (locais e/ou permanentes), buscando explicitar as devidas causas, com base em sua experiência local” mas que “quanto às medidas escolhidas, o autor também teve dificuldades em relação à disponibilidade de dados”. Do trabalho de WAISMAN, foram destacados alguns indicadores apresentados na tabela abaixo:

TABELA 3.3 INDICADORES DE DESEMPENHO WAISMAN (1983) – EFICIÊNCIA

PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA	NÚMERO DE HOMENS X HORA DE OPERAÇÃO / NÚMERO DE HORAS PAGAS
UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO	VEÍCULO X QUILOMETRO / VEÍCULO
	MÉDIA DE HORAS DE OPERAÇÃO / VEICULO X DIA
EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO	QUILOMETRAGEM MÉDIA ENTRE QUEBRAS
	PERCENTUAL DE VIAGENS PROGRAMADAS / VIAGENS COMPLETADAS
	RELAÇÃO TOTAL DE ÔNIBUS DISPONÍVEIS / NÚMERO DE EMPREGADOS DA MANUTENÇÃO

TABELA 3.4 INDICADORES DE DESEMPENHO WAISMAN (1983) – EFICÁCIA DE SERVIÇO

UTILIZAÇÃO DO SERVIÇO	PASSAGEIRO / VEÍCULO
	PASSAGEIROS TRANSPORTADOS
	PASSAGEIROS PAGANTES
QUALIDADE DO SERVIÇO	FREQUENCIA DO SERVIÇO (NÚMERO DE VEÍCULOS / HORA)
SEGURANÇA	1.000.000 VEÍCULO X QUILOMETRO / ACIDENTE
GERAÇÃO DE RECEITA	RECEITA TOTAL

TABELA 3.5 INDICADORES DE DESEMPENHO WAISMAN (1983) – EFICÁCIA DE CUSTO

CUSTO DO SERVIÇO	CUSTO TOTAL / PASSAGEIRO
	RECEITA TOTAL / CUSTO TOTAL

FERRAZ e TORRES (2004, *apud* RODRIGUES e SORRATINI) apresentam 12 indicadores para descrever a qualidade do transporte público, incluindo os seus respectivos padrões de referência para avaliação:

TABELA 3.6 INDICADORES DE QUALIDADE SEGUNDO FERRAZ E TORRES (2004)

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 maior que 3 min ou atraso maior que 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 (anos) e estado de conservação	< 5 bom estado	Entre 5 e 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	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
9. Sistemas de	Folhetos com itinerários e	Satisfatório	Deixa a	Insatisfatório

Informação	horários, informações adequadas nas paradas e pontos de informações e reclamações		desejar	
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; 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

O Controle de Qualidade do Serviço Básico do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal se baseia em um conjunto de 8 indicadores, descritos no Anexo VI do Edital de Concessão:

1. Grau de Variação dos Intervalos nos Pontos Terminais: mede o desvio padrão dos atrasos e adiantamentos em relação ao horário programado, utilizando uma ponderação para horários de pico e entre pico, dias úteis, sábados, domingos e feriados.
2. Grau de Falhas de Veículo em Operação: Relaciona a quantidade de falhas veiculares registradas e o tamanho da frota.
3. Grau de Cumprimento das Viagens: define adiantamentos e atrasos máximos em 10% e 50% do intervalo programado, respectivamente. É calculado pela razão entre as viagens realizadas e as viagens programadas, considerando todas as viagens com atrasos e adiantamentos acima do permitido como viagens não realizadas. Aplica-se a mesma ponderação utilizada no cálculo do Grau de Falhas de Veículo em Operação.
4. Grau de Reclamações dos Usuários sobre os Serviços: medido pela razão entre a quantidade de reclamações registradas e o número de passageiros transportados.

5. Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito: Avaliado através da quantidade de Boletins de Ocorrência que registrem acidentes e incidentes com ou sem vítimas que tenham sido comprovadamente causadas pelo operador, dividida pela frota operacional no período analisado.
6. Grau de Ocorrência de Irregularidades de Trânsito: relaciona a quantidade de autuações por infrações de trânsito e a frota operacional máxima no período
7. Grau de Reprovação de Veículos em Vistorias Programadas pelo Poder Público: calculado pelo quociente entre a quantidade de veículos reprovados pelo total de veículos vistoriados.
8. Grau de Limpeza dos Veículos: representa o número de veículo reprovados nas vistorias de limpeza pela quantidade total de veículos vistoriados

Para a questão de ocupação do veículo, o padrão FRUIN, desenvolvido por John Fruin, determina faixas de área disponível para cada pessoa que não tenha um assento disponível, baseado em pesquisas antropométricas.

TABELA 3.7 PADRÃO FRUIN PARA OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS

SITUAÇÃO	ÁREA (M ² /PASSAGEIRO)
1. Adequada para livre circulação	1,17
2. Área com circulação restrita	0,90 - 1,17
3. Área com circulação restrita que causa distúrbios à mobilidade	0,63 - 0,90
4. Circulação severamente restrita sem contato pessoal	0,27 - 0,63
5. Circulação impossível e contato pessoal inevitável	0,18 - 0,27
6. Área equivalente ao corpo humano, contato físico inevitável, desconforto físico e psicológico, disposição de pânico	0,14 - 0,18

FONTE: CAVADINHA (2005)

O Manual de Gerência de Sistemas de Transporte Público de Passageiros da EBTU sugere um indicador de conforto que relaciona a densidade de passageiros com o tempo de viagem. O indicador foi elaborado com a premissa que viagens mais curtas toleram uma densidade maior,

enquanto viagens mais longas exigiriam mais espaço, até o limite definido de tempo de viagem até 90 minutos, a partir do qual, indica-se que todos os passageiros tenham lugares sentados para atingir o nível excelente. Os valores sugeridos no manual foram obtidos por BOVY(1974, *apud* EBTU,1988) e são apresentados na tabela abaixo:

TABELA 3.8 INDICADORES DE CONFORTO: DENSIDADE DE OCUPAÇÃO X TEMPO DE VIAGEM

Qualidade do Serviço	DENSIDADE DE OCUPAÇÃO (pass/m ²)	DURAÇÃO DA VIAGEM (min)
Excelente	< 0	--
Ótimo	0 a 1,5	< 90
Bom	1,5 a 3	< 60
Regular	3 a 4,5	< 40
Ruim	4,5 a 6	< 10
Péssimo	> 6	< 2

FONTE: EBTU (1988)

Além da densidade de passageiros, o conforto proporcionado pelo sistema de transporte coletivo também é influenciado pelas questões de temperatura, ruídos e vibrações a que são expostos os motoristas, passageiros e região de influência do sistema. A Norma Regulamentadora n^o 15 do Ministério do Trabalho e Emprego define os limites de ruído aceitáveis em função do tempo de exposição.

A NBR 10.152/87 estabelece níveis de conforto acústico de acordo com o local (hospitais, escolas, hotéis, restaurantes, escritórios, entre outros). A norma não apresenta valores de referencia para ônibus, mas estabelece em geral faixas de conforto que variam entre 30 e 65 dB.

Os limites de exposição ao calor são apresentados na Norma Regulamentadora n^o 15 de acordo com o tipo de atividade realizada. Para análise, a norma utiliza o Índice de Bulbo Úmido

Termômetro de Globo (IBUTG), calculado a partir de uma ponderação das medidas de temperatura de bulbo úmido natural, temperatura de globo e temperatura de bulbo seco. De modo simplificado, pode-se considerar que uma condição adequada de conforto térmico é aquela que não excede valores máximos e mínimos pré-definidos. A tabela abaixo, extraída do trabalho de GOMES e AMORIM (2003), apresenta a relação entre valores de temperatura efetiva e as respectivas respostas físicas do corpo humano.

TABELA 3.9 TEMPERATURA EFETIVA E SENSações TÉRMICAS DO CORPO HUMANO

Temperatura Efetiva (°C)	Sensação		Resposta Física
	Térmica	Conforto	
40	Muito Quente	Muito incômodo	Problemas na regulação
35	Quente		Aumento da tensão por transpiração e aumento do fluxo sanguíneo
30	Temperado		Regulação normal por transpiração e troca vascular
25	Neutro	Cômodo	Regulação vascular
20	Ligeiramente Fresco	Ligeiramente cômodo	Aumento das perdas por calor seco
15	Frio	Incômodo	Vasoconstrição nas mãos e pés
10	Muito Frio		Estremecimento

Fonte: GOMES e AMORIM (2003)

O efeito de vibrações sobre passageiros de ônibus foi estudado por WALBER e TAMAGNA (2009) com base na norma ISO 2631/97. A referida norma apresenta o procedimento para medições e ábacos para aferição de limites de tolerância de acordo com o tempo de exposição.

O Manual de Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros da EBTU sugere indicadores de qualidade relacionados aos atrasos definindo um padrão de tolerância para os desvios de horário e medindo a quantidade de veículos que não apresentam atrasos maiores do que o aceitável.

TABELA 3.10 TOLERÂNCIA DE VIAGENS COM ATRASOS EM FUNÇÃO DO INTERVALO ENTRE VEÍCULOS

Qualidade do Serviço	INTERVALOS DA LINHA			
	< 8 min	1 a 12 min	13 a 20 min	> 21 min
Excelente	85 a 100%	90 a 100%	95 a 100%	98 a 100%
Ótimo	75 a 84%	80 a 89%	90 a 94%	95 a 98%
Bom	66 a 74%	70 a 79%	80 a 89%	90 a 94%
Regular	55 a 65%	60 a 69%	65 a 79%	75 a 89%
Ruim	50 a 54%	50 a 59%	50 a 64%	50 a 74%
Péssimo	< 50%	< 50%	< 50%	< 50%

FONTE: EBTU

A parcela admitida de atrasos varia de acordo com os intervalos entre as linhas, de modo que em linhas de menor frequência os atrasos são menos tolerados. Segundo os dados da EBTU, linhas com mais de 50% das viagens apresentando atrasos acima do permitido são classificadas como péssimas. Para até 30% de viagens com atrasos, por exemplo, uma linha com intervalos de 21 minutos seria considerada ruim, enquanto uma linha com intervalo de até 8 minutos seria classificada com nível de serviço bom.

A questão de acessibilidade do sistema pode ser interpretado de duas maneiras. A acessibilidade locacional está relacionada à proximidade entre os pontos de parada, ou nós do sistema, e os pontos de origem de deslocamento, como as unidades residências, comerciais, educacionais ou de lazer que compõem a dinâmica urbana. A acessibilidade temporal se refere ao intervalo máximo

indicado para linhas considerando a operação em horário de pico e entre-pico. Os valores variam de acordo com a densidade populacional de uma determinada região.

TABELA 3.11 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE TEMPORAL

DENSIDADE POPULACIONAL (hab/km ²)		> 4000		3000 A 4000	
Intervalo entre ônibus (min)		PICO	ENTRE- PICO	PICO	ENTRE- PICO
QUALIDADE DO SERVIÇO	Excelente	< 2	< 5	< 4	< 9
	Ótimo	2 a 4	5 a 9	5 a 9	10 a 14
	Bom	5 a 9	10 a 14	10 a 14	15 a 19
	Regular	10 a 14	15 a 20	15 a 19	20 a 29
	Ruim	15 a 20	21 a 30	20 a 30	30 a 60
	Péssimo	> 20	> 30	> 30	> 60

FONTE: EBTU (1988)

TABELA 3.12 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE TEMPORAL (continuação)

DENSIDADE POPULACIONAL (hab/km ²)		2000 A 3000		750 A 2000		< 750
Intervalo entre ônibus (min)		PICO	ENTRE- PICO	PICO	ENTRE- PICO	PROGRAMAÇÃO ESPECIAL
QUALIDADE DO SERVIÇO	Excelente	< 9	< 14	< 9	< 14	
	Ótimo	10 a 14	15 a 19	10 a 14	15 a 29	
	Bom	15 a 24	20 a 30	15 a 24	30 a 44	
	Regular	25 a 39	31 a 45	25 a 39	45 a 49	
	Ruim	40 a 60	46 a 60	40 a 60	60 a 90	
	Péssimo	> 60	> 60	> 60	> 60	

FONTE: EBTU (1988)

Para definir indicadores de acessibilidade local, o Manual da EBTU sugere os limites de tempo de deslocamento e distância percorrida de acordo com a tabela a seguir:

TABELA 3.13 INDICADORES DE ACESSIBILIDADE LOCACIONAL

Qualidade do Serviço	TEMPO (min)	DISTÂNCIA	
		A PÉ (m)	AUTOMÓVEL (km)
Excelente	< 2	< 100	< 0,8
Ótimo	2 a 4	100 a 200	0,8 a 1,6
Bom	4 a 7,5	200 a 400	1,6 a 3,2
Regular	7,5 a 12	400 a 600	3,2 a 4,8
Ruim	12 a 20	600 a 1000	4,8 a 8
Péssimo	> 20	> 1000	> 8

FONTE: EBTU (1988)

3.4. UTILIZAÇÃO DE INDICADORES PARA ANÁLISE DE QUALIDADE

O monitoramento de indicadores só se torna uma ferramenta apropriada para a gestão de um sistema quando esse trabalho é realizado em conjunto com uma avaliação contínua de resultados e reavaliação periódica de objetivos para orientar a intervenção dos elementos intervenientes em prol de uma utilização mais racional do sistema.

MARTINS e NETO (1998) afirmam que “os indicadores de desempenho sinalizam em que se deve agir para restaurar uma causa especial crônica ou atingir um desempenho nunca antes atingido. Esse tipo de atividade pressupõe a existência da atividade de controle antes, que é um uso natural dos indicadores de desempenho”. Trata-se da abordagem reativa à análise de desempenho. Uma abordagem proativa consideraria as informações provenientes dos indicadores para propor soluções para problemas futuros ou para atingir um nível de serviço em constante melhoria.

CAVADINHA (2005), cita três abordagens diferentes para a análise de desempenho de empresas ou sistemas de transporte: comparação entre objetos de estudo distintos, análise ao longo do tempo; e avaliação segundo metas estabelecidas. Além dos 3 métodos, a autora também apresenta a possibilidade de trabalhar a combinação de indicadores para relacionar dois aspectos distintos do sistema.

O monitoramento em tempo real de um conjunto de indicadores permite a implantação de sistemas de controle para mitigar desvios e falhas na programação, agir em condições atípicas de demanda e outras emergências. A comparação entre sistemas e subsistemas distintos e a avaliação ao longo do tempo servem como parâmetros para orientar os operadores na implantação de sistemas de controle da qualidade e a eventual aplicação de penalizações ou benefícios por parte do Poder Público. A análise da relação entre indicadores parciais permite obter parâmetros para otimizar a programação das linhas abrangendo os conceitos de eficiência, eficácia de custo e eficácia de serviço.



Figura 3.1 - Estrutura de Dados e Indicadores no Estudo do Desempenho

FONTE: FIELDING, 1985, apud ROSSITER, 1998 apud CAVADINHA, 2005), com alterações

Eficiência considera a relação entre a quantidade de serviço produzido e os insumos necessários. Eficácia de Custo aborda a relação entre os insumos e o montante de serviço consumido. Eficácia

do Serviço relaciona o montante de serviço produzido com o que de fato foi consumido pelos usuários. A Figura 3.1 ilustra esses conceitos.

3.4.1 COMPARAÇÃO ENTRE EMPRESAS OU SISTEMAS DE TRANSPORTE

A avaliação de desempenho baseada em indicadores parciais fornece um conjunto de valores numéricos que representam as relações entre as variáveis do sistema. No entanto, para que seja possível interpretar os valores medidos é necessário compará-los a algum valor de referencia. A comparação de indicadores de qualidade relacionados a empresas ou sistemas de transporte distintos fornece uma base para a avaliação de desempenho considerando uma referencia real de operação. Tal comparação possibilita a identificação de pontos fortes e fracos de cada empresa ou sistema, orientando o processo de troca de experiências e aplicação do conhecimento adquirido para fortalecer o processo de melhoria contínua do nível de serviço de transporte de uma determinada empresa ou região.

É necessário que sejam escolhidas empresas com características de operação semelhantes para aplicar o método de comparação. Diferenças como tamanho da frota, área de atuação, condições de tráfego e condições socioeconômicas influenciam os resultados referentes aos indicadores e exigem a compreensão dos fatores particulares de cada caso para analisar adequadamente os valores numéricos obtidos.

3.4.2 ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UMA EMPRESA OU SISTEMA AO LONGO DO TEMPO

É uma técnica que permite o acompanhamento e desenvolvimento de uma empresa ou sistema de transporte eliminando as eventuais dificuldades de comparação citadas no item anterior. Subsidiaria o planejamento e controle operacional, pois fornece dados consistentes para orientar o dimensionamento do serviço e adequá-lo à demanda.

A coleta regular de dados é essencial para estudar e intervir de forma eficaz no sistema de transporte coletivo para obter e melhorar o nível de serviço oferecido. A avaliação de indicadores

ao longo do tempo permite identificar a evolução das características relacionadas à qualidade e os resultados da aplicação de políticas de melhoria.

3.4.3 AVALIAÇÃO SEGUNDO METAS ESTABELECIDAS

ROSSITER (1988, *apud* CAVADINHA 2005) afirma que “a definição clara do objetivo de uma análise do desempenho é fundamental para o seu sucesso, como, também, a definição do método e fatores a serem utilizados, e na análise de seus resultados”.

A avaliação de desempenho baseada em metas é uma poderosa ferramenta de gestão que orienta os responsáveis pela administração do serviço de transporte para garantir que os objetivos da operação sejam atingidos.

HOFFATADT (1993, *apud* CAVADINHA 2005) destaca que a avaliação de desempenho baseada em metas orienta as atividades em prol da redução de custos na operação, na administração e comercialização do serviço de transporte.

3.4.4 RELAÇÃO ENTRE INDICADORES PARCIAIS

Além da comparação de indicadores entre empresas e sistemas distintos, do acompanhamento ao longo de tempo e da avaliação segundo metas, a eficiência do sistema de transporte também pode ser analisada a partir da relação entre indicadores parciais.

Observa-se que a maioria dos indicadores propostos pelos autores pesquisados são calculados a partir de um grupo de informações básicas, como a quilometragem percorrida, quantidade de passageiros transportados, custo operacional, receita proveniente da prestação do serviço, quantidade de veículos em operação e horários de chegada e partida nos pontos de embarque e desembarque.

3.4.5 INDICADORES GLOBAIS

Os Indicadores Globais utilizam uma estrutura de ponderações para avaliar um conjunto de indicadores de eficiência ou desempenho. São ferramentas gerenciais que utilizam premissas sobre o grau de importância de cada variável para a operação do sistema.

PEREIRA (1983, *apud* CAVADINHA 2005) propõe um modelo para avaliação de desempenho das empresas operadoras de ônibus baseado em 5 indicadores. Os valores obtidos eram comparados a valores de referência, e a cada indicador era atribuído um grau de eficiência, variando de 0 a 100%.

A análise global foi realizada a partir de uma ponderação determinada com base em consulta a especialistas que atribuíam uma nota de 0 a 10 para cada indicador, referente a sua importância para o desempenho do sistema. O peso de cada indicador (P_i) foi calculado a partir da razão entre a nota do indicador analisado (N_i) e a soma de todas as notas ($\sum N$).

$$P_i = \frac{N_i}{\sum N}$$

Os resultados eram comparados a uma escala de referência para determinar o grau de eficiência de cada indicador monitorado. Esse procedimento permite a análise conjunta de variáveis de naturezas distintas, normalizando-as em valores variando de 0% a 100%. Essa etapa do processo define os valores aceitáveis referentes a cada um dos itens de monitoramento, e precisa ser reavaliada periodicamente para adequar às expectativas dos elementos intervenientes.

A eficiência do sistema, calculada a partir do somatório do produto entre o peso e o grau de eficiência de cada indicador, era apresentada em cinco faixas de desempenho (A, B, C, D e E),.

$$E = \sum (P_i \cdot G_i)$$

Onde E representa o grau de eficiência do sistema, Pi é o Peso do indicador “i” e Gi é o Grau de Eficiência do referido indicador.

TABELA 3.14 NÍVEIS DE DESEMPENHO SEGUNDO PEREIRA (1983)

EFICIÊNCIA	NÍVEL DE DESEMPENHO
100% - 80%	A
80% - 60%	B
60% - 40%	C
40% - 20%	D
20% - 0%	E

RODRIGUES e SORRATINI aplicaram uma pesquisa na cidade de Uberaba, MG, apresentaram a relação entre o grau de importância e o nível de satisfação do usuário. Os resultados indicaram que o atributo mais importante para os usuários pesquisados era a densidade de passageiros embarcados. Este item obteve o pior nível de satisfação medido, igual a 6%. O Grau de Importância foi obtido a partir de um item do questionário usado na pesquisa, que pedia a opinião do usuário sobre qual o atributo mais importante.

PÊGO *et al.* definiu o Grau de Importância avaliando os diversos atributos na escala Muito Importante (3), Importante (2) e Não Julgou Importante (1), de acordo com o opinião dos usuários pesquisados. O nível de satisfação foi medido em uma escala de 1 a 5, onde 5 representava a condição de maior satisfação. A sua ponderação para identificação de prioridades utilizava um coeficiente igual ao produto do Grau de Importância e Nível de Satisfação.

A Matriz GUT é uma ferramenta para definição de prioridades com base na Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T). Para cada indicador é calculado um coeficiente de ponderação calculado pelo produto entre G, U e T, considerando os seguintes valores:

TABELA 3.15 VALORES PARA CÁLCULO DA MATRIZ GUT

Valor	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente Graves	Ação Imediata	Piorar rapidamente
4	Muito Graves	Alguma Urgência	Piorar em pouco tempo
3	Graves	O mais cedo possível	Piorar em médio prazo
2	Pouco Graves	Pode esperar um pouco	Piorar em longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

3.5. TÓPICOS CONCLUSIVOS

Neste capítulo foram apresentadas as vantagens do uso de indicadores para monitoramento, controle e avaliação do sistema de transporte público, que incluem a otimização de alocação de recursos, fundamenta decisões e estabelece o contexto para o planejamento e controle operacional.

Considerando a aplicação dos indicadores como ferramenta de gestão da qualidade do serviço público, destacam-se entre os critérios para seleção apresentados anteriormente:

Facilmente compreensíveis, definíveis e pertinentes aos objetivos do planejamento: Os indicadores devem medir objetivamente o resultado ou característica referente a um determinado item de monitoramento, adequando-os ao grupo alvo considerado na análise.

Serem incorporados às atividades normais da organização: A eficácia do uso de um conjunto de indicadores depende da adequação dessa ferramenta à rotina operacional, incluindo viabilidade de coleta, processamento, transmissão e apresentação das informações, considerando o custo e o tempo necessário para esses processos.

Existência de valores de referencia: Os indicadores devem ser construídos considerando os padrões nacionais e internacionais, visando a facilidade para comparação com outros sistemas, para permitir a avaliação ao longo do tempo e para a aplicação de punições ou benefícios de acordo com metas pré-estabelecidas. Também devem ser adequados para possibilitar sua utilização em modelos econômicos, de previsão e em sistemas de informação.

Definição Metodológica: forma de cálculo, frequência de coleta, designação dos responsáveis e integração com quadros de gestão ou com sistemas de informação.

VILLELA *et al.* descreve o procedimento para seleção de indicadores em 5 passos:

1. **Definição do elemento de representação:** Nesta etapa, o sistema ou objeto analisado é caracterizado por um conjunto de elementos que podem ser representados por um ou mais indicadores.
2. **Definição das necessidades de informação de cada grupo alvo envolvido:** Todo processo de monitoramento, controle e análise precisa considerar os diferentes pontos de vista e suas necessidades de informação.
3. **Levantamento dos indicadores já existentes para o elemento em questão:** O objetivo dessa etapa é criar uma fonte de pesquisa para definição do grupo de indicadores, em parte ou integralmente, o que facilita a comparação com outros sistemas. O raciocínio envolvido no cálculo de alguns desses indicadores também pode servir de base para proposição de novos indicadores.

- 4. Critérios para seleção e elaboração de indicadores:** Nesta etapa, deve-se definir objetivamente critérios para inicialmente eliminar os indicadores que não se adequam a análise e posteriormente classificar aqueles de acordo com a melhor forma de representar cada elemento do sistema.
- 5. Proposta do Indicador:** Para cada indicador selecionado deve-se descrever seu significado, sua forma de cálculo, sugestões de fontes para coleta de dados e alguma observação quando necessária.

Os indicadores podem ser utilizados de forma reativa, quando identificam-se os erros e buscam-se as formas de solucioná-los ou mitigá-los, ou de forma proativa, quando as informações obtidas pelo conjunto de indicadores subsidiam a tomada de decisão para ações de melhoria do sistema.

Destacam-se a seguir alguns indicadores propostos por LIMA (1996), WAISMAN (1983), PEREIRA (1983), CAVADINHA (2005), SPTrans e EBTU (1988):

Passageiros Transportados: A quantificação da demanda real do serviço é essencial para fornecer parâmetros adequados para o planejamento e programação da operação. Para avaliação da questão econômica, é necessário diferenciar passageiros pagantes, aqueles que recebem benefícios ou gratuidades e ainda aqueles provenientes de serviços de integração tarifária. Também é conveniente avaliar o perfil dos usuários identificando onde há maior fluxo de pessoas portadoras de deficiências, idosos, estudantes ou outro grupo social em que se possa investir para a adequação da oferta à demandas específicas. A relação entre o número de passageiros transportados e a quantidade de lugares oferecidos nas viagens do Serviço Básico de Transporte Coletivo constitui um indicador para a utilização da capacidade ofertada. A razão entre a quantidade de passageiros transportados e o custo operacional reflete a eficácia de custo da operação, do ponto de vista das empresas operadoras.

Receita: Indicador que mede a capacidade do sistema de prover recursos para a sustentabilidade econômica da operação. Deve possibilitar a avaliação da receita proveniente dos passageiros pagantes, remuneração das operadoras, receita proveniente de marketing e outras fontes. A diferença entre a receita proveniente dos passageiros pagantes e a remuneração das operadoras é

igual ao custo do subsídio de gratuidades (estudantes, idosos, transferências). A razão entre a receita total e o custo operacional fornecem um índice para rentabilidade do dinheiro investido no sistema.

Custo: inclui as despesas com aquisição e manutenção dos veículos, mão-de-obra e demais insumos necessários para a operação. Essa variável pode ser relacionada a outros indicadores ser aplicada em modelos de previsão ou para avaliar o nível de eficiência em cada atributo analisado. Por exemplo, as relações custo/passageiro, custo/veículo e custo/quilometragem percorrida fornecem parâmetros objetivos para avaliação de desempenho econômico do sistema.

Índice de cumprimento da oferta: Quantifica a relação entre o itinerário programado e o realizado.

Quilometragem Média entre quebras: Avalia o desempenho dos serviços periódicos de manutenção. A eficiência desse processo pode ser analisada pela razão entre a quilometragem média entre quebras e o custo de manutenção, incluindo materiais, ferramentas, instalações e mão-de-obra.

Acessibilidade: O Manual de Gerência de Sistemas de Transporte Público de Passageiros apresenta os conceitos de acessibilidade locacional, representado pela distância de acesso aos pontos de embarque e desembarque, e acessibilidade temporal, calculada pela frequência de veículos nos nós do sistema. A acessibilidade do sistema também está relacionada à adaptabilidade para pessoas com deficiência e disponibilidade de informação nos veículos, pontos de ônibus e outros meios, como a internet ou serviços de atendimento ao consumidor via telefone.

Frequência do Serviço: Calculada pelo Número de Veículos/Hora, a frequência do serviço foi utilizada por WAISMAN (1983) como indicador da qualidade do serviço. Reflete a acessibilidade temporal do sistema. Deve ser analisado por trecho ou região para que sejam estudadas formas de garantir uma frequência mínima nos horários de baixo fluxo e uma oferta adequada nas horas de pico.

Consumo de Combustível/Quilometro: Indicador utilizado por alguns autores para caracterizar a eficiência energética da operação, o volume de combustível consumido dividido pela quilometragem percorrida avalia o rendimento médio de combustível. A coleta padronizada e regular dessa informação permite identificar trechos ou veículos com problemas e ainda motoristas que dirigem de forma inapropriada.

Reclamações do serviço: indicador que reflete a insatisfação do usuário. Depende da disponibilidade de canais de informação para críticas e sugestões. Pode considerar ponderação para reclamações de acordo com a gravidade do problema constatado.

Infrações de Trânsito e Acidentes: Os registros dos acidentes e infrações de trânsito associados ao motorista envolvido, trecho e horários de ocorrência permite a identificação de situações de maior risco e aplicação de técnicas educativas e preventivas para mitigar esse tipo de situação.

Conservação, Manutenção e limpeza: Fatores que influenciam nas condições de conforto e higiene dos usuários, segurança para toda a população, níveis emitidos de poluição e uso eficiente de recursos.

Densidade de Passageiros: A alta densidade de passageiros nos veículos provoca consequências negativas nas condições de conforto durante as viagens, além de dificultar o embarque e desembarque de passageiros. Para avaliar as condições de conforto nessa situação pode-se usar o padrão Fruin ou ainda os valores de referência propostos por EBTU.

Para o monitoramento dos índices de conforto relacionados aos ruídos, temperatura e vibrações são necessários equipamentos específicos para este fim: decibelímetro, termômetros e acelerômetros, respectivamente. As normas NR-15 e ISO 2631 apresentam valores de referência para avaliação dos resultados.

Os valores de referencia para todo o conjunto de indicadores podem ser obtidos a partir de comparação com outros sistemas, ao longo do tempo ou metas pactuadas pelos elementos intervenientes a partir de um estudo analítico das condições de operação.

O monitoramento de indicadores em tempo real permite a implantação de centrais de controle ou supervisão operacional, que podem intervir em situações de falhas ou desvios da programação a partir de um conjunto de procedimentos para garantir maior estabilidade à operação do sistema e ainda fornecem uma base de dados para o processo de melhoria contínua, aplicando-se o ciclo PDCA. O Poder Público pode utilizar as informações obtidas para fiscalização contínua da operação e coleta de dados para adequação das linhas.

Os coeficientes de ponderação para identificação de prioridades ou para proposição de indicadores globais podem ser calculados a partir do Grau de Importância, do produto entre Grau de Importância e Nível de Satisfação ou ainda através da Matriz GUT, onde são consideradas a Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T) de cada atributo.

4 – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Um sistema de informação é um conjunto de pessoas, máquinas e métodos que se inter-relacionam para coletar, processar, armazenar e distribuir informações para o planejamento, controle e análise em organizações.

A análise de um determinado sistema considera as variáveis de entrada, os processos intermediários e variáveis de saída. As variáveis de entrada, também denominada *inputs*, são aquelas necessárias para que o sistema realize as funções pretendidas. Os processos intermediários que compõem o sistema transformam os *inputs* em variáveis de saída, ou *outputs*, que são os efeitos externos que o sistema produz.



Figura 4.1–Representação esquemática de um sistema

No contexto de sistemas de transporte público, a implementação de sistemas de informação é uma ferramenta adequada para possibilitar o monitoramento e controle de diversos parâmetros operacionais. As entradas do sistema incluem variáveis relacionadas ao conforto, cumprimento de horários e itinerários, número de passageiros embarcados e demais informações necessárias para o monitoramento, controle e fiscalização da operação. O sistema deve possuir mecanismos internos para transmitir, processar e exibir essas informações para as pessoas certas nos locais adequados com uma frequência de atualização suficiente para atender às necessidades e expectativas de todos os elementos intervenientes. O principal *output* relacionado a um sistema de informação aplicado ao transporte público é a disponibilização de dados para permitir que os

usuários possam se programar para utilizar a rede pública de transporte, as empresas operadoras tenham capacidade de controlar adequadamente as diversas variáveis que influenciam no nível de qualidade do serviço e o governo possa aplicar corretamente mecanismos gerenciais e jurídicos para incentivo e penalização das empresas de acordo com a conduta de cada uma, no que diz respeito às exigências contratuais e legislação aplicável.

CASEY (1996, *apud* SILVA, 2000) destaca que o sistema de informações tem diferentes funções relacionadas ao transporte público, apresentadas na tabela abaixo:

TABELA 4.1 FUNÇÕES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

PROMOCIONAL	Mobilidade: propor motivos para viagens e possíveis destinos
	Presença: informar as pessoas sobre o transporte público como parte do pacote de facilidades ofertadas
	Imagem: melhorar a imagem do transporte público
ENSINAMENTO	Entendimento: informar como utilizar o transporte público
	Adequabilidade: divulgar as regras envolvidas no uso dos sistemas
OPERACIONAL	Planejamento de Viagens: informar sobre restrições e oportunidades associadas com o uso do sistema para diferentes tipos de viagens
	Acesso: capacitar pessoas para acesso à rede de transporte público
	Viagem: capacitar a realização de uma viagem
	Modificação: informar sobre mudanças na programação
MODERAÇÃO	Comportamento: avaliar a ansiedade do viajante
	Controle: aumentar o controle do usuário sobre a escolha entre as opções disponíveis

FONTE: CASEY (1996, *apud* SILVA, 2000)

Segundo SILVA (2000), os sistemas de informação “permitem extrair do conjunto de informações relativas a uma rede, aquelas que correspondem a uma necessidade específica (ex.: tempo de espera) ou personalizada (ex.: itinerário). Baseados em tecnologias avançadas de comunicação e transmissão de dados, os sistemas de informação garantem um aumento da qualidade do serviço oferecido aos passageiros. Os equipamentos eletrônicos de bordo auxiliam na tarefa de anunciar paradas e locais de grande procura do público e equipamentos instalados nas vias (pontos de parada, de aglomeração de pessoas, etc.) informam os horários, tempos de viagem e itinerários dos ônibus e os tempos de espera, reduzindo a ansiedade do passageiro. O processo de informação pode ser feito nas residências, locais de trabalho, centros comerciais, paradas, terminais e a bordo dos veículos”

NWAGBOSO (1997, *apud* SILVA, 2000) apresenta os seguintes objetivos gerais de um Sistema Avançado de Transporte Público:

1. Aumentar o controle sobre as viagens (confiabilidade de horários e regularidade na rede)
2. Proporcionar alta qualidade de serviço e flexibilidade para poder melhor competir com o modo privado
3. Contribuir para um sistema tarifário integrado
4. Aprimorar o sistema de informação ao passageiro
5. Aumentar a segurança dos passageiros
6. Facilitar o acesso a serviço multimodal (transferências)

4.2. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)

Ao conjunto de soluções tecnológicas que integram telecomunicações, processamento de informações, sensoriamento e navegação para controle e automação de processos na área de transportes é dado o nome de ITS, sigla em inglês para Sistemas de Transporte Inteligente. Os benefícios da implantação de sistemas como esse incluem melhorias na segurança, mobilidade e produtividade para o transporte coletivo, incluindo melhoria do gerenciamento e operação do sistema, uso mais eficiente das vias, aumento da segurança viária, melhor mobilidade urbana e redução de custos operacionais.

JENSEN (1996, *apud* SILVA, 2000) classifica os sistemas ITS de acordo com os seguintes conceitos:

1. **Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS)**– representam o uso de tecnologias avançadas para melhorar a segurança, eficiência e efetividade dos sistemas de transporte público. Os benefícios para os usuários incluem a minimização dos tempos de espera, segurança e facilidade para o pagamento da tarifa, bem como informações precisas e atualizadas sobre itinerários e horários.
2. **Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego (ATMS)**– compreendem o gerenciamento global do tráfego. Empregam tecnologias em projetos que tentam reduzir o congestionamento das vias urbanas ou rurais e garantir segurança. Tecnologias avançadas são aplicadas em sistemas de sinalização (semáforos), segurança no trânsito e gerenciamento de congestionamentos e rotas.
3. **Sistemas Avançados de Informação ao Viajante (ATIS)**– empregam tecnologias avançadas para melhor informar o viajante sobre a via, sobre as condições ambientais e o trânsito. Incorporam o uso de sistemas de navegação e informação para garantir segurança ao motorista e para minimizar os congestionamentos.
4. **Operação de Veículos Comerciais (CVO)**– envolvem o gerenciamento e a operação de veículos comerciais. Empregam tecnologias para melhorar a gerência e o serviço dos transportes de carga e para minimizar as interferências com relação às rotas e aos tempos perdidos, procurando manter um alto nível de segurança. E devem ser projetados de forma a não onerar os custos do sistema como um todo.
5. **Sistemas Avançados de Controle Veicular (AVCS)**– garantem melhoria na segurança viária, permitindo que os veículos auxiliem os motoristas (veículos inteligentes). Os veículos são equipados com tecnologias que permitem monitorar as condições de dirigibilidade e tomar medidas necessárias para evitar acidentes.
6. **Coleta Eletrônica de Pedágio (ETC)**– utilizam tecnologias avançadas para prover os mais adequados e eficientes métodos de cobrança de pedágio, trabalhando para minimizar tempos perdidos e reduzir os congestionamentos.”

Segundo SILVA, 2000, os sistemas avançados de transporte público (SATP) podem ser divididos em Sistemas de informação ao Usuário (SIU), Sistemas de Ajuda à Operação (SAO) e Sistemas Automatizados de Arrecadação Tarifária (SAAT). A Figura 4.1.1, adaptada de TEXIER e MEYERE (1987, *apud* SILVA, 2000), apresenta a estrutura básica dos SIU e SAO:

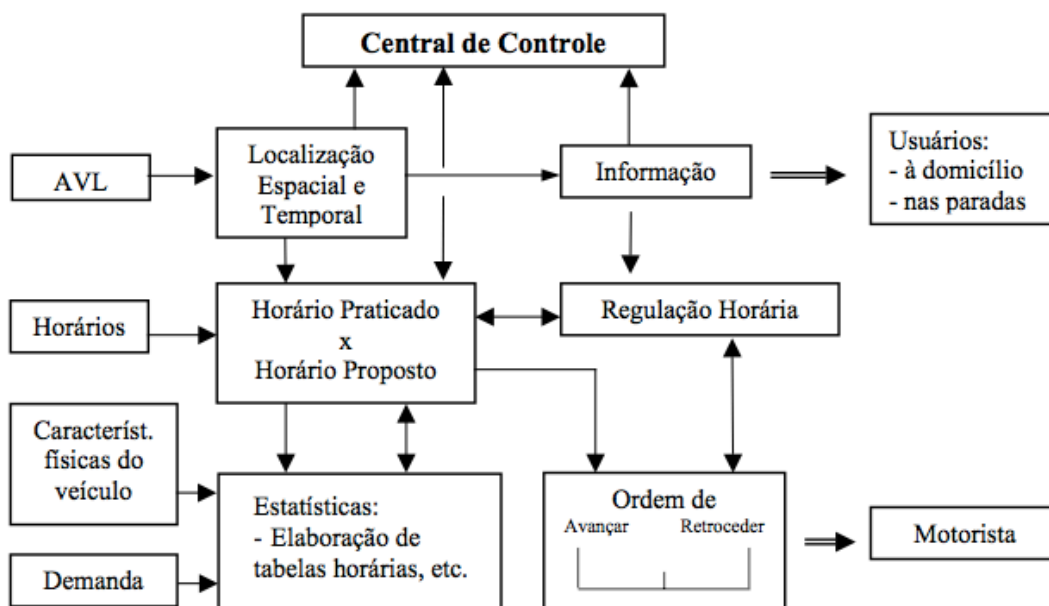


Figura 4.2 - Estrutura básica do fluxo de informações dos sistemas automatizados de ajuda à operação e informação

FONTE: TEXIER e MEYERE (1987, *apud* SILVA, 2000), com adaptações

Os benefícios de implantação de um sistema ITS incluem a obtenção de parâmetros para o ajuste mais preciso da operação, de modo a utilizar os recursos disponíveis da forma mais eficiente e eficaz possível. O monitoramento do tráfego também permite a intervenção em tempo real para evitar eventuais interrupções ou falhas na programação das linhas.

4.3. UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS ITS NO BRASIL E NO MUNDO

Em Londres, o sistema iBus começou a ser implementado em 2006 e atualmente utiliza tecnologias de rastreamento por GPS em conjunto com odômetros, velocímetros e outros sensores para obter a posição de cada veículo em tempo real, fornecendo informações aos usuários através do aparelho celular, internet e totens nas paradas de ônibus. No endereço <http://www.tfl.gov.uk> estão disponíveis ferramentas para planejar um deslocamento com base no par origem/destino, compra de créditos para passagens, integração intermodal e informações sobre tráfego.

No Brasil, diversas cidades já implantaram sistemas de informação no intuito de monitorar o desempenho do sistema de transportes.

Em Porto Alegre, o Sistema de Ônibus Monitorado Automaticamente (SOMA) começou a ser instalado em 1997 de modo a obter parâmetros operacionais a partir de etiquetas eletrônicas instaladas nos veículos e reconhecidas por antenas dispostas em locais estratégicos sobre a malha viária que transmitem informações por radiofrequência.

Em São Paulo, iniciou-se a operação de um sistema em 1995 que utiliza laços indutivos instalados nas vias em conjunto com *transponders* embarcados para enviar informações via radiofrequência para Postos de Controle de Veículos (PCV), que por sua vez processam e enviam os dados para uma Central de Controle Operacional. Segundo RIZZATO (1995, *apud* SILVA, 2000), o valor global do projeto ficou em torno de US\$ 19,5 milhões, para uma frota de 11.000 ônibus, operando em 82 garagens e possibilitou uma redução nos custos de fiscalização da ordem de 18%.

Em Campinas foi adotado um sistema baseado em tecnologia GPS combinado com micro-computadores embarcados. Sensores de catraca instalados em uma parte da frota forneciam dados precisos sobre a variação espacial e temporal da demanda. SILVA, 2000, ressalta que “apesar do GPS oferecer dados de forma contínua, o sistema opera *off-line*, pois os dados são coletados por microcoletores (no término das viagens) nas garagens e são transferidos via modem para a central

de controle. O custo mensal para o gestor ficou em R\$ 75,00 por veículo, condicionado ao fornecimento dos produtos (sistema terceirizado)”.

Em Salvador, um sistema inteligente denominado CITbus utiliza um cartão *smart card* como elemento chave. Neste caso, além da função de bilhetagem eletrônica, os cartões também são usados pelos motoristas e cobradores para registrar dados sobre a operação. Em todas as partidas, chegadas e outros eventos críticos (quebras, atrasos, congestionamentos etc) um cartão com informações da linha (código, nome, terminais, tarifas e informações sobre integração) deve ser inserido em um validador. As informações são armazenadas em dispositivo embarcado por até 4 dias e transferidas para um banco de dados durante o abastecimento dos veículos.

Em Goiânia, foi iniciada a implantação de um sistema de bilhetagem eletrônica em 1998. Segundo SILVA (2000), verificou-se uma redução de 12% na evasão de receita após um ano de operação do novo sistema. Os dados são transmitidos para um banco de dados quando o veículo estaciona para abastecimento de combustível, com um tempo médio de transferência de aproximadamente 30 segundos. A tecnologia funciona a partir do sistema ITS4mobility, desenvolvido pela Volvo, que integra dispositivos de coleta, transmissão, armazenamento e processamento de dados com um sistema de informação que possibilita um controle detalhado da operação por parte das empresas operadoras, disponibiliza informações em tempo real aos passageiros e garante mecanismos eficazes de fiscalização por parte do Órgão Gestor. Os terminais de integração contam com dispositivos *touchscreen* onde os usuários podem acessar uma extensa gama de informações sobre o sistema. Em pontos de parada selecionados, *displays* atualizados em tempo real apresentam os horários previstos para os próximos veículos.

Os softwares que integram o ITS4mobility elaboram relatórios a partir dos dados coletados da frota e organizam as informações permitindo analisar um único veículo, um grupo de veículos, um motorista, um grupo de motoristas ou qualquer combinação entre essas opções. Os veículos contam com um computador embarcado, que opera sobre um sistema operacional *open source* desenvolvido pela empresa MontaVista. As funcionalidades do sistema incluem medição do consumo de combustível, velocidade média, detecção de abertura e fechamento de portas,

anúncio automático de pontos de parada e outras características relacionadas ao modo de dirigir de cada motorista.

O ITS4mobility integra dispositivos embarcados nos veículos que se comunicam com um sistema central de registro e processamento de dados via sinais de telefonia móvel (GPRS), transmitindo informações em tempo real para os veículos, *displays* localizados em pontos de parada e *softwares* para disponibilizar informações ao usuário, registrar dados para controle de frota e monitoramento de tráfego, podendo ser complementados a partir de APIs disponibilizadas pelo fabricante.

API, sigla em inglês para Interface de Programação de Aplicativos, é um conjunto de funções e códigos que permitem a utilização de funcionalidades de um software para o desenvolvimento de outros programas, sem exigir conhecimento do código-fonte detalhado do *software* de origem.

O Edital de Concorrência que regula a operação do Serviço Básico de Transporte Coletivo no Distrito Federal estabelece que todos os veículos devem ser obrigatoriamente equipados com um módulo embarcado de apoio à operação, que execute um sistema operacional de plataforma aberta capaz de dar suporte a mecanismos de localização através de sinais GPS e conectividade com equipamentos analógicos para coletar sinais como abertura/fechamento das portas, velocidade instantânea, quilometragem, rotação do motor, acionamento do limpador de para-brisa, consumo instantâneo de combustível, entre outros. Esse módulo também deverá conter sensores capazes de detectar freadas bruscas, mudanças bruscas de direção e solavancos (acelerômetros). Também são exigências do edital a instalação de um console ergonomicamente adaptado à operação do motorista que permita a troca de informações relacionadas ao controle da operação entre motoristas e a CCO, sistema de som para anunciar as próximas paradas e eventuais informações do motorista ou da CCO e um módulo embarcado para captura de imagens com no mínimo 4 câmeras, com a função de obter a visão do interior do veículo para garantir segurança do passageiro, do momento de validação do bilhete para coibir fraudes, da direção do motorista e se possível registrar imagens da via pública para ajudar no esclarecimento de acidentes de trânsito.

4.4. COLETA DE DADOS (INPUTS)

Existem diversas variáveis que influenciam o nível de serviço de transporte. O monitoramento da qualidade do sistema depende de um trabalho contínuo de aquisição de dados sobre a operação para orientar os usuários, identificar eventuais falhas, penalizar os infratores e para permitir a atuação de uma Central de Controle Operacional (CCO).

As variáveis de interesse incluem posição e velocidade dos veículos, número de passageiros embarcados durante a operação, consumo de combustível entre outros. A coleta de dados pode ser feita de forma manual, por intermédio de fiscais e gerentes operacionais, ou de forma automática através de sensores eletrônicos cujos dados são registrados e/ou transmitidos para verificação e análise.

4.4.1 SISTEMAS DE RASTREAMENTO DE VEÍCULOS

AVL, sigla em inglês para Localização Automática de Veículo, é o nome dado para o conjunto de tecnologias utilizadas para monitorar aspectos espaciais relacionados à posição e velocidade da frota. LADEIRA apresenta 6 tipos de tecnologias AVL aplicadas ao sistema de transporte público:

1. *Wayside AVI*: Coleta de dados feita através de *transponders* instalados nos veículos e receptores distribuídos sobre a malha viária. Necessita de infraestrutura bem equipada.
Baixo custo de implantação nos veículos
2. Posicionamento por base terrestre via rádio: Composto por uma antena e uma unidade de localização instalada no veículo. Possui baixo custo de investimento, mas folhagens, túneis e prédios podem prejudicar o sinal
3. Identificador Automático por Deslocamento (*Dead Reckoning*): Solução mais econômica. Avalia a distancia percorrida registrada no odômetro em relação à trajetória prevista. Erros podem ser acumulados e o resultado pode ser corrompido por vias irregulares, inclinações acentuadas e interferências magnéticas

4. Posicionamento por satélite: Utiliza os sinais GPS disponibilizados gratuitamente pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. É composto por um receptor GPS e antena. A principal vantagem é a significativa área de cobertura dos sinais GPS. No entanto, folhagens, túneis e prédios podem prejudicar o sinal e o resultado está sujeito a erro de caminhos múltiplos.
5. Sistemas Híbridos de Navegação: Combinação de duas ou mais tecnologias no intuito de aumentar a acurácia do sistema de localização.

4.4.1.1 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR ANTENAS

Composto por estações físicas distribuídas estrategicamente sobre a malha viária da cidade, rastreia os veículos a partir de etiquetas eletrônicas fixadas nos chassis que são lidas e transmitidas por antenas.

Essa solução apresenta as vantagens de exigirem um baixo custo de instalação nos veículos e acurácia constante. No entanto, necessita de infraestrutura bem equipada para executar corretamente a função de rastreamento dos veículos. Segundo LADEIRA, existe hoje a tendência a substituir os sistemas que utilizam antenas por tecnologias de posicionamento global, com o objetivo de reduzir custos de instalação e manutenção de infraestrutura.

4.4.1.2 SISTEMAS DE POSICIONAMENTO POR SATÉLITE

O Sistema de Posicionamento Global, GPS (*Global Positioning System*) é um sistema de informação eletrônico baseado em satélites, desenvolvido e operado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, que fornece em tempo real e com sinal gratuito a posição de um determinado objeto referenciada em coordenadas terrestres.

Segundo TAKAGI (2010), trata-se de uma “constelação de 27 satélites operacionais (24 em operação e 3 extras caso haja falha nos outros), orbitando a uma altura de 20.200 km em 6 órbitas e com uma inclinação, em relação ao equador de 55⁰. Cada um deles efetua uma volta em torno da Terra a aproximadamente 12 horas, e possui uma vida útil de praticamente 10 anos”.

Existem atualmente inúmeros dispositivos eletrônicos que operam com sinais de GPS. No entanto, visando a confiabilidade da coleta de dados, é possível combinar essa tecnologia com outros dispositivos, como é o caso do DGPS ou de sistema híbrido de GPS/*Dead Reckoning*.

O Sistema Diferencial de Posicionamento Global (DGPS) é um método que procura aumentar a precisão do sinal da GPS a partir de correções calculadas em relação a um receptor estacionário, também chamado de estação base.

Dead Reckoning é o nome dado ao processo de estimar a posição de um objeto móvel a partir do conhecimento de sua trajetória e a distância percorrida. A comparação entre os dados obtidos por satélite e quilometragem percorrida pelo ônibus aumenta significativamente a precisão da informação sobre posição do veículo.

4.4.2 BILHETAGEM ELETRÔNICA

SILVA (2000) destaca os principais objetivos de um Sistema Automatizado de Arrecadação Tarifária (SAAT):

1. Melhorar o conhecimento quantitativo da demanda efetiva, coletando dados sobre os pontos e horários de provisão;
2. Promover melhoria no ajuste oferta x demanda, em função do melhor conhecimento do carregamento (demanda), coletando dados referentes aos pontos de embarque e desembarque, data e hora, com detalhamento a nível do perfil de viagem (estudante, vale transporte, isento, etc.);
3. Permitir melhor alocação da oferta, através do melhor conhecimento da demanda; permitir um controle mais eficaz dos passes e evitar as fraudes;
4. Adequar as políticas tarifárias, podendo modular os preços segundo distância viajada, horário, dia e perfil do usuário (ex.: escolares, idosos, usuários frequentes);
5. Criar uma estrutura de transportes que permita um sistema de tarifa multimodal multiservice.

Outas vantagens associadas à implementação desse sistema de controle são: redução do tempo em que o veículo permanece parado nos terminais para embarque de passageiros; redução da circulação de dinheiro nos ônibus, o que diminui a atratividade para furtos e roubos; possibilidade de integração com outros elementos do sistema de transporte (integração tarifária) e fortalecimento de dados e informações para obter maior controle do sistema e diminuir a evasão de receitas.

Os sistemas de bilhetagem automática já estão presentes em algumas cidades brasileiras, como São Paulo, Curitiba, Rio de Janeiro e Recife. Em Brasília, uma associação civil sem fins lucrativos formada pelos operadores do Serviço Básico do Sistema Interligado de Transporte do DF denominada FÁCIL opera um sistema de bilhetagem automática que funciona com cartões eletrônicos de contato (padrão MIFARE) para liberação de bloqueios e catraca, abrangendo os modais rodoviário e metroviário.

O Grupo Digicon (<http://www.digicon.com.br/>) oferece sistemas de bilhetagem eletrônica que integram módulos embarcados para controle de acesso, catracas, softwares de gerenciamento, recarga de créditos e monitoramento através de sinais GPS. O funcionamento conjunto de sistemas de bilhetagem automática e de posicionamento do veículo permitem a avaliação da variação espaço-temporal da demanda.

4.4.3 CONTAGEM AUTOMÁTICA DE PASSAGEIROS

O Sistema de Bilhetagem Automática fornece informações sobre os passageiros embarcados. Para determinar a quantidade de passageiros que efetuam o desembarque em cada ponto de parada e ainda para detectar fraudes ao sistema de bilhetagem eletrônica, algumas cidades implantaram Sistemas APC, sigla em inglês para Contagem Automática de Passageiros, que utilizam sensores posicionados nas portas para obter maior agilidade na obtenção de dados que tradicionalmente eram coletados em pesquisas sobre e desce. Esse sistema é uma ferramenta para detectar rapidamente mudanças no padrão da demanda, superlotação dos veículos, pontos de parada sem movimento ou com concentração excessiva de passageiros.

4.4.4 PREENCHIMENTO MANUAL DE FORMULÁRIOS

Apesar de dispor de diversas tecnologias automáticas para coleta de dados, existem casos em que a implementação de um sistema de preenchimento manual de dados é exigida devido à complexidade para automatizar um determinado processo ou medir um parâmetro específico.

O acompanhamento de manutenções mecânicas periódicas, a verificação de serviços de limpeza e higiene nos veículos e o registro de reclamações relacionadas ao sistema de transporte são exemplos onde a elaboração de um formulário padrão para controle de informações é justificável. É importante ressaltar que o treinamento das pessoas que preenchem os formulários é crucial para garantir a consistência dos dados. Mesmo nos casos em que o preenchimento manual de um formulário é mais viável que a automação do processo de coleta de dados, é conveniente que os dados sejam digitalizados para facilitar o processo de análise e garantir a segurança e integridade da informação. A utilização de um formulário digital permite a implantação de mecanismos de validação para garantir a consistência dos dados coletados e reduz a possibilidade de erros humanos na interpretação das informações registradas (letras ilegíveis e rasuras), além de facilitar a análise conjunta dos dados e seu armazenamento em banco de dados para futuras consultas ou auditorias.

4.4.5 ÔNIBUS LABORATÓRIO

Algumas das variáveis importantes para avaliação das condições de operação do sistema de transporte coletivo exigem instrumentos especiais de medição. O custo para implementação desses dispositivos pode ser significativamente reduzido se for adotada uma parcela reduzida de veículos que operam em diferentes linhas monitorando diversos atributos relacionados a qualidade com uma periodicidade pré-fixada que permita a extrapolação dos dados para obter valores que representem a condição real da operação em todos os veículos.

4.4.6 SAC E OUVIDORIA

No Brasil, o Decreto nº 6.523/2008 fixa normas gerais sobre o Serviço de Atendimento ao Consumidor. O Artigo 2º define SAC como “serviço de atendimento telefônico das prestadoras de serviços regulados que tenham como finalidade resolver as demandas dos consumidores sobre informação, dúvida, reclamação, suspensão ou cancelamento de contratos e serviços”. (Decreto nº 6.523/08)

Os Artigos 3º a 7º regulamentam a questão de acessibilidade desse tipo de serviço, afirmando que as ligações devem ser gratuitas sem que isto resulte em qualquer ônus para o consumidor. O referido Decreto também destaca que apesar de permitido o uso de mecanismos automáticos de atendimento, a opção de contatar o atendimento pessoal deve constar em todas as opções do menu eletrônico. O Artigo 9º define que os atendentes devem ser adequadamente capacitados tecnicamente para realizar o atendimento de forma clara, obedecendo os princípios de boa-fé, transparência, eficiência, eficácia, celeridade e cordialidade.

No Distrito Federal, foram registrados mais de 16 mil atendimentos da ouvidoria pelo órgão gestor (DFTrans) no período de 01/01/2013 a 31/12/2013. As críticas mais frequentes eram descumprimento de horário na parada de ônibus (20,34%) e má conduta do motorista de ônibus (17,54%). Foram registradas 747 queixas de desvios de itinerários dos ônibus (4,65%) e 254 reclamações devido ao não atendimento à solicitação de parada do veículo por parte dos usuários. A ouvidoria do DFTrans oferece atendimento presencial na Estação Rodoferroviária, um sistema via internet na página <http://www.dftrans.df.gov.br/canais-de-atendimento.html> e uma central de atendimento via telefone (156, opção 4).

4.4.7 CÂMERAS DE VÍDEO

Câmeras de vídeo embarcadas possibilitam o controle visual da operação. Esse recurso traz resultados positivos no sentido de aumentar a segurança dos passageiros, pois atua como um sistema de vigilância contínua. Ele também é fonte aliada na auditoria de possíveis fraudes ao sistema de bilhetagem e pode ser usado para monitorar o motorista e as vias por onde trafegam os

veículos, o que auxilia a resolução de problemas relacionados à acidentes e outros casos eventuais de trânsito.

“As câmeras de monitoramento ou câmeras de vigilância são dispositivos comuns em sistemas de controle do trânsito ou de segurança eletrônica. Elas são câmeras de vídeo que capturam as imagens e as transmitem via circuito fechado de televisão para uma central de monitoramento, onde as imagens são replicadas em tempo real nas telas dos monitores, sob acompanhamento de funcionários que permanecem nessas centrais” KANASHIRO (2006). A autora ressalta a importância do treinamento necessário para os profissionais responsáveis pelo monitoramento das imagens enviadas pelas câmeras, para que sejam executados procedimentos adequados para ajuste da operação e para agir em casos de acidentes ou outras emergências.

A empresa Logos Control (<http://logoscontrol.com.br/>) oferece dispositivos embarcados com câmeras e equipados com acelerômetros e localizadores GPS, que gravam e transmitem dados via rede 3G.

4.5. TRANSMISSÃO E PROCESSAMENTO

A quantidade e variedade dos dados que devem ser monitorados para manter o controle operacional dos ônibus que compõem o sistema de transporte público coletivo torna imprescindível a realização de um estudo sobre os processos relacionados à logística para transmissão, processamento e arquivamento necessários para possibilitar a manipulação e análise de parâmetros operacionais.

4.5.1 COMPUTADOR DE BORDO

Para reunir informações dos diferentes módulos de coleta de dados, existe a possibilidade de equipar os veículos com computadores de bordo capazes de receber, processar e transmitir dados através de protocolos de comunicação padronizados. Entre as variáveis que podem ser processadas incluem-se o trajeto percorrido, número de passageiros transportados, temperatura,

rotação do motor, entre outros. Esse recurso também possibilita a comunicação direta entre o motorista e técnicos responsáveis pelo monitoramento e controle da operação.

4.5.2GPRS

General Packet Radio Service é o nome de uma tecnologia de transmissão de dados através das redes de telefonia móvel. Segundo TAKAGI (2010), as principais características do GPRS são: taxa de transporte de dados máxima de 26 a 40 kbit/s, podendo chegar (na teoria) a 171,2 kbit; conexão de dados sem a necessidade de se estabelecer um circuito telefônico, o que permite a cobrança por utilização e não por tempo de conexão, e faz com que o serviço esteja sempre disponível para o usuário; padronizado para transporte de dados definidos pelos protocolos IP e X.25.

4.5.3SISTEMAS WEB DE GEORREFERENCIAMENTO

Na arquitetura de sistema de informação proposta por TAKAGI (2010), foram utilizados os recursos disponíveis gratuitamente pela empresa Google. Segundo o autor, “o Google Maps possui uma API para Javascript que permite o uso de seus recursos e sua incorporação em sites comerciais, com restrições apenas para sites onde os usuários pagam pelo serviço ou para uso por meio de intranet. O Google fornece uma seção para desenvolvedores em seu site, contendo ampla documentação e exemplos”.

No endereço <http://developers.google.com/maps/?hl=pt-br> encontram-se informações para criação de aplicativos baseados em localização, visualização de dados geoespaciais e criação de mapas para aplicativos móveis, assim como o procedimento para licenciamento da API do Google Maps.

Alguns aplicativos utilizam sistemas que operam sobre a plataforma do Open Street Map, semelhante ao Google Maps, mas construído sobre a política de código aberto, mantido por uma rede de colaboradores pelo mundo. Outros projetos associados ao Open Street Map incluem o

Open Street View e Open Trip Planner que complementam as funcionalidades dos sistemas de informação de transporte público.

A Especificação Geral de *Feeds* de Transporte Público (GTFS) define um formato padrão para envio de informações sobre as agências de transporte, pontos de parada, horários e itinerários, tarifas e regras de transferência entre veículos para sistemas de georreferenciamento, como o Google Maps ou Open Trip Planner, permitindo ao desenvolvedor de software aproveitar sistemas já desenvolvidos para realizar o processo de busca de itinerários e apresentação da informação ao usuário. Os arquivos obrigatórios para especificação de *feeds* no formato GTFS são:

TABELA 4.2 ARQUIVOS OBRIGATÓRIOS PARA O FORMATO GTFS

Nome do Arquivo	Categoria	Descrição
agency.txt	Obrigatório	Informações sobre as Empresas Operadoras, como nome, página na internet e fuso-horário
stops.txt	Obrigatório	Informações sobre os Pontos de Parada: código de identificação, nome e posição (latitude/longitude)
routes.txt	Obrigatório	Informações sobre linhas de transporte programadas: código de identificação, nome e modal (bonde, metro, trem, ônibus, balsa etc)
trips.txt	Obrigatório	Descrição dos itinerários (sequencia de duas ou mais paradas em um horário específico)
stop_times.txt	Obrigatório	Horários de chegada e partida dos veículos em paradas específicas de cada viagem

calendar.txt	Obrigatório	Identifica os dias em que o serviço está disponível
--------------	-------------	---

Uma extensão do formato, denominada GTFS-realtime, padroniza o envio de informações sobre posição dos veículos, alertas de serviço e atualizações de viagem, como atrasos, cancelamentos e alterações em trajetos, permitindo ao sistema estimar com maior precisão o tempo referente aos deslocamentos e os horários previstos para chegada dos veículos, melhorando a qualidade da informação acessada pelos usuários, operadores e fiscais.

4.5.4 CENTRAIS DE CONTROLE E SUPERVISÃO OPERACIONAL

Uma Central de Controle Operacional (CCO) reúne um conjunto de pessoas, equipamentos e processos que aprimoram o controle da operação de sistemas de transporte. Nos sistemas mais antigos, esse controle é realizado com funcionários em determinados pontos da linha que eram responsáveis por verificar o cumprimento de horários e itinerários. Esse método de controle apresenta uma série de falhas, entre elas o monitoramento pontual da operação, que só é capaz de enxergar desvios da programação em poucos pontos de controle e fiscalização.

O funcionamento de uma CCO assemelha-se a uma Central de Controle de Tráfego Aéreo (CCTA). A diferença é o modal de transporte que está sendo monitorado. Em ambos os casos, a central de controle, em parceria com os motoristas ou pilotos, mantém constante comunicação verbal, visual e através de equipamentos de medição para garantir parâmetros operacionais de acordo com o planejado.

Segundo RODRIGUES (2012), “a CCO tem dois objetivos principais: melhorar a qualidade do serviço, por meio da regularidade e confiabilidade da operação e aumentar a produtividade através do melhor controle do serviço (utilizar os recursos certos nos lugares e horários corretos)~.

A partir da comparação dos parâmetros operacionais coletados em tempo real e a programação das linhas, a CCO é capaz de prever possíveis problemas e atuar para garantir o cumprimento dos horários estabelecidos, além de fornecer informações precisas para adequação do planejamento das linhas e horários em relação à demanda de deslocamentos da população.

A fiscalização da operação, atribuição do Poder Público, é facilitada pela existência de um sistema informatizado de dados. Uma Central de Supervisão Operacional assemelha-se à CCO, porém atua no sentido de fiscalizar as empresas operadoras para aplicação de penalizações e benefícios.

4.6. INFORMAÇÕES AO USUÁRIO/OPERADORES/GOVERNO (SAÍDA/OUTPUTS)

Os dados coletados, transmitidos e processados pelo sistema de informação podem interessar a um ou mais elementos intervenientes do sistema. A forma de apresentação dos dados influencia na capacidade de utilização dessas informações para aplicações práticas, como planejamento de viagens, controle operacional e fiscalização.

4.6.1 PLATAFORMA WEB

Atualmente, a Internet é um mecanismo de busca amplamente utilizado nas cidades. Segundo o IBGE, de 2005 para 2011, o contingente de pessoas que utilizaram a internet aumentou 143,8%. Isso significa que em seis anos o número de internautas no país cresceu 45,8 milhões.

A evolução da tecnologia da informação também tornou mais simples e econômico o processo de criação de páginas na internet que possuem uma extensa gama de funcionalidades. Devido a tais características, a rede mundial de computadores destaca-se como um dos principais recursos para apresentação de informações sobre o sistema de transporte público coletivo.

Na cidade de São Paulo, o SPTrans apresenta informações sobre as condições de transporte na cidade em tempo real, no endereço <http://olhovivo.sptrans.com.br/>. As opções disponíveis são visualização dos itinerários com indicação da localização dos veículos da linha em tempo real,

busca por linhas que passam por cada ponto de parada e os respectivos tempos estimados para os próximos veículos, além de um mapa com indicação das velocidades médias em cada trecho do sistema.

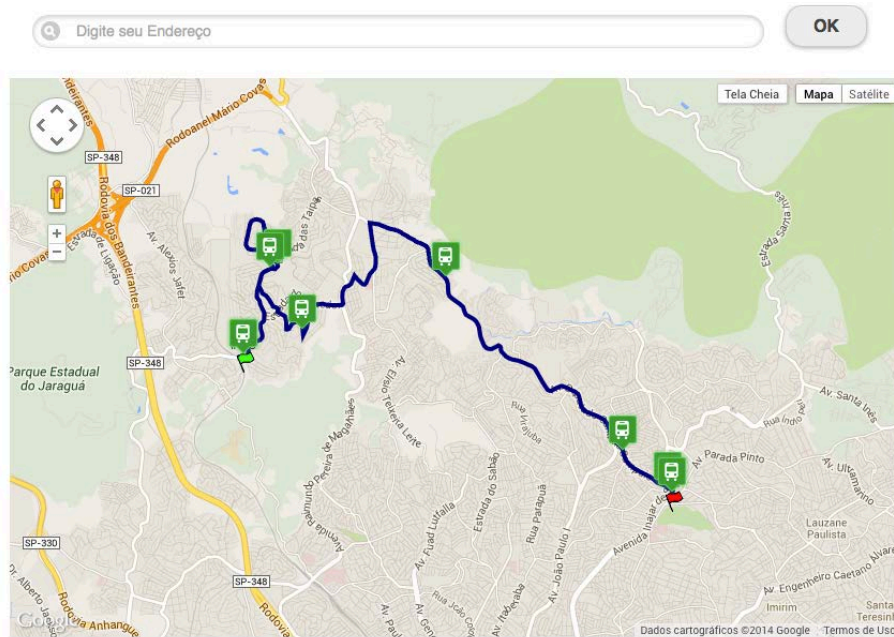


Figura 4.3–Olho Vivo SPTrans: indicação dos itinerários e localização dos veículos em percurso

OLHOVIVO **SPTrans**

[Voltar](#) 🏠 🔄 ⚙️

Busca por Paradas
Horário de referência: 🕒 **20:53**

🔍 Filtrar...

PARADA

6035-10 - SANTO AMARO [Mapa](#)
VILA GILDA / SANTO AMARO

78097 às 20:56 **78571 às 21:06**

637R-10 - TERMINAL STO AMARO [Mapa](#)
JD.ARACATI / TERMINAL STO AMARO

74955 às 20:59

Figura 4.4—Próximos veículos em cada ponto de parada

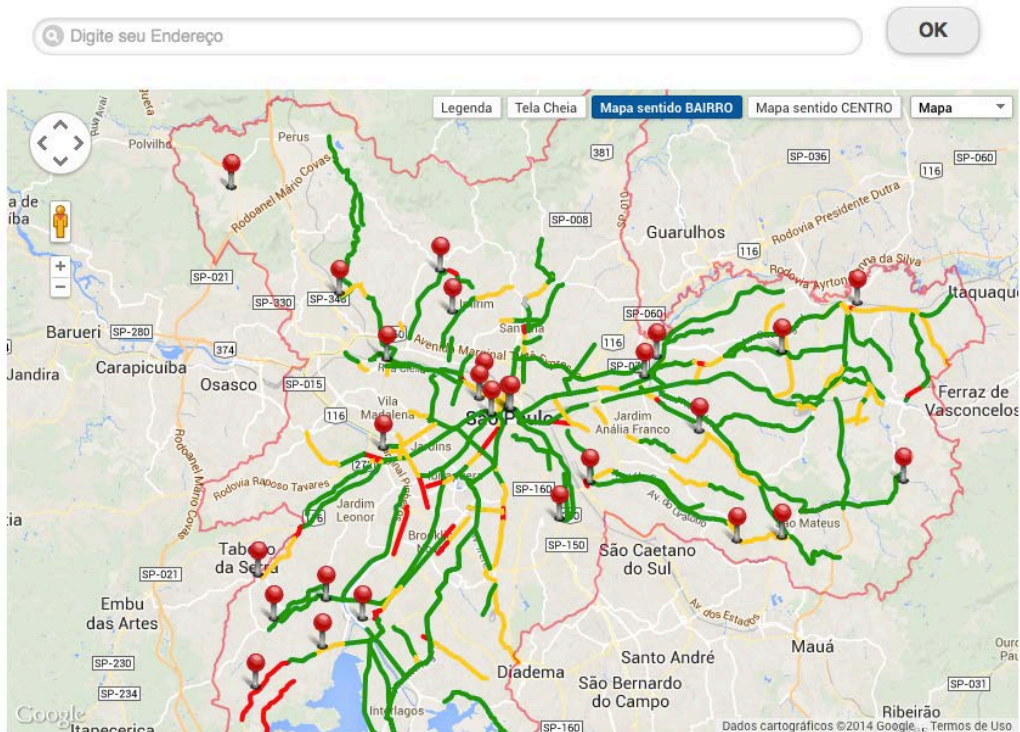


Figura 4.5—Olho Vivo SPTrans: Velocidades Médias por trecho

Na Figura 4.5, a cor vermelha indica velocidades abaixo de 15 km/h, a cor amarela representa trechos com velocidade média entre 15 e 19 km/h e a cor verde marca os locais com velocidades acima de 20 km/h.

Em Goiânia, a Rede Metropolitana de Transportes Coletivos (RMTC) apresenta em sua página na internet as mesmas opções do sistema de São Paulo, também aproveitando as APIs disponibilizadas pelo Google. O sistema apresenta as múltiplas opções para atender a um determinado deslocamento, indicando o tempo estimado para cada alternativa.

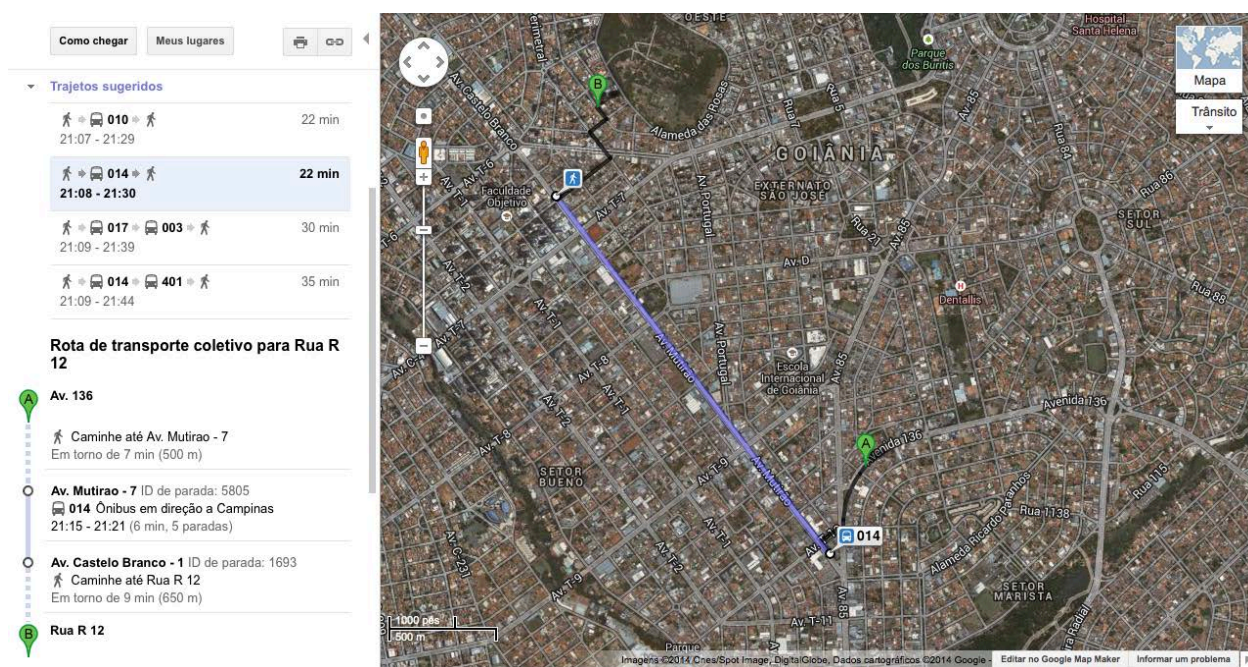


Figura 4.6–RMTC: Busca por trecho com base em par origem/destino

Madrid disponibiliza no endereço <http://www.emtmadrid.es/mapaweb/emt.html> um sistema chamado “Navega Madrid”, onde existem as opções de buscar um trajeto recomendado entre dois pontos, mostrar o itinerário das linhas (com alternativas para trajeto mais rápido ou menor percurso a pé, data e hora específicos), buscar linhas que passam por determinado lugar (em data e hora específicos e com distâncias de 100, 200 ou 300 metros), rotas especiais (turísticas, museus, monumentos, vida noturna etc) e uma indicação do tempo de espera estimado para as linhas de ônibus em cada parada de ônibus.

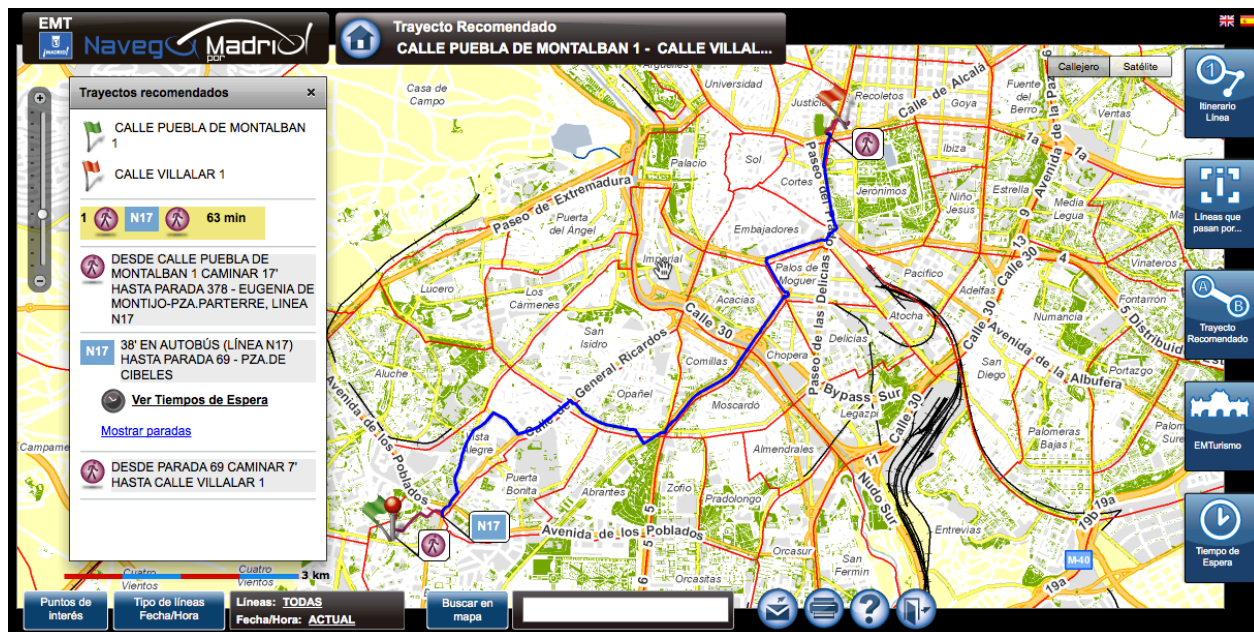


Figura 4.7–Navega Madrid: opção de busca por trajeto com base em par origem/destino

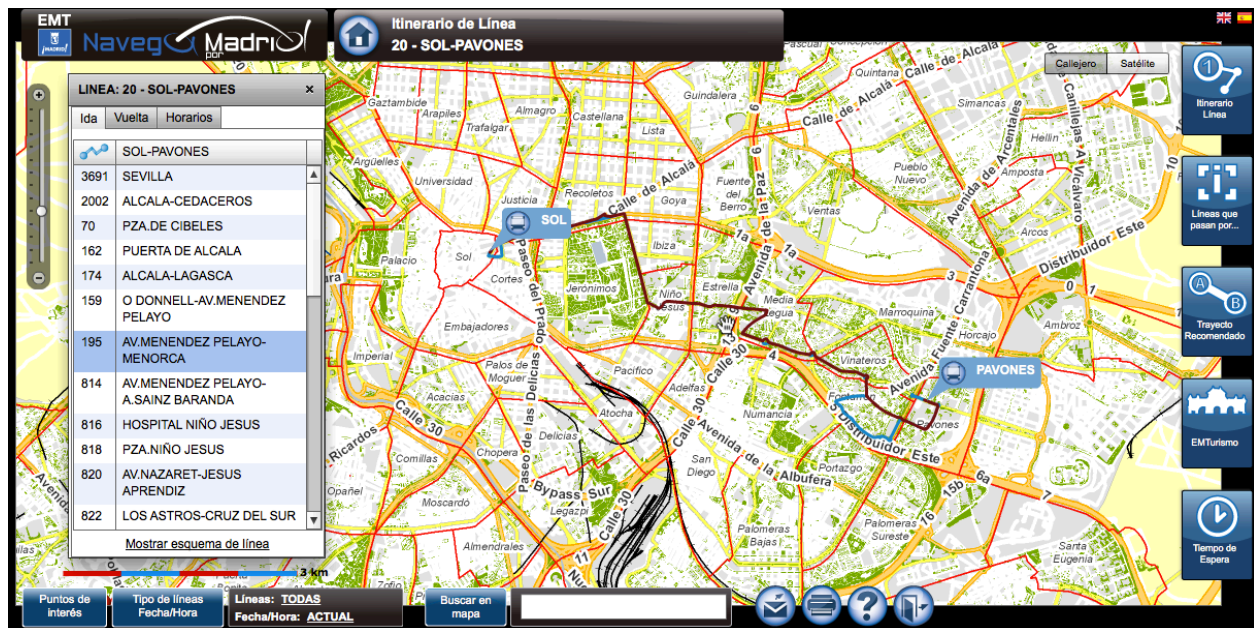


Figura 4.8–Navega Madrid: opção de exibir itinerários das linhas

No estado de South Wales, na Austrália, a Autoridade de Trânsito Estadual disponibiliza ferramentas de acesso à informação ao usuário pelo endereço <http://www.sydneybuses.info>. A página oferece mapas com as rotas e informações sobre horários e tarifas. O sistema possui uma ferramenta de busca de rotas com base em par origem/destino com diversas opções de filtro, como:

1. Horário de chegada ou horário de partida;
2. Modais de transporte (trem, ônibus, barca, VLT, ônibus escolar);
3. Viagem mais rápida, menor número de transferências ou menor percurso de caminhada;
4. Acessibilidade para pessoas portadoras de necessidades especiais.

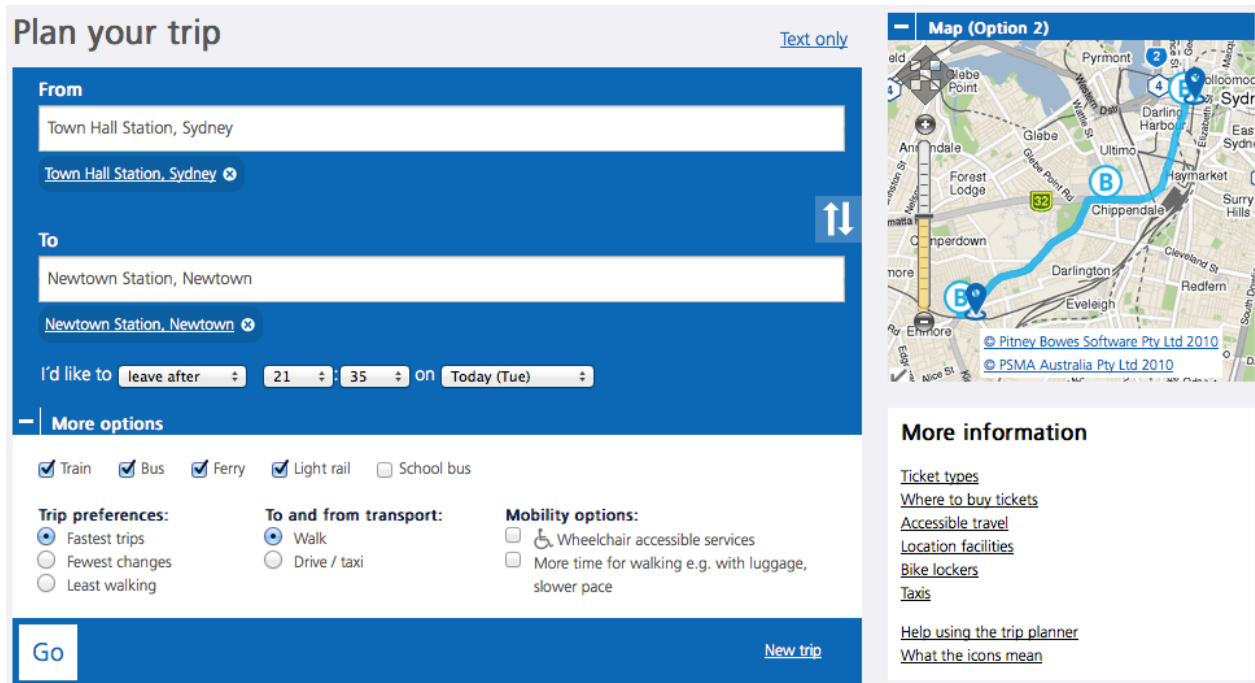


Figura 4.9–Sistema de Informações ao Usuário no Estado de South Wales, Austrália

O sistema também apresenta as condições de tráfego na região, indicando locais onde foram notificados acidentes de trânsito, obras na pista, alagamentos entre outros.

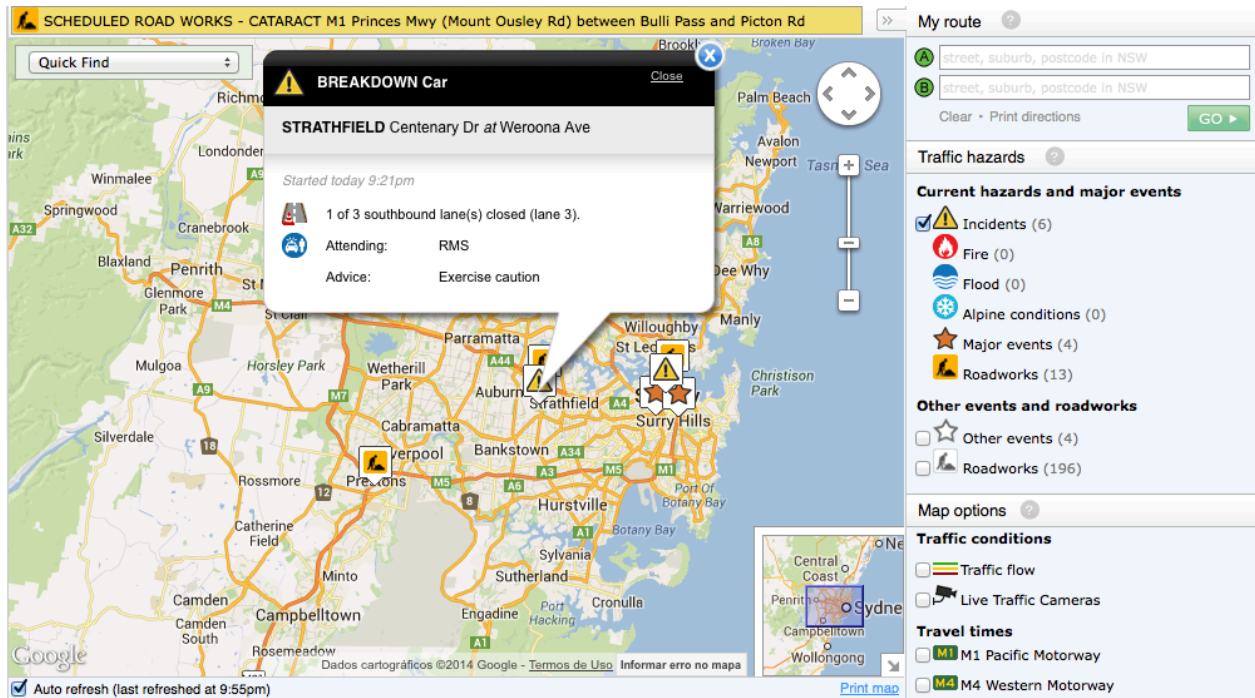


Figura 4.10–Sistema de Informações ao Usuário no Estado de South Wales: indicação de condições de trânsito

Em Londres, o órgão responsável pela gestão dos sistemas transporte é o Transport for London. Em sua página na internet é possível consultar informações sobre os diversos modais que integram o sistema: trens de superfície, VLT (Tram), ônibus, metro, bicicletas e outros. Aos moradores da cidade e região é oferecido um serviço de planejamento de viagem a partir do par origem/destino. Entre as opções de filtro para busca de rotas, destacam-se:

1. Adaptabilidade à portadores de necessidades especiais.
2. Alternativas considerando menor tempo de viagem, menor número de transferências ou menor percurso a pé (opções para quem anda rápido, devagar ou velocidade moderada e máximo tempo de percurso caminhando)
3. Integração intermodal (incluindo ônibus, ciclovias, trens etc)
4. Integração com sistemas GPS para indicar rotas com origem ou destino no local onde o usuário se encontra.
5. Opção de busca baseada no horário de partida ou no horário de chegada.

- Sistema automático de confirmação dos endereços de busca, comparando as informações inseridas pelo usuário aos pontos de parada já existentes.

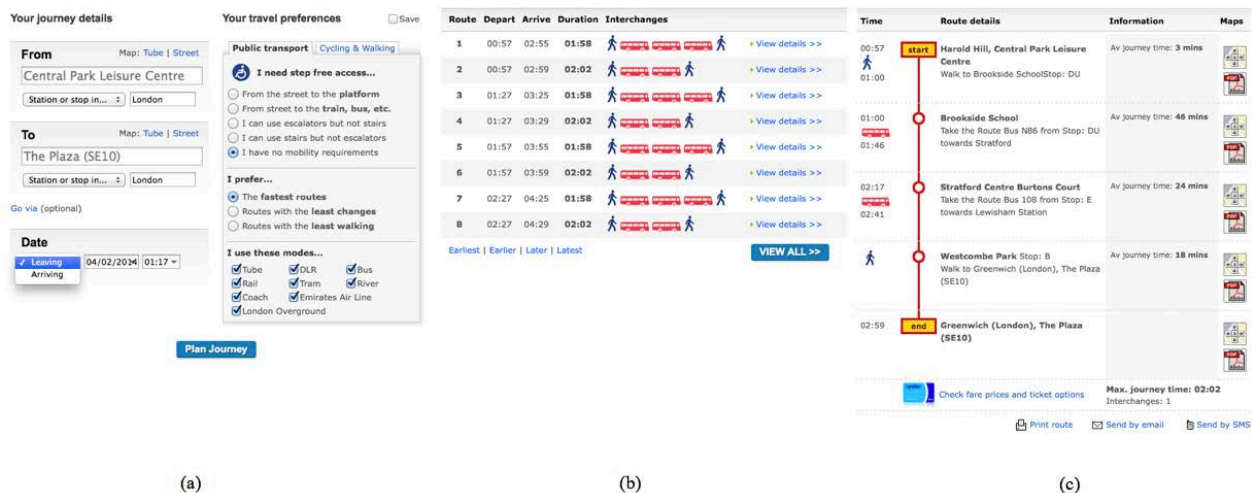


Figura 4.11–Transport for London: Journey Planner

Na Figura 4.11 (a), observa-se a tela com as opções iniciais de busca. A partir dela, são exibidas as opções de deslocamento como exemplificado na Figura 4.11 (b). Ao escolher uma das opções, são apresentados os detalhes de percurso ilustrados na Figura 4.11 (c).

As principais funcionalidades que podem ser implementadas a partir de uma plataforma web, destacam-se:

- Pesquisa de Rotas baseada em par Origem/Destino, considerando opções de busca como menor tempo total, menor número de transferências, menor distância de caminhada, adaptabilidade à pessoas com deficiência etc;
- Consulta aos trajetos e horários das linhas, informações sobre tarifas, integração, operações especiais, terminais, pontos de parada;
- Canal de comunicação para dúvidas, reclamações e sugestões;
- Identificação de pontos de transferência.

4.6.2 APLICATIVOS PARA SMARTPHONES

É crescente a parcela da população com acesso a aparelhos móveis de comunicação com funcionalidades estendidas, conhecidos no mercado como smartphones. De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios publicada em 2011 pelo IBGE, o aumento no número de pessoas que dispõe de serviços de telefonia móvel subiu 107,2% em 6 anos.

Segundo informações publicadas pelo Google em seu portal Our Mobile Planet, a parcela da população brasileira que possuía um smartphone era de 14% em 2012, representando 27 milhões de pessoas. Em pesquisa realizada no portal Our Mobile Planet (www.thinkwithgoogle.com/mobileplanet/pt-br/), em 2013 essa parcela já ultrapassa os 26%.

O desenvolvimento de aplicativos aproveita os dispositivos de localização e transmissão de dados do aparelho celular para a troca de informações entre o usuário e a empresa operadora de transportes. As funcionalidades são semelhantes às aquelas disponíveis através da internet acessada em um computador, mas apresenta as vantagens de mobilidade e acessibilidade, fornecendo informações ao usuário em qualquer lugar e à qualquer horário. Destacam-se a pesquisa de horários e itinerários, busca por rota de acordo com par origem/destino, consulta às tarifas, pontos de integração e demais informações sobre a programação e operação do sistema.

A partir dos dados oferecidos pelo SPTrans, a Equipe NanoIT desenvolveu o aplicativo “Cadê o Ônibus?”, com módulos específicos para cobradores, usuários e órgão gestor. São oferecidas as opções de pesquisa de rotas e horários, consulta a diversas informações sobre o sistema e o trânsito além da possibilidade de ativar notificações que são enviadas para o aparelho celular quando o ônibus está a uma determinada distância ou tempo de um lugar marcado pelo usuário. A equipe desenvolvedora sugere a utilização do módulo para cobradores em um *tablet*, permitindo que estes funcionários indiquem condições adversas, como sujeira, lotação, quebra e trechos congestionados, auxiliando a operação. O Módulo SPTrans, voltado para o órgão gestor, permite a elaboração rápida de relatórios reunindo diversas informações coletadas pelo sistema.

Em Brasília, a carência de informações precisas sobre o sistema de transporte disponíveis para o usuário incentivou a criação do Mobee (<https://www.mobee.io>), um sistema de informação que trabalha a partir de um banco de dados alimentado colaborativamente.. Inicialmente propõe-se que os usuários indiquem os locais onde existem pontos de parada na cidade e quais as linhas que passam por cada ponto, via web ou a partir de um aplicativo para dispositivo móvel. Em conjunto, essas informações possibilitam a identificação dos itinerários das linhas.

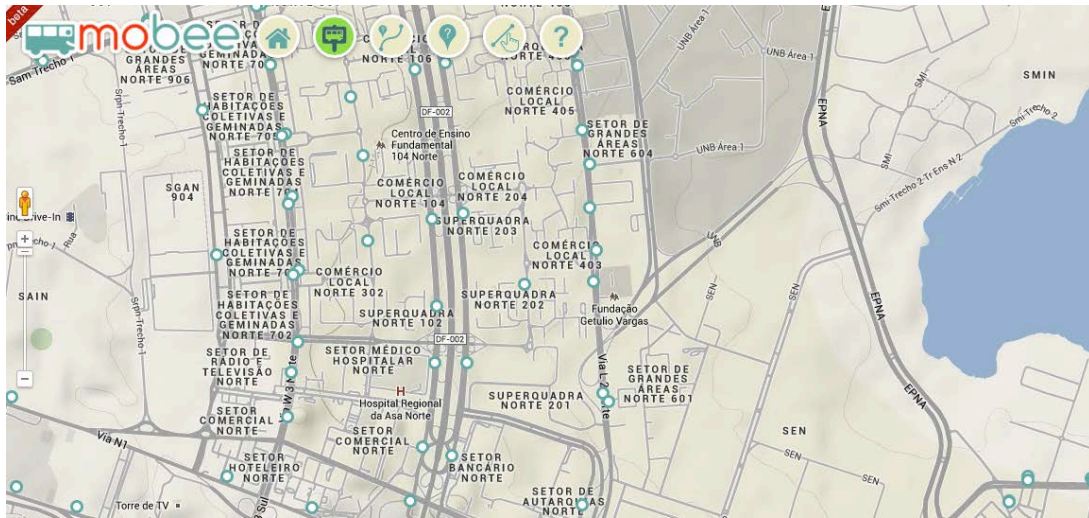


Figura 4.12–Mobee: Indicação dos Pontos de Parada

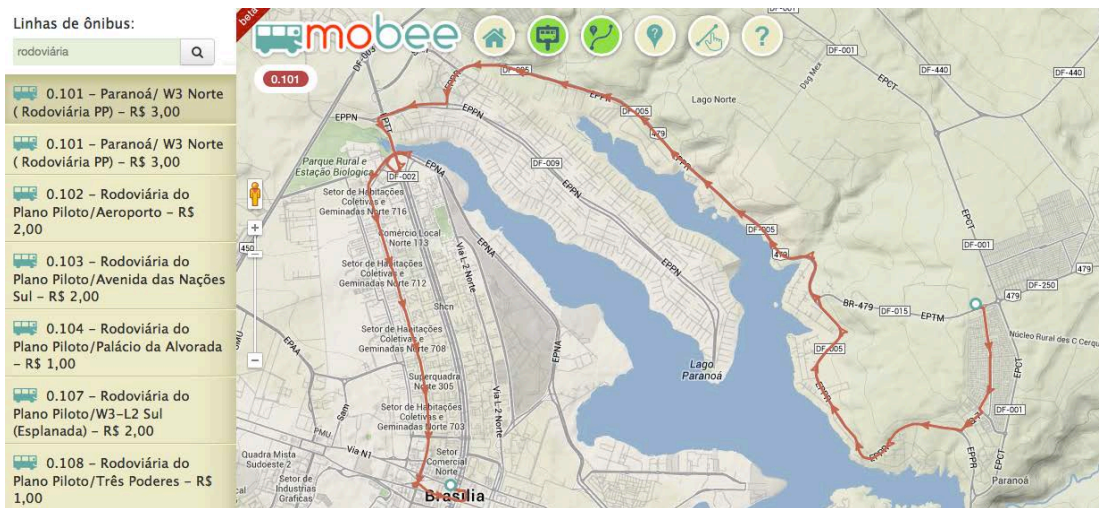


Figura 4.13–Mobee: Busca por itinerários

O Moovit é um aplicativo disponível para sistemas operacionais Android e iOS, desenvolvido em Israel, que utiliza dados operacionais sobre a rede de transporte de diversas cidades no mundo, como Auckland, Boston, Campinas, Porto Alegre, Paris, Rio de Janeiro, São Paulo, Santiago, Sydney entre outras, incluindo diversos modais (ônibus, trens, metro), para alimentar um sistema de informações ao usuário. O aplicativo fornece informações sobre horários e itinerários das linhas e uma ferramenta de busca por itinerários com base no par origem/destino e o horário desejados. O Moovit também possui a opção de navegação passo a passo interativa para o usuário acompanhar cada etapa de sua viagem, com indicações detalhadas de cada trecho (orientações no mapa, distância e tempo estimado). A integração com outros usuários permite que estes avaliem qualidades e defeitos como condições de limpeza dos veículos, lotação, atrasos ou o desempenho dos motoristas.

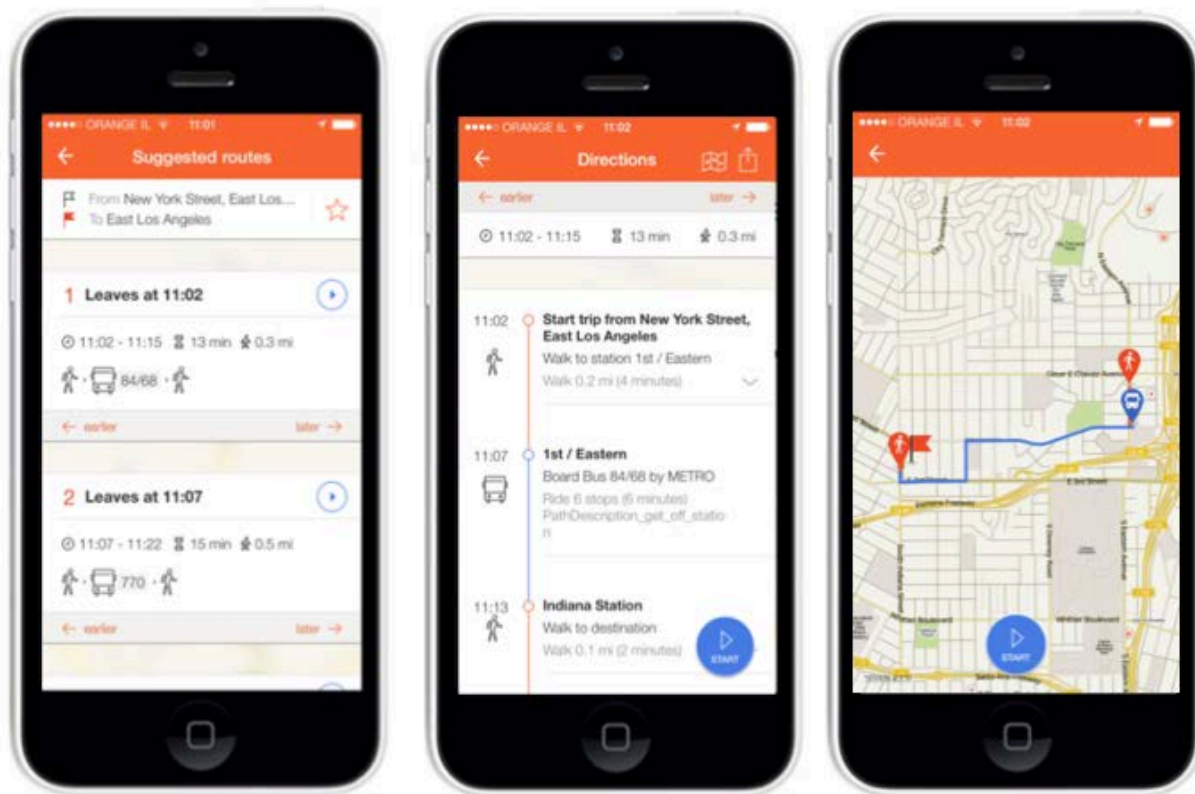


Figura 4.14–Moovit: resultados de busca por opções de deslocamento

O Moobly é um aplicativo que reúne informações sobre o sistema de transportes da cidade de Porto Alegre. Semelhante a outros aplicativos com esta finalidade, o Moobly se destaca por apresentar locais para aluguel de bicicletas e integração com taxis, permitindo até agendar e calcular o tempo e custo da viagem no caso de transporte público particular.



Figura 4.15–Moobly: aplicativo apresenta informações específicas sobre a cidade de Porto Alegre

4.6.3 SERVIÇO DE MENSAGEM SMS

Uma das características socioeconômicas que merece ser considerada é que grande parte dos usuários do sistema de transporte público não possuem *smartphones*, telefones celulares capazes de acessar páginas na internet e executar aplicativos complexos. Este fato permite concluir que para atender aos usuários de baixa renda é conveniente disponibilizar uma fonte de informações

via mensagem SMS, possibilitando a consulta ao sistema de informação através de um aparelho celular comum.

A consulta às informações é realizada enviando uma mensagem de texto com um código para um número cadastrado que processa a solicitação e retorna os resultados da pesquisa ao usuário.

Em Goiânia, o sistema de mensagens SMS exige que o usuário tenha conhecimento do número referente ao ponto de parada e da linha de transporte de interesse dele. Essa informação pode ser obtida visualmente no local, na internet ou pelo *Call Center* RMTC (ligação gratuita). Ao enviar uma mensagem contendo o número do ponto de parada e da linha, o usuário recebe uma resposta indicando o horário dos próximos dois ônibus que correspondem à sua pesquisa. O tempo máximo de resposta é de 2 minutos, dependendo da operadora, sendo cobrado o valor de 31 centavos mais impostos.

No endereço <http://infotrafegosms.pbh.gov.br/Infotrafego/>, a BHTrans oferece um serviço de mensagens SMS onde o usuário cadastra uma via de interesse e um horário determinado. Sempre que for detectada uma situação crítica, como trânsito lento ou interrompido, o usuário recebe uma mensagem alertando-o.

4.6.4 QUADROS DE INFORMAÇÃO

Considerando a probabilidade que uma parcela considerável dos usuários pode não ter acesso à fontes de informação como o telefone celular e a internet, torna-se imprescindível a utilização de quadros de informação embarcados e distribuídos sobre os pontos de parada com o intuito de facilitar e garantir acesso aos parâmetros básicos da operação, como horários e itinerários das linhas. As informações podem ser exibidas em quadros impressos e/ou digitais e podem apresentar funcionalidades interativas ao usuário para consultas diversas, reclamações ou sugestões.

Entre os meios de comunicação estáticos, destacam-se os mapas (incluindo itinerários de linhas), tabelas horárias e placas com texto ou pictogramas.

Dispositivos digitais como painéis de LED e monitores LCD já são utilizados em sistemas de informação ao usuário para apresentar informações atualizadas em tempo real com indicações sobre os próximos veículos que passarão por cada parada de ônibus, o horário previsto e avisos diversos sobre o sistema de transporte.

Alguns sistemas utilizam totens para oferecer maior interatividade ao usuário, permitindo consultas específicas sobre itinerários, horários e tarifas. Os totens podem disponibilizar ferramentas para planejamento de viagens com base no par origem/destino, de modo semelhante à plataforma web e aplicativos para *smartphones*.

A implantação de sistemas de monitoramento em tempo real acrescenta a possibilidade de informar ao usuário os próximos ônibus que passarão por cada parada e o tempo restante estimado para cada caso com precisão adequada. Essa funcionalidade aumenta a confiabilidade dos usuários, reduzindo a ansiedade durante o tempo de espera.

4.6.5 SISTEMAS DE SOM

Sistemas eletrônicos de som constituem atualmente uma solução tecnológica de baixo custo para transmissão de informações. Diversos sistemas de transporte utilizam autofalantes embarcados ou nas paradas de ônibus para informar usuários sobre os locais de embarque e desembarque, horários e itinerários e linhas, pontos turísticos e serviços de utilidade pública relacionados à segurança, saúde e educação, como a prática de ceder o lugar sentado para deficientes ou idosos.

Também ressalta-se a possibilidade de utilizar sistemas de som para ampliar a acessibilidade do sistema aos deficientes visuais, entendendo que essa é uma das ferramentas que deve ser utilizada em conjunto com outros dispositivos adequados para esse tipo de deficiência.

4.7. TÓPICOS CONCLUSIVOS

Nesse capítulo apresentou-se o conceito de sistema de informação aplicado ao transporte público, identificando os Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), que integram dispositivos de telecomunicações, processamento de dados, sensoriamento e navegação para controle e automação de processos.

Foram apresentados exemplos de utilização de tecnologias ITS no Brasil e no mundo, que permitem ao usuário o planejamento de deslocamentos com diferentes opções de busca, compra de créditos para passagens, informações sobre itinerários, horários, tarifas, condições de tráfego e adversidades como acidentes, obras na pista ou alagamentos, a partir de computadores e aparelhos celulares ou através de quadros de informação e totens instalados nos pontos de embarque e desembarque.

Os sistemas de bilhetagem eletrônica merecem destaque pois facilitam a implantação de redes integradas e auxiliam no controle financeiro da operação, registrando de forma digital informações sobre os passageiros embarcados. A integração com dispositivos GPS permitem o diagnóstico espaço-temporal da demanda de acordo com o perfil do usuário (pagante, estudante, idoso, portador de necessidades especiais etc). A redução da circulação de dinheiro nos veículos também é apontada como uma vantagem significativa pois reduz a atratividade para furtos e roubos. A segurança dos passageiros também pode ser melhorada através de câmeras de vídeo instaladas nos veículos e nos pontos de embarque e desembarque, mas exigem o treinamento e custeio de equipe adequada para monitoramento das imagens, de forma que sejam executados os procedimentos corretos no caso de emergências. Nesse caso, é evidente a necessidade de implantação de uma central de controle operacional e a cooperação com órgãos de segurança pública.

Para a coleta de dados sobre a opinião, críticas e sugestões dos usuários no Distrito Federal, o DFTrans oferece o serviço de ouvidoria, disponível via telefone e internet. Alguns aplicativos para *smartphones* possuem a funcionalidade de notificar condições adversas como superlotação, falta de limpeza ou conduta inadequada do motorista. Também são oferecidos na página do

DFTrans na internet informações sobre horários, itinerários e tarifas. As informações georreferenciadas estão disponíveis ao usuário somente para as linhas operantes no Plano Piloto. Os horários são indicados somente para os pontos iniciais nas linhas, não correspondendo às expectativas dos usuários quanto ao ponto de embarque e desembarque específico de cada um. Os dados sobre a programação estão disponíveis no formato GTFS na plataforma Google Maps, onde é possível realizar buscas com base no par origem/destino, indicando as alternativas de rotas, o tempo estimado para cada viagem, além dos pontos de parada e itinerários georreferenciados. No entanto, o formato GTFS-realtime não foi ainda adotado, carecendo de informações precisas sobre as previsões de horários e alertas de acidentes, rotas interrompidas ou outras emergências.

Foram apresentados dois sistemas de georreferenciamento que oferecem gratuitamente uma série de funcionalidades alimentadas por dados coletados e transmitidos nos padrões GTFS e GTFS-realtime: o Google Maps e o Open Trip Planner. A utilização de softwares já existentes e a interação a partir de APIs reduz significativamente o custo e tempo necessário para o desenvolvimento e implantação de sistemas para processamento e apresentação de dados.

Observou-se que existe uma tendência em utilizar os sinais de GPS para localização dos veículos e a tecnologia GPRS para transmissão de dados, de modo a minimizar o custo de implantação da infraestrutura e área de cobertura do sistema de informação. Para reduzir o custo de transmissão, alguns sistemas selecionam um grupo de informações para coleta *off-line*, que são armazenados em um cartão de memória e transmitidos periodicamente no período de abastecimento ou manutenção.

O conceito de Central de Controle Operacional foi apresentado com uma analogia a uma Central que Controle de Tráfego Aéreo, onde as informações sobre os veículos e condições externas que afetam a operação são monitoradas para que sejam seguidos procedimentos que são aplicados para melhoria da qualidade na prestação do serviço, incluindo adequação da oferta à demanda (com ordens de avançar/reduzir velocidade ou ainda com viagens extras além da programação) e ação eficiente no caso de emergências (como acidentes, incêndios, roubos, furtos, enchentes, entre outros)

Nas tabelas de controle e supervisão operacional deve ser possível correlacionar dados sobre itinerários e horários com informações dos motoristas e veículos, quantidade de passageiros transportados em cada trecho, quilometragem percorrida, atrasos, adiantamentos e ocorrência de situações adversas como acidentes e falhas mecânicas.

Os mapas são recomendados para apresentar o itinerário das linhas e gráficos com a velocidade, demanda, oferta, ocupação, índice de acidentes ou outro indicador por trecho do sistema. Facilitam a localização do usuário durante seu trajeto e a identificação dos trechos críticos que devem receber intervenções por parte das empresas operadoras e/ou do Poder Público. Podem apresentar a localização dos veículos correspondentes a cada linha em operação através da internet para que os usuários saibam claramente onde estão aqueles que os interessam e para permitir a identificação da distância entre os veículos, cumprimento da programação e de ordens de avançar ou reduzir velocidade por parte das empresas prestadoras de serviço e dos órgãos de fiscalização.

Uma das principais vantagens dos sistemas de informação apresentados é a capacidade de filtrar um extenso conjunto de dados para obter informações específicas. Em relação às necessidades de informação dos usuários, destaca-se a busca por viagens com base no par origem e destino, com opções de itinerários e modais de transporte distintos, tempo estimado para cada etapa do deslocamento, horário de chegada ou saída, adaptabilidade a portadores de necessidades especiais, distância percorrida a pé, preço. Para as empresas operadoras, convém identificar a posição dos veículos em operação, o percurso dos veículos, horário de chegada e saída em cada ponto de parada, a quantidade de passageiros transportados e cumprimento dos procedimentos de operação padrão, permitindo filtrar as informações por trecho, faixa de horário, veículo e motorista.

Foram pesquisados diferentes canais de informação para apresentação dos dados. Nesse caso, a internet ganha destaque em questão de acessibilidade da informação. Através de *desktops*, *notebooks*, *smartphones*, *tablets* ou ainda de dispositivos instalados nos veículos e nos pontos de embarque e desembarque, podem ser apresentados textos, imagens, tabelas e mapas para orientar

os passageiros, permitir o controle operacional e subsidiar a fiscalização por parte do Poder Público.

A integração com dispositivos móveis apresenta a possibilidade de pesquisa por viagens de acordo com a localização do usuário em qualquer lugar na área de cobertura. Também permite que os usuários, motoristas e cobradores avaliem as qualidades e defeitos em tempo real, informando a empresa e os órgãos de fiscalização para que sejam tomadas as devidas providências.

Na realidade atual brasileira, ainda ganha destaque a tecnologia de mensagens SMS, para que a parcela da população que tem um telefone móvel tenha acesso às informações do sistema sem necessidade de conexão com a internet.

Os sistemas de som, quadros de informação e totens interativos instalados nos veículos e nos pontos de embarque e desembarque completam o conjunto de *outputs* do sistema de informação, garantindo o acesso às informações a todos os usuários.

Em Brasília, o edital que define as regras de concessão exige que os veículos possuam equipamentos básicos para a implantação de sistemas de informação, incluindo um módulo embarcado de apoio a operação e um console ergonomicamente adaptado ao motorista.

5 – INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Figura 5.1 apresenta a estrutura metodológica para elaboração de um sistema de indicadores, de acordo com MAGALHÃES (2004, apud VILLELA *et al.*):

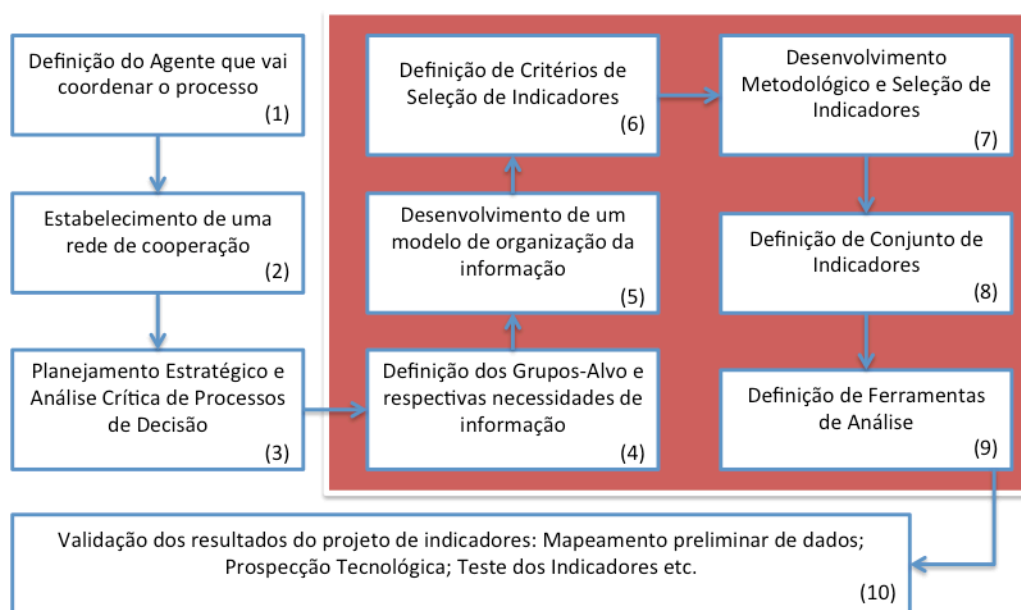


Figura 5.1–Etapa de Elaboração de Indicadores

Fonte: Magalhães (2004, com adaptações)

Neste trabalho foram desenvolvidas as etapas 4 a 9. A definição dos grupos-alvo e respectivas necessidades de informação (Etapa 4) foi realizada a partir dos atributos de qualidade demandada apresentados no Capítulo 2. No Capítulo 3 foram definidos os critérios de seleção de indicadores (Etapa 6). Neste Capítulo são definidos o modelo de organização da informação (Etapa 5), o conjunto de indicadores (Etapas 7 e 8) e as ferramentas de análise (Etapa 9), necessários para a validação do projeto de indicadores.

No Modelo de Organização da Informação, mostra-se como é possível monitorar a qualidade do serviço de transporte coletivo urbano a partir de indicadores, complementando as informações apresentadas nos capítulos anteriores com a estrutura normativa e gerencial já existente para coleta de dados, incluindo críticas e sugestões.

A definição do conjunto de indicadores (Etapa 8) possibilitou a identificação dos chamados Dados Operacionais Básicos (DOB), que correspondem aos valores necessários para o cálculo dos indicadores. Para cada DOB foi apresentada pelo menos uma fonte de dados com base na pesquisa sobre sistemas de informação e estrutura gerencial/normativa no Distrito Federal.

Ao final são feitas observações, críticas e sugestões ao modelo atual de gestão da qualidade, previsto no anexo VI do Edital de Concessão, e à metodologia apresentada nesse trabalho.

Ao comprovar a viabilidade da metodologia de monitoramento, controle e avaliação deve-se iniciar a etapa de implementação, representada na Figura 5.2.

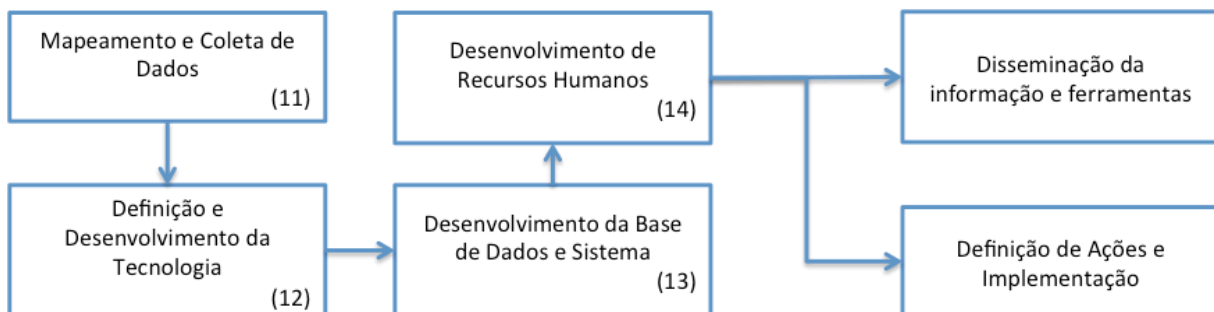


Figura 5.2–Etapa de Implementação de Indicadores

Fonte: Magalhães (2004, com adaptações)

5.2. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Neste trabalho, o monitoramento do nível de qualidade se baseia na definição de atributos de qualidade demandada, apresentadas no Capítulo 2. A quantificação desses atributos é proposta através de um conjunto de indicadores selecionados de acordo com os critérios apresentados no Capítulo 3. No Capítulo 4 foram apresentadas as tecnologias relacionadas ao Sistemas Inteligentes de Transporte, ou ITS. Neste capítulo serão apresentadas as estruturas gerenciais e normativas que dão base para aplicação de uma política de avaliação da qualidade. Reunindo todas essas informações, foram selecionados indicadores que podem ser calculados com dados coletados durante a operação para auxiliar os usuário a planejarem suas viagens, subsidiar a implementação de sistemas de controle operacional por parte das empresas operadoras, e fornecer informações para orientar o Poder Público no planejamento e programação das linhas e na fiscalização da operação.

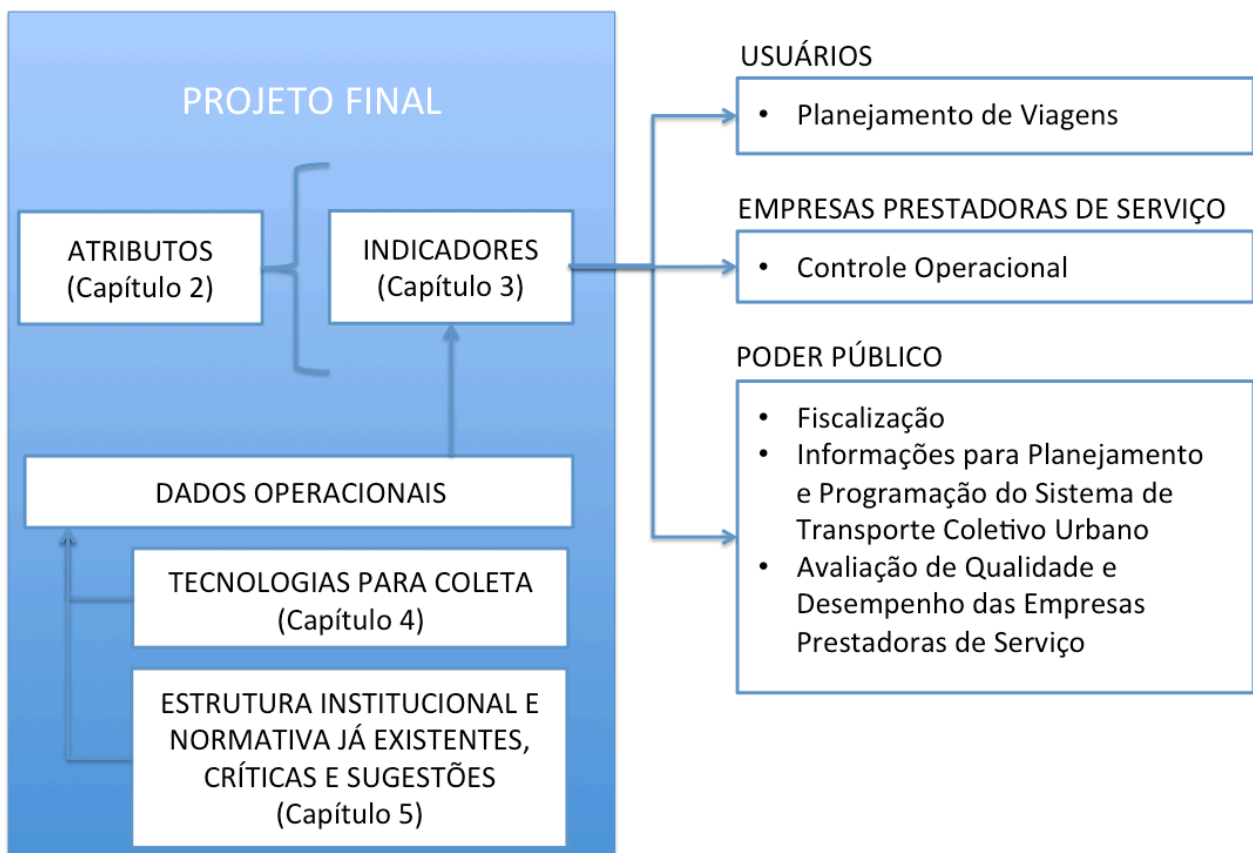


Figura 5.3–Modelo de Organização da Informação

A Lei Distrital 5.171 publicada no Diário Oficial do Distrito Federal em setembro de 2013 declara a obrigatoriedade de se disponibilizar semestralmente dados atualizados sobre:

1. Relação completa dos ônibus que compõem a frota rodoviária do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal, agrupados por empresa incluindo o número de registro, ano de fabricação e modelo de cada veículo;
2. Número médio de usuários transportados diariamente;
3. Quantidade de empresas de ônibus que operam no sistema;
4. Idade média da frota de ônibus em circulação;
5. Quantidade de veículos em operação e a quilometragem média rodada;
6. Cópia das planilhas de custo do sistema convencional de transporte público
7. Horários e Itinerários das linhas.

O Artigo 16^o da Lei 30.584/2009 afirma que as empresas operadoras devem “prover os dados, informações e documentos que sejam requisitados pela Entidade Gestora (...) no formato, prazo e demais condições estabelecidas, em especial aqueles que se destinam a alimentar o mecanismo de avaliação permanente do STPC/DF”.

O Anexo I da Lei n^o 3.106/2002 publicada no Diário Oficial do Distrito Federal apresenta um conjunto de infrações gerais e relacionadas aos veículos. Os agentes credenciados no Departamento Metropolitano de Transportes Urbanos são responsáveis pela fiscalização. Caso a pontuação obtida referente a infrações cometidas num período de 180 dias seja acima do permitido, a Lei prevê que o órgão gestor pode aplicar as seguintes sanções: advertência, multa, retenção do veículo, recolhimento do veículo, apreensão do veículo, suspensão e cassação da delegação para prestação do serviço. As infrações podem ser registradas através de dois documentos citados pela Lei, o auto de infração e a notificação de irregularidade. Ambos incluem a identificação do infrator, do veículo e data, hora e local da autuação. Essa Lei ainda declara que, para controlar o estado de conservação e utilização de veículos, deverá emitir Selos de Vistoria, que devem permanecer nos veículos obrigatoriamente durante a operação.

De acordo com o Decreto 35.253/14, a responsabilidade pela fiscalização do serviço básico de transporte coletivo no Distrito Federal é da Subsecretaria de Fiscalização da Secretaria de Estado de Transportes do DF.

5.3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA SELEÇÃO E PROPOSTA DOS INDICADORES

Para alcançar o objetivo proposto no Capítulo 1, foi seguida a seguinte metodologia, dividida em duas etapas: para cada atributo de qualidade apresentado no Capítulo 2, são testados os indicadores identificados no Capítulo 3 segundo os critérios para seleção de indicadores. Em seguida foi feito um refinamento do conjunto de indicadores visando a viabilidade de implementação.

Na 1ª Etapa, são selecionados indicadores para cada um dos atributos de qualidade demandada de acordo com os critérios:

1. Esse indicador representa total ou parcialmente o atributo em questão?
2. Algum outro indicador mais simples foi encontrado para representar esse atributo?
3. Os resultados podem ser usados para comparação com outros sistemas?

Na 2ª Etapa, os indicadores correspondentes a cada um dos atributos de qualidade foram refinados a partir das análises:

1. É possível simplificar a metodologia de cálculo ou melhorá-la para facilitar a compreensão dos resultados?
2. Quais são as ferramentas existentes para coleta dos dados necessários para cálculo desse indicador?
3. Existe estrutura normativa e gerencial para viabilizar o indicador?

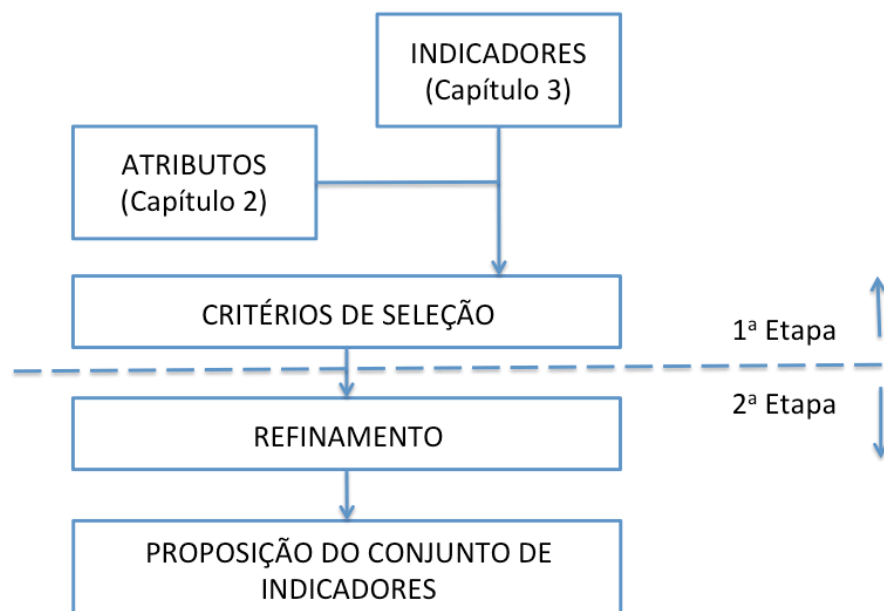


Figura 5.4–Metodologia para proposição de indicadores

5.4. SELEÇÃO DE INDICADORES

Seguindo a metodologia ilustrada na Figura 5.4, foram identificados os indicadores que representavam os atributos de qualidade listados no Capítulo 2. Os resultados são apresentados a seguir, separados por ponto de vista (usuários, empresas operadoras e governo/sociedade) e atributo.

5.4.1 USUÁRIOS

Como apresentado no Capítulo 2, a qualidade do Sistema de Transporte Coletivo Urbano do ponto de vista dos usuários pode ser avaliada a partir de 6 atributos: rapidez, acessibilidade, conforto, confiabilidade, economia e segurança.

5.4.1.1 Rapidez

Para avaliar o tempo de viagem, FERRAZ e TORRES (2004, *apud* RODRIGUES e SORRATINI) utilizam um indicador que relaciona o tempo de viagem por ônibus e por carro. Os resultados eram obtidos a partir de uma entrevista com os usuários. Neste trabalho, descartou-se

essa metodologia de coleta, pois ela não foi considerada viável devido à grande subjetividade dos resultados em relação as condições reais de operação.

Para representar a Rapidez do Sistema de Transporte Coletivo Urbano, do ponto de vista dos usuários, optou-se por utilizar a velocidade comercial medida em cada trecho do sistema, calculada a partir dos dados coletados pelos sistemas de localização instalados nos veículos.

A Velocidade Comercial (VC) é calculada pela razão entre a distância associada a um trecho ou viagem e o tempo necessário para efetuar o deslocamento, incluindo o tempo necessário para efetuar o embarque e desembarque de passageiros no(s) ponto(s) de parada anterior(es) ao ponto analisado.

$$VC_{trecho\ i,\ viagem\ v} = \frac{HCR_{PPx} - HCR_{PP(x-1)}}{KM_i}$$

Onde $VC_{trecho\ i,\ viagem\ v}$ representa a Velocidade Comercial no trecho “i” medida em uma viagem “v”, HCR_{PPx} e $HCR_{PP(x-1)}$ correspondem ao horário de chegada no ponto “x” e “x-1”, respectivamente. A Velocidade Comercial Média nesse trecho em uma faixa horaria específica é calculado pela média entre os valores medidos nas viagens analisadas dentro dessa faixa horaria. A Velocidade Comercial Média em um conjunto de trechos é calculada pela média das Velocidades Comerciais medidas em cada trecho, ponderadas pela quilometragem correspondente.

Os valores são mais representativos se separados por regiões e faixas horarias específicas, pois permitem identificar os pontos críticos e os pontos de folga da operação

Valores globais podem ser obtidos utilizando ponderações para os diferentes horários de operação ou de acordo com a quantidade de passageiros transportados em cada horário.

5.4.1.2 Acessibilidade

A acessibilidade do sistema do ponto de vista dos usuários pode ser interpretada de diversas maneiras. O Manual de Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros calcula a acessibilidade temporal e locacional a partir do intervalo entre veículos e distância do ponto de origem do destino aos pontos de embarque e desembarque, respectivamente.

Entre os 12 indicadores propostos por FERRAZ e TORRES (2004, *apud* RODRIGUES e SORRATINI), 6 foram selecionados para representar a questão de acessibilidade do ponto de vista dos usuários. Dois deles são semelhantes aos indicadores propostos por EBTU (1988): distância de caminhada e intervalo entre atendimentos. Os outros 4 são:

1. Declividade, passeios e segurança na travessia
2. Número de portas e largura do corredor
3. Sinalização, cobertura e assentos
4. Folhetos com itinerários e horários, informações adequadas nas paradas e pontos de informações e reclamações

A partir dessas informações, optou-se por monitorar a acessibilidade do sistema de transporte coletivo urbano através de 2 indicadores, representando a acessibilidade temporal e locacional.

O monitoramento da adequação dos veículos e das pontos de parada para pessoas com deficiência não foi adotado nesse trabalho assumindo as especificações do Manual dos Padrões Técnicos dos Veículos do STPC-DF (Anexo II.5.1 do Edital de Concessão vigente), fazendo referência a NBR 14022, que exigem a instalação de equipamentos e adoção de dimensões adequadas para pessoas com mobilidade reduzida e cães-guia. O sistema de som embarcado, exigido no Edital de Concessão, é mais um equipamento que visa garantir condições adequadas de serviço para pessoas com deficiência auditiva.

Também optou-se por não monitorar a questão de disponibilidade de informação com base nas exigências do Anexo II.7 do Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo no Distrito Federal, que incluem painéis eletrônicos para informações aos usuários e o display de

itinerário frontal instalados em todos os veículos que compõem a frota. No entanto, ressalta-se a carência de informações nos pontos de parada. Segundos dados disponíveis na página do DFTrans (<http://www.dftrans.df.gov.br/servicos/pontosdeparada.html>), existem no Distrito Federal mais de 520 pontos de ônibus (de um total de 4.313) não possuem ao menos placa de identificação.

A Acessibilidade Temporal é representada pelo intervalo, em minutos, entre a passagem de dois veículos em um ponto de parada. O indicador associado foi denominado Intervalo entre Atendimentos (IA).

$$IA_{PPx, viagem v} = HCP_v - HCP_{v-1}$$

Onde $IA_{PPx, viagem v}$ é o Intervalo entre Atendimentos referente ao Ponto de Parada “x” e HCP_v é o Horário de Chegada Programado para a viagem “v” nesse ponto.

O Intervalo Médio entre Atendimentos no Ponto de Parada “x” em uma faixa horaria específica é calculado pela média entre os Intervalos de Atendimento referentes a todas as viagens programadas que passam por esse ponto.

O Intervalo Médio entre Atendimentos em uma região é calculado pela média aritmética entre os Intervalos Médios de Atendimento nos pontos de parada que estão localizados na região analisada.

A Acessibilidade Locacional pode ser medida pela distância entre o ponto de origem do deslocamento aos pontos de parada, ou ainda pela área de cobertura oferecida pelos pontos de embarque e desembarque, considerando uma distância pré-fixada como parâmetro de qualidade do serviço. Para permitir maior precisão com métodos simplificados de cálculo, foi adotado nesse trabalho o indicador Área de Cobertura (AC) para representar a acessibilidade locacional do sistema de transporte coletivo. A Área de Cobertura relacionada a um ponto de parada é obtida a partir do cálculo do círculo com raio igual ao Raio de Cobertura considerado. Esse Raio de

Cobertura é definido com base nas condições adequadas de distância para deslocamentos a pé até o ponto de embarque e desembarque. Com base na Tabela 2.10, sugere-se a adoção de um Raio de Cobertura (RC) igual a 350 metros.

$$AC_{PPx} = \pi(RC)^2$$

A Área de Cobertura relacionada a uma região é soma da área atendida pelos Pontos de Parada localizados na região analisada, considerando uma única vez as regiões de intersecção entre as áreas de cobertura de pontos de parada próximos.

A representação visual georreferenciada da Área de Cobertura em um mapa fornece indicações claras da área atendida pelo Sistema de Transporte Integrado ao usuário.

5.4.1.3 Conforto

Entre os indicadores pesquisados, aqueles relacionados ao nível de conforto proporcionado pelo Sistema de Transporte Coletivo Urbano do ponto de vista dos usuários podem representar as condições do veículo ou dos pontos de embarque e desembarque.

Durante o deslocamento, no interior do veículo, influenciam no conforto do usuário a densidade de passageiros em pé, a temperatura, nível de ruídos e vibrações, número de portas, largura do corredor e altura dos degraus, a adequabilidade do modo de dirigir e o tratamento dado por motoristas e cobradores, o estado de conservação e limpeza dos veículos.

Para adequar as dimensões dos veículos as características antropométricas que proporcionam condições de conforto ao usuário, o Anexo II.5.1 do Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo vigente no Distrito Federal define dimensões mínimas para os corredores, assentos, degraus e outras especificações relacionadas as características geométricas dos veículos. Também é previsto no Edital a instalação de acelerômetros nos veículos com a finalidade de detectar freadas, acelerações e curvas bruscas. Para a questão de temperatura, o Manual dos Padrões Técnicos dos Veículos do STPC/DF exige a instalação de equipamentos de ar

condicionado em toda a frota, mas não define faixas aceitáveis de temperatura ou instrumentos embarcados para monitoramento dessa característica.

No entanto, não foram encontradas fontes regulares confiáveis já existentes para dados relacionados à temperatura, ruídos, vibrações e densidade de passageiros em pé nos veículos. Ainda assim optou-se por propor o indicador Densidade de Passageiros em Pé (DPP) para representar parcialmente o atributo conforto. Esse indicador pode ser calculado a partir de pesquisas sobre-e-desce realizadas por pesquisadores embarcados ou através das imagens obtidas pelas câmeras instaladas nos veículos.

$$DPP = \frac{OT - CPS}{AUV}$$

Onde OT é a Ocupação do trecho, CPS é a Capacidade para Passageiros Sentados e AUV é a Área Útil do Veículo.

O Grau de Limpeza dos Veículos (GLV) foi outro indicador identificado para representar o atributo conforto do ponto de vista dos usuários. Segundo o Anexo VI do Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo do DF, o indicador é calculado pelo quociente entre a quantidade de veículos não aprovados na vistoria de limpeza pelo total de veículos vistoriados. É definido nesse anexo que as vistorias deverão ser programadas no início da operação, nos pontos terminais ou garagens, diariamente, antes da primeira viagem de todos os veículos.

$$GLV = \frac{RVL}{NVL}$$

Onde RVL é o número de Reprovações em Vistorias de Limpeza e NVL é o Número de Vistorias de Limpeza no período considerado.

O Grau de Reclamações dos Usuários, calculado pelo quociente entre o número de reclamações e o número de passageiros transportados, foi selecionado para representar a satisfação dos usuários.

$$GRU = \frac{NRR}{PE - POT}$$

Onde NRR é o Número de Reclamações Registradas, PE é o número de passageiros embarcados e POT representa a quantidade de passageiros oriundos de transferência.

5.4.1.4 Confiabilidade

O nível de confiabilidade do Sistema de Transporte Coletivo Urbanos do ponto de vista dos usuários inclui o cumprimento de horários e itinerários e a ocorrência de falhas mecânicas.

A maioria dos indicadores pesquisados associados ao cumprimento de horários é calculado a partir da quantidade de viagens que apresentam atrasos (ou adiantamentos) maiores que o limite de tolerância pré-estabelecido.

Nesse trabalho, propõe-se calcular um Índice de Confiabilidade dividindo a quantidade de atendimentos realizados dentro de um limite de tolerância de 3 minutos de atraso pela quantidade total de paradas programadas no período analisado. O Número de Atendimentos Conformes (NAC) corresponde à quantidade de atendimentos realizados dentro do limite estipulado. O Número de Atendimentos Programados (NAP) equivale ao total de pontos de parada em cada linha, multiplicado pelo número de viagens de cada linha no período avaliado.

$$ICS_{viagem\ v} = \frac{NAC}{NAP}$$

O Índice de Confiabilidade Global do Sistema pode ser calculado a partir da soma dos ICS correspondentes às analisadas, ponderados pela quantidade de pontos atendidos em cada viagem.

5.4.1.5 Economia

No conjunto de indicadores pesquisados, duas características foram identificadas para monitorar a questão de economia relacionada ao sistema de transporte coletivo urbano do ponto de vista dos usuários: a abrangência da integração tarifária e o valor da tarifa.

Para o usuário, quanto maior a área atendida pelo sistema integrado de transporte coletivo, menor é o custo para efetuar deslocamentos maiores dentro do espaço urbano, considerando os benefícios da integração tarifária.

Por questão de simplificação, optou-se por considerar a área atendida pelo sistema integrado como um dos indicadores de acessibilidade, e o atributo Economia é representado nesse trabalho como um indicador que analisa a relação entre o custo de deslocamento pelo sistema coletivo e a renda do usuário.

Considerando o princípio de modicidade de tarifas, a economia do ponto de vista do usuário deve considerar o usuário de baixa renda. Nesse trabalho optou-se por considerar o Custo Relativo do Transporte Coletivo (CRTC) baseado no valor da tarifa multiplicado pela quantidade de dois deslocamentos diários efetuados em um mês (ida e volta), dividida pelo salário mínimo vigente. Esse indicador poderia utilizar como referência o salário médio da população atendida, exigindo assim uma maior complexidade no processo de cálculo.

$$CRTC = \frac{30 * 2 * TU}{SMV}$$

Onde CRTC é o Custo Relativo ao Transporte Coletivo, TU é a tarifa cobrada ao usuário e SMV é o Salário Mínimo Vigente.

No caso de avaliação de linhas com valores distintos de tarifas, um indicador global pode ser calculado a partir da média dos CRTC referentes a cada linha, ponderados pela quantidade de passageiros transportados em cada uma no período considerado.

5.4.1.6Segurança

Os indicadores pesquisados que representam a questão de segurança do usuário se baseiam na quantificação de acidentes e irregularidades de trânsito, previstos no Anexo VI do Edital de Concessão do Serviço de Transporte Coletivo Urbano no Distrito Federal, e na avaliação do modo de dirigir dos motoristas e do estado de conservação dos veículos e das vias, propostos por FERRAZ e TORRES (2004, *apud* RODRIGUES e SORRATINI).

Optou-se nesse trabalho por monitorar o atributo Segurança do ponto de vista dos usuários pelo Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (GAT) e pelo Grau de Reprovação em Vistorias Programadas (RVP), previstos no Anexo VI do Edital do Serviço Básico de Transporte Coletivo do DF, calculados pelas expressões:

$$GAT = \frac{NAR}{NVF}$$

$$RVP = \frac{NRV}{NVP}$$

Onde NAR é o Número de Acidentes Registrados, NVF é o Número de Veículos da Frota, NRV é o Número de Reprovações em Vistorias programadas e NVP é o Número de Vistorias Programadas.

Existem dois aspectos relacionados à infraestrutura, que influenciam na questão de segurança dos usuários, para os quais não foram selecionados indicadores: qualidade e estado de conservação das vias e dos pontos de parada, pois nesses casos não foram encontradas fontes regulares para coleta de dados.

5.4.2 EMPRESAS OPERADORAS

A qualidade do Sistema de Transporte Coletivo Urbano do ponto de vista das empresas prestadoras de serviço pode ser representada por um conjunto de 6 atributos, divididos em duas categorias:

1. Condições Internas: Eficiência, Eficácia de Serviço, Eficácia de Custo
2. Condições Externas: Demanda, Qualidade da Infraestrutura e Fluidez do Tráfego

5.4.2.1 Eficiência

O conceito de Eficiência está relacionado à relação entre a quantidade de serviço produzido e os insumos necessários. Os autores pesquisados apresentam indicadores para monitorar a eficiência da mão-de-obra, do combustível, dos serviços de manutenção e da utilização dos veículos.

Optou-se nesse trabalho por monitorar a eficiência do Sistema de Transporte Coletivo do ponto de vista das Empresas prestadoras do serviço a partir de 4 indicadores:

1. Utilização do Veículo: Indicador proposto por WAISMAN, chamado nesse trabalho de Índice de Aproveitamento do Tempo de Operação, quantifica o tempo de aproveitamento da frota (indicando também o tempo de ociosidade) e é calculado pela expressão:

$$IATO = \frac{\text{horas de operação}}{n^{\circ} \text{ de veículos} \cdot n^{\circ} \text{ de dias considerados}} = \frac{NHO}{NVO \cdot d}$$

2. Manutenção: Para representar essa característica, foi selecionado o indicador Quilometragem Média entre Quebras, proposto por WAISMAN, calculado pela razão entre a quilometragem percorrida e o número de falhas mecânicas registradas.

$$KMQ = \frac{KMP}{NFMR}$$

3. Consumo Médio de Combustível: Apresentado por alguns autores como “Índice de Eficiência Energética”, o monitoramento do consumo de combustível pelos veículos caracteriza um indicador útil para identificar veículos mais econômicos e aqueles que podem estar apresentando problemas mecânicos ou falta de manutenção. Pode ser usado também para identificar os motoristas que gastam mais combustível e aqueles que tem um modo mais eficiente de direção. O Consumo Médio de Combustível, calculado pela razão

entre a quantidade de combustível consumido (QCC) e a quilometragem percorrida, (KMP) foi o indicador adotado nesse trabalho para representar essa característica.

$$CMC = \frac{QCC}{KMP}$$

4. Custo Médio por Quilômetro: calculado pela razão entre o Custo Total da Operadora e a quilometragem percorrida, esse indicador fornece uma visão da eficiência global da operação.

$$CKM = \frac{CTO}{KMP}$$

5.4.2.2 Eficácia de Custo

A Eficácia de Custo aborda a relação entre os insumos e a quantidade de serviço consumidos. Nesse trabalho, dois indicadores foram selecionados para representar esse atributo: o Índice de Geração de Receita e o Custo Unitário por Passageiro.

O Índice de Geração de Receita, calculado pela razão entre a receita e o custo associados à prestação do serviço, indica a rentabilidade da operação.

$$IGR = \frac{RTO}{CTO}$$

Onde IGR é o Índice de Geração de Receita, RTO e CTO são a Receita e o Custo Totais das Operadoras no período analisado.

O Custo Unitário por Passageiro, igual ao custo operacional dividido pela quantidade de passageiros transportados, é um indicador que serve de referência para avaliar a adequabilidade da Tarifa Técnica adotada na operação.

$$CUP = \frac{CTO}{PE}$$

Onde CUP é o Custo Unitário por Passageiro, PE é a quantidade de passageiros embarcados e POT é o número de passageiros oriundos de transferências no período.

5.4.2.3 Eficácia de Serviço

A Eficácia de Serviço analisa a quantidade de serviço produzido em relação ao serviço consumido pelos usuários. Esse aspecto está intimamente relacionado às questões externas de demanda. Nesse trabalho, foram selecionados quatro indicadores formulados a partir das informações apresentadas na pesquisa bibliográfica, relacionados às questões internas de Eficácia de Serviço: Índice de Aproveitamento da Quilometragem (quantifica o peso da “quilometragem morta” na operação), Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (para monitorar o atendimento aos padrões de segurança), o Índice de Confiabilidade do Sistema (com o objetivo de monitorar a aderência da operação aos horários programados) e a Utilização da Capacidade Ofertada (que mede a proporção entre a quantidade de lugares oferecidos nas viagens e a quantidade de passageiros transportados).

$$IAQ = \frac{KMU}{KMP}$$

$$ICS_{viagem\ v} = \frac{NAC}{NAP}$$

$$GAT = \frac{NAR}{NVF}$$

$$UCO = \frac{PE}{NLO}$$

Onde IAQ é o Índice de Aproveitamento da Quilometragem, KMU é a quilometragem útil, KMP é a quilometragem percorrida, ICS é o Índice de Confiabilidade do Sistema, NAC é o Número de

Atendimentos Conformes, NAP é o Número de Atendimentos programados, NAR é o Número de Acidentes Registrados, NVF é o Número de Veículos da Frota, UCO é a Utilização da Capacidade Ofertada, PE é o número de passageiros embarcados e NLO representa o número de lugares oferecidos.

5.4.2.4 Demanda

Transportar passageiros é a principal função das empresas operadoras. Portanto, a análise da demanda influencia significativamente na qualidade do serviço a partir desse ponto de vista.

A criação de um banco de dados operacional que registre a quantidade de passageiros transportados, de preferencia permitindo avaliar os pontos de embarque e desembarque de acordo com o perfil do usuário, permite a constante adequação da oferta do serviço e a demanda manifesta.

Entre os indicadores pesquisados, constatou-se que o IPK é aquele que representa adequadamente a demanda, apresenta grande possibilidade de utilização para comparação entre sistemas e possui metodologia de calculo e coleta de dados viáveis. Calculado pela quantidade total de passageiros embarcados e a quilometragem percorrida.

$$IPK = \frac{PE}{KMP}$$

Onde IPK é o Índice de Passageiros por Quilômetro, PE é o número de passageiros embarcados e KMP corresponde à quilometragem percorrida.

5.4.2.5 Fluidez de Tráfego

O Ciclo Vicioso do Transporte, apresentado no Capítulo 1, demonstra que o transporte urbano motorizado individual compete por espaço e passageiros com o sistema de transporte coletivo, gerando ineficiência. Nesse contexto, a priorização de vias é um mecanismo simples e de baixo custo para melhorar a qualidade do serviço público de transporte.

A fluidez de tráfego também pode ser analisada a partir das velocidades operacionais registradas a partir de um sistema de monitoramento contínuo. Desse modo, é possível identificar os pontos de maior retenção para propor ajustes de vias, horários, itinerários ou até de alternativa modal para cada trecho da rede de transporte.

O Índice de Priorização das Vias (IPV) é calculado pelo quociente entre a quilometragem exclusiva para veículos do Sistema de Transporte Coletivo (KME) e a quilometragem total dos trechos (KMT).

$$IPV = \frac{KME}{KMT}$$

A Velocidade Operacional (VO) é calculada pela razão entre o tempo de deslocamento entre dois pontos e a quilometragem correspondente. Matematicamente, pode-se dizer que a velocidade operacional no trecho “pq” é calculada pela expressão:

$$VO_{pq} = \frac{HCR_q - HSR_p}{KMT_{pq}}$$

Onde HCR_q é o horário de chegada registrado no ponto q, HSR_p é o horário de saída registrado no ponto p e KMT_{pq} corresponde à quilometragem do trecho.

5.4.2.6 Qualidade da Infraestrutura

Do ponto de vista das empresas prestadoras de serviço, a qualidade da infraestrutura pode ser avaliada a partir do monitoramento das condições do pavimento e adequação das dimensões da via para circulação e manobras de embarque e desembarque.

Nesse trabalho não foram identificadas fontes regulares de coleta de dados sobre a qualidade da infraestrutura. Propõe-se simplificadamente avaliar as condições de trafegabilidade com base na Tabela 2.7, que define 3 categorias: Não obriga a redução de velocidade, Obriga a redução de velocidade e Baixíssima velocidade. Definindo uma nota para cada categoria, é possível calcular

uma nota média das vias a partir da média ponderada do nível de qualidade de cada trecho. Devido a dificuldade em encontrar dados regulares e confiáveis, optou-se por não propor indicadores nesse trabalho para avaliar a qualidade da infraestrutura.

5.4.3 PODER PÚBLICO

Nesse trabalho, a seleção de indicadores para monitoramento do nível de qualidade do Sistema de Transporte Coletivo Urbano sob o ponto de vista do Poder Público se baseia nos princípios de serviço adequado, enunciados na Constituição Federal, de acordo com a Lei 8.987/95: regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade de tarifas.

5.4.3.1 Regularidade e Continuidade

A Regularidade e Continuidade do Sistema de Transporte Público estão relacionadas ao cumprimento de horários e itinerários, atendendo às expectativas da sociedade em relação à acessibilidade temporal e locacional de cada região.

O princípio da continuidade estabelece que os serviços públicos essenciais não podem ser suspensos ou interrompidos, exceto nos casos previstos no Parágrafo 3^o do Artigo 6^o da Lei 8.987/95, que são razões de ordem técnica, segurança das instalações ou inadimplemento do usuário, considerando o interesse da coletividade.

Durante a 1^a etapa de seleção foram identificados 10 indicadores que representam a regularidade e continuidade do Sistema de Transporte Coletivo. Todos haviam sido previamente associados ao atributo Confiabilidade, do ponto de vista dos Usuários. Optou-se por representar a Regularidade e Continuidade, do ponto de vista do Órgão Gestor pelo Índice de Confiabilidade do Sistema (ICS).

$$ICS_{viagem\ v} = \frac{NAC}{NAP}$$

5.4.3.3 Eficiência

A eficiência do Sistema de Transporte Coletivo Urbano do ponto de vista do Governo e Sociedade deve possibilitar a avaliação da relação entre os resultados produzidos e os custos associados à operação.

A relação entre a receita das empresas prestadoras do serviço proveniente do pagamento de passagens ou gratuidades e a quantidade total de passageiros transportados por essa empresa no período fornece o custo para o Poder Público relativo ao transporte de cada passageiro. Quanto mais alto esse custo, mais ineficiente é o sistema no sentido de promover o deslocamento da população.

Considerando a quantidade de Passageiros Transportados (PT) igual ao número de passageiros embarcados menos o número de passageiros que embarcam em mais de um veículo durante o período de integração tarifária, calcula-se o Custo Relativo do Transporte por Passageiro (CRTP) pela expressão:

$$CRTP = \frac{PE \cdot TT}{PT} = \frac{PE \cdot TT}{PE - POT}$$

Onde PE é a quantidade de passageiros embarcados, POT é o número de passageiros oriundos de transferência e TT é a Tarifa Técnica, definida da licitação e corrigida de acordo com os valores previstos no Edital de Concessão vigente.

Do ponto de vista do Governo e Sociedade, a capacidade do sistema de transporte coletivo de prover a receita necessária para sua operação representa o nível de sustentabilidade econômica do serviço. Quanto menor a relação entre a receita dos operadores e a soma entre a receita proveniente do pagamento de passagens e publicidade e propaganda, mais ineficiente será o sistema no sentido de prover recursos para equilibrar economicamente a operação.

O Equilíbrio Econômico do Sistema é um indicador proposto para monitorar a relação entre a capacidade de gerar receita para custear a operação do Serviço de Transporte Coletivo. Ele é calculado pela fórmula:

$$EES = \frac{(PE - POT) \cdot TU + RTM}{PE \cdot TT}$$

5.4.3.4 Segurança

Segundo o princípio de segurança, a prestação do serviço de transporte não deve causar danos à integridade física de seus usuários.

Os indicadores pesquisados que representam o atributo Segurança do ponto de vista do Poder Público são os mesmos identificados previamente no atributo Segurança, sob a ótica dos Usuários. Foram selecionados o Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (GAT) e o Grau de Ocorrência de Irregularidades de Trânsito, ambos previstos no Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Público do DF, para representar esse atributo.

$$GAT = \frac{NAR}{NVF}$$

$$GIT = \frac{NIR}{NVF}$$

Onde NAR é o Número de Acidentes Registrados, NIR é o Número de Irregularidades Registradas e NVF é o Número de Veículos da Frota.

5.4.3.5 Atualidade

O parágrafo 2º do Artigo 6º da Lei 8.987/95 define que a atualidade “compreende a modernidade de técnicas, do equipamento e das instalações e sua conservação, bem como a expansão do serviço”.

Com base nos indicadores propostos por FERRAZ e TORRES (2004, *apud* RODRIGUES e SORRATINI) e pelo Edital de Concessão vigente no Distrito Federal, optou-se por monitorar a atualidade do Sistema de Transporte Coletivo a partir do Grau de Reprovação em Vistorias Programadas (RVP), onde devem ser verificados a adequação do veículo às normas vigentes e o seu estado de conservação. No Anexo VI do Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo do Distrito Federal, esse indicador é calculado pela razão entre o número de notificações em vistorias programadas e a quantidade de veículos que compõem a frota, com vistorias mensais abrangendo todos os veículos (vistorias não são realizadas por amostragem).

$$RVP = \frac{NRV}{NVP}$$

Onde NRV é o Número de Reprovações em vistorias programadas e NVP é o Número de Vistorias Programadas.

5.4.3.6 Generalidade, Cortesia e Modicidade de Tarifas

Pelo princípio da generalidade, o Serviço de Transporte Coletivo Urbano deve ser oferecido em condições adequadas para toda a população, sem diferenciação de ordem cultural, econômica ou social.

Para representar adequadamente o nível de atendimento ao princípio da generalidade seria necessário fazer uma avaliação dos problemas para ver se existe algum grupo que não está tendo condições adequadas para utilização do sistema de transporte coletivo.

Na 1ª etapa da metodologia adotada para seleção dos indicadores, foram identificados 7 indicadores que representavam parcialmente o atributo Generalidade, entre eles o Grau de Reclamação dos Usuários (DFTrans), o Índice de Acessibilidade Locacional (EBTU) e a questão de integração tarifária (FERRAZ e TORRES 2004, *apud* RODRIGUES e SORRATINI)

Fazendo uma avaliação dos outros atributos de qualidade demandada pelo poder Público, optou-se por monitorar o nível de Cortesia e Modicidade de Tarifas em conjunto com o princípio de Generalidade do serviço de transporte coletivo.

De acordo com o princípio da modicidade de tarifas, o valor cobrado pela passagem deve ser o menor possível para facilitar o acesso do usuário ao sistema de transporte, considerando a necessidade de equilibrar o custo de operação e a oferta do serviço a um custo reduzido.

O princípio da Cortesia estabelece que os usuários do serviço de transporte público devem ser tratados com educação e respeito.

Para representar esses três atributos, optou-se por utilizar três indicadores:

1. Área de Cobertura: representa a área atendida pelo sistema. De acordo com o princípio da generalidade, toda a população deve ter acesso ao sistema sem discriminações.

$$AC_{PPx} = \pi(RC)^2$$

2. Grau de Reclamações dos Usuários: indicador simplificado para monitorar o nível de satisfação do usuário e detectar a ocorrência de violações ao princípio da generalidade e cortesia. Previsto no Anexo VI do Edital de Concessão vigente no Distrito Federal, esse indicador é calculado pela razão entre a quantidade de reclamações registradas e o número de passageiros transportados no período avaliado.

$$GRU = \frac{NRA}{PE - POT}$$

3. Custo Relativo do Transporte Coletivo: avalia o peso do transporte no salário mínimo vigente.

$$CRTC = \frac{30 * 2 * TU}{SMV}$$

5.4.4 RESUMO DO CONJUNTO DE INDICADORES PROPOSTOS

TABELA 5.1 INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE QUALIDADE DO PONTO DE VISTA DOS USUÁRIOS

ATRIBUTO	Característica	Indicador	Sigla
Rapidez	Velocidade	Velocidade Comercial	VC
Acessibilidade	Acessibilidade Temporal	Intervalo entre atendimentos	IA
	Acessibilidade Locacional	Área de Cobertura	AC
Conforto	Lotação	Densidade de Passageiros em Pé	DPP
	Satisfação dos Usuários	Grau de Reclamações dos Usuários	GRU
	Limpeza	Grau de Limpeza dos Veículos	GLV
Confiabilidade	Atendimento aos pontos de parada no horário programado	Índice de Confiabilidade do Sistema	ICS
Economia	Custo do Serviço	Custo Relativo de Transporte Coletivo	CRTC
Segurança	Ocorrência de Acidentes	Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito	GAT
	Estado de Conservação dos Veículos	Reprovações em Vistorias Programadas	RVP

TABELA 5.2 INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE QUALIDADE DO PONTO DE VISTA DO PODER PÚBLICO

ATRIBUTO	Característica	Indicador	Sigla
Regularidade e Continuidade	Cumprimento da Programação	Índice de Confiabilidade do Sistema	ICS
Eficiência	Custo por passageiro Transportado	Custo Relativo do Transporte por Passageiro	C RTP
	Relação entre a receita e o custo da operação	Equilíbrio Econômico do Sistema	EES
Segurança	Ocorrência de Acidentes	Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito	GAT
	Ocorrência de Irregularidades de Trânsito	Grau de Ocorrência de Irregularidades de Trânsito	GIT
Atualidade	Idade, estado de conservação, limpeza, adequação dos equipamentos	Reprovações em Vistorias Programadas	RVP
Generalidade, Cortesia e Modicidade de Tarifas	Atendimento à População	Área de Cobertura	AC
	Satisfação dos Usuários	Grau de Reclamações dos Usuários	GRU
	Peso do transporte do salário mínimo	Custo Relativo do Transporte Coletivo	CRTC

TABELA 5.3 INDICADORES PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE QUALIDADE DO PONTO DE VISTA DAS EMPRESAS OPERADORAS

ATRIBUTO	Característica	Indicador	Sigla
Eficiência	Utilização do Veículo em Operação	Índice de Aproveitamento do Tempo de Operação	IATO
	Eficiência Energética	Consumo Médio de Combustível	CMC
	Eficiência dos serviços de manutenção	Quilometragem entre Quebras	KMQ
	Despesas Operacionais	Custo médio por Quilometro	CKM
Eficácia de Custo	Rentabilidade da Operação	Índice de Geração de Receita	IGR
	Adequabilidade da Tarifa	Custo unitário por passageiro	CUP
Eficácia de Serviço	Ocorrência de Acidentes	Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito	GAT
	Adequação dos veículos	Utilização da Capacidade Ofertada	UCO
	Quilometragem Morta	Índice de Aproveitamento da Quilometragem	IAQ
	Assertividade do Controle Operacional	Índice de Confiabilidade do Sistema	ICS
Demanda	Distribuição Espacial da Demanda	Índice de Passageiros por Quilômetro	IPK
Fluidez de Tráfego	Velocidade	Velocidade Operacional	VO

5.3. ESTRUTURA METODOLÓGICA PARA COLETA DE DADOS E CÁLCULO DOS INDICADORES

A metodologia de cálculo dos indicadores propostos nesse trabalho se baseia na coleta regular de dados durante a operação. Foram denominadas Dados Operacionais Básicos as informações coletadas durante a operação necessárias para o cálculo dos indicadores. Na Tabela 5.4 são apresentados os Dados Operacionais Básicos e as suas respectivas fontes de dados.

TABELA 5.4 DADOS OPERACIONAIS BÁSICOS

DOB	Sigla	Fonte de Dados	Categoria
Área Útil do Veículo	AUV	CCO/CSO	Estático
Capacidade para Passageiros Sentados	CPS	CCO/CSO	Estático
Custo Total da Operadora	CTO	Departamento financeiro (DFTrans/ Empresa Operadora)	Dinâmico
Dias considerados no período de avaliação	d	CCO/CSO	Estático
Horário de Chegada Programado	HCP	Cadastro DFTrans	Estático
Horário de Chegada Realizado	HCR	CCO/CSO	Dinâmico
Localização georreferenciada dos Pontos de Parada	-	Cadastro DFTrans	Estático
Número de Acidentes Registrados	NRA	Boletins de Ocorrência (Polícia Civil)	Dinâmico
Número de Atendimentos Conformes	NAC	CCO/CSO	Dinâmico
Número de Atendimentos Programados	NAP	Cadastro DFTrans	Estático
Número de Falhas Mecânicas Registradas	NFMR	CCO/CSO	Dinâmico
Número de Horas de Operação	NHO	CCO/CSO	Dinâmico
Número de Irregularidades Registradas	NIR	Secretaria de Transportes	Dinâmico
Número de Lugares Oferecidos	NLO	CCO/CSO	Dinâmico
Número de Reclamações Registradas	NRR	Sistema de Atendimento ao Usuário	Dinâmico
Número de Reprovações em Vistorias Programadas	NRV	Secretaria de Transportes	Dinâmico
Número de Veículos na Frota	NVF	CCO/CSO	Estático

Número de Vistorias de Limpeza	NVL	Secretaria de Transportes	Dinâmico
Ocupação do Trecho	OT	CCO/CSO	Dinâmico
Passageiros Embarcados	PE	SBA	Dinâmico
Passageiros Oriundos de Transferência	POT	SBA	Dinâmico
Quantidade de Combustível Consumido	QCC	CCO/CSO	Dinâmico
Quilometragem dos Trechos	KMT	Cadastro DFTrans	Estático
Quilometragem Exclusiva	KME	Cadastro DFTrans	Estático
Quilometragem Percorrida	KMP	CCO/CSO	Dinâmico
Quilometragem Útil	KMU	CCO/CSO	Dinâmico
Raio de Cobertura	RC	Revisão Bibliográfica	Estático
Receita Total da Operadora	RTO	Departamento financeiro (DFTrans/Empresa Operadora)	Dinâmico
Receita Total de Marketing	RTM	Departamento financeiro (DFTrans/Empresa Operadora)	Dinâmico
Reprovações em Vistorias de Limpeza	RVL	Secretaria de Transportes	Dinâmico
Salário Mínimo Vigente	SMV	Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)	Estático
Tarifa Técnica	TT	Departamento financeiro (DFTrans/Empresa Operadora)	Estático
Tarifa Usuário	TU	Cadastro DFTrans	Estático

Existem diferentes níveis de abrangência das análises. Pode-se inicialmente verificar o cumprimento de parâmetros operacionais a partir dos valores medidos em cada trecho de uma determinada viagem correspondente à uma das linhas que compõem a oferta de transporte em uma região. Pode-se agrupar esses dados para resumir o cumprimento de parâmetros em toda a viagem analisada, ou ainda classificar os dados de acordo com uma ou mais linhas operantes em faixas de horários correspondente aos picos e entre-picos da demanda, delimitadas por uma região em estudo.

Nesse trabalho, optou-se por separar os Dados Operacionais Básicos em duas categorias: Dados Estáticos (aqueles que permanecem relativamente constantes ao longo do tempo) e Dinâmicos (informações obtidas através de coleta regular e contínua de dados durante a operação).

Os Dados Operacionais Estáticos são: a Área Útil do Veículo (AUV), a Capacidade para Passageiros Sentados (CPS) dos veículos cadastrados, Localização Georreferenciada dos Pontos de Parada, o Horário de Chegada Programado (HCP), a Quilometragem dos Trechos (KMT), a Quilometragem Exclusiva para Transporte Coletivo (KME), o Raio de Cobertura (RC), o Número de Atendimentos Programados (NAP), o Número de Veículos da Frota (NVF) correspondente a cada empresa operadora, a Tarifa Técnica (TT), a Tarifa Usuário (TU), os dias considerados na avaliação (d) e o Salário Mínimo Vigente (SMV).

Os Dados Operacionais Estáticos são providos por seis fontes distintas:

1. Cadastro de Veículos: Tabela que inclui a Empresa que opera com o veículo, número de identificação, ano de fabricação, marca e modelo. Fornece o Número de Veículos da Frota (NVF), a Capacidade para Passageiros Sentados (CPS) e Área Útil do Veículo (AUV).
2. Infraestrutura: A Quilometragem dos Trechos (KMT), a Quilometragem Exclusiva para o Transporte Coletivo (KME) e a Localização Georreferenciada dos Pontos de Parada são informações mantidas pela Gerência de Planejamento e Projetos (GPP) do DFTrans.
3. Programação da Operação: A programação da operação, definida pela Gerência de Programação e Monitoração (GPM) do DFTrans, é a fonte para o Horário de Chegada Programado (HCP), Número de Atendimentos Programados (NAP) e Tarifa Usuário (TU) correspondente às linhas em operação.
4. A Tarifa Técnica (TT) foi estipulada no processo de concessão do serviço básico de transporte coletivo. A Gerência de Custos e Tarifas (GCT) é responsável no DFTrans pelas revisões nos valores da Tarifa Técnica. O Departamento Financeiro de cada empresa operadora mantém atualizados os valores das Tarifas Técnicas vigentes.
5. O valor atual do Salário Mínimo Vigente (SMV) está disponível no portal do Ministério do Trabalho e Emprego, através do endereço: http://portal.mte.gov.br/sal_min/
6. O Raio de Cobertura (RC) é um valor arbitrário que neste trabalho provém da revisão bibliográfica, sendo sugerido o valor de 350 metros.

Para os dias considerados na avaliação “d” não foi citada fonte de coleta, pois esse dado é um valor arbitrário definido nas análises.

Os Dados Operacionais Dinâmicos provém de sete fontes distintas:

1. O Número de Reclamações Registradas (NRR), necessário para o cálculo do Grau de Reclamações dos Usuários, provém do Serviço de Atendimento ao Usuário, de acordo com o Anexo VI do Edital de Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo vigente no DF.
2. O Horário de Chegada Realizado (HCR), Número de Atendimentos Conformes (NAC), Número de Horas de Operação (NHO), Número de Lugares Oferecidos (NLO), Quilometragem Percorrida (KMP) e Quilometragem Útil (KMU) são informações que podem ser obtidas através de processamento dos dados coletados pelo sistema de rastreamento dos veículos via GPS, monitoradas por uma Central de Controle ou Supervisão Operacional. O Número de Falhas Mecânicas Registradas (NFMR) e a Quantidade de Combustível Consumido (QCC) são informações mantidas pelas empresas operadoras que também podem ser obtidos através das informações coletadas pela Central de Supervisão Operacional.
3. O Número de Reprovações em Vistorias programadas (NRV), Número de Vistorias de Limpeza (NVL), Reprovações em Vistorias de Limpeza (RVL) e o Número de Irregularidades Registradas (NIR) são informações obtidas com a Subsecretaria de Fiscalização da Secretaria de Transportes do Distrito Federal.
4. Segundo o Anexo VI do Edital citado anteriormente, o Número de Acidentes Registrados (NAR), necessário para o cálculo do Grau de Ocorrência de Acidentes de Trânsito (GAT), é obtido a partir dos boletins de ocorrência registrados na Polícia Civil.
5. Quatro Dados Operacionais Básicos relacionados às receitas e despesas operacionais, são dados obtidos no departamento financeiro das empresas operadoras e DFTrans, e suas respectivas planilhas de custos: Receita Total de Marketing (RTM), Custo Total da Operadora (CTO), Receita Total da Operadora (RTO) e Quantidade de Combustível Consumido (QCC). No caso deste último indicador, pode-se utilizar sensores embarcados para avaliar a coerência dos custos associados à compra de combustíveis.

6. A quantidade de Passageiros Embarcados (PE) e Passageiros Oriundos de Transferência (POT) são obtidos junto ao órgão gestor do Sistema de Bilhetagem Automática.
7. A Ocupação do Trecho (OT), necessária para avaliação do nível de conforto do ponto de vista dos usuários e para o cálculo do índice de renovação das viagens, consiste em um Dado Operacional Básico que não possui fonte regular para coleta de dados em andamento. Propõe-se a realização de pesquisas sobe-e-desce, que podem utilizar as imagens provenientes das câmeras embarcadas para quantificar os passageiros que desembarcam em cada ponto enquanto o SBA quantifica os embarques, para identificar os padrões de variação espaço-temporal da demanda e obter parâmetros para o ajuste da oferta e demanda de acordo com a ocupação prevista para cada trecho da viagem.

Propõe-se nesse trabalho um modelo de organização da informação em Boletins de Controle Operacional digitais, para coleta dos Dados Operacionais dinâmicos, que em conjunto com um banco de dados contendo os Dados Operacionais estáticos, permite o cálculo dos indicadores apresentados a partir de uma única fonte de dados: a Central de Controle Operacional (para coleta de informações para as Empresas Operadoras) ou Central de Supervisão Operacional (atendendo ao Poder Público e Usuários).

GDF - SSP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE URBANO
BOLETIM DE CONTROLE OPERACIONAL - BCO 33269

30/06/14 440566024923 264.69

SAÍDA				CHEGADA				MOTORISTAS		
VEIC	LINHA	LOCAL	Nº	VEIC	LOCAL	RELETA	Nº	VEIC	RAZ. DTG	CRAMA
05:30			100	05:30	025	264.69		4520	977060	0005
05:40	1542005			06:00	001	26580		1365	392878	298
06:05	1542001			06:05	025	26579				
06:10	1542003			07:00	001	26660				
06:20	1542001			09:39	025	26694				
06:30	1542005			09:40	001	26681				
06:40	1542001			10:05	025	26707				
10:10	1542005			10:57	001	26730				
10:55	1542001			11:35	025	26753				
11:00	1542005			18:40	001	26770				
11:45	1074001			18:05	025	26705		0520	350269	0008
13:10	1542005			18:07	001	26730		1365	194118	203
17:50	1542001			19:10	025	26858				
19:30	1542005					269.01				

COBRADORES

Figura 5.5–Boletim de Controle Operacional

O Boletim de Controle Operacional (BCO) é o documento utilizado para controlar a operação do serviço básico do Sistema de Transporte Coletivo no Distrito Federal. Nele são registrados o horário, a linha e o número registrado na roleta nos pontos de controle. Também constam no BCO a leitura do odômetro, as informações sobre o veículo, motorista e cobrador designados em cada trecho percorrido e observações diversas.

A partir da implantação das Centrais de Controle e Supervisão Operacional com monitoramento em tempo real, os veículos podem enviar continuamente os Dados Operacionais dinâmicos para atualizar um Boletim de Controle Operacional digital que permita a obtenção de informações para ajuste dos parâmetros operacionais em prol da melhoria do nível de qualidade do serviço.

Com base no modelo de Boletim de Controle Operacional utilizado na operação do serviço básico de Transporte Coletivo, apresenta-se abaixo uma proposta para um modelo de organização dos Dados Operacionais dinâmicos em um Boletim de Controle Operacional.

TABELA 5.5 MODELO PROPOSTO PARA BOLETIM DE CONTROLE OPERACIONAL DIGITAL

DATA:			ID VIAGEM:			ID VEÍCULO:		
SAÍDA			S E Q	CHEGADA		MOTORISTAS		
HORA	LOCAL	ROLETA		HORA	LOCAL	HORA	MATRICULA	CHAPA
			1					
			2			COBRADORES		
			3			HORA	MATRICULA	CHAPA
			4					
			5			Observações:		
			6			VIAGEM CONCLUÍDA:		
			7			ACIDENTE:		
			8			FALHA MECÂNICA:		
			9			IRREGULARIDADES:		
			10					
			11					
			12					

No início de cada viagem, o veículo envia para a Central de Controle ou Supervisão uma *string* de dados contendo o número de identificação da viagem (formado pela concatenação do número da linha e o do número sequencial de viagens dessa linha nessa data), o número de identificação do veículo, do motorista e do cobrador.

Nesse modelo, propõe-se utilizar todos os pontos de parada e os pontos medianos dos trechos como pontos de controle. Ao passar pelos pontos de ônibus, o veículo envia uma *string* com o número de identificação da viagem, o horário de chegada respectivo local. Nos pontos medianos dos trechos os veículos enviam outra *string* informando o horário de saída referente ao último ponto de parada e o número registrado na roleta.

No caso de acidentes, falhas mecânicas ou irregularidades, registra-se no Boletim de Controle Operacional o horário e trecho da ocorrência.

Armazenando esses Boletins de Controle Operacional em um banco de dados digital, é possível extrair os Dados Operacionais Básicos dinâmicos, permitindo a análise das velocidades, acidentes, falhas mecânicas e distribuição da demanda por trecho, e a análise individual do desempenho de veículos e motoristas, do número de horas de operação e da quilometragem morta.

Para o cálculo dos indicadores propostos, sugere-se a criação de um Banco de Dados com 4 tabelas para registro dos Dados Operacionais Estáticos:

1. Cadastro dos Veículos: Contém todos os veículos identificados por seu número de registro, ano de fabricação, modelo, marca, capacidade para passageiros sentados e área útil do veículo.
2. Cadastro da Infraestrutura: Contem a localização dos pontos de parada e a quilometragem dos trechos.
3. Programação da Operação: A programação da operação é uma tabela que indica o horário previsto para as viagens programadas. Seguindo o modelo proposto nesse trabalho, essa tabela precisa conter o horário previsto para cada ponto de parada, sendo esses utilizados como pontos de controle da operação. O horário previsto para cada ponto na rota do

veículo pode ser calculado a partir do horário no ponto inicial e da Velocidade Comercial (VC) medida nos trechos que compõem o itinerário. O Número de Atendimentos Programados (NAP) é obtido a partir do cadastro da programação das linhas. Também incluem-se no cadastro da programação a Tarifa Técnica e Tarifa Usuário correspondente a cada linha

4. Referências: Incluem o Salário Mínimo Vigente e Raio de Cobertura,

5.4. CRÍTICAS E SUGESTÕES AO MODELO ATUAL DE AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO DISTRITO FEDERAL

Como apresentado na revisão bibliográfica, o acesso a um serviço de transporte coletivo adequado é um direito garantido por lei. Os princípios enunciados na Lei 8.987 que caracterizam um serviço adequado são: regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade de tarifas.

O Anexo VI do Edital de Concessão vigente, que define o sistema de controle da qualidade do Serviço Básico de Transporte Coletivo do Distrito Federal, utiliza 8 indicadores que avaliam:

1. Variação de horário nos pontos terminais.
2. Ocorrência de falhas mecânicas.
3. Ocorrência de acidentes de trânsito.
4. Ocorrência de irregularidades de trânsito.
5. Cumprimento do tempo total da viagem, com tolerância até 50% do tempo de intervalo, limitada a 15 minutos.
6. Proporção de reclamações de usuários e número de passageiros.
7. Reprovação de veículos em vistorias programadas.
8. Limpeza dos veículos.

No quesito regularidade e continuidade, os indicadores previstos no edital avaliam apenas a variação de horário nos pontos iniciais e o tempo total de viagem, não sendo capaz de identificar variações nos pontos intermediários da rota.

O Grau de Irregularidades de Trânsito previsto no anexo VI cita como fonte de dados o controle de multas do DETRAN. Desse modo, as irregularidades previstas na Lei 3.106/02 referentes ao transporte coletivo não são considerados na avaliação, ficando esta restrita às infrações previstas no Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503/97).

No modelo de avaliação de qualidade previsto no Anexo VI do Edital de Concessão, o conforto do Usuário é avaliado somente com base nas vistorias de limpeza dos veículos. A Lei 3.106/2002 prevê ainda que o motorista que transportar passageiros acima do limite de lotação do veículo deverá ser autuado, porém o grau de infração é leve.

Atualmente, a Ocupação dos Veículos é uma característica que não dispõe de mecanismos automáticos ou automatizados de monitoramento previstos no Edital de Concessão. Esse valor é medido atualmente em pesquisas sobe-e-desce em casos esporádicos específicos para ajustes de programação. As alternativas para coleta de dados regular relacionados à ocupação dos veículos são: instalação de um segundo validador na porta de desembarque, instalação de dispositivo para Contagem Automática de Passageiros (APC), utilização das imagens provenientes das câmeras para pesquisas sobe-e-desce ou de contraste visual. Devido a dificuldade em obter dados precisos e confiáveis sobre a Ocupação do Veículo, o Índice de Renovação, importante indicador relacionado a eficácia do serviço do ponto de vista das operadoras, não foi incluído no conjunto de indicadores selecionados para monitoramento.

A avaliação de segurança prevista no Edital não leva em consideração a quantidade de crimes, como furtos, roubos e agressões, cometidos nos veículos ou pontos de embarque e desembarque.

Não foram encontradas na pesquisa rotinas regulares implementadas pelo Órgão Gestor (DFTrans) para avaliação das condições de conservação das vias e pontos de embarque e desembarque.

Observou-se que as informações sobre horários e itinerários são disponibilizadas na internet na página do DFTrans. Para as linhas do Plano Piloto, é possível ver os itinerários georreferenciados em um mapa. Para as linhas não incluídas nessa região é possível consultar uma tabela com a

listagem das principais vias que compõem o itinerário e a extensão total da viagem. Em ambos os casos são disponibilizados somente os horários de saída do terminal inicial referentes a cada viagem, e não é possível saber o horário de passagem em um ponto de parada específico. A maior parte das informações sobre horários e itinerários está disponível via GTFS na plataforma do Google Maps. Lá é possível fazer buscas de rotas com base no par origem/destino, com opções para horário de chegada ou saída, melhor trajeto, menor número de transferências ou menor distância percorrida a pé.

A Lei 12.587 exige que os usuários tenham acesso a informações acessíveis sobre pontos de embarque e desembarque, itinerários, horários e tarifas. Foram encontradas informações limitadas nos veículos e na internet, mas foi constatada a falta de disponibilidade de informações aos usuários em uma parcela significativa dos pontos de ônibus.

O preenchimento manual dos Boletins de Controle Operacional é um processo que gera um alto volume de documentos, de baixa confiabilidade, assumindo a possibilidade de erro humano no preenchimento de dados, e de difícil análise a nível estratégico, exigindo a posterior transferência das informações para dos um banco de dados digital. A proposta apresentada nesse trabalho, de um Boletim de Controle Operacional atualizado por *strings* enviadas periodicamente pelos veículos para uma Central de Controle ou Supervisão durante a operação, automatiza o processo de coleta de dados, reduzindo o risco de erro humano associado ao preenchimento de dados, e fornece uma base de informações para o controle, avaliação e re-planejamento operacional em prol da melhoria contínua dos parâmetros associados à qualidade do sistema.

CONCLUSÕES

De acordo com os estudos apresentados, o Sistema de Transporte Coletivo exerce um papel fundamental na dinâmica urbana pois permite o atendimento às necessidades de deslocamento da população utilizando recursos (veículos, combustíveis, infraestrutura, espaço para circulação e estacionamento) de forma mais eficiente para a realização das demais atividades urbanas, como educação, saúde, trabalho e lazer.

Para adequar a oferta do serviço de transporte à complexidade da demanda, diversos autores defendem a proposta de uma rede integrada tronco-alimentadora multimodal, onde os veículos são utilizados da forma mais racional possível, atendendo separadamente às funções de transporte e acessibilidade. Vans, ônibus e micro-ônibus coletam passageiros nos trechos mais sinuosos e com maior quantidade de pontos de parada, operando de forma integrada com linhas programadas com pontos de parada mais espaçados e com veículos de maior porte ou trens. Nesse contexto, os ônibus ganham importância significativa no processo de melhoria contínua das condições de mobilidade urbana por aproveitarem as condições já existentes de malha viária e consequente flexibilidade de itinerários.

Investir em infraestrutura é necessário, mas para atingir as expectativas dos elementos intervenientes, se destaca a necessidade de um processo gradual de melhoria contínua baseada no monitoramento, controle e avaliação de indicadores. Esse processo apresenta uma metodologia de caráter gerencial para utilização mais racional dos recursos, com investimentos em tecnologias da informação aplicadas a um sistema de gestão da qualidade que permita a quantificação dos problemas e definição de prioridades.

A evolução das tecnologias de telecomunicações, sensoriamento e processamento computacional possibilitou o desenvolvimento de equipamentos e ferramentas que subsidiam a coleta, transmissão, processamento, arquivamento e apresentação de dados, permitindo que os usuários tenham informações para utilizar o sistema da forma mais eficiente, as empresas prestadoras de serviço apliquem metodologias de gestão da qualidade e o Poder Público tenha ferramentas modernas para fiscalizar a operação. Destaca-se que a utilização de sistemas de informação para

aplicação de metodologias de controle de qualidade exige a implantação de uma estrutura normativa, gerencial e institucional que defina claramente as atribuições de cada agente (órgão de planejamento, fiscalização ou empresas prestadores de serviço) para cumprimento dos padrões de qualidade demandada.

Nesse trabalho, a legislação relacionada à operação do Serviço Básico de Transporte Coletivo no Distrito Federal e o método de avaliação da qualidade descrito no Anexo VI do Edital de Concessão vigente serviram de base para propor um conjunto de indicadores que representam os atributos de qualidade demandada do ponto de vista dos três principais elementos intervenientes: usuários, empresas operadoras e poder público.

Destacam-se quatro tópicos, identificados neste trabalho, relacionados às carências do atual modelo de gestão da qualidade:

1. Avaliação pontual: Foi constatado que, apesar da previsão de implantação de um sistema de rastreamento dos veículos a partir de sinais GPS, os indicadores relacionados ao cumprimento de horários previstos no Edital que regula a Concessão do Serviço Básico de Transporte Coletivo monitoram apenas a variação de horário no ponto inicial e a duração total da viagem, negligenciando os possíveis desvios da programação nos pontos intermediários da rota.
2. Ocupação do Trecho: Não foi identificado um procedimento regular de coleta de dados implantado para quantificar a ocupação dos veículos nos trechos, característica diretamente associada ao conforto, do ponto de vista dos usuários, e informação essencial para a adequação da programação das linhas de transporte coletivo. Foram apresentadas possibilidades para obtenção desses dados: pesquisa sobe-e-desce periódica, instalação de um sistema de Contagem Automática de Passageiros (APC), instalação de um segundo validador do SBA na porta de desembarque e utilização das imagens provenientes do circuito de câmeras embarcadas para pesquisas de contraste visual.
3. Qualidade da infraestrutura: Não foi identificado um procedimento regular para coleta de dados sobre o nível de qualidade da infraestrutura mantido pelo órgão responsável pela gestão do transporte coletivo no Distrito Federal, como as condições do pavimento e estado de conservação dos pontos de embarque e desembarque. Na revisão bibliográfica é

apresentado o modelo da Confederação Nacional dos Transportes para avaliação de rodovias e ainda algumas das características de qualidade demandada relacionadas aos pontos de ônibus.

4. Disponibilidade de informação nos pontos de parada: Não foi encontrado nenhum documento que regulamente a apresentação de informações aos usuários nos pontos de ônibus. Essa característica está intimamente relacionada à acessibilidade do sistema por parte dos usuários, pois o conhecimento dos horários e itinerários é essencial para que a população possa utilizar o sistema coletivo de transporte no dia-a-dia.

Devido à dificuldade em obter dados regulares e confiáveis sobre os impactos ambientais provocados pelo Sistema de Transporte, não foram propostos indicadores para monitorar os efeitos da poluição sonora e atmosférica. O nível de ruído e a quantidade total de gás carbônico estimada emitida durante a operação são opções de indicadores não incluídos neste trabalho para monitoramento dos efeitos ambientais provocados pelo Sistema de Transporte Coletivo.

Foi atingido o objetivo proposto no capítulo 1, a partir da elaboração do conjunto de indicadores e citação das fontes para coleta dos Dados Operacionais Básicos necessários para a metodologia de cálculo definida no Capítulo 5.

Para subsidiar o processo de coleta de informações, foi proposto um modelo baseado em um Boletim de Controle Operacional (BCO) digital, para registro dos Dados Operacionais Dinâmicos, e um banco de dados para armazenar Dados Operacionais Estáticos (DOB). A partir da implantação dos equipamentos previstos no Edital de Concessão que regula a operação do Serviço Básico de Transporte Público, é necessário regulamentar os processos de envio e processamento dos DOBs. Nesse trabalho foi proposta uma arquitetura baseada no preenchimento automático dos BCOs a partir do envio de mensagens codificadas (*strings*) pelos veículos em operação para centrais de controle e supervisão. Um banco de dados digital que reúna as informações dos Boletins de Controle Operacional, Cadastro da Programação, Cadastro de Veículos, Cadastro de Infraestrutura e tabelas de referências permite o cálculo de todos os indicadores propostos. A coleta de dados ao longo do tempo fornece valores úteis para a

adequação dos parâmetros operacionais e para análise de desempenho, orientando a aplicação de benefícios ou penalidades às empresas operadoras pelo Poder Público.

O padrão GTFS reúne arquivos com informações sobre as empresas operadoras e a programação do transporte coletivo. Esse padrão é utilizado por aplicativos para *smartphones* e pelos sistemas como Google Maps e Open Trip Planner para apresentar informações ao usuário, exigindo que um órgão cadastrado mantenha os arquivos especificados atualizados hospedados em um servidor na internet para possibilitar buscas de rotas com base no par origem e destino, descrevendo itinerários e calculando o custo e tempo de deslocamento. Com o GTFS-realtime é possível ainda atualizar em tempo real a previsão de horários, disponibilizando informações mais confiáveis aos usuários do transporte coletivo.

Foram pesquisados diversos aplicativos já existentes para atender às necessidades de informação sobre o transporte público para os usuários. O Moovit disponibiliza informações sobre várias cidades no mundo a partir do padrão GTFS, colocando em evidência que o fator crítico para oferecer informações aos usuários não é a criação de novos aplicativos, mas a coleta regular e confiável de dados sobre a operação do serviço de transporte. A partir do exemplo do “Cadê o Ônibus”, os aplicativos para *smartphones* ou *tablets* podem ser ferramentas para motoristas, cobradores e agentes fiscalizadores para monitorar e controlar a operação.

Observou-se que, apesar da obrigação de tecnologias de rastreamento de veículos prevista no Sistema de Transporte Coletivo, as Centrais de Controle e Supervisão necessárias para operação controlada do sistema ainda estão em fase de implementação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, K. R. Problemas Relacionados aos Pontos de Parada do Transporte Público nas Cidades de Porte Médio.

BRAGA, G. A. 1995. Qualidade no Transporte Coletivo Urbano – Ônibus. Dissertação de Mestrado, Publicação TU-DM-003 A/95, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, DF, 69 p.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Lei n. 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal e dá outras providencias.

BRASIL. Lei n. 12.587, de 3 de Janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providencias.

CAVADINHA, E. V. C. Avaliação do desempenho de sistemas metropolitanos integrados de transporte público sob os aspectos da produtividade, da eficiência e da qualidade: o Sistema Estrutural Integrado da Região Metropolitana do Recife. Recife, 2005, 202 pg

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Pesquisa CNT de Rodovias 2013: relatório gerencial. Brasília, 2013.

DOS SANTOS, A. P. Ergonomia do ônibus urbano – Estudo de caso na cidade de Santos – SP. *Revista Intellectus*, Santos, Ano VIII, Nº 22.

EMPRESA BRASILEIRA DOS TRANSPORTES URBANOS. Gerência do Sistema de Transporte Público de Passageiros. Brasília, 1988.

FERREIRA, E. A. Um Método de Utilização de Dados de Pesquisa Embarque/Desembarque na Calibração de Modelos de Distribuição do Tipo Gravitacional. 1999. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

FERRONATO, G. L. Potencial de Medidas de Gerenciamento da Demanda no Transporte Coletivo Público Urbano por Ônibus. 2002. Dissertação – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

GOMES, M. A. S. AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). *Revista Caminhos da Geografia*, setembro/2003.

HOUAISS, A. Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa. Editora Objetiva. Rio de Janeiro, 2001

KANASHIRO, M. M. Sorria, você está sendo filmado: as câmeras de monitoramento para segurança em São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Campinas, 2006.

LADEIRA, M. C. M. Monitoramento da Operação de Transporte Público: O Caso de Porto Alegre. Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MARTINS, R. A. NETO, P.L.O.C. Indicadores de Desempenho para a Gestão pela Qualidade Total: Uma proposta de Sistematização.

MOREIRA, E. Proposta de uma sistemática para o alinhamento das ações operacionais aos objetivos estratégicos, em uma gestão orientada por indicadores de desempenho. Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MULLER, C. J. Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). Tese (Doutorado em Engenharia). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

PACHECO, A. P. R. O Ciclo PDCA na Gestão do Conhecimento: Uma Abordagem Sistêmica. Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina.

PÊGO, F. F. Aplicação da Metodologia QFD no transporte coletivo urbano de passageiros. 2008. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo.

RODRIGUES, L. A. Central de Controle Operacional – CCO: Atuação em prol da melhoria do transporte coletivo e da mobilidade urbana da região metropolitana de Goiânia. Revista UFG, Ano XII, n 12. 2012

RODRIGUES, M.A. SORRATINI, J.A. A Qualidade no Transporte Coletivo Urbano. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia.

SILVA, D. Sistemas Inteligentes no Transporte Público Coletivo por Ônibus. 2000. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

SILVA, E. L. 2005. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina.

TAKAGI, F. T. Sistema de monitoramento e previsão de tempo de chegada de ônibus de linha. São Paulo, 2010. 67 p.

TEDESCO, G. M. I. Metodologia para Elaboração do Diagnóstico de um Sistema de Transporte. 2008. Dissertação – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

VILLELA, T. M. A. Metodologia para Desenvolvimento e Seleção de Indicadores para Planejamento de Transportes. Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília.

WALBER, M. TAMAGNA, A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. Revista Liberato, n. 15. 2010
