



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental
- MESTRADO -

AVALIAÇÃO DO USO E EFICÁCIA DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Marcus Vinicius Delgado Varandas

ORIENTADOR: Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade

João Pessoa, 2012

Varandas, Marcus Vinicius Delgado
Avaliação do uso e eficácia da Tecnologia da Informação no
Sistema de Transporte Público / Marcus Vinicius Delgado Varandas.
– João Pessoa, 2012.
143 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) –
PPGEUA – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
e Ambiental / CT - Centro de Tecnologia / UFPB – Universidade
Federal da Paraíba, 2012.

Referências bibliográficas: f. 134-140

1. Sistemas Inteligentes de Transporte. 2. Qualidade. 3.

Transporte Público. 4. Tecnologia.

**Avaliação do uso e eficácia da tecnologia da informação no
sistema de transporte público de passageiros**

Marcus Vinicius Delgado Varandas

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e
Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do título de Mestre.**

Aprovada por:

**Prof. Dr. Nilton Pereira de Andrade – Orientador
Universidade Federal da Paraíba**

**Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo – Examinador Interno
Universidade Federal da Paraíba**

**Prof. Dr. Walter Santa Cruz – Examinador Externo
Universidade Federal de Campina Grande**

DEDICATÓRIA

À minha esposa Maria de Lourdes, pelo seu amor e paciência nos momentos difíceis que passamos juntos no decorrer desta pesquisa.

Aos meus filhos Marcus, Yanna, Daniel, Luciana e aos meus queridos netos Gabriel e Rafael, que me deram força e ânimo para concluir o trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Nilton Pereira de Andrade, orientador da dissertação, pela paciência e colaboração.

A todos os professores do PPGEUA, que, de uma forma ou de outra, me ajudaram para a conclusão do trabalho.

Em especial ao amigo Ricardo Franklin, companheiro de alegrias e desventuras.

RESUMO

Os sistemas de transportes públicos dispõem de modernas tecnologias capazes de melhorar o desempenho da operação, o conforto e a segurança dos usuários. Este trabalho pretende estudar o problema do uso da Tecnologia da Informação, sua aplicação, e seus resultados como subsídio para o gerenciamento e planejamento do transporte público de passageiros, predominantemente realizado por ônibus. A hipótese básica do presente trabalho é de que os recursos tecnológicos disponíveis não são utilizados, ou são utilizados inadequadamente, pelos gestores e operadores do transporte público. O trabalho investiga o que se entende por qualidade no transporte público na literatura, e como é percebida pelos agentes envolvidos: usuários, operadores, gestores e a comunidade em geral. O trabalho apresenta, ainda, os conceitos básicos dos Sistemas Inteligentes de Transportes, e os detalhamentos e análises das aplicações no transporte público, em especial os referentes aos recursos da Tecnologia da Informação. O detalhamento de uma pesquisa que visou identificar quais os recursos tecnológicos são utilizados pelos órgãos gestores do transporte público, em diversas cidades do Brasil, e que pudessem se traduzir em melhorias da qualidade do sistema, completaram o trabalho. O resultado da pesquisa indicou que, embora exista uma gama de tecnologias disponíveis, a utilização desse potencial é muito pequeno, e pouco contribuem para a melhoria da qualidade do transporte público.

Palavras chave: qualidade, transporte público urbano, ônibus, sistemas inteligentes de transporte, tecnologia.

ABSTRACT

The Public Transportation Systems provides modern technology able to improve operation performance , comfort and safety for the costumers. This work intends to study the uses of Information Technology, its application and results as subsidy for planning and management of public transportation of passangers, predominantly fulfilled by bus. The basic hypothesis of this work is that the technological resources available are not used or are used inadequately by the managers and operators of the public transportation. The work invastigates what is known by quality on public transportation in literature and how it is conceived by the agents envolved: costumers, operators, managers and the community in general. This works shows, still, the basic concepts of Intelligent Transportation Systems, and the details and analysis of applications on public transportation, in special those regarding resources in Information Technology. The details of a survey that aimed to identify which technological resources are used by the organ managers of public transportation, in many city in Brazil, and that should be able to turn in improvements of quality of the system, completed the work. The result of this survey indicated that, even though there is a range of technologies available, the use of this potential is very small, and contributes little for the improvements of quality of the public transportation.

Key words: quality, urban public transportation, bus, Intelligent Transportation Systems, technology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Padrões de qualidade para o transporte público	24
Quadro 2. Histórico do desenvolvimento dos ITS	34
Quadro 3. Infra-estrutura do Sistema Inteligente de Transporte	43
Quadro 4. Princípios da segurança da informação	84
Quadro 5. Pesquisa de Serviços de Informações em Websites de Órgãos Gestores do Transporte Público	107
Quadro 6: Dados do sistema de transporte coletivo convencional de João Pessoa.....	121
Quadro 7: Tecnologias Aplicadas No Transporte Público de João Pessoa	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos que deveriam ser melhorados no transporte coletivo	28
Figura 2. Equipamentos tecnológicos para ônibus	44
Figura 3. Página de internet para informação ao usuário	48
Figura 4. Aplicações de transporte público em <i>smartphones</i>	49
Figura 5. Totens informativos	50
Figura 6. Paineis informativos	50
Figura 7. Painel de mensagem variável	51
Figura 8. Monitor de TV no ônibus	52
Figura 9. Análise de pontualidade	58
Figura 10: Mapa representativo de uma linha de ônibus	59
Figura 11. Centro de controle operacional	61
Figura 12. Página internet do rastreamento de ônibus via GPS	64
Figura 13. Esquema do sistema de localização automática (AVL)	66
Figura 14. Quadro sinótico do rastreamento GPS	67
Figura 15. Contadores automáticos de passageiros	68
Figura 16. Contador automático de passageiros – Visão interna	69
Figura 17. Esquema de priorização semafórica	71
Figura 18. Imagem de câmera de vigilância no ônibus	72
Figura 19. Validador da bilhetagem eletrônica	74
Figura 20. Cartões da bilhetagem eletrônica	75
Figura 21. Arquitetura tecnológica do Sistema de Bilhetagem Eletrônica	77
Figura 22. Painel de monitoramento de sensores veiculares	79
Figura 23. Comparativo de taxa de atualização de posição	90
Figura 24. Tela de <i>website</i> /Linhas de ônibus por empresa	108
Figura 25. Informação de itinerário/Campo Grande-MS	109
Figura 26. Informação de itinerário/Goiânia-GO	110
Figura 27. Informação de itinerário/Porto Alegre-RS	110
Figura 28. Informação de quadro horário/Belo Horizonte-MG	111
Figura 29. Informação de linhas por local escolhido/Recife-PE	112
Figura 30. Informação de posicionamento de ônibus em uma linha/São Paulo-SP	113
Figura 31. Roteiro para viagem de ônibus/São Paulo-SP	114

Figura 32. Previsão de horário/Vitória-ES	115
Figura 33. Aplicativo para celular/Curitiba-PR	116
Figura 34. João Pessoa – Localização	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Grau de importância das características para um bom transporte público	27
Tabela 2. Passageiros transportados/2007.	129
Tabela 3. Passageiros transportados/2008	130

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT NBR	Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
AETC	Associação das Empresas de Transportes Coletivos
AFC	Automatic Fare Colletion-AFC
AGLURB	Aglomerados Urbanos
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANS	Acordo de Nível de Serviço
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
APC	Automatic Passenger Counters-APC
APTA	American Public Transportation Association
ARDIS	Advanced Radio Data Information Service
ATPS	Sistemas Avançados de Transporte Público
AVI	Advandec Vehicle Identification-AVI
AVL	Advanced Vehicle Location-AVL
AVL	Automatic Vehicle Location
AVM	Advanced vehicle Monitoring
BD	Banco de dados
BI	Business Inteligence
BRT	Bus Rapid Transit
CCO	Centros de Controle Operacionais
CDPD	Cellular Digital Packet Data
DB	Database
DBMS	Database managment system
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DRIVEI	Dedicated Infrastructure for Vehicle in Europe
EBTU	Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos
ERTICO	European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization
ETA	Estimated Time Arrival
EUA	Estados Unidos da America
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GIS	Geographic Information System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPK	Índice de Passageiro por Quilometro
ISSO	International Standard Official
ITS	Intelligent Transportation System
IVR	Interactive voice response
LAN	Local Area Networks
NTP	Núcleo de Transportes Públicos
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
OSO	Serviço de Operação
PCS	Personal Communications Services
PLMR	Private Land Mobile Radio

PROMETEUS	Programme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety
PVC	Polyvinyl chloride
RAM	Radio Data Networks
RTI	Road Transport Informatics
SAAT	Sistemas Automatizados de Arrecadação Tarifária
SAC	Serviço de atendimento ao cliente
SÃO	Sistemas de Ajuda à Operação
SBE	Sistema de Bilhetagem Eletrônica
SEMOB	Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana-
SETUSA	Serviço Estadual de Transportes Urbanos S/A
SGBD	Sistema de gestão de bancos de dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIT	Sistemas Inteligentes de Transportes
SIU	Sistemas de Informação ao Usuário
SLA	Service Level Agreement
SMR	Specialized Mobile Radio
SMS	Short message service
STA	Scheduled Time Arrival
STTRANS	Superintendência de Transporte e Transito
TI	Tecnologia da Informação
USDOT	United States Department of Transportation
USGS	U.S. Geological Survey
VERTIS	Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society
VICS	Vehicle Information and Communication Systems
WAP	Wireless Application Protocol
WCDMA	Wide-Band Code-Division Multiple Access
WI-FI	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE QUADROS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	17
1.1.1. Objetivo Geral	17
1.1.2. Objetivos Específicos	17
1.2. JUSTIFICATIVA/ RELEVÂNCIA DO TRABALHO	17
1.3. HIPÓTESES	18
1.3.1. Hipótese Básica	18
1.3.2. Hipóteses secundárias	19
1.4 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO	19
1.4.1. Estratégia de ação	19
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2. QUALIDADE NO TRANSPORTE PÚBLICO	21
2.1. INTRODUÇÃO	21
2.2. PERCEPÇÕES E MEDIDAS DA QUALIDADE NOS TRANSPORTES	22
2.3. INDICADORES E ÍNDICES DE DESEMPENHO	29
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
3. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO APLICADAS AOS TRANSPORTES	33
3.1. INTRODUÇÃO	33
3.2. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE	34
3.3. TECNOLOGIAS APLICADAS AO TRANSPORTE PÚBLICO	41
3.3.1. Tecnologias para Informação ao Usuário	45
3.3.1.1. Sistemas de informação pré-viagem	47
3.3.1.1.1. <i>Internet</i>	47

3.3.1.1.2. Telefones Celulares e Tablets	48
3.3.1.1.3. <i>Call Center</i>	49
3.3.1.1.4. Totens ou paineis eletronicos em locais públicos	49
3.3.1.2. Sistemas de Informação durante a viagem	51
3.3.1.2.1. Paineis ou Monitores de Vídeo	51
3.3.1.2.2. Sistema de Som	52
3.3.1.3. Sistemas de Informação após Viagem	52
3.3.2. Tecnologias para Planejamento e Controle	53
3.3.2.1. Programação	54
3.3.2.2. Infra-estrutura de Informática e Comunicações	56
3.3.2.3. Banco de Dados	57
3.3.2.4. Sistema de Informações Geográficas	58
3.3.2.5. <i>Software</i>	60
3.3.2.6. Centros de Controle Operacional	61
3.3.2.7. Comunicação	62
3.3.2.8. Localização Automática de Veículos	64
3.3.2.9. Contador Automático de Passageiros	67
3.3.2.10. Priorização Semafórica	70
3.3.2.11. Vigilância e segurança	72
3.3.3. Tecnologias Aplicadas aos Meios de Pagamento	73
3.3.3.1. Bilhetagem Eletrônica	73
3.3.4. Tecnologias Aplicadas aos Veículos	79
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
4. ASPECTOS RELEVANTES DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO COM	
APLICAÇÃO NO TRANSPORTE PÚBLICO	82
4.1. INTRODUÇÃO	82
4.2. ASPECTOS FUNCIONAIS	83
4.2.1. Bancos de dados	84
4.2.2. Sistemas de Informações Geográficas	86
4.2.2. Sistema de Informação ao Usuário (SIU)	88
4.2.3.. Sistema de Localização Automática (AVL)	90
4.2.4. Bilhetagem Eletrônica	92
4.2.5. <i>Softwares</i>	95
4.3. ASPECTOS CONTRATUAIS	98

4.3.1. Fornecedores	98
4.3.2. Equipamentos	99
4.3.3. Contratos	99
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
5. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA AOS TRANSPORTES	
PÚBLICOS PELO BRASIL	102
5.1 INTRODUÇÃO	102
5.1.1. Metodologia da Pesquisa	103
5.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS	104
5.3. ANÁLISE DOS DADOS	108
5.3.1 Sistema de Informação ao Usuário (SIU)	108
5.3.2 Sistema de Bilhetagem Eletrônica	116
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
6. ESTUDO DE CASO: USO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO	
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE JOÃO PESSOA	119
6.1. INTRODUÇÃO	119
6.2. O SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE JOÃO PESSOA	119
6.3. LEVANTAMENTO DE DADOS	121
6.4. ANÁLISE DOS DADOS	123
6.4.1. Tecnologias para Informação ao Usuário	123
6.4.2. Tecnologias para o Planejamento, Programação e Controle	124
6.4.3. Tecnologias aplicadas aos meios de pagamento	128
6.4.4. Tecnologias Aplicadas aos Veículos	130
6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	132
REFERÊNCIAS	135
APÊNDICE A	144

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de transportes públicos de passageiros vivem hoje um momento de grandes dificuldades e desafios. A queda da demanda dos sistemas regulares ocorre principalmente em função da transferência de passageiros para os automóveis e motocicletas, comprovados pelo crescimento médio da frota em 6,77% e 13,74% ao ano, respectivamente, nos últimos dez anos, segundo dados do DENATRAN. Além disso, a concorrência com os transportes “clandestinos”, concessão de benefícios e gratuidades cada vez em maior quantidade e a crescente exigência por melhores níveis de serviço pelos usuários e impostos pelos órgãos reguladores, requerem novos métodos e tecnologias para o planejamento, operação e controle da atividade de transportar passageiros. Neste cenário, as empresas operadoras do transporte coletivo urbano e os órgãos gestores governamentais têm investido, cada vez mais, nos Sistemas Inteligentes de Transportes (SIT), caracterizados pelo uso da Tecnologia da Informação (TI) para o controle e fiscalização, e como subsídio no planejamento.

Os investimentos em tecnologia englobam equipamentos eletrônicos, de comunicação e TI, através de *softwares* de gestão e *Business Intelligence* (BI). A Bilhetagem Eletrônica, o monitoramento de veículos via GPS (*Global Positioning System*), comunicação por GPRS (*General Packet Radio Service*), o monitoramento por câmeras e sistemas de informação ao passageiro têm uso cada vez maior nas cidades brasileiras. O custo da utilização destes recursos tecnológicos é alto e nem sempre é avaliado o seu real benefício para os usuários do sistema. As empresas e órgãos, via de regra, não possuem infraestrutura nem pessoal capazes de lidar com esses recursos e enfrentam grandes dificuldades para a implantação e manutenção desses equipamentos e tecnologias, deixando-os reféns de fornecedores privados..

O uso inteligente da tecnologia nos transportes, por outro lado, pode modificar significativamente a percepção dos usuários. Um transporte confiável, confortável, seguro e a um preço acessível, pode provocar uma mudança no atual quadro do trânsito das grandes cidades, com excesso de automóveis e intermináveis congestionamentos. O papel da tecnologia é o de fornecer os meios para esta transformação. A questão, portanto, que se põe é: os recursos tecnológicos disponíveis nas empresas e órgãos gestores do transporte público têm sido usados na sua capacidade efetiva e convertidos em benefícios para a sociedade como

um todo, usuário ou não do sistema? O risco é de que, uma vez não demonstrada a efetiva contribuição dos recursos de TI, seja pela inadequação das escolhas ou pela falta de capacitação de pessoal, estes sejam subutilizados ou mesmo abandonados com prejuízo para os usuários do sistema que não terão os benefícios que poderiam ter se bem utilizados.

O presente trabalho visa estudar o uso da Tecnologia da Informação, sua aplicação e seus resultados como subsídios para o gerenciamento e planejamento do transporte público de passageiros.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

A pesquisa proposta visa contribuir para a definição dos recursos tecnológicos (*hardware*, *software* e comunicações), que, de alguma forma, sejam úteis aos gestores e operadores de transportes públicos, e que possam se traduzir em benefícios concretos para a população.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Analisar o uso da tecnologia aplicada ao transporte de passageiros em diversas regiões do Brasil;
- b) Levantar os indicadores de desempenho e qualidade do transporte público;
- c) Identificar os meios e recursos de TI que são empregados pelas empresas e órgãos gestores do transporte público; e
- d) Gerar conhecimentos que possam subsidiar a escolha e utilização dos recursos de TI que efetivamente resultem em melhorias no transporte público de passageiros.

1.2. JUSTIFICATIVA/ RELEVÂNCIA DO TRABALHO

A melhoria da qualidade dos serviços de transportes públicos é fator fundamental para a qualidade de vida dos habitantes das cidades. O investimento em recursos para esta melhoria deve ser buscado pelo poder público e pelos agentes privados. A utilização da

Tecnologia da Informação tem sido usada como apoio ao gerenciamento, fiscalização e planejamento dos transportes urbanos. Em contraste com os mapas, boletins e relatórios, produzidos manualmente, ainda utilizados em algumas cidades, existe hoje uma gama muito grande de recursos tecnológicos disponíveis, que pode produzir os mesmos resultados, ou ainda melhores, de forma automática e segura. O problema surge quando verificado que estes recursos da tecnologia são caros e desconhecidos da maioria dos agentes envolvidos. Geralmente são adquiridos sistemas com muito mais recursos do que de fato se necessita. A escolha inadequada dos equipamentos e tecnologias pode retardar a implantação de melhorias, ou mesmo trazer prejuízos a população usuária. Em última instância é ela quem paga por todos os equipamentos e serviços inerentes a estas tecnologias, seja diretamente pelas tarifas do serviço de transportes, seja indiretamente através dos impostos.

A quantidade de produtos e soluções tecnológicas disponível atualmente é muito grande. Muitos são os fornecedores e mais ainda a diversidade e as características de cada solução. Os gestores do sistema alardeiam na imprensa cada aquisição de novo recurso da tecnologia, mas os resultados não são percebidos com facilidade pelos usuários.

Faz-se necessário um estudo para avaliar se cada recurso tecnológico é utilizado adequadamente, explorando toda a sua capacidade e, uma vez assim utilizado, se alcança os benefícios prometidos para a população. O levantamento das experiências do uso de TI aplicada nos transportes urbanos nas capitais dos estados brasileiros, o comparativo entre os resultados pretendidos e alcançados, e ainda os recursos disponíveis, podem levar a conhecimentos que subsidiem a escolha e modo de utilização de tais recursos.

1.3. HIPÓTESES

1.3.1. Hipótese Básica

Os órgãos gestores de transportes públicos urbanos e empresas operadoras não conseguem usar adequadamente os recursos da Tecnologia da Informação disponíveis e implantados, de forma a gerar resultados significativos na melhoria dos indicadores de desempenho e qualidade do Transporte Público de Passageiros.

1.3.2. Hipóteses secundárias

- a) Os órgãos gestores e empresas operadoras não utilizam os recursos de TI com aplicação no transporte público disponíveis no mercado, ou não utilizam as potencialidades dos sistemas já implantados;
- b) Os recursos de TI, adquiridos e implantados, em sua grande maioria, não se reverterem em benefícios para os usuários.

1.4 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

A pesquisa, sob o ponto de vista da sua natureza, pode ser classificada como Pesquisa Aplicada, pois objetivou gerar conhecimento para aplicação prática, dirigido a solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Sob o ponto de vista da abordagem, é uma Pesquisa Qualitativa, pois os resultados não podem ser traduzidos estritamente em números. Sob o ponto de vista dos seus objetivos a pesquisa é exploratória, pois visou tornar explícito o problema através de levantamento bibliográfico, documentos técnicos e exemplos.

A metodologia de trabalho foi a de levantar os instrumentos da Tecnologia da Informação oferecidos pelo mercado para aplicação no transporte de passageiros, e identificar quais estão já disponíveis nos órgãos públicos gestores do transporte público e empresas operadoras. Uma vez identificadas, o estudo pretendeu avaliar o uso de tais instrumentos e seus efeitos na melhoria dos serviços para os usuários. Por fim pretendeu oferecer recomendações que auxiliem a escolha e o uso adequado das ferramentas de TI para aplicação no planejamento e controle dos transportes públicos.

1.4.1. Estratégia de ação

A pesquisa proposta teve como referência o seguinte roteiro:

- a) Pesquisar a bibliografia, a fim de identificar o significado da qualidade no transporte público e os indicadores relevantes de desempenho;
- b) Levantar a disponibilidade dos recursos tecnológicos capazes de influenciar a qualidade no transporte público;
- c) Identificar, através de pesquisa, as tecnologias utilizadas por empresas operadoras e órgãos gestores do transporte público no Brasil; e
- d) Identificar os recursos que efetivamente são utilizados na cidade de João Pessoa, em empresas operadoras e no órgão gestor do transporte público local, por meio de visitas e entrevistas com técnicos.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho pretende demonstrar a importância e os efeitos da utilização de recursos tecnológicos na melhoria da qualidade nos transportes públicos. No segundo capítulo são apresentadas conceitos do que é qualidade no transporte público, como ela é percebida e os indicadores pelos quais pode ser medida.

O terceiro capítulo apresenta as tecnologias com potencial de influir na qualidade dos transportes em geral, e do transporte público em particular. Descreve brevemente, ainda, cada uma dessas tecnologias e suas aplicações voltadas ao transporte público.

O quarto capítulo apresenta considerações relevantes sobre o desenvolvimento, implantação e contratação de serviços de tecnologia.

No quinto capítulo são apresentados os resultados da pesquisa realizada em diversas cidades do Brasil, relativa ao uso das tecnologias aplicadas ao transporte público.

O sexto capítulo trata de um estudo de caso, realizado na cidade de João Pessoa, completando a pesquisa, analisando os processos e dificuldades para a implantação de recursos tecnológicos no sistema de transporte público.

As conclusões do trabalho e recomendações para estudos futuros estão no sétimo capítulo, seguidos das referências bibliográficas e apêndice.

2. QUALIDADE NO TRANSPORTE PÚBLICO

2.1. INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade é de difícil definição, abstrato e permite diferentes enfoques. Para Deming (1990) qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente. Para Juran (1990) qualidade é vista como a adequação ao uso, indicando que a qualidade é construída e não apenas inspecionada. Lima Jr. (1995, p.90) define: “Qualidade de serviços de transportes é a qualidade percebida pelos usuários e demais interessados, de forma comparativa com as demais alternativas disponíveis, resultante da diferença entre as expectativas e percepções do serviço realizado”.

A qualidade está associada à valorização, na visão do cliente, à gestão dos processos, e à motivação das pessoas para a melhoria contínua e para a busca da excelência, segundo Rodrigues (2008). Diz ainda que, até agora, o que se desenvolveu na área de transportes e foi denominado como qualidade teve o enfoque do processo de produção dos serviços, enfatizando as medidas técnicas e a conformidade às especificações, e pouca ênfase foi dada em relação à satisfação dos usuários e a motivação dos empregados.

Antunes (2009) ressalta que é difundida a idéia de que a demanda por transporte público é cativa, independente da qualidade do serviço oferecido aos usuários. A demanda, porém, não é homogênea, existem usuários com diversas características sociais e econômicas, que utilizam o transporte público por falta de opção, mas outros poderão escolher alternativas danosas ao sistema de transportes, como a desistência da realização da viagem, surgimento de transporte clandestino, realização da viagem a pé, ou utilização de modo de transporte individual. (MASSLER, 1994 *apud* ANTUNES, 2009).

Araújo (2006) lembra que se deve considerar que um serviço de maior qualidade implica, quase sempre, em tarifas mais elevadas e este é um fator importante para as pessoas mais pobres, a maioria da população. Continua afirmando que, apesar da complexidade do problema, é importante definir padrões de qualidade no planejamento dos transportes.

Geralmente se confunde a qualidade com o desempenho (performance), mas há diferenças entre os conceitos. Para a ANTP (2008, p.5), “desempenho é qualquer fator, quantitativo ou qualitativo, usado para avaliar um aspecto particular do serviço de transporte público, como, por exemplo, a quantidade de passageiros por ônibus”.

2.2. PERCEPÇÕES E MEDIDAS DA QUALIDADE NOS TRANSPORTES

A qualidade no serviço de transporte público, que para a ANTP (2008) é a percepção do desempenho do sistema e é vista sob diversos aspectos por cada um dos atores do sistema, que tem a sua própria perspectiva do nível de qualidade e valorizam cada indicador de modo diferente. Segundo Ferraz e Torres (2004), os requisitos de qualidade de cada ator envolvido no sistema estão relacionados aos seus objetivos. O governo tem como objetivo proporcionar transporte coletivo com segurança, comodidade e rapidez, a um custo compatível com a renda dos usuários, atendendo aos interesses da comunidade quanto à justiça social, preservação do meio ambiente, uso racional do solo e sustentabilidade econômica. Os empresários objetivam o retorno econômico justo do investimento e garantia da continuidade do serviço por tempo compatível com o investimento. Os trabalhadores, por sua vez, desejam a garantia dos seus direitos, salários compatíveis com a função, jornadas de trabalho e benefícios sociais adequados. A comunidade em geral avalia o sistema pelo seu impacto no meio ambiente, na poluição atmosférica, sonora e visual e o índice de acidentes. Por fim, o usuário final, o passageiro, o principal interessado no do sistema, avalia a qualidade segundo vários aspectos, como os detalhados mais adiante nesse trabalho. Os interesses dos atores dos Sistemas de Transportes são, em geral, conflitantes. Segundo Azambuja (2002), o objetivo de uma empresa operadora é transportar o maior número possível de passageiros, com o menor custo, de forma a aumentar sua receita. Para o empresário, um requisito de qualidade, por exemplo, é o baixo consumo de combustível por quilômetro rodado, o que, por sua vez, tem pouco significado na percepção do passageiro. Essas empresas, porém, têm que se submeterem às imposições dos órgãos gestores, bem como atender aos usuários, sendo obrigadas a cumprir padrões mínimos de oferta de serviço.

Uma viagem por transporte coletivo urbano engloba, de modo geral, as seguintes etapas: percurso a pé da origem até o local de embarque, espera pelo ônibus, embarque, a

viagem a bordo do ônibus e a caminhada do ponto de desembarque até o destino final. Durante a viagem podem ocorrer ainda uma ou mais transferências de um veículo para outro. Do ponto de vista do usuário neste percurso é importante que sejam atendidos certos requisitos quanto à comodidade, conforto e segurança.

Para Ferraz e Torres (2004), a definição de padrões de qualidade pelos usuários é complexa e varia bastante conforme sua condição social e econômica, o sexo, a idade e até os costumes locais. Estes padrões são também mutantes no tempo. Uma vez atingido um padrão desejado, um novo padrão será almejado pelo usuário. A avaliação da qualidade, do ponto de vista do usuário, resulta da avaliação de diversos fatores:

- **Acessibilidade** - ligada a facilidade de chegar ao embarque do transporte coletivo, desembarcar e alcançar o local de destino;
- **Frequência de atendimento** - relacionada ao intervalo de tempo entre as passagens de veículos nos pontos de parada e terminais, com impacto no tempo de espera;
- **Tempo de viagem** - correspondente ao tempo de permanência do usuário dentro do veículo durante a viagem;
- **Lotação** - onde a quantidade de passageiros no interior do veículo implica no conforto;
- **Conectividade** - relacionada a facilidade de deslocamento entre dois locais da cidade, incluindo aí a necessidade, ou não, de transferências;
- **Confiabilidade** - refere-se ao grau de certeza de que as viagens serão realizadas nos horário e tempo pré-definidos;
- **Segurança** - compreende tanto a questão de atos violência urbana como os acidentes de trânsito;
- **Características dos veículos** - diz respeito ao conforto e comodidade, incluindo temperatura ambiente, assentos, espaço interno e sinalização;
- **Sistema de informações** - ligado a informativos de itinerários, horários, tarifas, em pontos fixos, paradas, terminais ou internos aos veículos;
- **Características dos locais de parada** – relacionadas a aspectos da sinalização, calçadas adequadas, bancos para espera e coberturas;
- **Comportamento dos operadores** - inclui o modo de condução dos motoristas e o comportamento dos cobradores; e

- **Estado das vias** - tendo influencia maior no tempo de viagem e no conforto interior dos veículos;

Segundo ainda Ferraz e Torres (2004), os padrões de qualidade para o transporte público podem ser avaliados como bom, regular ou ruim, conforme o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1. Padrões de qualidade para o transporte público

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

Fonte: Ferraz e Torres (2004)

Vuchic (2005) considera a qualidade no sistema de transporte público de forma semelhante a Ferraz e Torres (2004), reforçando os aspectos relacionados ao tempo de deslocamento do usuário, o conforto e a segurança. Acrescenta, entretanto, o componente custo como importante para a avaliação da qualidade do sistema, como relacionado a seguir:

- **Disponibilidade locacional** - distância das paradas em relação às origens e aos destinos das viagens;
- **Temporal** - período do dia durante o qual o serviço é oferecido;
- **Frequência** - intervalo de tempo entre duas paradas de veículo para embarque e desembarque de passageiros;
- **Pontualidade** - relação entre o horário real e o horário programado de parada de veículo para embarque e desembarque de passageiros;
- **Tempo de viagem** - na perspectiva dos usuários, tempo total de deslocamento da origem ao destino da viagem, incluindo deslocamento a pé, espera etc;
- **Conforto** - ausência de tensão mental e/ou física e presença de experiências agradáveis em relação a:
 - Caminhada até o ponto de parada;
 - Pontos de parada;
 - Embarque e desembarque;
 - Disponibilidade e dimensões dos assentos;
 - Condições de viagem em pé;
 - Condições ambientais dentro do veículo;
 - Iluminação;
 - Temperatura;
 - Ventilação;
 - Ruído;
 - Relaxamento; e
 - Fatores psicológicos;
- **Facilidades** - condições ou serviços associados com a viagem (as facilidades são muito relacionadas com o conforto, pois sua ausência pode gerar desconforto), tais como:
 - Opções de viagem;
 - Informação;
 - Regularidade de horários;
 - Uso do tempo em viagem;
 - Disponibilidade de estacionamento;
 - Facilidades para transferência; e
 - Acomodação de pessoas com deficiência.

- **Segurança** - ausência de acidentes ou de fatores de risco de acidentes. Inclui a segurança dos usuários em relação a atos violentos cometidos contra eles no interior de veículos ou de dependências das paradas e terminais; e
- **Custo para o usuário** - custo da viagem para o passageiro (total ou percebido). Geralmente é apenas a tarifa do transporte coletivo, mas pode incluir custos associados com a viagem, como, por exemplo, de estacionamento no caso de uma viagem envolvendo metrô e carro;

Rodrigues (2006), por sua vez, apresenta abordagem diferente em relação à qualidade no transporte público. Diz ele que alguns engenheiros afirmam que não existem serviços, somente produtos, e que o contrário é propalado por administradores. Produto é tudo aquilo que está no final de um processo de elaboração e pronto para ser comercializado ou ofertado e pode ser um bem ou serviço. O transporte público pode ser considerado, então, um serviço com características bastante peculiares:

- **Intangibilidade** – o bem adquirido não pode ser previamente visto, sentido, tocado ou provado;
- **Inseparabilidade** – a produção e o consumo ocorrem simultaneamente;
- **Variabilidade** – é uma atividade de difícil padronização, pois cada viagem ocorre em circunstâncias singulares, quer pelas condições do tráfego, do clima, do horário, do dia, da quantidade e do tipo de usuários transportados, ou seja, cada viagem é um produto único e diferenciado;
- **Perecibilidade** – o serviço não pode ser estocado, uma vez oferecido e não consumido, perde-se;
- **Consumo intensivo** – trata-se de um bem consumido diariamente, pelo menos duas vezes ao dia;
- **Consumo coletivo** – ao contrário de outros serviços, onde o consumo se dá individualmente com tratamento personalizado, no transporte o consumo ocorre de forma massificada e em grupos nem sempre homogêneos;
- **Pagamento antecipado** – na maioria das vezes implica em pagamento antes da prestação do serviço;
- **Interação com o meio ambiente** – o serviço é realizado em ambientes não controlados, ao contrário da manufatura, por exemplo;

- **Atuação dispersa espacialmente** – a operação é bastante dispersa, o que dificulta significativamente a supervisão do serviço e o controle do pessoal;
- **Mercados fortemente regulamentados** – a rigidez das regulamentações praticadas inibe que o serviço seja prestado em condições mais adequadas às necessidades dos clientes; e
- **Satisfação com o resultado e com o processo** – neste serviço o cliente deseja além da satisfação com o resultado, a satisfação na participação do processo, ou seja, ele quer chegar ao local e no horário programado e que isto ocorra com segurança e razoável conforto;

Embora possam ser medidos tecnicamente alguns dos diversos fatores que influem na qualidade dos serviços de transporte, o usuário tem a sua própria percepção da qualidade. Uma pesquisa realizada pelo IPEA, em 2010, os usuários classificaram o grau de importância das características para um bom transporte público conforme a tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Grau de importância das características para um bom transporte público (em %)

Motivos	Brasil	Sul	Sudeste	Centro-Oeste	Nordeste	Norte
Ter disponível mais de uma forma de se deslocar	13,5	18,3	18,1	7,2	10,2	5,8
Ser Rápido	35,1	31,2	36,9	36,8	38,5	25,5
Sair num horário adequado à sua necessidade	9,3	11,5	8,0	7,2	10,8	9,4
Chegar no horário desejado a seu destino	4,8	5,6	5,3	2,8	5,5	2,7
Ser saudável	1,3	0,5	0,9	1,3	2,1	1,8
Poluir pouco	2,3	0,7	2,1	1,3	3,6	3,3
Ser barato	9,9	8,5	8,6	13,4	10,7	11,2
Ser confortável	9,7	7,8	7,6	10,6	10,5	16,4
Ter menor risco de assalto	2,3	1,5	1,3	2,5	1,9	7,0
Ser fácil de usar	1,2	1,5	0,7	0,9	1,5	2,4
Ter menor índice de acidente	4,2	4,4	4,2	5,3	2,7	6,4
Cobrir uma área maior	2,6	3,9	1,1	5,9	1,5	5,2
Ser cômodo	1,4	2,0	2,1	1,6	0,3	0,9
Outra característica	1,4	1,7	2,0	0,3	0,7	1,2
NS	0,4	0,2	0,7	0,9	0,0	0,0
NR	0,7	0,7	0,5	2,2	0,0	0,9

Fonte: IPEA, 2010 – Sips 2010

Nessa pesquisa observa-se que o fator de maior importância para um bom transporte público foi o de ser rápido, apontado por 35,1% dos usuários consultados. Nota-se, pela pesquisa, que há uma predominância de aspectos relativos à disponibilidade (13,5%), abrangência de área de atuação (2,6%) e a regularidade (sair no horário adequado - 9,3% e chegar no horário desejado - 4,8%). Outros aspectos, como ser saudável, poluir pouco, ser confortável, cômodo, e seguro quanto a acidentes e assaltos, representam apenas 22,4%. Ser barato, por outro lado, somente é fator importante para 9,9% dos usuários. Esse resultado é confirmado por Freire (2008), que, em sua pesquisa com usuários de automóveis, realizada na cidade de João Pessoa-PB, aponta como fatores mais significativos para que estes passassem a utilizar o sistema de transporte público, melhorias na rapidez e frequência do serviço, conforme apresentado na Figura 1.

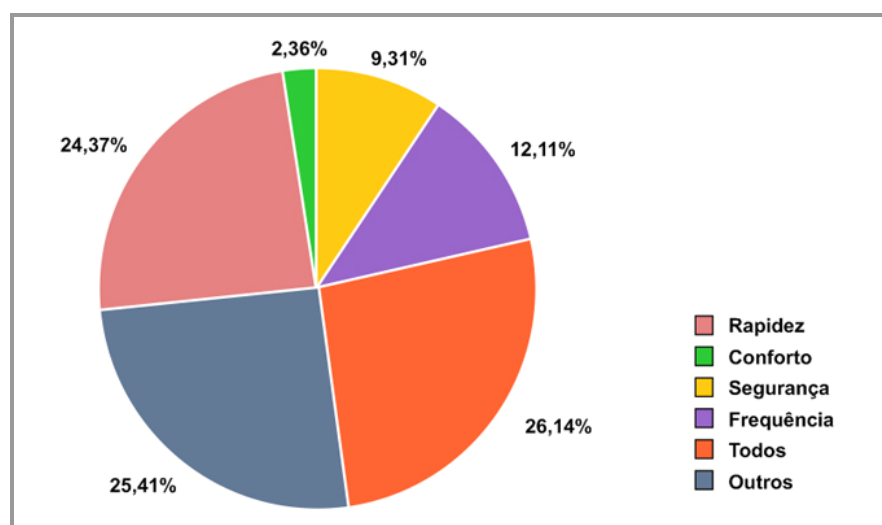


Figura 1. Aspectos que deveriam ser melhorados no transporte coletivo.
Fonte: Freire (2008)

Freire (2008) não considera, na sua pesquisa, o aspecto segurança como sendo próprio do modo de transportes, pois da forma como foi colocada a questão, as respostas se referiram aos problemas de segurança pública.

Pego, Zandonade e Morais Neto (2008), em pesquisa com usuários de Vitória-ES, quanto à importância e ao nível de satisfação, concluiu de forma semelhante, indicando os três

requisitos de maior prioridade para os usuários: lotação do veículo, tempo de espera e frequência dos ônibus.

Rodrigues (2006, p.14), conclui:

A qualidade do serviço, corretamente entendida, pode se transformar em uma força altamente efetiva, um meio de se criar e sustentar uma vantagem competitiva, entendendo-se por esta como a diferença perceptível de satisfazer melhor que os concorrentes as necessidades identificadas do cliente. Isso só pode acontecer se os serviços forem tratados como uma questão estratégica e forem acionados mecanismos para torná-los um valor-chave da organização. (p.14)

2.3. INDICADORES E ÍNDICES DE DESEMPENHO

Indicadores estabelecem um padrão de avaliação do estado da realidade. Através deles pode-se efetuar um diagnóstico ou o monitoramento do sistema de transportes. Estes são subsídios para formulação de estratégias e prioridades ou avaliação do desempenho de políticas e programas. É de fundamental importância a existência de critérios de avaliação de desempenho que incluam os indicadores mais significativos sob o enfoque do órgão gestor, de modo que se obtenha o perfil de desempenho das linhas e redes do sistema de transportes públicos (DAIBERT, 1985).

Uma vez existindo a disponibilidade de dados, é possível a determinação de vários indicadores e índices que mostram como está ocorrendo a operação. Sem pretender exaurir o tema, a seguir são relacionados alguns dos indicadores do transporte público que aparecem com frequência na literatura:

- Número de viagens (viagens);
- Índice de cumprimento de viagens (% - total de viagens realizadas/total de viagens programadas);
- Índice de cumprimento de frota (% - total de veículos utilizados/total de veículos programados);
- Tempo médio de viagem (minutos);
- Velocidade média (km/hora);
- Quilometragem rodada (km);
- Quilometragem rodada por veículo (km/veículo);

- Passageiros transportados (total, estudantes, gratuitos, integrados) (passageiros);
- Passageiros transportados equivalente (considerando gratuitos, com desconto, e integrados proporcionalmente) (passageiros);
- Passageiros transportados por veículo (passageiros/veículo);
- Taxa de conforto dentro do veículo (passageiros/m²);
- Taxa de ocupação (% - quantidade de passageiros dentro do veículo no trecho crítico/capacidade do veículo);
- Índice de renovação (% - total de passageiros transportados na viagem/total de passageiros na seção crítica);
- Índice de passageiros por km – IPK (passageiros/km);
- Índice de passageiros por km equivalente – IPKe (passageiros/km);
- Custo por veículo (R\$);
- Custo por passageiros (R\$); e
- Receita (R\$);

Esses indicadores, conforme a metodologia de apuração, podem representar parâmetros da operação de uma linha, uma empresa, de uma amostra do sistema, ou do sistema na totalidade. Outro fator a se considerar é que os indicadores existem no tempo. Representam a operação em um período determinado, correspondentes a um dia, um mês, um ano, ou qualquer outro intervalo.

Em termos de complexidade matemática, observa-se que os índices são relativamente simples de se determinar. Uma parcela dos dados necessários a esses cálculos são fáceis de se obter. Dados cadastrais como a frota disponível, a frota determinada para cada linha e a programação de horários são obtidos das Ordens de Serviço Operacional das linhas. Os dados mais problemáticos são aqueles que representam a operação e são utilizados para o planejamento, a fiscalização, apuração de custos e cálculos de tarifas. Esses dados informam as ocorrências de cada uma das viagens: horário de saída do terminal, hora de chegada no ponto de retorno (quando for o caso), horário de chegada no terminal, quantidade de passageiros transportados de forma estratificada (passageiros de tarifa inteira, gratuitos, com desconto, integrados), a ocupação por trecho, a quilometragem rodada na linha e a quilometragem morta (percurso entre os terminais e as garagens). Com esses dados é possível a obtenção de praticamente todos os indicadores necessários para uma avaliação correta da

operação e podem ser fornecidas pelas tecnologias da Localização Automática de Veículos (AVL) e as tecnologias utilizadas nos meios de pagamento (Bilhetagem Eletrônica). Outros indicadores para o planejamento, de uso mais eventual, como os índices de ocupação ou renovação, ou ainda dados de origem e destino, necessitam de outros procedimentos e equipamentos, como contadores de passageiros ou duplos validadores de bilhetagem.

Para que os indicadores sejam válidos, porém, devem obedecer a critérios, como os indicados por Waisman (1983):

- **Comparabilidade** – os indicadores devem permitir comparação entre diferentes áreas urbanas;
- **Cobertura** – a extensão em que o indicador reflete os vários aspectos da qualidade dos serviços;
- **Resposta à necessidade** – o grau pelo qual o indicador reflete a resposta do transporte coletivo às necessidades e demandas da área urbana;
- **Compreensibilidade** – a facilidade pelo qual o indicador pode ser entendido, não somente por técnicos, mas também administradores do transporte, políticos e outros grupos interessados;
- **Flexibilidade** – a facilidade e velocidade com que as características medidas pelos indicadores podem ser alteradas para satisfazer condições e necessidades de modificações;
- **Incentivos para o alcance de melhorias** – o grau pelo qual o uso do indicador poderá estimular a contínua busca de técnicas operacionais mais eficientes; e
- **Disponibilidade de dados** – a extensão pelo qual o indicador depende de dados que são facilmente disponíveis e confiáveis, ou depende de dados que requerem estudos especiais, custosos e sujeitos a substancial margem de erro.

Não é fácil a quantificação dos atributos da qualidade de serviços, principalmente pelo aspecto intangível de alguns processos. Os indicadores de desempenho podem permitir a identificação dos processos que estão sob controle, diagnosticar problemas de operação e indicar onde melhorias são necessárias. Os indicadores também podem guiar a mudança comportamentos e tornar os processos mais visíveis

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades do transporte público não resultam na produção de bens físicos tangíveis, mas em benefícios aos passageiros em termos de utilidade de tempo e comodidade nos deslocamentos diários. A obtenção da qualidade e a apuração de indicadores de desempenho do sistema de transportes públicos é um trabalho complexo e extenso. Embora do interesse de todos, cabe a maior tarefa ao poder público na implantação de políticas e normas para a melhoria da qualidade e, ainda, a vigilância do cumprimento das determinações. Com a importância do transporte público cada vez mais evidenciada em meio aos grandes problemas da mobilidade urbana, já não bastam a determinação de regras e utilização de fiscais na rua. O uso de novas tecnologias se torna indispensável para alcançar melhorias na qualidade do transporte público, auxiliando no planejamento, controle, fiscalização e na prestação de informações aos usuários.

3. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO APLICADAS AOS TRANSPORTES

3.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vêm crescendo o desenvolvimento e uso dos sistemas de comunicação e da Tecnologia da Informação nos sistemas de transporte público. Esses sistemas, usados inicialmente na automatização de processos manuais, vêm colaborando para a melhora da qualidade dos serviços, coleta de dados e produtividade do sistema de transporte (ITRE, 2002).

O desafio atual dos responsáveis pela gestão do transporte público é reformular a maneira como se realizam as pesquisa de campo e transformar os dados disponíveis, resultantes do uso de recursos de TI, em informações úteis para a tomada de decisão e gerenciar adequadamente os sistemas de transporte de passageiros, oferecendo melhor qualidade aos usuários dos sistemas (RECENA e ELOY, 2009).

São várias as tecnologias que podem ser aplicadas ao transporte público, em relação à integração, manutenção de veículos, meios de pagamento eletrônico, sistemas de informações aos passageiros, segurança, planejamento de demanda e sistemas inteligentes embarcados. (FTA, 2006)

A convergência de novas tecnologias, porém, gera volumes cada vez maiores de dados, a altas velocidades, e massacraram os tomadores de decisão com quantidades impossíveis de serem processadas sem os recursos de TI. (FREITAS, FARIA e NETO, 2009).

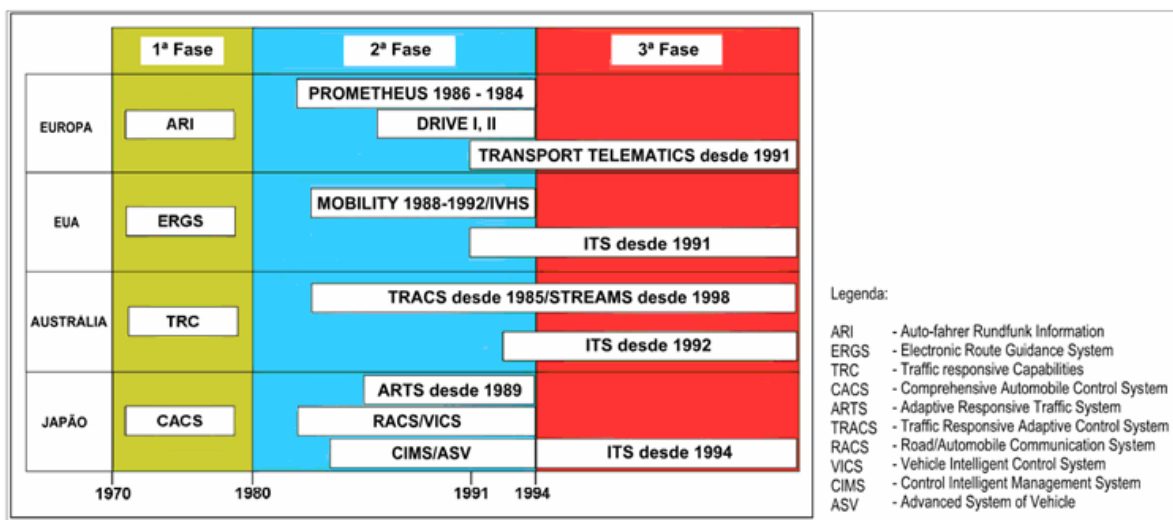
Esse capítulo trata dos Sistemas Inteligentes de Transporte de forma geral, incluindo aplicações no transporte de pessoas, de cargas e na gerência do trânsito. O maior enfoque, entretanto, é dado ao uso dos ITS no transporte público, descrevendo os vários recursos tecnológicos com aplicação no transporte de passageiros por ônibus. Comentários e considerações sobre aspectos técnicos e contratuais na aquisição e operação desses recursos fazem parte do capítulo seguinte.

3.2. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

A união entre a Tecnologia da Informação, Eletrônica e Comunicações, aplicadas em conjunto na melhoria da segurança, mobilidade e produtividade dos sistemas de transportes de passageiros compõem um Sistema Inteligente de Transporte, mais frequentemente na literatura identificada pela sigla ITS (*Intelligent Transportation System*). ITS designa o conjunto de tecnologias oriundas das aplicações em Telemática nos veículos e sistemas de transportes. Telemática deriva da junção das palavras Telecomunicações e Informática, e é aplicada de forma abrangente, incluindo equipamentos, programas e meios de comunicação. O objetivo dos ITS é atuar de forma direta e efetiva no aumento da segurança, melhoria do controle da operação, aumento da produtividade, redução de atrasos, congestionamentos e emissão de poluentes (FERRAZ e TORRES, 2004). Williams (2008) descreve Sistemas Inteligentes de Transporte como um nome que usamos para descrever sistemas de transporte onde os veículos interagem com o ambiente, e uns com os outros, proporcionando uma experiência de condução avançada, e onde a infraestrutura inteligente melhora a segurança e a capacidade dos sistemas de transportes.

Segundo Nowacki (2012), é possível identificar três fases na história do desenvolvimento dos ITS (Quadro 2).

Quadro 2. Histórico do desenvolvimento dos ITS



Fonte: Nowacki (2012)

A primeira fase é o início das pesquisas e ocorreu entre os anos de 1970 e 1980. Desde a década de 1970, várias empresas européias desenvolveram complexos sistemas para transmitir dados de veículos. Na Alemanha, o ARI (*Auto-fahrer Rundfunk Information*), um sistema de rádio utilizando FM (Frequência Modulada), foi introduzido em 1974 para aliviar o tráfego nas rodovias durante as férias de verão. Em 1970 o Departamento de Estradas, na Austrália, instalou o primeiro sistema que incluía 30 cruzamentos sinalizados com controle centralizado com TRC (*Traffic Responsive Capabilities*). Nos Estados Unidos, o governo patrocinou um sistema de navegação e orientação em veículos, o ERGS (*Electronic Route Guidance System*). Esse foi o estágio inicial das pesquisas e desenvolvimento dos ITS. Em 1973, o Ministério do Comércio Internacional e Indústria do Japão financiou o sistema CACS (*Comprehensive Automobile Control System*).

Todos estes sistemas tinham como ênfase comum a orientação de veículos nas rotas e utilizavam processamento baseados em grandes computadores e sistemas de comunicação. Devido a limitações, estes sistemas nunca resultaram em aplicações práticas.

Na segunda fase, a partir de 1981, indo até 1994, as condições para o desenvolvimento dos ITS foram alcançadas com novas tecnologias de armazenamento de dados de grande volume, que fez o processamento de informações ser mais barato. Novas pesquisas e desenvolvimento voltados para o uso prático foram iniciados. Dois projetos foram executados na Europa ao mesmo tempo: PROMETHEUS (*Program for a European Traffic System with Higher Efficiency and Un-precedented Safety*), que foi principalmente criada por fabricantes de automóveis; e o DRIVE (*Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe*), criado pela Comunidade Européia, que deveria proporcionar uma infraestrutura inteligente onde os usuários seriam mais bem informados e os veículos poderiam se comunicar e cooperar com a infraestrutura viária, estimular o desenvolvimento e a assegurar um mercado competitivo. O PROMETHEUS foi iniciado em 1986, como parte do programa EUREKA, uma iniciativa pan-europeia que visava melhorar a capacidade competitiva da Europa, estimulando o desenvolvimento nas áreas de tecnologia da informação, telecomunicações, robótica e tecnologia de transporte. O projeto foi liderado por empresas de automóveis, autoridades estatais e mais de 40 instituições de pesquisa.

Em 1991, o ERTICO (*European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization*) foi criado com o apoio da Comunidade Européia como uma parceria público-privada, e era aberta a todas as organizações européias ou com operação na Europa, com um interesse em ITS. O objetivo era promover a mobilidade segura, limpa, eficiente e confortável de pessoas e bens na Europa, através da implantação generalizada de ITS.

No Japão, em 1994, o projeto RACS (*Road Automobile Communication System*) serviu de base para o atual sistema de navegação de automóveis. Em 1985, uma segunda geração do sistema de gestão do tráfego foi instalada na Austrália, o TRACS (*Traffic Responsive Adaptive Control System*).

Embora se utilizassem, nos EUA, equipamentos eletrônicos para controle de tráfego urbano e de rodovias desde os anos 60, só a partir de 1988, com a consolidação do IVHS (*Intelligent Vehicle Highway Systems*), iniciou-se o que hoje é conhecido como ITS. Em 1992 foi implementado o IVHS *Strategic Plan*, um grande programa que visava a promoção do IVHS para os próximos 20 anos.

A terceira fase começou em 1994, com aplicações práticas dos programas. Em 1994, o programa IVHS (EUA) foi rebatizado de ITS (*Intelligent Transportation Systems*) incluindo, além de o tráfego de automóveis, também outros modos de transporte. Em 1995 os programas existentes foram fundidos formando o ITS *America* (*Intelligent Transportation Society of América*), com a finalidade de coordenar a aplicação e desenvolvimento das modernas tecnologias empregadas nos sistemas de transporte no país. Os objetivos gerais do ITS *America* eram coletar e transmitir informações sobre as condições do tráfego, programação prévia de viagens, alertar sobre perigos e atrasos, reduzir congestionamentos, realizar cobrança de pedágios eletronicamente, melhorar a produtividade e a segurança das operações das frotas de veículos públicos e privados e auxiliar os motoristas a encontrar as rotas mais adequadas através do uso de sistemas de navegação (SILVA, 2000).

O ITS *Japan*, criado em 1994 promove pesquisas e desenvolvimento e é a principal referencia para ITS em toda a região Ásia-Pacífico. As suas políticas de desenvolvimento incluem a arquitetura do sistema, a pesquisa e desenvolvimento, a padronização e cooperação internacional, e trabalha com as organizações nacionais e internacionais, como o VERTIS

(*Vehicle, Road, and Traffic Intelligence Society*), sociedade com objetivo de apoiar a indústria e a área acadêmica na organização e condução das atividades relacionadas a ITS. O VICS (*Vehicle Information and Communication System*) e o ATIS (*Advanced Traffic Information System*) começaram em 1996, em Tóquio e Osaka. Na Austrália, em 1998, os sistemas de TRAC e *South East Freeway* se fundiram para criar o STREAMS, um sistema integrado de transporte inteligente que fornece gerenciamento de sinal de trânsito, gerenciamento de incidentes, gestão de auto-estrada, controle de priorização de veículos, informações ao viajante e estacionamento. Desde 2007 está implementado o STREAMS versão 3 (NOWACKI, 2012).

Não existe um programa brasileiro específico para inovar tecnologicamente os sistemas de transportes, porém, percebe-se um grande interesse por parte dos órgãos gestores e dos operadores no investimento em tecnologias avançadas.

A norma ISO 14813-1:2007 define os serviços primários e áreas de aplicação que podem ser providos aos usuários dos Sistemas Inteligentes de Transporte, relacionando-os com domínios de serviço de ITS:

- Informações ao viajante
 - Informações antes do início da viagem;
 - Informações durante o percurso da viagem;
 - Orientação de rota e navegação antes da viagem;
 - Orientação de rota e navegação durante o percurso da viagem;
 - Apoio após o planejamento da viagem; e
 - Informações sobre serviços de viagem.
- Operações e gerenciamento de tráfego
 - Gerenciamento e controle de tráfego;
 - Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte;
 - Gerenciamento de demanda;
 - Gerenciamento de manutenção de infraestrutura do transportes; e
 - Diretrizes / cumprimento das regras de trânsito.
- Veículo
 - Aumento da visão relacionada ao transporte;
 - Operação automatizada do veículo;

- Prevenção contra colisão;
 - Prontidão quanto à segurança; e
 - Implantação da retenção de pré-impacto.
- Transporte de cargas
 - Funções administrativas;
 - Autorizações de veículo comercial;
 - Processos administrativos de veículos comerciais;
 - Inspeção de segurança automatizada na estrada;
 - Monitoramento de segurança de veículo comercial;
 - Funções comerciais;
 - Gestão de frotas de transporte de cargas;
 - Gestão da informação intermodal;
 - Gestão e controle dos centros intermodais; e
 - Gestão de mercadorias perigosas.
- Transporte público
 - Gerenciamento do transporte público;
 - Transporte compartilhado e responsivo de demanda;
- Emergência
 - Notificação de emergência relativa ao transporte e segurança pessoal;
 - Recuperação de veículo após o roubo;
 - Gerenciamento de veículo de emergência; e
 - Materiais perigosos e notificação de incidentes.
- Pagamento eletrônico relacionado ao transporte
 - Transações financeiras relacionadas ao transporte; e
 - Integração de serviços de pagamento eletrônico relacionados ao transporte.
- Segurança pessoal relacionada ao transporte rodoviário
 - Segurança do transporte público;
 - Melhoria da segurança para usuários vulneráveis na rodovia;
 - Melhoria da segurança para usuários com necessidades especiais na rodovia; e
 - Precauções de segurança para pedestres que utilizam cruzamentos e conexões inteligentes.

- Monitoramento das condições climáticas e ambientais
 - Monitoramento das condições ambientais.
- Gerenciamento e coordenação de resposta a desastres
 - Gerenciamento de dados de desastres;
 - Gestão de resposta a desastres; e
 - Coordenação com órgãos de emergência.
- Segurança nacional
 - Monitoramento e controle de veículos suspeitos; e
 - Monitoramento de vias.
- Gerenciamento dos dados de IITS
 - Registros de dados;
 - Dicionários de dados;
 - Mensagens de emergência;
 - Centro de Controle;
 - Aplicações; e
 - Dados de gestão do tráfego.

A experiência internacional demonstra que a implantação de ITS é uma estratégia para otimizar os investimentos, e que um planejamento adequado e uma abordagem de engenharia são elementos importantes para uma execução rentável e sustentável (ANTP, 2012). Existe uma gama de tecnologias maduras disponíveis comercialmente e aplicáveis para cada atividade importante realizada por órgãos de trânsito, e essas tecnologias têm potencial para gerar eficiência significativa e benefícios para a qualidade de serviço, afirma Burt *et al* (2008). O mesmo autor, por outro lado, considera que apesar da grande promessa e alguns sucessos, o desempenho global da tecnologia no setor de transportes, nos EUA, tem ficado aquém de seu potencial, e cita três razões que, provavelmente, se aplicam também ao Brasil:

- Os processos utilizados para implantar a tecnologia nem sempre abordam as questões mais importantes;
- Os órgãos de trânsito não tiram proveito das tecnologias que implantam para analisar os dados gerados e usá-los para reestruturar os seus serviços; e
- Os sistemas são implantados e operados separadamente, de forma autônoma, e benefícios sinérgicos não são realizados.

Uma série de obstáculos se apresenta para uma implantação bem sucedida, onde os mais difíceis são de ordem institucional e organizacional, incluindo aí a falta de líderes visionários e resistência à mudança. Burt *et al* (2008), ainda afirma que o foco se tem dado mais à implantação de “novas” tecnologias, em oposição à integração das já existentes.

Reis (2004, p.15), afirma que “para que haja o desenvolvimento tecnológico é necessário ter em mente que os ITS têm como base de funcionamento o trinômio: coleta de dados, processamento de dados e distribuição de informações”. A seleção das tecnologias para os sistemas ITS é um processo de decisão novo e complexo, envolvendo incertezas de custo e tempo consideráveis, seja no âmbito político como no econômico (CHUNG e WEI, 2003). Os custos declinantes das comunicações, armazenamento e recuperação de dados, estão a acelerar as oportunidades para os órgãos de gerência e usuários para tirar vantagens da tecnologia. Há uma necessidade de compreender as regras básicas para a escolha e manutenção dos investimentos em tecnologias, processos e pessoas, para reduzir custos e aumentar a produtividade (BURT *et al*, 2008).

Meireles (1999), afirma que para o sucesso do desenvolvimento da arquitetura de ITS, os seguintes passos devem ser seguidos:

- Discussões públicas dos benefícios dos ITS para seus diversos usuários e definição da amplitude do programa de ITS;
- Descrição das metas do programa de ITS;
- Definição da arquitetura básica do sistema, envolvendo a descrição das funções e informações necessárias e dos componentes físicos necessários à implementação das funções e troca de informações;
- Consideração de questões práticas inerentes à implantação, tais como: restrições (econômicas, sociais, institucionais, etc.), análise de custos, ponto de vista e *feedback* dos usuários;
- Definição de um cenário coerente para os ITS no futuro: plano diretor e recomendações para agilizar a implantação; e
- Definição e descrição de padrões e das necessidades e programas de treinamento e formação de recursos humanos.

Os ITS abrangem todas as formas e modos de transportes. Neste trabalho o enfoque é dado às tecnologias e sistemas voltados ao transporte público, em especial ao modo ônibus, o mais utilizado nas cidades brasileiras. Cerca de 90% de um total de 17,3 bilhões de viagens/ano são realizadas por ônibus, conforme relatório Geral de 2010, do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana, da ANTP.

3.3. TECNOLOGIAS APLICADAS AO TRANSPORTE PÚBLICO

Chih (2009) indica como principais aplicações de TI nos transportes urbanos, a gestão de frotas, informação ao passageiro e cobrança automática. Os benefícios podem ser sentidos pelas empresas operadoras, na maior produtividade da frota e tripulação, para o usuário, num melhor nível de serviço, pontualidade e regularidade, e órgão gestor no aparelhamento para gestão.

Nwagboso (1997, *apud* SILVA, 2000) coloca que a aplicação de ITS em transporte público tem requerimentos particulares e que os objetivos gerais são:

- Aumentar o controle sobre as viagens (confiabilidade de horários e regularidade na rede);
- Proporcionar alta qualidade de serviço e flexibilidade para poder melhor competir com o modo privado;
- Contribuir para um sistema tarifário integrado;
- Aprimorar o sistema de informação ao passageiro;
- Aumentar a segurança dos passageiros; e
- Facilitar o acesso a serviço multimodal (transferência, *park & ride*, etc.).

Para Pereira (2007), enquanto as nações mais industrializadas utilizam os ITS em um estágio mais avançado como navegação, aumento da segurança no transporte e gerenciamento de informações, os países em desenvolvimento enfocam o uso do ITS nas áreas de fiscalização, controle de frotas e cobrança automática. No Brasil, a ANTP (2012) considera como as funcionalidades dos ITS:

- **Planejamento, Programação e Gestão** - conjunto de serviços que compreendem:
 - Estabelecer o nível de capilaridade do sistema e extensão da rede, tipos de serviços, padrões de atendimento e de qualidade (indicadores);
 - Gerar ordens de serviço e executar fiscalização e gestão (monitoramento e controle) das operações de transporte público; e
 - Medidas contingenciais, visando adequar situações adversas aos padrões estabelecidos.
- **Tarifação Eletrônica** - conjunto de serviços responsáveis pela comercialização de créditos, desde a geração, passando pela distribuição, validação e efetiva arrecadação (bilhetagem) até a compensação (*clearing*), permitindo a integração entre diferentes modos de transportes;
- **Informações aos Usuários** - conjunto de serviços responsáveis por distribuir, de forma extensiva, atualizada e eficaz informações estáticas e dinâmicas sobre a rede de transportes e sobre serviços aos usuários;
- **Prevenção e Segurança** - conjunto de serviços responsáveis por proporcionar maior segurança ao viajante/passageiro/conductor, tanto no aspecto de evitar a ação de terceiros (*security*), quanto para prevenir contra riscos operacionais (*safety*);
- **Coordenação Multi-modos** - conjunto de serviços responsáveis pela coordenação entre sistemas de transporte e trânsito, visando melhorar os serviços de transferência intermodos e priorizar o transporte público em interseções semaforicas; e
- **Infraestrutura** - objetiva a continuidade da operação, mantendo a infraestrutura e serviços auxiliares, como suprimento de energia elétrica, telecomunicações, processamento de dados e outros.

A ANTP (2012) defende uma abordagem dos serviços ITS centrado no cliente, buscando elevar a satisfação do usuário por meio da melhor compreensão de suas necessidades, expectativas e valor percebido no serviço.

O FTA (2006), nos EUA, divide os ITS em Sistemas Inteligentes de Infraestrutura e Sistemas Inteligentes de Veículos, subdivididos com base no seu tipo de tecnologia e função. As funções dos ITS relacionadas ao transporte público, nessa classificação, são mostradas no Quadro 3:

Quadro 3. Infraestrutura do Sistema Inteligente de Transporte

Sistemas de gerenciamento de transporte público	
Subsistemas Principais	Subsistemas Específicos
Segurança	Vigilância a bordo de veículos
	Vigilância de facilidades
	Credenciamento de funcionários
	Sistemas de desativação remota
Gerenciamento da demanda de transportes	Transporte solidário
	Roteamento dinâmico
	Coordenação de serviços
Gerenciamento da frota	Localização automática e sistema de despacho computadorizado de veículos
	Manutenção
	Planejamento
Disseminação de informações	Sistemas a bordo de veículos
	Sistemas em terminais e paradas
	Sistemas sem fio, por telefone e <i>Internet</i>
Sistema de cobrança eletrônica	
Subsistemas Principais	Subsistemas Específicos
Bilhetagem eletrônica em transporte público	Não existem
Sistemas de pagamento multi-uso	Não existem
Sistema de informações aos usuários	
Subsistemas Principais	Subsistemas Específicos
Informações pré-viagem	<i>Internet</i> e sistemas sem fio
	Linha telefônica especial para fornecimento de informações
	TV e rádio
	Quiosques de informação em centros de serviço
Informações em trânsito	Sistemas sem fio
	Linha telefônica especial para fornecimento de informações
	Rádio
	Sistemas a bordo de veículos

Fonte: Adaptado de FTA (2006)

Cabe ressaltar que esta divisão proposta pelo FTA não implica numa padronização dos tipos de sistemas existentes ou sequer representa todas as tecnologias disponíveis, assim como as necessidades de cada cidade. No entanto, pode-se utilizá-la como base para o desenvolvimento de uma arquitetura ITS adequada à realidade de cada região.

Os ITS utilizam diversos recursos da tecnologia com resultados diversos no âmbito dos transportes públicos: monitoramento de veículos, comercialização e pagamento eletrônico de bilhetes de passagem, ou ainda sistemas de informações aos usuários por meio de equipamentos nas vias, nos veículos ou pela *Internet*. Vários são os equipamentos utilizados nas funções dos ITS, sejam colocados nos veículos (Figura 2), ou nos centros de controle das empresas operadoras e órgãos de gerência do transporte. Alguns desses recursos são utilizados para a atuação efetiva na operação do transporte como a priorização de semáforos, outras vezes na interação dos usuários como o sistema da Bilhetagem Eletrônica ou sistemas de

informações e, outras vezes ainda, usadas indiretamente para obtenção e tratamento de dados, em auxílio a programação dos serviços e o planejamento. Alguns outros recursos tecnológicos só são viáveis em determinados contextos, como as tecnologias que tratam da detecção de impactos de veículos ou operações automatizadas em sistemas de BRT (*Bus Rapid Transit*).

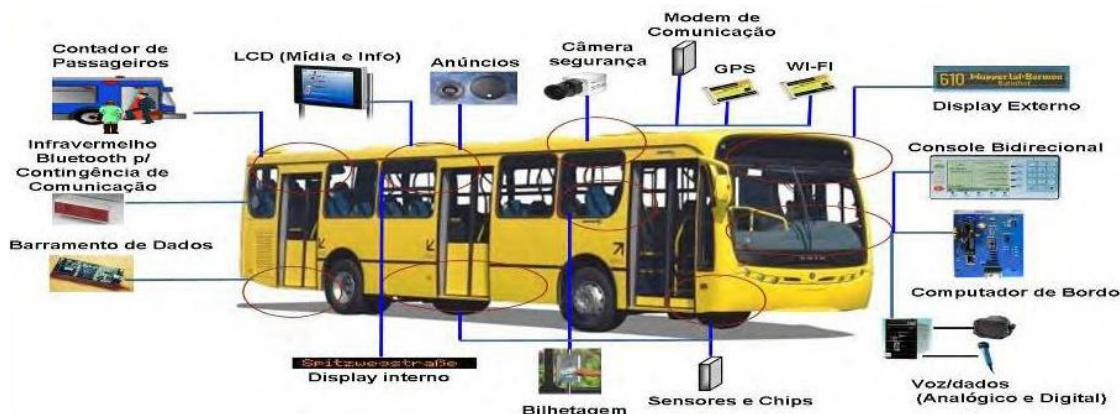


Figura 2. Equipamentos tecnológicos para ônibus.

Fonte:

Adaptado de http://veicatrafegourbano.blogspot.com.br/2012/05/cidades-brasileiras-ja-usam-gps-e_23.html.

Várias são as classificações das tecnologias com aplicação no transporte público. Para efeito deste trabalho preferiu-se a divisão das tecnologias quanto a sua aplicação, como a seguir:

- Tecnologias para informação ao usuário;
- Tecnologias para planejamento e controle;
- Tecnologias aplicadas aos meios de pagamento; e
- Tecnologias aplicadas aos veículos.

Para a análise e escolha de cada uma das tecnologias com vista à melhoria da qualidade dos serviços do transporte público é necessário responder a algumas questões importantes e básicas:

- a) O que é?
- b) Para que serve?

- c) Como funciona?
- d) Quais os cuidados e implicações da sua utilização?

Este trabalho pretende contribuir para encontrar respostas a algumas dessas questões, com uma breve descrição dessas tecnologias e suas aplicações.

3.3.1. Tecnologias para Informação ao Usuário

O Sistema de Informação ao Usuário (SIU) combina tecnologias computacionais e de comunicação para fornecer informações do veículo para os viajantes em casa, no trabalho, nos pontos de parada, dentro do ônibus ou nas estações. A informação permite ao usuário escolher os modos mais eficientes e convenientes de viajar. Atualmente as exigências dos usuários são de informações confiáveis e continuamente atualizadas para refletir as condições de funcionamento do serviço de transporte, em contraste com as informações estáticas do passado. Este fluxo constante de informações pode reduzir a ansiedade do usuário associada a espera para iniciar sua viagem (BOLELLA, 2010)

O Sistema de Informação ao Usuário (SIU), quanto ao seu objetivo específico obedece a seguinte divisão:

- Promocional
 - Mobilidade: propor motivos para viagens e possíveis destinos;
 - Presença: informar as pessoas sobre o transporte público como parte do pacote de facilidades ofertadas; e
 - Imagem: melhorar a imagem do transporte público.
- Ensino
 - Entendimento: informar como utilizar o transporte público; e
 - 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; e
 - Modificação: informar sobre mudanças na programação.

- Moderação
 - Comportamento: aliviar a ansiedade do viajante; e
 - Controle: aumentar o controle do usuário sobre a escolha entre as opções disponíveis.

Embora o SIU englobe outras informações, as mais importantes referem-se aos itinerários das linhas de ônibus e aos horários de partida, chegada ou de passagem em um determinado ponto. Com relação aos itinerários, a sua obtenção é relativamente simples, uma vez que os transportes coletivos, via de regra, percorrem sempre os mesmos trajetos e são obtidos de dados pré-estabelecidos. Quanto aos horários estes podem ser tratados em dois níveis: Horários Previstos, (*Scheduled Time Arrival-STA*) e Horários Estimados (*Estimated Time Arrival – ETA*). Para os primeiros se utilizam as tabelas de programação e os tempos médios de percurso, do ponto inicial até o ponto em questão, apurados estatisticamente, para a previsão de chegada. No caso dos horários estimados, é fornecida a previsão de tempo de chegada dos próximos ônibus em um ponto específico a partir da localização deste através de monitoramento realizado pelo Sistema de Localização Automática.

Chih (2009) afirma que o Sistema de Informação ao Usuário é uma das principais estratégias para aumentar a atração, satisfação e fidelidade do usuário dos transportes públicos. Para a ANTP (2012), os SIU visam promover de forma extensiva, rápida, atualizada, objetiva e eficaz a disponibilidade de informações, através da divulgação de horários, itinerários, tarifas e informações pertinentes ao sistema, seja em tempo real, ou não, por meio de diversas mídias. Os SIU atendem todas as etapas da viagem do usuário:

- Planejamento da viagem, onde são verificadas as disponibilidades de itinerários, transferências, horários e tarifas;
- Informações pre-viagem nas paradas e terminais, indicando com informações fixas como linhas e horários no ponto, e variáveis como atrasos, cancelamentos;
- Informações durante a viagem, como tempo de viagem, próximas paradas; e
- Informações após a viagem, nas reclamações, solicitações, etc.

Com as informações necessárias, o usuário é capaz de escolher o melhor modo de realizar sua viagem, incluindo critérios de otimização, como o caminho mais curto, menor

número de transferências, menor tarifa, minimização de percursos a pé, tempo de espera em terminais e paradas. Uma vez que as informações disponibilizadas aos usuários sejam confiáveis e suficientes, essas podem contribuir para um deslocamento mais rápido, barato e confortável, encorajando-os a permanecer no sistema.

3.3.1.1. Sistemas de informação pré-viagem

As informações acessíveis ao usuário antes de iniciar sua viagem, que podem ser estáticas (por exemplo horários programados) ou dinâmicas (por exemplo qual o próximo onibus a chegar e em quantos minutos), são importantes para sua decisão de realizar ou não a viagem, ou mesmo adiá-la e podem ser disponibilizadas através de diferentes canais.

3.3.1.1.1. *Internet*

Websites, mantidos pelos órgãos gestores do transporte público, ou pelas empresas operadoras, podem conter informações detalhadas de todo o sistema de transportes, incluindo dados de :

- Empresas operadoras;
- Linhas;
- Horários (incluindo as variações por dia da semana, épocas do ano, em eventos especiais);
- Itinerários, inclusive com mapas virtuais;
- Notícias sobre interrupções ou outros problemas de operação;
- Ferramentas de roteamento dinâmico com auxílio de mapa digital, onde o usuário pode simular sua viagem com o menor distância e/ou menor tarifa;
- Ferramentas para identificar linhas, horários pré-fixados e próximas passagens de veículos, sendo indicado um ponto específico; e
- Informações sobre oportunidades de integração ou intermodalidade.

A Figura 3 mostra, como exemplo, a imagem de uma página do *website* do órgão gestor do transporte público da região metropolitana de Goiania-GO, onde podem ser acessadas informações do sistema de transportes.

The screenshot displays the Rmtc Goiânia website with a navigation bar at the top containing links: Home, Sobre a Rmtc, Linhas e Trajetos, Citybus, SAC, SIM, SitPASS, and Blog. Below the navigation bar are three promotional banners for SMS, Google Maps routing, and WAP services, each with a 'Sim!' (Yes!) graphic and a 'clique e veja como utilizar' (click and see how to use) prompt. A search bar with a 'pesquisar' button is located to the right of the banners. The main content area is divided into three columns: 'HORÁRIOS EM TEMPO REAL' (Real-time schedules) with a form to input 'Logradouro ou Código do Ponto' (Address or Point Code) and a 'VERIFICAR INTERVALOS' button; 'PLANEJE SUA VIAGEM' (Plan your trip) with a form to input 'Origem' and 'Destino' (Origin and Destination) and a 'PLANEJAR VIAGEM' button; and 'VISUALIZE SUA LINHA' (View your line) with a form to input 'Número da Linha' (Line Number) and a 'OK' button. Below these columns are three more sections: 'DESTAQUES BLOG DA REDE' (Network blog highlights) with a list of recent posts; 'ASSINE A NEWSLETTER DA REDE' (Subscribe to the network newsletter) with a form to input 'Nome' and 'E-mail' and a 'Selecionar 2 linhas' (Select 2 lines) section; and 'Localize seu ponto de parada' (Locate your stop) with a form to input 'Rua, Bairro ou o cod. do ponto' (Street, Neighborhood or the stop code) and an 'Encontrar Ponto' button.

Figura 3. Página de *Internet* para informação ao usuário.
Fonte: www.rmtcgoiania.com.br

Ainda no ambiente da *Internet*, os usuários podem utilizar *emails* para solicitação de informações ou reclamações, dirigidas aos órgãos gestores ou empresas operadoras.

3.3.1.1.2. Telefones Celulares e Tablets

Novos aparelhos de telefonia celular e tablets, além de utilizar os *websites*, podem ainda consultar informações de duas outras maneiras: Serviços de Mensagens (*Short Message Service-SMS*) ou aplicativos que podem ser instalados no equipamento.

A Figura 4 mostra duas imagens de *websites* adaptados a *smartphones*, para uso em aparelhos celulares, com informações do sistema de transporte público, disponibilizado pelo órgão gestor do sistema, na cidade de São Paulo-SP.

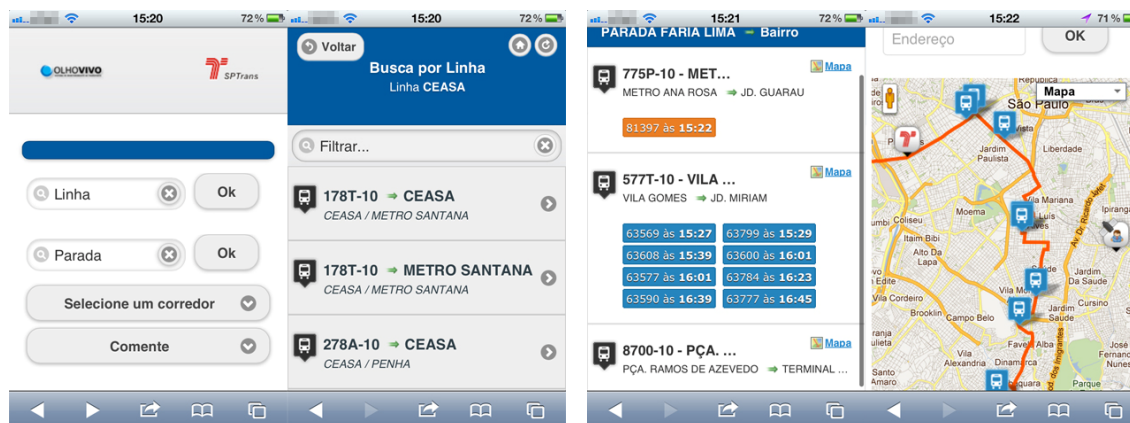


Figura 4. Aplicações de transporte público em smartphones.

Fonte: <http://ultradownloads.com.br/noticia/SPTrans-inaugura-site-movel-com-informacoes-sobre-onibus-e-corredores/> (2012)

Estes serviços ou aplicativos, que podem ser pagos ou gratuitos, têm a capacidade de responder às solicitações dos usuários, analogamente aos *websites*, quanto as informações sobre as características do sistema, ou informações dinâmicas, como a próxima passagem de veículo de determinada linha, sendo informada a localização do usuário. Esses aplicativos podem ter a capacidade de reconhecer automaticamente a localização do usuário, a fim de fornecer a informação mais adequada.

3.3.1.1.3. *Call Center*

O poder público, através dos órgãos gestores, ou mesmo as empresas operadoras, podem disponibilizar serviços de atendimento de ligações telefônicas (*Call Center*) com números de acesso divulgados internamente no sistema, ou nos meios de comunicação em geral. Os usuários podem efetuar ligações para obtenção de informações gerais ou detalhadas sobre o sistema e a sua operação. Os *Call Centers* podem ser automatizados com sistema iterativo de respostas (*Interactive Voice Response-IVR*), ou funcionam com auxílio de telefonistas.

3.3.1.1.4. Totens ou painéis eletrônicos em locais públicos

Em locais de grande afluência, como shoppings ou mercados, podem ser instalados equipamentos para consulta sobre linhas, horários e itinerários, como os mostrados na figura 5.



Figura 5. Totens informativos

Fonte: <http://www.korea.net/NewsFocus/Society/view?articleId=82880> (2012)

São usados, também, em terminais e pontos de parada, painéis com informações gerais ou relativas ao local específico da sua instalação, como a relação de linhas que passam naquele ponto, os horários previstos pela programação, ou a previsão de chegada dos próximos ônibus, indicando atrasos ou adiantamentos. Podem ser usados, ainda, monitores semelhantes aos de aeroportos, com relação aos vôos das aeronaves (Figura 6), ou painéis de mensagem variável (Figura 7).

Citta  				
CHEGADAS 06:40				
EMPRESA	Nº LINHA	LINHA	PREVISÃO	OBS
 Cidade da Recife Transportes	437	AV. CAXANGÁ / CONDE DA BOA VISTA	06:40	TERMINAL
 Cidade da Recife Transportes	417	NOVA MORADA / CAXANGA	06:41	ATRASADO
 EME	202	BARRO / MACAXEIRA (VÁRZEA)	06:41	CONFIRMADO
 Cidade da Recife Transportes	417	NOVA MORADA / CAXANGA	06:43	ATRASADO
 METROPOLITANA	464	JARDIM TERESOPÓLIS / CAXANGA	06:46	CONFIRMADO

Figura 6. Painel informativo

Fonte: www.cittati.com.br (2012)



Figura 7. Painel de mensagem variável

Fonte: <http://thecityfixbrasil.com/2011/11/04/sao-paulo-inaugura-parada-de-onibus-sustentavel> (2012)

É importante a existência de um Sistema de Localização de Veículo bem dimensionado, com *softwares* adequados e um Sistema de Comunicação de Dados eficiente, é possível se obter uma informação de previsão de horários confiável.

3.3.1.2. Sistemas de Informação nos veículos durante a viagem

Equipamentos podem ser instalados dentro dos veículos para fornecer informações visuais e/ou em áudio. Normalmente são feitos anúncios para a próxima parada, principais cruzamentos, pontos de transferência, marcos da cidade, além de anúncios de utilidade pública ou publicidade. (BURT *et al*, 2008)

3.3.1.2.1. Paineis ou Monitores de Vídeo

Dentro dos veículos se podem colocar painéis eletrônicos ou monitores de TV com informativos da viagem como o tempo previsto até o terminal, tempo para próxima parada ou

opções de integração. A Figura 8 mostra um exemplo de monitor instalado dentro de um ônibus.



Figura 8. Monitor de TV no ônibus
Fonte: <http://www.grupoaragao.com/blog/> (2012)

Os monitores podem ainda ser usados para diversas outras informações como condições meteorológicas, programação cultural ou outros serviços públicos.

3.3.1.2.2. Sistema de Som

Os Sistemas de Som complementam os informativos, com altofalantes dentro dos ônibus. São importante para os deficientes visuais.

3.3.1.3. Sistemas de Informação após Viagem

Os usuários podem fazer reclamações, sugestões, pedidos e até elogios, usando os canais de comunicação com os órgãos gestores, via *website*, *email*, mensagens de celular ou em ligações para o *Call Center*, ou SAC (Serviço de Atendimento ao Cliente) das empresas operadoras.

3.3.2. Tecnologias para Planejamento e Controle

A gestão do transporte público pode, simplificada, ser traduzida como o planejamento, programação e fiscalização da operação, e são, geralmente, realizados pelo poder público. No Brasil são essas atribuições dos governos municipais e tem, direta ou indiretamente, grande impacto na qualidade de vida da população e no ambiente natural e construído. A operação dos serviços é realizada, na maioria das cidades brasileiras, por empresas privadas, sob delegação do poder público, em regime de concessão ou permissão (TORRES e FERRAZ, 2004). Segundo Chih (2009), mais de 70% do custo operacional das empresas de ônibus está concentrado nos itens pessoal (motoristas, cobradores, fiscais e de manutenção) e despesas de viagem relativas aos veículos (combustível, rodagem, lubrificantes e manutenção). Uma série de atividades é necessária antes, durante e depois da realização dos serviços. A programação horária, o controle da execução, a execução em si, e a apuração de dados estatísticos são as principais etapas desse processo.

Torres e Ferraz (2004) dividem o planejamento do transporte público em três níveis:

- Estratégico, ligado à definição dos modos de transporte, localização dos traçados das rotas e das estações e terminais;
- Tático, contemplando a escolha do tipo de veículo, definição de itinerários de linhas, alocação de paradas, estações e terminais e definição de sistemas de integração; e
- Operacional, determinando o número de veículos a serem utilizados, horários e intervalos.

No planejamento deve ser constante a 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.

O planejamento do sistema de transportes públicos pode ser encarado, ainda, como a adequação da oferta à demanda, melhorando a percepção da qualidade dos serviços de todos os envolvidos: usuários, empresários, poder público e comunidade em geral. A gestão da

demanda é um termo aplicado a uma ampla gama de estratégias destinadas a alterar o comportamento do viajante visando melhorar o aproveitamento do sistema. Estratégias para o gerenciamento da demanda por serviços de transportes, aplicados com frequência em grandes centros urbanos, envolvem medidas de gerenciamento de tráfego, como restrições ao acesso de automóveis a determinadas áreas e cobrança de taxas de pedágio pelo uso das vias. Essas medidas têm por objetivo, além da redistribuição temporal e espacial do tráfego, a transferência de parte da demanda para o transporte coletivo. Outras medidas podem ser usadas para a atração do usuário de automóvel para o transporte coletivo, como redução de tarifas, melhoria do nível de serviço do transporte coletivo e informação ao usuário. Medidas de dissuasão também são utilizadas, como restrições ao estacionamento, moderação de tráfego, pedágio urbano e taxa dos combustíveis. (LINDAU e KUHN, 1999 *apud* FERRONATTO, 2002). Além das medidas de trânsito e do planejamento urbano mais amplo, as medidas que atuam diretamente sobre a demanda por transporte coletivo, destacam-se as políticas tarifárias, programas de horário de trabalho flexível e a melhorias dos níveis de serviço. O conhecimento detalhado da variação da demanda no espaço e no tempo é fundamental para a definição adequada da oferta. A gestão da oferta trata da disponibilização dos serviços em níveis de qualidade aceitável, com a menor tarifa, de modo a atender as necessidades dos usuários e empresários. As estratégias de gestão da oferta incluem etapas como a alocação de veículos e tripulação, programação horária visando a regularidade e pontualidade, e a política tarifária.

3.3.2.1. Programação

Tecnicamente, a programação horária é um problema de alocação de viagens à frota e tripulação (cobradores e motoristas). A programação horária, ou programação de linha, consiste em programar eventos para veículos, tripulantes, garagem e terminais. A programação visa obter tabelas horárias de viagens para as linhas de ônibus, por veículo e para cada dupla de motorista-cobrador. Desta forma se obtém não só o correto atendimento aos passageiros, como a previsão de resultados de custos, receitas, horas trabalhadas e quilometragem (CHIH e RANSOLIN, 2007).

Acrescidos a isso se têm ainda várias restrições na formulação do problema: tempos parados mínimos e máximos, regulamentação trabalhista das jornadas de trabalho, disponibilidade de frota e tripulações, que possibilitam milhares de possibilidades de

programação. Deve-se considerar, ainda, que a operação de uma linha de ônibus possui uma dinâmica própria e está sujeita às variações que interferem no equilíbrio de uma programação: mudanças de tempo de viagem, de demanda, itinerário e jornada de trabalho. Esse é um problema típico da Pesquisa Operacional, que envolve métodos matemáticos complexos. Desta forma, o uso de soluções tecnológicas especialistas é vital neste processo (CHIH e RANSOLIN, 2007).

Problemas práticos, como a programação horária, podem exigir a utilização de sistemas de suporte à decisão e *softwares* destinados a apoiar esse processo. Os métodos da Pesquisa Operacional contribuem na solução desses problemas, uma vez que visam auxiliar na seleção da melhor maneira de se operar um sistema, usualmente sob condições que exijam a utilização de recursos limitados. A Pesquisa Operacional oferece opções de modelagem matemática e de métodos quantitativos para tomada de decisões que podem ser usadas na solução de problemas de alocação e maximização de resultados.

Outro aspecto relevante para a programação é que, com o uso de novas tecnologias, é possível efetuar o controle operacional *on-line*, em tempo real. Estes recursos permitem a detecção de anormalidades na operação, auxiliando na correção ou restabelecimento do serviço. As áreas problemáticas das linhas ou a formação de comboios podem ser identificadas neste controle operacional. O objetivo final é o de desenvolver uma programação de horários mais precisa e manter a sua execução com regularidade e pontualidade.

Outro ponto importante no controle operacional em tempo real é permitir a fiscalização do serviço de forma mais eficiente. Embora a fiscalização de alguns aspectos da operação só possa ser efetuada por fiscais *in-loco*, como a limpeza dos veículos e estado dos pneus, por exemplo, a verificação da execução dos serviços pode ser feita por dispositivos eletrônicos e de comunicação. Com os sistemas de localização de veículos, em conjunto com as informações espaciais e sensores, é possível avaliar o cumprimento da programação, identificando a adesão da operação ao quadro de horário, quanto à regularidade e pontualidade, bem como a disponibilização da frota determinada. A fiscalização ainda deve ser capaz de identificar excessos de velocidade dos veículos e, ainda, a fuga de veículos à ao seu itinerário estabelecido. A fiscalização pode ser feita pela observação ou pesquisa nos

diversos dispositivos, pelos gerentes da operação, e também por alertas automáticos, quando das ocorrências.

A ação do controle operacional, com o uso dessas tecnologias, pode ainda intervir no sistema de transporte público para produzir efeitos como atrasar ou adiantar serviços, avisos ao motorista para reduzir ou aumentar a velocidade, aguardar parado no terminal, pular pontos de parada, ou ainda comandar o despacho de novo veículo para substituição de algum com problema.

A programação horária de cada linha é parte da Ordem de Serviço de Operação - OSO, que é elaborada pelo órgão de gerência do transporte público, que regulamenta o funcionamento das linhas de ônibus que, por sua vez, são executados pelas empresas permissionárias ou concessionárias.

3.3.2.2. Infraestrutura de Informática e Comunicações

Segundo Camaliente e Fantin (2010), os processos voltados à operação de ITS tem como principais atividades:

- **Coleta** – baseada em sensores que detectam veículos, pessoas, dados contidos em cartões magnéticos ou dispositivos eletrônicos;
- **Compilação** – referente ao armazenamento das informações;
- **Processamento** – compete à organização das informações, operacionalização de lógica e a escolha das decisões a serem tomadas;
- **Transmissão da Informação** – são feitas por intermédio de ondas eletromagnéticas que se deslocam através de cabos eletrônicos, usualmente de fibra ótica, ondas eletromagnéticas que se deslocam pelo ar, gravação e transmissão das informações do dispositivo de origem para um dispositivo auxiliar, que depois é deslocado para passar essas informações ao dispositivo de destino.

Todos os processos dos ITS envolvem, de alguma forma, recursos da Tecnologia da Informação - TI, incluindo computadores, bancos de dados, *softwares*, redes e equipamentos para de transmissão de dados, além de equipamentos diversos (*displays*, monitores, sensores).

O sucesso de implantação de um ITS depende ainda da disponibilidade de boa conexão e acesso à *Internet* e à telefonia móvel. Não cabe neste trabalho a descrição dos equipamentos específicos do ambiente de TI, como *modems*, roteadores, *switchs*, processadores, etc, sendo focados apenas aqueles aspectos relevantes às aplicações voltadas às atividades do sistema de transporte público.

3.3.2.3. Banco de Dados

Banco de dados (BD – em inglês, *database-DB*) é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico. A fim de poder controlar os dados é necessário um sistema de gestão para permitir o acesso e manipular os dados (inserção, exclusão, modificação). A gestão do banco de dados faz-se com um sistema chamado SGBD (Sistema de Gestão de Bancos de Dados – em inglês, *Database Managment System - DBMS*).

A administração de um SGBD é responsável por armazenar os dados estáticos e os registros da operação do sistema de transporte público. Dados estáticos, ou cadastros, contêm informações sobre as empresas, os veículos, os itinerários das linhas, pontos de paradas e terminais e a programação horária. Dados da operação incluem informações sobre as viagens realizadas, incluindo a quilometragem percorrida pelos veículos, os passageiros transportados e ocorrências relevantes, sempre relacionados com a data, a hora e o local.

Além de possibilitar a emissão de relatórios operacionais, os bancos de dados podem, e devem, ser usados como um *data warehouse* (armazém de dados). Os *data warehouse* utilizam séries históricas que possibilitam uma melhor análise de eventos passados, oferecendo suporte às tomadas de decisões presentes e a previsão de eventos futuros. A Figura 9 mostra exemplo do resultado da análise de um sistema de transporte público sob o aspecto de pontualidade.

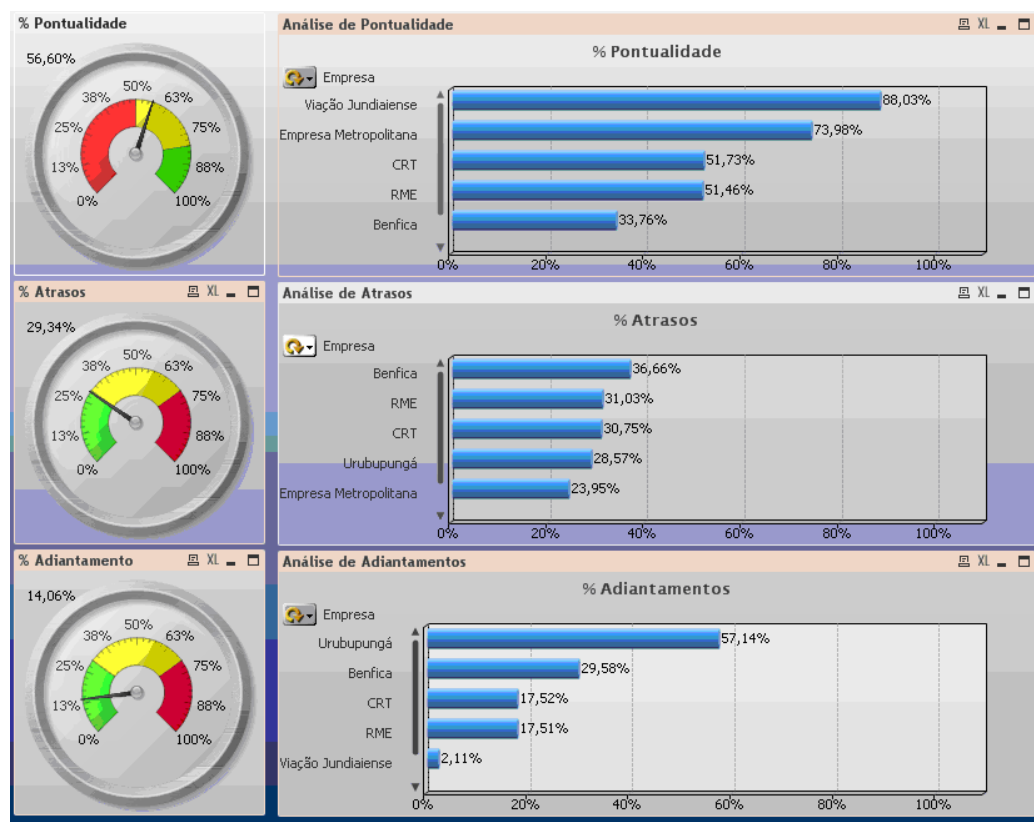


Figura 9. Análise de pontualidade

Fonte: www.cittati.com.br

Ferramentas de *Business Intelligence* (BI), que pode ser traduzido como Inteligência de Negócios, são importantes e referem-se ao processo de coleta, organização, análise, compartilhamento e monitoramento de informações para oferecer suporte à gestão. Essas ferramentas usam os *data warehouse* e técnicas de mineração de dados (*data mining*) para a descoberta de padrões. Desta forma é possível gerar conhecimento através da exploração de grandes quantidades de dados à procura de padrões consistentes, como regras de associação ou sequências temporais, para detectar relacionamentos sistemáticos entre variáveis.

3.3.2.4. Sistema de Informações Geográficas

O Sistema de Informações Geográficas (SIG, ou em inglês, *Geographic Information System* – GIS), em definição do USGS - *U.S. Geological Survey* (2012) “é um sistema de computador capaz de captar, armazenar informações, analisar e exibir dados geograficamente referenciados, isto é, dados identificados de acordo com a localização”.

O GIS representa o mundo real em um computador semelhante à maneira como mapas representam o mundo em papel. Ambos têm a função de transmitir informações sobre os lugares, porém o GIS possui muito maior flexibilidade. (PIEARSON, O'NEILL e REESE, 2012). O GIS permite ver, compreender, questionar, interpretar e visualizar dados em muitos aspectos que revelam relações, padrões e tendências na forma de mapas, globos, relatórios e gráficos. A Figura 10 mostra exemplo de mapa contendo os pontos de parada e o traçado da rota de uma linha de ônibus.



Figura 10: Mapa representativo de uma linha de ônibus.
Fonte: SEMOB – João Pessoa-PB

Praticamente toda a informação referente aos transportes tem um componente espacial ou geográfico. Isto é feito por meio de um sistema de referência de localização, incluindo latitude, longitude e, em alguns casos, elevação. O uso do GIS fornece uma ferramenta extremamente poderosa para ajudar os operadores de transportes e trânsito, disponibilizando dados e informações para auxílio na tomada de decisões relativas à operação ou

investimentos. O GIS permite análises de dados sobre o problema “Quem precisa ir de onde, para onde e quando”, permitindo estudos de reestruturação de rotas, horários, tarifas e infraestrutura. Do ponto de vista do usuário, o GIS pode proporcionar informações de melhor caminho de um ponto a outro, sob parâmetros de menor tempo, menor tarifa ou menor distância a percorrer a pé. O GIS permite, ainda, efetuar consultas e seleções de registros de banco de dados com base no posicionamento geográfico e atributos. São usados com frequência, no âmbito dos transportes, para o planejamento, análise demográfica, definição de rotas, programação de serviços, cadastro de paradas e terminais, análise de carregamento, localização automática de veículos e análises de acidentes. (FTA, 2000).

3.3.2.5. *Software*

Software é uma sequência de instruções a serem seguidas e/ou executadas, na manipulação, redirecionamento ou modificação de um dado/informação ou acontecimento. *Software* também é o nome dado ao comportamento exibido por essa sequência de instruções quando executada em um computador ou máquina semelhante. *Software* também é um produto e inclui não só o programa de computador propriamente dito, mas também manuais e especificações.

Os *softwares* estão presentes em todas as tarefas do ITS e tem como principais funções permitir os cadastros dos dados estáticos e da operação, produzindo relatórios operacionais e estatísticos, de previsões e projeções. *Softwares* também são usados para controlar equipamentos e interferir no modo de operação.

Os *softwares*, na prática, correspondem aos programas computacionais e demais complementos, instalados em computadores, disponibilizados para o uso pelos técnicos no âmbito dos órgãos gestores e empresas operadoras do transporte público, ou para os usuários em terminais de consulta, equipamentos móveis ou pela *Internet*. Esses *softwares* são capazes de operações de registro de dados, ocorrências e programação, controle e monitoramento da operação e efetuar simulações e projeções. Dentre as funcionalidades dos *softwares* com aplicação no transporte público, destacam-se:

- Cadastro de informações do sistema (empresas, linhas, operadores, quadros de horário,);

- Monitoramento operacional (controle da frequência, cumprimento de horários e itinerários);
- Apuração de índices de desempenho operacional e financeiro (demanda de passageiros, ocupação, rendimento financeiro);
- Cálculo de tarifas; e
- Programação de linhas;

Os *softwares* devem, ainda, prover a emissão de consultas e relatórios diversos, atendendo a demanda dos técnicos e usuários. Podem ser adquiridos de fornecedores, contratados o uso com um prestador de serviço, ou desenvolvido por pessoal próprio da empresa ou órgão gestor do transporte. Os *softwares* incluem, além dos códigos que acionam equipamentos ou geram relatórios e informações, todos os serviços de manutenção, correção de falhas, e o suporte ao usuário, incluindo treinamentos e customização.

3.3.2.6. Centros de Controle Operacional

Centros de Controle Operacional – CCO são sistemas compostos de equipamentos e *softwares* que auxiliam os órgãos de transporte na operação dos serviços de ônibus, e incluem funções de previsão do ETA (*Estimated Time Arrival*), a localização dos veículos, sua rota e adesão à programação, gestão das comunicações e apoio à decisão (FTA, 2006). A Figura 11 apresenta a imagem de um centro de controle operacional.



Figura 11. Centro de controle operacional

Fonte: <http://f.i.uol.com.br/folha/cotidiano/images/1118190.jpeg>

O CCO é instalado em um espaço físico dotado de recursos de *hardware*, *software* e comunicações onde uma equipe de técnicos pode monitorar, em tempo real, a operação do sistema de transporte público. Este núcleo centraliza as ações de fiscalização e trabalha na busca de soluções para situações de emergência e na solução de problemas de planejamento e gestão.

3.3.2.7. Comunicação

Sistemas de comunicação de voz e dados são meios para transmissão e troca de informações entre veículos e Centros de Controle Operacional, e para transmitir comandos entre operadores e tecnologias (por exemplo, os comandos de preempção para sistemas de sinalização) (FTA, 2000).

Segundo FTA (1996), a gestão operacional do transporte público necessita do Sistema de Comunicação para as seguintes funções:

- Comunicação entre ônibus e centro de controle sobre emergências;
- Operações de estacionamento;
- Acesso a faixas exclusivas para ônibus;
- Sistemas de semáforos adaptados;
- Informações do veículo; e
- Comunicação intermodal de transportes;

Com respeito às tecnologias existentes para a comunicação entre os CCO e os motoristas e cobradores, Elliott e Dailey (1995, *apud* SILVA, 2000) relacionam:

- **Telefonia Celular** - usados para de comunicação (voz e dados) entre as centrais de controle e motoristas e cobradores;
- **Cellular Digital Packet Data (CDPD)** – utilizando canais de telefonia celular, aplica-se a verificações instantâneas de cartões, acesso remoto a banco de dados e transmissão de mensagens móveis;

- **Personal Communications Services (PCS)** - aplicação de telefonia móvel e transferência de dados em unidades móveis. Utiliza-se de telefones tipo celular em baixa potência;
- **Pagin** - serviço de comunicação em apenas um sentido (*one-way*). Os usuários podem receber breves mensagens, mas não podem acusar o recebimento;
- **Telefonia sem fio** - utilizado para comunicação de voz e para transmissão de mensagens quando dentro de uma área de abrangência de alguma estação base (*telepoints*);
- **Private Land Mobile Radio (PLMR)** - utiliza frequências dedicadas aos taxis e transporte de carga e não apresenta muita segurança, pois as conversações não são privadas;
- **Specialized Mobile Radio (SMR)** - serviço de rádio com transmissão de voz e dados em dois sentidos, empregado em taxis e empresas de transporte de carga;
- **Radio Data Networks: ARDIS e RAM** – *Advanced Radio Data Information Service*: utilizado para localizar e rastrear pessoas e veículos, com baixa velocidade de transmissão de dados. Utiliza-se de canais de rádio robustos, que oferecem serviço confiável de mensagem;
- **WLANs - LANs (Local Area Networks)** - utiliza rádio-frequência e infravermelho para dar suporte a conexões de rede local. Permite liberdade de movimento e acesso a banco de dados. É sujeita a interferências nos centros urbanos;
- **Microondas** - tecnologia de alta capacidade, muito empregada em sistemas de pedágio eletrônico e sistemas de radar para evitar colisão. Tecnologia apta a transmitir voz, dados e imagens;
- **Satélite** - permite transmissão de dados e vídeo em alta velocidade. Em transportes é empregado em sistemas de localização e rastreamento de veículos. Sistemas mais sofisticados contam com microcomputadores e *modems* em cada veículo, sendo possível transmitir e receber mensagens para outro veículo ou para central de controle;
- **Meteor Burst** - encontra aplicação em serviço de comunicações móveis, posicionamento global e sensoriamento remoto.

3.3.2.8. Localização Automática de Veículos

Os sistemas de monitoramento de veículos (em inglês, *Advanced Vehicle Monitoring - AVM*) são sistemas para o rastreamento de ônibus, ou controle operacional *on-line*, compostos de dispositivos eletrônicos para localização da frota, transmissão dos dados para os centros de controle, e *software* para tratamento destes dados (CHIH e ENGLEITNER, 2007). Esses sistemas são usados para controlar a localização de veículos em trânsito em tempo real. Os dados coletados e transmitidos, além da posição do veículo, podem incluir ainda informações de velocidade, lotação e estado do veículo. Esses dados são processados com *softwares* especialistas, e podem auxiliar os gestores na tomada de decisões para correção de problemas operacionais. Os mesmos dados, armazenados em bancos de dados, podem vir a servir para produção de relatórios operacionais e estatísticos. A Figura 12 mostra como exemplo a tela de um sistema de rastreamento de ônibus, que pode ser acessado pela *Internet*.

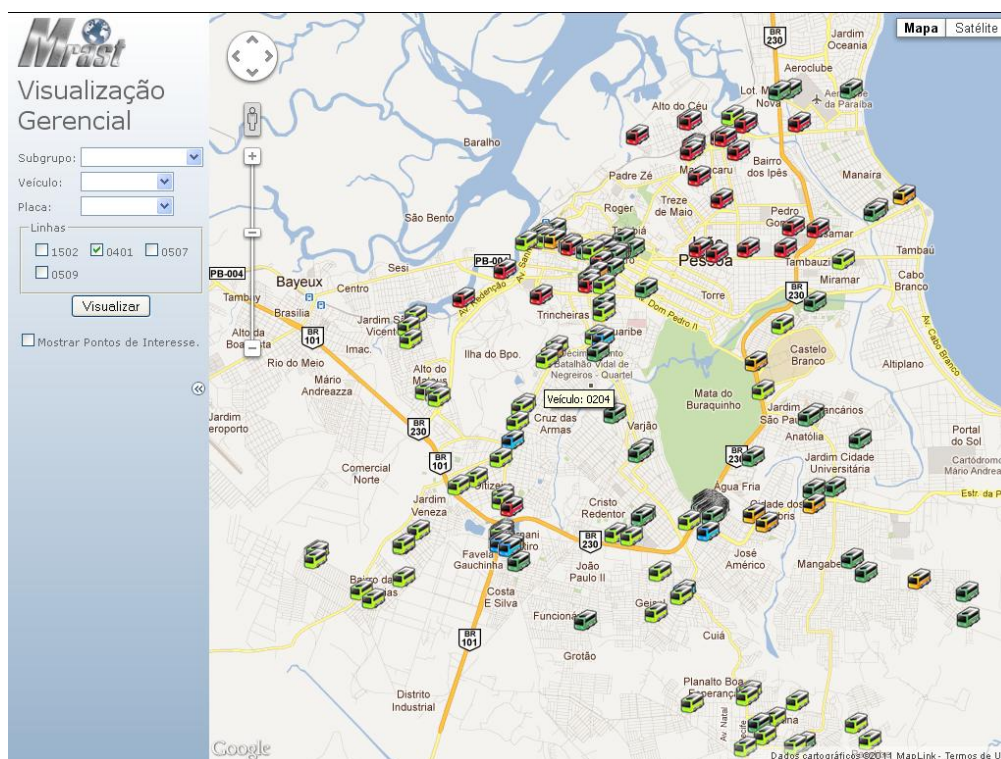


Figura 12. Página *Internet* do rastreamento de ônibus via GPS

Fonte: www.tisstech.com.br

Os AVM são divididos em duas categorias: Identificação Automática de Veículo (*Advanced Vehicle Identification* - AVI) e Localização Automática de Veículo (*Advanced Vehicle Location* - AVL). Os AVI utilizam equipamentos fixos que identificam a passagem dos veículos nas suas proximidades e funcionam em conjunto com dispositivos instalados nos veículos, podendo ser bobinas eletromagnéticas (*transponders*), emissores de rádio frequência ou emissores de infravermelho. Os AVL utilizam equipamentos a bordo dos veículos que identificam a sua posição geográfica.

Existem atualmente quatro tipos principais de tecnologia utilizadas para localização automática de veículos (CHIH E ENGLEITNER, 2007; SILVA, 2000; BOLELLA, 2010):

- **Sistema de Posicionamento Global** (em inglês, *Global Positioning System* - GPS) – utiliza um receptor a bordo do veículo que capta sinais de rádio de uma constelação de satélites artificiais que identifica a sua posição em tempo real. Esses sinais são armazenados para posterior transferência, ou são transmitidos automaticamente a uma central de controle por meio de um protocolo de transmissão de dados (figura 13), geralmente o GPRS (*General Package Radio Service*). Este serviço é fornecido pelas empresas de telefonia celular. Embora a utilização de GPS em zonas urbanas esteja sujeita a sofrer interferências na captação de sinais pela obstrução causada por edificações elevadas, túneis e viadutos, essas podem ser minimizadas com a utilização em conjunto com outras tecnologias;
- **Odômetro e Baliza** (*Signpost and Odometer*) – são instalados sensores (balizas) ao longo da rota, montados em postes ou placas, que captam o sinal de um equipamento transmissor a bordo dos veículos quando da sua passagem, e informam a sua medida de quilometragem (odômetro). Usando como base o odômetro na baliza, leituras periódicas do odômetro do veículo podem ser tomadas para determinar a distância percorrida e estimar a sua posição. Esta opção tem a desvantagem de ser bastante onerosa, pois necessita instalação de equipamentos nas vias e, a qualquer mudança de itinerário, requer novos equipamentos;
- **Radio Navegação** (*Radio Navigation*) – usa a triangulação de sinais de rádio a partir de antenas para determinar a posição dos veículos. Linhas de transmissão de energia, subestações e fenômenos atmosféricos podem alterar a precisão do sistema; e

- **Deslocamento** (*Dead-reckoning*) – utiliza a medição da distancia percorrida (odômetro) e a direção (bússola), a partir de um ponto conhecido (a garagem, por exemplo). É o método mais primitivo e apresenta muitos inconvenientes, principalmente ao não considerar superfícies irregulares.

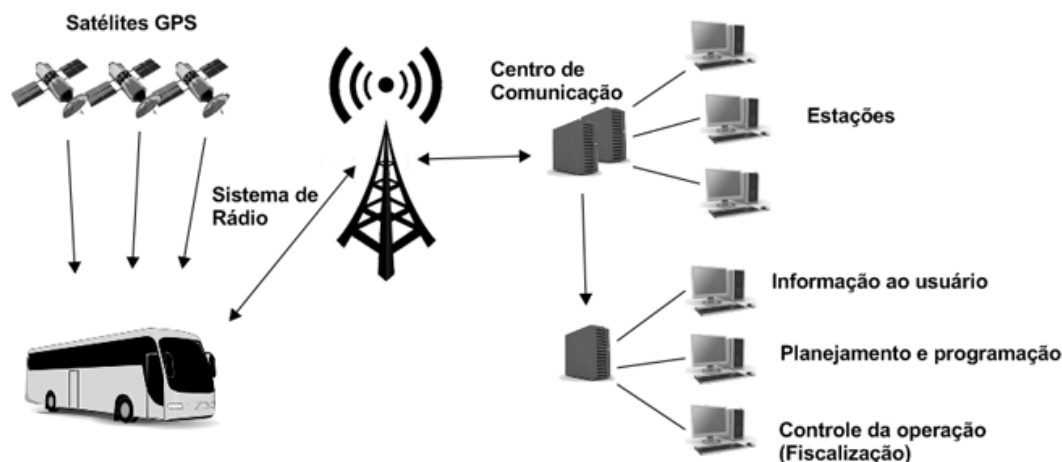


Figura 13. Esquema do sistema de localização automática (AVL)

Fonte: Adaptado de FTA (2000)

A localização automática de veículo contribui para o aumento da eficiência da operação, a melhoria da confiabilidade do serviço, aceleração das respostas às interrupções do serviço e o aumento da segurança de motoristas e passageiros. O sistema permite ainda melhor acompanhamento do desempenho do veículo, reduzindo custos de manutenção (FRANÇOSO, KFOURI e LOTTI, 2003; BOLELLA, 2010). O AVL é, ainda, grande fornecedor de dados da operação e alimentador dos bancos de dados para geração de estatísticas e relatórios para o planejamento. Outro grande benefício do AVL é a fiscalização *on-line* da operação, identificando instantaneamente o descumprimento dos quadros horários e desvios de rota. O AVL também é capaz de emitir alerta nos centros de controle, em painéis próprios.

O AVL também é a base para o Sistema de Informação ao Usuário, indicando a posição dos veículos nas rotas, permitindo a previsão de chegadas de veículos em terminais e pontos escolhidos. Empresas e órgãos gestores podem, ainda, utilizar quadros sinóticos

(Figura 14), produtos do AVL, que representam esquematicamente o posicionamento dos ônibus no percurso das linhas, indicando atrasos, adiantamentos e frota utilizada, além de outras informações operacionais.

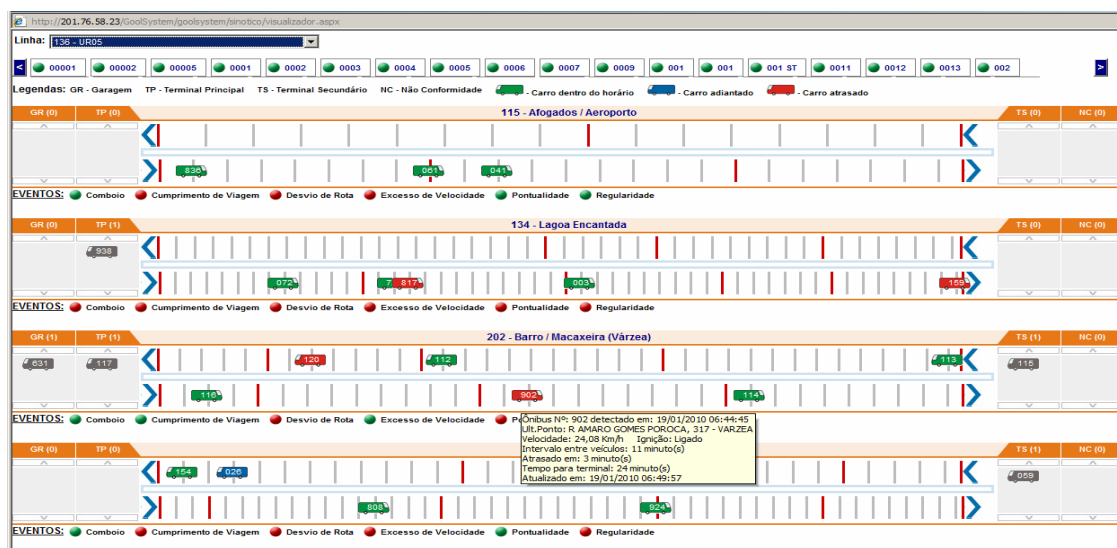


Figura 14. Quadro sinótico do rastreamento GPS

Fonte: www.cittati.com.br

A tecnologia GPS para sistemas AVL é a mais utilizada atualmente devido a sua facilidade de instalação e precisão. Novos equipamentos contam com várias funções, além da captura da posição geográfica. Apresentam ainda como outra grande vantagem a possibilidade de transmissão bi-direcional, o que permite a comunicação entre o veículo e a Central de Controle.

3.3.2.9. Contador Automático de Passageiros

Contadores Automáticos de Passageiros (em inglês, *Automatic Passenger Counters* - APC) são dispositivos embarcados nos veículos, usados para registrar embarques e desembarques em cada parada. Os APC objetivam monitorar o perfil de carregamento de linhas de ônibus, mais conhecidos como pesquisa Sobe-Desce. As unidades de APC podem incluir sensores de infravermelho nas portas onde são colocados cruzando o caminho dos passageiros e, quando interrompido, registra a sua entrada ou saída, conforme sua instalação. Outros dispositivos utilizados são tapetes colocados nos degraus ou soleira (*treadle mats*) do

veículo para monitorar movimentos de passageiros de entrada e saída, que são acionados pela pressão do andar. Um sistema APC cria um registro eletrônico em cada parada de ônibus, geralmente incluindo local de parada, a data e hora, o tempo de abertura e fechamento da porta, e número de passageiros embarcando e desembarcando. Os dados do APC são descarregados para um computador portátil, ou através de uma rede local, ou ainda, em tempo real por comunicação celular (APTA, 2010). Sensores mais modernos baseados na análise de vídeo estereoscópico (duas câmeras de alta sensibilidade) e algoritmos sofisticados permitem analisar a área monitorada em três dimensões (3D), detectando com maior precisão os movimentos de vários passageiros simultaneamente (DBA Tecnologia, 2012). Um esquema da instalação de dispositivos APC é mostrado na Figura 15.

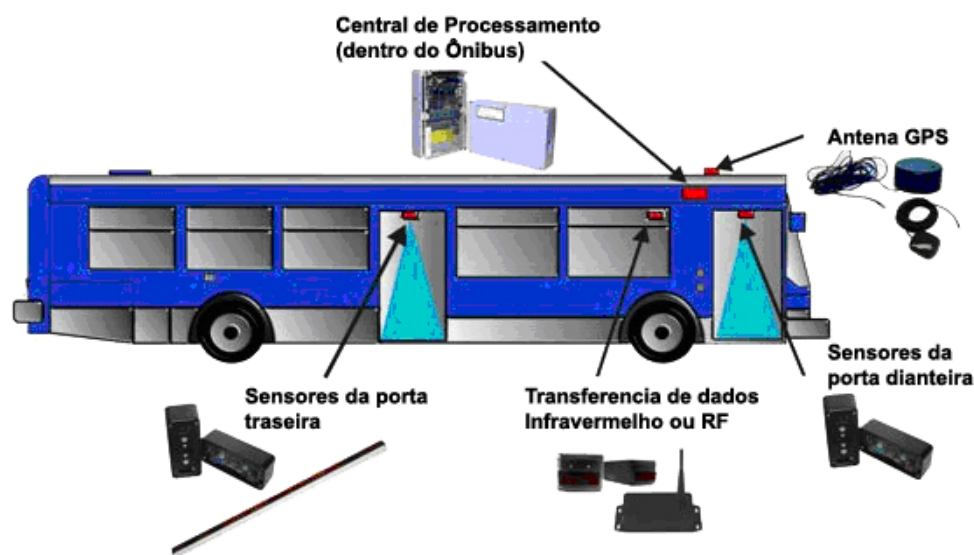


Figura 15. Contadores automáticos de passageiros

Fonte: <http://www.hiwtc.com/products/automatic-passenger-counting-system-for-transit-industry-4639-21914.htm>

Um dos principais benefícios associados com um sistema de APC é a capacidade de fornecer um registro contínuo de ocupação no trajeto de uma linha de ônibus. A realização de pesquisas de número de passageiros, historicamente, tem sido feita de forma manual e dá apenas um instantâneo das condições de número de passageiros, e em apenas uma amostra de rotas dos ônibus. Para informação do local de registro os sistemas APC trabalham em conjunto com os Sistemas de Localização Automática (AVL). Mesmo poucos dispositivos instalados promovem uma quantidade de dados superior à contagem manual, por mais tempo e com custo menor. Furth *et al* (2006) defende que a utilização de 10% a 15% da frota dotada de dispositivos APC é suficiente para todas as aplicações de contagem de passageiros, exceto

para abordagens extremas. O rodízio dos veículos equipados nas linhas pode, em um tempo razoável, cobrir todo o sistema. A Figura 16 mostra a imagem de um contador de passageiros por infravermelho, instalado na porta de um ônibus.



Figura 16. Contador automático de passageiros – Visão interna

Fonte: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/bus-automatic-passenger-counter-bus-company-s-favorite-527947585.html>

Embora o Sistema de Bilhetagem Eletrônica possibilite a contagem de passageiros a cada viagem, não é possível a identificação da lotação, visto que registra apenas a entrada, não a saída do passageiro. Uma solução alternativa, porém pouco viável, seria a utilização dos mesmos cartões inteligentes da bilhetagem em um segundo equipamento validador, na porta de saída do veículo, de forma a ser possível identificar a ocupação dentro do ônibus. Esta solução ainda carece da identificação do local da ocorrência e isto só seria possível com a integração dos validadores da bilhetagem com os sistemas AVL. Os gestores da Bilhetagem Eletrônica, entretanto, são geralmente relutantes para a integração dos dispositivos da bilhetagem com outros sistemas por temor de fraudes e perda de segurança dos dados financeiros (FURTH *et al*, 2006).

3.3.2.10. Priorização Semafórica

Os ônibus, pela natureza do seu uso, são mais lentos que os veículos particulares. Eles aceleram e desaceleram mais devagar, param com mais frequência para embarques e desembarques de passageiros e ainda podem ter dificuldade para reentrar no tráfego em movimento após as paradas. Por todas estas razões os ônibus estão em desvantagem significativa com os automóveis particulares (FLAMM, 2001). As medidas de priorização do transporte coletivo são mais frequentemente focadas no sistema viário, com implantação de faixas e/ou vias exclusivas, ou de intervenções no layout dos pontos de paradas. Estas medidas, com efeito, melhoram o desempenho do sistema, todavia, apresenta elevados custos de desapropriação e falta de espaço urbano. Por outro lado, os atrasos em intersecções semaforizadas correspondem a cerca de 10% a 20% do tempo de viagem de um ônibus em um corredor (SUNKARI, 1995).

A priorização semafórica é o processo de alterar o tempo do sinal de trânsito nos cruzamentos para favorecer os veículos de transporte coletivo. O tratamento típico é estender o sinal verde ou trocar o vermelho para permitir a prioridade de passagem dos ônibus, reduzindo o atraso nos cruzamentos (APTA, 2010).

Os benefícios da priorização semafórica podem ser encontrados em três áreas:

- Redução do tempo de viagem;
- Melhoria na confiabilidade do serviço; e
- Redução de custos operacionais.

A priorização semafórica pode ser abordada a nível de interseção (abordagem distribuída) ou a nível de sistema (abordagem centralizada). Na abordagem distribuída os veículos solicitam a prioridade no cruzamento, através de sinais emitidos por equipamentos a bordo, captados por antenas, acionando controladores automatizados. Na abordagem centralizada a prioridade é concedida por um comando central que gerencia o sistema (APTA, 2010). Segundo o FTA (2006), na prática, de acordo com pesquisas realizadas, a prioridade semafórica, tem sido mais comumente implementada utilizando a abordagem de distribuição.

A prioridade dada ao ônibus em trânsito pode ser considerada passiva ou ativa. A prioridade passiva ocorre quando é concedida por uma programação pré-determinada, manualmente ou através de programas computacionais, dando maior peso a aproximações com maior volume de passageiros, definindo qual o melhor tempo de sinal verde para o ônibus. Esta programação é baseada em medições de fluxo de tráfego, séries históricas e podem ser fixas ou reprogramadas automaticamente. Num sistema adaptativo, os semáforos operam coordenados com dispositivos que atualizam a programação em tempo real. Esta opção tem a vantagem de baixo custo e fácil implementação, porém a eficácia é limitada, especialmente quando o volume tráfego é muito grande (FLAMM, 2001; OLIVEIRA NETO, 2004).

A prioridade ativa ocorre quando a prioridade é concedida por detecção remota do veículo nas proximidades, ou através de sinais por ele emitido. Para tanto são utilizados dispositivos com infravermelho, microondas, laços indutivos, GPS ou radar. Quando interligados a sistemas AVL, e funcionando em uma estrutura inteligente, podem ser usados para avaliar quando um determinado veículo

deverá ou não ter priorização (SILVA, 2000). A Figura 17 mostra o esquema de priorização com detecção por emissores de microondas.

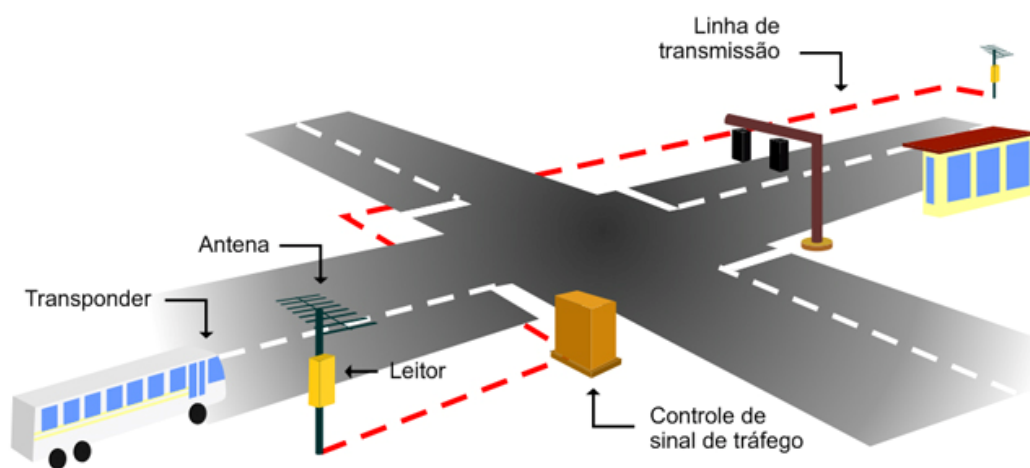


Figura 17. Esquema de priorização semafórica
Fonte: Adaptado de APTA (2010)

Para a priorização, algoritmos e *softwares* devem considerar a fase atual do semáforo, o histórico dos volumes de tráfego, a coordenação com outros veículos e a real posição do ônibus, para efetivar a priorização ou negar, segundo padrões pré-estabelecidos.

3.3.2.11. Vigilância e segurança

Os dispositivos de vigilância e segurança são compostos de câmeras e sistemas de comunicação instalados a bordo dos veículos e em pontos fixos, como estações, terminais, pontos de paradas e locais de venda de bilhetes. Operadores de veículos podem usar tecnologias de comunicação móvel de voz para informar às centrais de controle incidentes, eventos de segurança e atrasos no cronograma. Os veículos podem, também, ser equipados com câmeras e gravadores de vídeo, analógicos ou digitais, para capturar imagens a bordo. Estas imagens gravadas são enviadas automaticamente, ou arquivadas em um banco de dados central, quando do retorno para a garagem. Sistemas de vigilância modernos têm recursos de câmera avançados, como zoom e visão noturna. A transmissão ainda pode ser feita em tempo real através de redes de dados e, ainda, ser integrado a outros sistemas, como AVL, indexando o registro da filmagem com a data, hora e local da ocorrência. A Figura 18 mostra imagem do registro de câmeras de vigilância instalada em um ônibus de João Pessoa-PB.

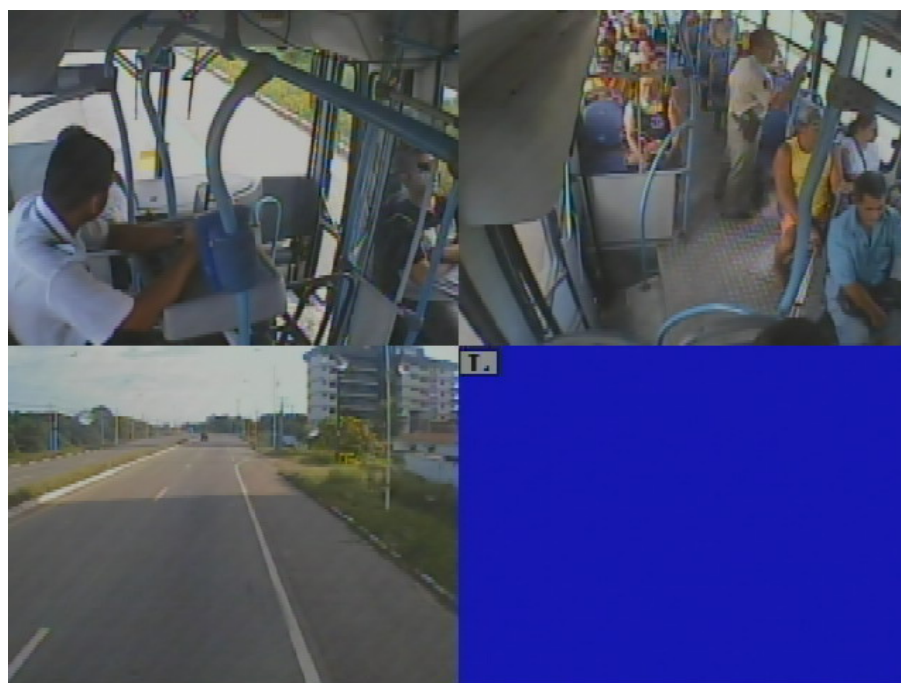


Figura 18. Imagem de câmera de vigilância no ônibus
Fonte: AETC-João Pessoa

Câmeras e microfones, se monitorados em tempo real, podem ainda permitir à central de operação monitorar e avaliar a situação dentro e fora do ônibus, objetivando determinar a ajuda apropriada pela segurança de trânsito, reforço policial ou outras formas de resposta a emergências. Um outro benefício para as empresas e gestores é o aumento da vigilância de propriedades e de veículos, e é útil também para reduzir crimes de vandalismo.

Segundo Costa Junior e Vieira (2009), essas câmeras a bordo tinham como objetivo primário diminuir o índice de assaltos nos ônibus, por meio da identificação do assaltante. Com o monitoramento diário destas filmagens também é possível verificar o comportamento dos operadores e, identificando deficiências, gerar demandas de treinamento para a área de recursos humanos. Outro benefício do monitoramento das filmagens é a identificação e eliminação de fraudes ao sistema, como a entrada indevida de passageiros pela porta de saída ou sem pagamento de passagem.

Outro dispositivo importante de segurança é o “botão de pânico” que, uma vez acionado pelo operador, pode solicitar ajuda à Polícia, ou de emergências médicas.

Estes dispositivos têm ainda um efeito indireto no desempenho do sistema, proporcionando uma “sensação de segurança”. Este efeito contribui para atrair mais passageiros para o sistema, sendo preferidos a outras alternativas de transporte.

3.3.3. Tecnologias Aplicadas aos Meios de Pagamento

3.3.3.1. Bilhetagem Eletrônica

O sistema automatizado de arrecadação tarifária (*Automatic Fare Collection* - AFC), mais conhecido como Sistema de Bilhetagem Eletrônica - SBE, consiste na comercialização e distribuição de dispositivos eletrônicos ou magnéticos (cartões, bilhetes ou fichas) capazes de controlar créditos para o usuário, relativos às tarifas do sistema. Geralmente instalado no interior dos veículos, acoplado às catracas, um equipamento denominado “validador”, efetua a leitura dos créditos e processa o débito ao usuário correspondente à tarifa, liberando o seu acesso (Figura 19). Todas estas operações são registradas, armazenadas e transmitidas a uma central de processamento da bilhetagem para controle, monitoração mercadológica e acompanhamento da operação (ARAUJO, 2007). A Bilhetagem Eletrônica viabiliza a

integração tarifária entre diferentes modos de transporte, pela utilização de bilhetes únicos, como também a integração temporal, onde é possível a efetuar a transferência de um ônibus para outro sem a necessidade de pagamento de nova passagem.



Figura 19. Validador da bilhetagem eletrônica

Fonte: <http://acisa.org.br/liminar-suspende-contrato-e-decreto/>

Do ponto de vista do usuário a principal vantagem da Bilhetagem Eletrônica é dar maior agilidade para o embarque, comodidade na compra e recarga de créditos (passagens) e proporcionar maior segurança, com a diminuição da circulação de valores dentro do ônibus. Outra vantagem é a possibilidade de recuperar os créditos em caso de perda ou roubo dos cartões, após comunicação à central de processamento da bilhetagem (CAMALIONTE e BARBOSA-FANTIN, 2010). Os objetivos financeiros, segundo Araújo (2007), por outro lado, têm sido colocados com muito mais ênfase por empresários e governos. Para esses, o uso de tecnologias de arrecadação automática das tarifas objetiva aumentar os ganhos financeiros de um lado, e a redução de custos operacionais de outro, proporcionando antecipar a receita com vendas de créditos; controlar as gratuidades do sistema, os vales-transportes, e passes estudantis, evitando evasão de receitas; e racionalizar o sistema, reduzindo desperdícios e custos.

Os dispositivos para armazenamento de créditos e pagamento das tarifas na Bilhetagem Eletrônica são os cartões e fichas, e podem ser de diversos tipos, segundo Ferraz e Torres (2004) e Naves (2004):

- **Bilhetes magnéticos** – contém informações gravadas em tarjas magnéticas que são lidas, ou modificadas, por dispositivo validador acoplado às catracas. Geralmente armazenam informações que permitem a utilização em um determinado número de viagens ou num determinado tempo. Podem ser do tipo EDMONSON, em geral de papelão e muito utilizado em estações de embarques, ou ISO (*International Standard Official*), em plástico ou PVC, e podem utilizar várias tecnologias: cartões indutivos, resistivos, magnéticos ou microprocessados;
- **Fichas ou Buttons** – de uso semelhante aos bilhetes, contém informações gravadas magneticamente e devem ser introduzidas num validador para a utilização dos créditos. Apresentam a vantagem com relação aos bilhetes de poderem ser reutilizadas, porém, são mais sensíveis a reprodução ilegal;
- **Cartões inteligentes (Smart Cards)** – as informações são gravadas em um microcircuito integrado (*chip*) impresso no cartão, e são utilizados pela introdução num validador, ou apenas aproximados a esses (*contactless*), efetuando a transação por meio de ondas de rádio. Esses cartões, embora tenham maior custo, podem utilizar um conjunto mais amplo de funções: identificação do proprietário, permissão de uso somente em horários ou quantidades pré-definidas, permitir recarga automática pelos validadores, impor restrições de integração, entre outras. Em alguns modelos podem incluir a foto do usuário, com vistas a evitar fraudes de gratuidades ou descontos. A Figura 20 mostra exemplos de cartões inteligentes usados na cidade de João Pessoa-PB.



Figura 20. Cartões da bilhetagem eletrônica
 Fonte: <http://www.passelegal.com.br/cartoes.html>

Para maior segurança ao sistema de Bilhetagem Eletrônica, equipamentos de identificação biométrica do portador podem ser utilizados. Esses dispositivos, instalados dentro dos ônibus, realizam comparativos de dados biométricos do proprietário do cartão, cadastrados no sistema, com os do usuário, no momento da utilização, certificando que não há uso indevido. Os dados biométricos são, geralmente, as impressões digitais, capturada por leitores específicos (*fingers*), ou mapeamento de pontos do rosto, escaneados por uma câmera direcionada ao usuário.

Embora já disponíveis, não é, ainda, comum a utilização de cartões com múltiplas aplicações, unindo as funções de bilhetagem com outras como de planos de fidelidade, descontos ou mesmo de crédito ou débitos diversos.

A Bilhetagem Eletrônica é um processo complexo e necessita uma arquitetura de operação bem definida. O processo tem início na geração dos créditos pelos responsáveis legais do sistema. Em seguida os créditos são repassados para os cartões que são encaminhados aos pontos de vendas. Nestes pontos são efetuadas as vendas para os usuários, transferindo os créditos para seus cartões. Os usuários, por sua vez, utilizam seus cartões nos validadores do sistema. Na etapa seguinte as informações dos validadores são transferidas para os centros e controle. A última etapa consiste na consolidação das informações e efetuada a distribuição dos valores em câmara de compensação, segundo as regras estabelecidas. A arquitetura tecnológica deste processo pode ser apresentada em quatro níveis, segundo FTA (2006):

- **Nível 1** – representa o nível *front-end* e inclui os dispositivos para leitura e gravação dos cartões instalados nos veículos, estações e pontos de venda;
- **Nível 2** – através de redes sem fio (*wi-fi*), nas garagens, as informações são recolhidas automaticamente, ou por dispositivo conectado aos validadores (*palmtops*, *laptops*, *etc*), para um banco de dados intermediário. Os dados são, então, encaminhados para um banco de dados no centro de controle;
- **Nível 3** – este nível representa o centro de controle que coleta, processa e armazena os dados; e

- **Nível 4** – neste nível são gerados os relatórios de gestão do sistema e são compensados e liquidados os valores da tarifa em Câmaras de Compensação (*Clearinghouse*).

A figura 21 representa os quatro níveis da arquitetura da arquitetura tecnológica para o sistema de Bilhetagem Eletrônica, proposto pelo FTA (2006).

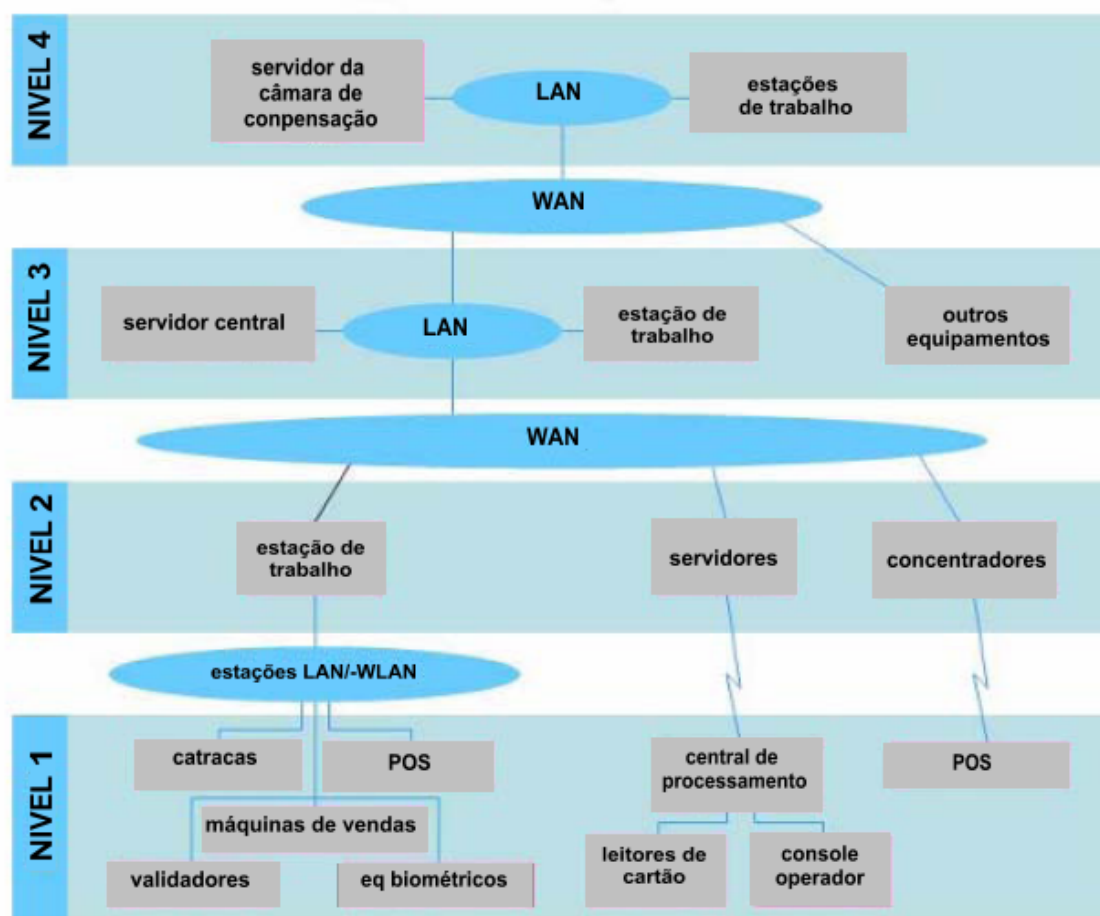


Figura 21. Arquitetura tecnológica do Sistema de Bilhetagem Eletrônica
 Fonte: Adaptado de Advanced Public Transportation Systems: The State Of The Art

Segundo Recena e Eloy (2009), a Bilhetagem Eletrônica, embora tenha surgido como a forma mais eficaz de evasão de receitas, apresenta grande potencial de coleta de dados para a área operacional. De forma geral, ao sair da garagem, é registrado no validador a linha que o veículo vai circular e qual a sua tripulação (motorista e cobrador). O cobrador, usando seu cartão, efetua registro no início e no final de cada viagem. Registros também podem ser feitos

em pontos de retorno ou em locais específicos. A cada passageiro que passa pela catraca, além de debitado o valor da tarifa em seu cartão pelo validador, é gravado o tipo de passagem, número identificador do cartão e o horário da ocorrência. Estes dados, coletados para todas as viagens e todos os passageiros, são transmitidos para um banco de dados. Desta forma, e com as ferramentas adequadas de processamento e *Business Intelligence*, é possível conhecer a demanda e o perfil de uso do sistema ao longo do tempo, proporcionando estudos visando à melhoria no ajuste da oferta.

A Bilhetagem Eletrônica permite, além do simples pagamento automatizado, uma série de outros benefícios ao usuário. O mais utilizado é a integração tarifária entre linhas de ônibus ou com outros modos de transporte, sem a necessidade de terminais. A integração temporal é a opção de integração onde o usuário pode trocar de ônibus, sem pagamento de nova passagem, ou pagamento com desconto a segunda passagem, desde que passe na catraca do ônibus seguinte dentro de um determinado período de tempo. A integração temporal pode ser total ou espacial. Total quando é permitida qualquer transferência entre duas linhas do sistema. Espacial quando há limitações, somente permitindo transferências segundo uma “matriz de integração”. Normalmente não é permitida a transferência entre ônibus da mesma linha, ou entre linhas que partem do mesmo terminal ou região. A integração total é sujeita fraudes e, comumente, é evitada. A integração ainda pode ser concebida como de tempo fixo ou variável e renovável. No tempo fixo, a integração só é permitida por um tempo estipulado (30 minutos, 2 horas, etc), contados a partir da passagem no validador do ônibus da viagem inicial. O tempo limite pode, em alguns sistemas, ser renovado a cada passagem pelos validadores. Normalmente, também é limitada a quantidade de integrações que podem ocorrer em um intervalo de tempo, a fim de evitar fraudes ao sistema.

A Bilhetagem Eletrônica, segundo a NTU (2003), ainda permite diversas formas de pagamento. As mais comuns são:

- Bilhete unitário – permite a utilização uma única vez;
- Bilhete múltiplo – permite a utilização várias vezes. A quantidade de vezes é pré-determinada;
- Passe temporal – cartões inteligentes possibilitam o pagamento de tarifas e transferências com ou sem débito;

- Crédito antecipado – cartões que, além de possibilitar o pagamento de tarifas e a integração, armazenam créditos. É o mais utilizado pela Bilhetagem Eletrônica no Brasil;
- Serviço pós-pago – quando o usuário utiliza o serviço de transporte e faz o pagamento posteriormente, através de contas que lhe são enviadas; e
- Serviço opcional – bilhete com prazo de validade (um dia, uma semana, duas, horas, etc) que dá direito a utilização e transferências no sistema. É um sistema comum em cidades européias.

3.3.4. Tecnologias Aplicadas aos Veículos

Muitas são as tecnologias aplicadas e em estudo para os ônibus, e vão desde o tipo de propulsão até facilidades aos usuários. Já existem estudos e protótipos de ônibus movidos a combustíveis ecologicamente mais corretos como o biodiesel, hidrogênio, eletricidade ou híbridos. Os ônibus ainda podem ser dotados de *Internet* a bordo para os usuários, climatização, e outras facilidades ou itens de conforto. Outras tecnologias, ainda em estudos, incluem sistemas de alerta de colisão, melhorias de visibilidade, e integração com sistemas automatizados em vias inteligentes. Neste trabalho, porém, serão tratadas apenas aquelas tecnologias com aplicação direta na operação e desempenho do sistema de transporte público.

Os dispositivos para a gerência de frotas são compostos de sensores a bordo dos veículos capazes de registrar indicadores do estado dos componentes e dados de dirigibilidade. A Figura 22 mostra exemplo de um painel indicador do estado dos componentes do veículo.

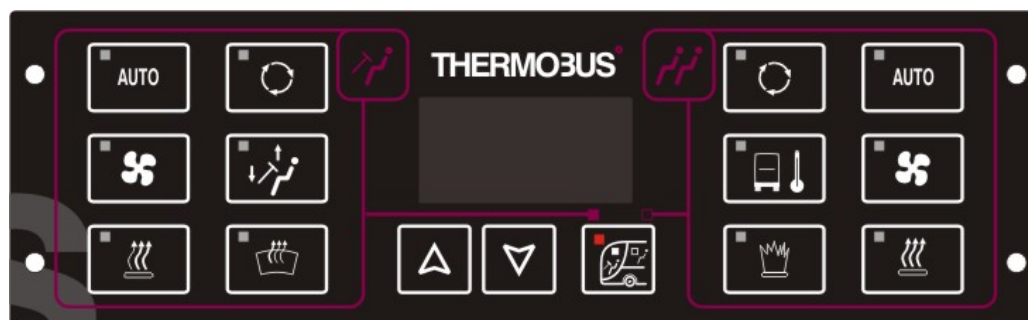


Figura 22. Painel de monitoramento de sensores veiculares

Fonte: http://www.globus.com.br/produtos_automotivo.php?sub=13&prod=20 (2012)

Este serviço de monitoramento, chamado também de telemetria, inclui sensores no motor e na parte elétrica do veículo, conectados a uma central de processamento, que captam os indicadores a intervalos regulares. Esta central armazena os dados que são coletados nas garagens no final das viagens, ou são transmitidos em tempo real. As centrais de processamento podem estar ainda conectadas, ou até mesmo fazerem parte dos equipamentos dos dispositivos de localização automática.

Com relação à dirigibilidade, os sensores podem identificar diversos parâmetros:

- Freadas bruscas;
- Arrancadas bruscas;
- Curvas com velocidade tangencial excessiva;
- Movimento com porta aberta;
- Motor funcionando com veículo parado por tempo excessivo;
- Excesso de velocidade;
- Veículo acima da velocidade permitida desengrenado; e
- Embreagem acionada por mais que X segundos;

Com relação à manutenção do veículo podem ser identificados com a telemetria:

- Embreagem acionada X vezes acima da média;
- Freio acionado X vezes acima da média;
- Pressão de óleo irregular;
- Odômetro;
- Rotação máxima do motor; e
- Temperatura e pressão do óleo;

Os dados recolhidos devem ser tratados por *softwares* adequados para fornecerem alertas de falhas e auxiliar diagnósticos para ajudar os gestores na melhoria da eficiência da manutenção e segurança dos passageiros (FTA, 2006).

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando as tecnologias pode-se concluir que são utilizadas para quatro objetivos básicos, embora com fronteiras não muito bem definidas:

- Atuar no sistema de transporte influenciando no seu desempenho diretamente;
- Coletar dados para servir de base para o planejamento e fiscalização;
- Identificar parâmetros da operação em tempo real para atuação imediata na correção de problemas; e
- Prestar informações aos usuários.

Dentre todos os recursos tecnológicos usados no transporte público, os de maior relevância, pelos resultados que podem alcançar, são os da Bilhetagem Eletrônica e os de Localização Automática de Veículos. O primeiro resolve problemas de comercialização e arrecadação de tarifas. O segundo permite a disponibilização de dados para o planejamento, efetua funções de fiscalização do sistema e pode gerar informações úteis para os usuários.

4. ASPECTOS RELEVANTES DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO COM APLICAÇÃO NO TRANSPORTE PÚBLICO

4.1. INTRODUÇÃO

A implantação de sistema de tecnologias em larga escala, como os empregados no transporte público, apresenta grandes desafios. Via de regra, estas tecnologias são novidades e pouca ou nenhuma experiência anterior têm as empresas operadoras ou órgãos gestores para auxiliar nas escolhas de equipamentos, requisitos funcionais e contratuais. É dessa in experiência que os fornecedores de tecnologia se aproveitam para vender soluções inadequadas, superdimensionadas ou incompletas.

Meirelles (1999) afirma que as inovações tecnológicas, associadas com o assédio dos fornecedores que anunciam soluções “maravilhosas”, têm levado a investimentos equivocados e a projetos que não se viabilizam. Afirma ainda que, na maioria das vezes, a razão é o desconhecimento da tecnologia, embora os Sistemas Inteligentes de Transportes se mostrem ferramentas eficazes para a otimização do uso da infraestrutura de transportes, com melhoria comprovada da mobilidade urbana através de aplicações em diferentes áreas de atuação.

A implantação dos ITS, por outro lado não é tarefa simples. Não se trata da compra e uso de *softwares* e equipamentos, a maioria das vezes muito caro. Na verdade, a implementação de um projeto de ITS pode gerar tensões entre as entidades envolvidas porque provavelmente vai exigir compromissos de todas as partes sobre tudo, desde a determinação de especificações funcionais para a definição de critérios, até o modo e escolha de pessoal para a operação e manutenção do sistema. Para garantir o sucesso do projeto são necessárias habilidades multidisciplinares e inter-organização de coordenação, com a participação de profissionais capacitados e comprometidos. Os ITS, no campo mais técnico, tendem a gerir grandes volumes de informações e exigem métodos de criação de dados, armazenamento, atualização, manutenção, análise e distribuição. O projeto nunca poderá operar de forma eficiente e eficaz se esses dados necessários não são integrados e mantidos de forma adequada. É necessário um conhecimento bem fundamentado das tecnologias envolvidas, sua abrangência, disponibilidade e limitações.

Os Sistemas Inteligentes de Transporte requerem conexões lógicas e físicas entre muitas entidades diferentes incluindo os sistemas de gestão de governos, empresas e usuários, utilizando tecnologias de transmissão de dados em redes. O ambiente de transporte é particularmente exigente para com a Tecnologia da Informação. Os equipamentos instalados nos veículos e demais dispositivos precisam interagir com uma infraestrutura e serviços associados. Estes equipamentos de infraestrutura, dispositivos e aplicações são construídas por uma multidão de fornecedores, fabricantes e prestadores de serviços. Em contrapartida, porém, a eletrônica e Tecnologia da Informação possuem ciclos de vida muitas vezes breve. Para obter a funcionalidade necessária neste contexto, os ITS requerem uma garantia de um nível de interoperabilidade ao longo do ciclo de vida da infraestrutura e dos veículos que operam dentro dele para que se mantenha suficientemente flexível de modo a permitir a incorporação de avanços tecnológicos em sucessivas gerações de veículos e equipamentos que devem coexistir. Esta interoperabilidade só é possível com um conjunto robusto de padrões pré-definidos por um órgão ou comitê gestor, evitando a obsolescência prematura e facilitando a coordenação entre os agentes envolvidos.

Neste capítulo são levantadas questões e comentários que merecem ser considerados quando da aquisição de equipamentos ou contratação de serviços de tecnologia, de modo a obter melhores resultados para a eficiência do transporte público. Muitas vezes, as tecnologias são implantadas sem o devido cuidado, não respeitando pré-requisitos. Outras vezes, não são considerados no projeto medidas técnicas ou organizacionais para manter os sistemas funcionando, após a implantação. O menosprezo dessas questões pode levar o projeto ao fracasso, ou, pelo menos, serem sub-utilizados. Desta forma, foram levantadas questões relativas à aspectos funcionais e contratuais, encontrados na literatura, manuais de produtos e relatos de experiências, que foram considerados importantes, com relação às tecnologias empregadas no transporte público.

4.2. ASPECTOS FUNCIONAIS

Além da garantia de que um equipamento ou serviço de tecnologia é realmente capaz de realizar as operações para as quais foi adquirido ou contratado, alguns aspectos funcionais devem ser levados em conta, sob pena dos esforços se tornarem inúteis ou insuficientes. Estes

aspectos se referem ao ambiente em que serão instalados, pré-requisitos para o funcionamento e cuidados no uso.

4.2.1. Bancos de dados

Os dados sobre o transporte público já existem antes mesmo do uso dos bancos de dados informatizados. A implantação de um sistema de banco de dados requer uma estratégia para incorporar esses dados, armazenados em fichas ou relatórios em papel ou, ainda, de outros bancos de dados de sistemas que já existam na organização. Para o sucesso do uso de banco de dados é necessário, também, um detalhado estudo do modelo lógico que descreve os dados, os formatos e padrões. As políticas de acesso, criação, atualização e exclusão devem ser estabelecidas com rigor, de forma a reduzir a duplicação de esforços e inconsistência de informações.

Todos os esforços e investimentos, por outro lado, podem ser prejudicados se não forem tomadas medidas para garantir a segurança e a qualidade dos dados. Uma falha num banco de dados pode causar desde pequenos transtornos, como atraso em processos e operações, até graves problemas, como a suspensão de serviços por dias ou semanas. A corrupção de um bando de dados pode, inclusive, provocar danos irreparáveis para a organização, como a perda de dados históricos, impossíveis de recuperar. A norma ISO/IEC 17999:2000 identifica os princípios da segurança da informação, demonstrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Princípios da segurança da informação

CONFIABILIDADE	Assegurar que a informação esteja acessível somente para as pessoas autorizadas, protegendo-a contra leitura e cópias indevidas.
INTEGRIDADE	Proteger as informações contra alterações ou modificações, garantindo que seu conteúdo não seja corrompido nem forjado.
DISPONIBILIDADE	Assegurar que os usuários autorizados acessem a informação quando requisitada, protegendo-a de forma que não seja degradada nem se torne indisponível.

Fonte: Norma ISO/IEC

Os obstáculos que podem surgir para uma política efetiva de segurança em bancos de dados podem ser de ordem técnica ou, na maior parte, do fator humano. Segundo Aguilera (2004), os riscos de perda de consistência de dados provêm de:

- Falha de *software*;
- Redução de desempenho de processamento de dados;
- Falhas nas unidades de gravação e leitura de mídias;
- Falha na comunicação da rede;
- Falhas no controle de acesso de usuários; e
- Falha humana na administração dos servidores.

As redes de comunicação por onde trafegam os dados também estão associadas a riscos operacionais, como acesso indevido e captura de dados, adulteração de informações, roubo de dados e bloqueios de acesso a usuários legítimos (AGUILERA, 2004).

Além da segurança, a garantia da qualidade dos dados é outro fator de grande importância. Segundo o FTA (2005) a gestão do sistema de transportes precisa se apoiar em sistemas de informações eficazes. Os recursos gastos para criar um sistema de TI podem ser perdidos ou desperdiçados se os dados não são devidamente atualizados e mantidos. As aplicações de ITS não podem ser plenamente realizadas se operar com dados imprecisos ou incompletos. O uso de dados de baixa qualidade pode, ainda, causar problemas adicionais, levando gestores a decisões equivocadas. Sistemas bem projetados devem possuir rotinas automáticas para identificar e filtrar dados de qualidade duvidosa. Os dados devem ser corrigidos ou removidos antes de serem considerados adequados para processamento e divulgação.

Outra característica importante dos dados é a de que possam ser compartilhados com vários aplicativos. O compartilhamento de informações requer uso adequado de padrões pré-estabelecidos. Usuários devem partilhar um vocabulário comum, identificando significados e formatos igualmente.

Mais um importante aspecto relativo aos bancos de dados é quanto a sua integridade. Falhas são praticamente inevitáveis e podem ser causadas por erros de projetos de *software*,

degradação do *hardware*, erros humanos ou dados corrompidos. As falhas podem provocar indisponibilidade ou instabilidade do sistema. Administradores de Bancos de Dados devem estabelecer estratégias para a prevenção e correção de falhas, considerando dispositivos e equipamentos redundantes e planos de contingência. “O termo redundância descreve a capacidade de um sistema em superar a falha de um de seus componentes através do uso de recursos redundantes, ou seja, um sistema redundante possui um segundo dispositivo que está imediatamente disponível para uso quando da falha do dispositivo primário do sistema (Pinheiro, 2004)”. Contingência pode ser definida como a possibilidade de um fato acontecer ou não. É uma situação de risco existente, mas que envolve um grau de incerteza quanto à sua efetiva ocorrência. Um projeto de contingenciamento baseia-se em políticas que visam manter disponíveis informações e sistemas, através de suporte técnico, sistemas de segurança, esquemas de backup, redundância de equipamentos e canais de comunicação e gerenciamento pró-ativo. O objetivo é implantar um plano de acesso seguro, eficiente e gerenciado, capaz de restabelecer as funções críticas numa situação excepcional.

4.2.2. Sistemas de Informações Geográficas

Muitos serviços de ITS aplicados ao transporte público usam informações espaciais, sejam dinâmicas, como a posição geográfica de veículos em viagem, ou estáticas como pontos de paradas e terminais. O GIS (*Geographic Information System*) fornece ferramentas para criar, gerenciar, analisar e exibir dados espaciais. Desta forma, dados operacionais do transporte e de pesquisas como as de demanda, sobe-desce e origem-destino, que têm características espaciais, podem ser armazenadas no GIS.

O uso do GIS apresenta também seus desafios e dificuldades. Um fator crítico são os mapas utilizados. Órgãos e empresas enfrentam o dilema de criar seus próprios mapas, adquiri-los de um fornecedor, ou compartilhar os mapas já disponíveis em outros órgãos públicos. Análises de custos e benefícios devem ser preocupações dos gestores para uma escolha mais adequada às aplicações nos transportes. Os mapas, além de atualizados com dados específicos do transporte (pontos de paradas, itinerários), devem acompanhar as mudanças nos elementos ambiente urbano (vias, pavimentação, interdições).

Conforme o FTA (2006), os GIS, comumente, usam bases de dados separadas dos sistemas para o planejamento, controle e operação do transporte público. Isso ocorre devido a barreiras que impedem a melhor integração entre os sistemas, e as relaciona:

- Utilização de bancos de dados distintos – provocados por:
 - Diferenças de nomenclaturas;
 - Diferentes modelos de dados;
 - Diferentes representações de dados;
 - Qualidade de informação diversa;
 - Transformações e traduções requeridas;
 - Pobre documentação; e
 - Uso de sistemas de referência de localização diferentes.
- Baixo nível de conhecimento de normas, ferramentas e aplicativos;
- Pobres especificações de qualidade; e
- Insuficiente definição de responsabilidades operacionais e de manutenção de dados.

Essas barreiras, entretanto, podem ser superadas se adotadas medidas como as sugeridas no documento “*Best Practices for Using Geographic Data in Transit: A Location Referencing Guidebook* (Práticas recomendadas para usar dados geográficos em trânsito: Guia de referência)” do FTA (2005). As medidas podem ser agrupadas em três áreas:

- Gerenciamento do investimento em tecnologia;
 - Usar uma abordagem empresarial;
 - Considerar parcerias com outras empresas/órgãos;
 - Investir em planejamento;
 - Procurar medidas para proteger s investimentos;
 - Aumentar a eficácia das compras de recursos de tecnologia;
 - Investir em treinamentos;
 - Implementar normas;
 - Prover supervisão e suporte contínuos;
- Gestão da manutenção e ciclo de vida da base de mapas e dados do transporte;

- Utilizar abordagem de Engenharia de Sistemas, definindo os interessados e suas necessidades;
 - Usar uma base de dados única;
 - Definir as informações básicas do transporte, incluindo os modelos de dados, a forma de armazenamento e gerenciamento, e estabelecendo procedimentos de coleta e atualização;
 - Designar uma “autoridade” para resolver problemas de definição de características de identificação e armazenamento de dados de transporte e espaciais;
 - Desenvolver um programa de manutenção dos dados;
 - Documentar os procedimentos de coleta de dados e os métodos de identificação e acesso;
 - Utilizar identificadores únicos para os recursos e não reutilizar nem excluir números de identificação;
 - Utilizar sempre o mesmo formato e padrão de identificação de dados em todas as aplicações; e
 - Contratar um Administrador de Banco de Dados (em inglês, *Data Base Administrator - DBA*).
- Compartilhamento de dados geográficos com outras aplicações
 - Definir métodos padrão de acesso de dados;
 - Gerenciar a integração de aplicativos à mesma base de dados;
 - Adotar uma política de manutenção de dados que assegure às aplicações usarem o mesmo conjunto de dados; e
 - Usar o GIS como gerenciador central de dados espaciais em toda empresa/órgão.

4.2.2. Sistema de Informação ao Usuário (SIU)

Para uma informação ser útil, eficiente e eficaz, necessita de algumas características básicas. O'Brien (2002) sintetizou essas características com três dimensões:

- **Tempo** – uma informação de qualidade deve ser fornecida quando necessária, estar atualizada, disponível e poder retratar períodos passados, presentes ou futuros;
- **Conteúdo** – a informação deve ser exata, útil, relevante e estar completa; e
- **Forma** – a informação deve ser clara, resumida ou detalhada, ser sequencial e ter uma forma de apresentação.

O SIU requer o desenvolvimento de uma arquitetura envolvendo uma rede de computadores e servidores para coletar, atualizar, processar e apresentar resposta ao usuário. O ponto final desta arquitetura é a interface do sistema que é acessada pelo usuário. Uma interface inadequada pode tornar inútil todo o processo. A informação é importante quando é confiável e fornecida no tempo certo, no local adequado, de fácil compreensão e acessível a todos interessados. A interface do SIU deve levar em consideração o perfil do usuário, com um bom estudo de ergonomia e testes intensivos, para a melhor adequação às necessidades.

Informações como a previsão de tempo de espera pelo próximo ônibus na parada são pontos críticos do SIU. Apesar de parecer simples, processamentos para o ETA (*Estimated Time of Arrival*) envolvem abordagens de cálculo que consideram, além de parâmetros operacionais como a velocidade comercial, as condições atuais de trânsito e históricos de tempos de viagens nos trechos. Envolve ainda rotinas computacionais complexas para a manutenção da base de dados, além de demandar algoritmos matemáticos sofisticados no processamento, de forma a analisar os diversos fatores envolvidos para uma resposta em tempo adequado. Deve-se considerar que o padrão para consultas pela *Internet* é de milissegundos. Estas soluções devem ainda estar preparadas para receber requisições simultâneas de diversos tipos de clientes: painéis de mensagens, aplicações *web* e para aparelhos celulares. Uma infraestrutura de retaguarda de servidores para aplicativos, bancos de dados e redes de conexão são indispensáveis (FOURNIER, 2011). Para isso, além de recursos computacionais adequados e de transmissão de dados através de redes físicas e lógicas, são necessários um bom trabalho de levantamento e manutenção de base cadastral do sistema de transporte, incluindo linhas, itinerários, pontos de parada, terminais, pontos de referencia e mapas de arruamento.

4.2.3.. Sistema de Localização Automática (AVL)

As soluções normalmente oferecidas às empresas e órgãos gestores para o rastreamento de ônibus urbanos originalmente foram desenvolvidos para o transporte de cargas. São configurados para capturar o posicionamento com uma baixa frequência. Isto ocorre para fornecer uma boa relação custo/benefício, baixo tráfego de dados e não provocar armazenamento de informações desnecessárias (TRABANCO, 2011). A baixa frequência de atualização, por outro lado, causa uma deficiência na representação do trajeto, principalmente nas áreas urbanas. A Figura 23 mostra a diferença entre os trajetos rastreados a uma frequência de 2 segundos e outra a cada 60 segundos.



Figura 23. Comparativo de taxa de atualização de posição
 Fonte: Adaptado de TRABANCO, GUIMARÃES e AMARANTE (2011)

Um bom sistema AVL requer uma metodologia e recursos que permitam além da atualização por períodos fixos, também ser atualizado por eventos. Dessa forma se pode obter dados que representem mais fielmente o percurso do ônibus. Um AVL, para atender tais exigências, deve capturar e armazenar a posição do ônibus a cada vez que ocorra algum dos eventos a seguir, além do registro à períodos fixos:

- Quando passar por um ponto de parada;
- Quando o motor parar de funcionar;
- Quando o motor permanecer ligado por um período pré-determinado, sem se movimentar;
- Quando ocorrer um excesso da velocidade pré-fixada;
- Quando da abertura das portas; e
- Quando mudar de direção.

Uma importante questão, relacionada ao AVL, é, normalmente, menosprezada. Trata-se da alocação do ônibus à linha. Para apurar informações como a fuga do veículo à rota pré-determinada, é necessário vincular cada ônibus a sua linha. Essa alocação pode ser feita manual ou automaticamente. Se o equipamento rastreador GPS do ônibus está integrado ao validador da Bilhetagem Eletrônica, a alocação se dá automaticamente, desde que o cobrador efetue os registros de abertura e fechamento de viagem corretamente. Caso o rastreador não esteja integrado, a alocação do ônibus à linha é feita na central de controle do AVL, manualmente. A cada mudança de linha, a alocação deve ser ajustada. Mudanças durante a jornada, muitas vezes imprevistas, devem ser acompanhadas rigorosamente pela central de controle, fazendo os ajustes necessários. Se esses ajustes não são feitos, serão inutilizados todos os relatórios e notificações que envolvem o ônibus alocado incorretamente. Um ônibus, que, para o sistema informatizado, está alocado na linha A, por exemplo, e, de fato está rodando na linha B, provoca notificações de alerta de “fora de rota” da linha A. Ao mesmo tempo será provocada a ocorrência de descumprimento de horário da linha B, pois as suas viagens estão sendo consideradas na linha A. Vários ônibus rodando com erros de alocação inutilizam, praticamente, todo o sistema de AVL.

Outra questão a ser levantada é a determinação de padrões para o sistema AVL. É comum que empresas operadoras, por sua própria conta e necessidades particulares, adquiram ou contratem serviços de rastreamento GPS para sua frota, antes da adoção de um sistema AVL, pelo órgão gestor. Nesse caso, o poder público deve ter o cuidado de determinar padrões de comunicação de dados e procedimentos, pois, caso contrário, pode enfrentar sérios problemas de compatibilidade, quando da implantação do sistema AVL, com serviços de previsão e horário, ou representação do posicionamento de todos os ônibus num único mapa

digital. Empresas distintas podem utilizar tecnologia de localização de veículos incompatíveis entre si, impedindo a integração dos dados.

4.2.4. Bilhetagem Eletrônica

A Bilhetagem Eletrônica necessita da confecção de milhares de cartões, colocação de validadores em todos os veículos, montagem de infraestrutura para os postos de vendas, disponibilização de rede de comunicações e equipamento de um centro de controle com computadores e bancos de dados de alta capacidade e performance. Os valores envolvidos são muito altos e deve ser analisada a forma como serão pagos. A redução inicial das fraudes, principalmente com relação às gratuidades e descontos de estudantes, além da redução de alguns custos operacionais, pode possibilitar a implantação da Bilhetagem Eletrônica sem aumentar as tarifas. Ao longo do tempo, entretanto, a manutenção e a necessidade de reposição de equipamentos pressionarão para a inclusão desses custos na tarifa, no futuro.

Outra questão importante, levantada por diversos autores, é a de quem deve ser o responsável pela gestão da Bilhetagem Eletrônica: órgão gestor, sindicato de empresários ou um órgão específico? (SILVA, 2000 e RECENA, 2006). Se gerido pelos empresários, os dados seriam disponibilizados ao órgão gestor? Quais as garantias da qualidade destas informações? Se geridos pelo poder público, esse terá condição técnica e pessoal especializado para a tarefa? Estas são questões que devem ser respondidas quando da decisão da implantação do Sistema de Bilhetagem Eletrônica pelos agentes envolvidos.

Outro questionamento quando da implantação da Bilhetagem Eletrônica é a dispensa dos cobradores. Estima-se que, com a eliminação dos cobradores, os custos totais do sistema se reduzem aproximadamente em 22% (ARAUJO, 2007). Embora pareça, à primeira vista, uma medida capaz de reduzir as tarifas, outras consequências devem ser consideradas. Relata o mesmo autor fato ocorrido em São Paulo-SP, no início da implantação da arrecadação tarifária automática, quando se optou pela retirada dos cobradores do interior dos ônibus e colocá-los em postos fixos, ao longo dos percursos. O volume de assaltos foi tanto que esses postos foram fechados, e os cobradores dispensados. Em Sorocaba, em algumas linhas a arrecadação chegou a cair em 30%, devido a um grande número de ocorrências de usuários pulando as catracas. Existiram, ainda, vários roubos de fichas, utilizadas, à época, como passagens. Além do acúmulo de tarefas para os motoristas, a medida trouxe insegurança aos

usuários e a perda dos empregos de centenas de trabalhadores. A redução do custo, entretanto, não foi repassada à tarifa.

De outro lado, a NTU (2003) aponta que a contratação de fornecedores de tecnologia para a Bilhetagem Eletrônica também apresentam alguns problemas. Na maioria das vezes, os cartões e bilhetes só podem ser adquiridos de um único fornecedor. O acesso total aos bancos de dados, sendo restrito à empresa gestora da Bilhetagem, pode inviabilizar a construção de relatórios operacionais. Da mesma forma, a falta do domínio da tecnologia dos cartões inteligentes, pelo órgão gestor do transporte público, prejudica a adoção de políticas tarifárias alternativas.

A Bilhetagem Eletrônica, entretanto, possibilita inúmeras oportunidades de novos serviços, gerando benefícios aos usuários ou melhorando a arrecadação do sistema. O mais utilizado é a implantação de um sistema de integração tarifária, seja no modo aberto (integração temporal), dentro do sistema, ou integrando com outros modos (trem, metrô, etc), permitindo aos usuários uma diminuição significativa de seus gastos com tarifas. Outras alternativas, porém, são desprezadas. Os dados gerados pela Bilhetagem Eletrônica formam um grande banco de dados que, se usados adequadamente, podem ser valiosos para apuração de indicadores operacionais. As realizações de pesquisas de demanda, a partir de dados da Bilhetagem, apresentam grandes vantagens, como as citadas por Cui (2006).

- **Redução de custos** – não envolve equipes de pesquisa, nem são necessárias aquisições de equipamentos adicionais;
- **Elevada amostra** – os dados são registrados em todos os dias, em todas as viagens; e
- **Maior frequência** – uma vez produzido o sistema automatizado para a geração dos resultados, a pesquisa pode ser realizada a qualquer tempo.

Outra utilização, aproveitando a Bilhetagem, é a exploração dos cartões inteligentes em outras atividades. Além da utilização para pagamento de passagens, pode ser utilizado para pagamentos diversos, em estabelecimentos conveniados ao sistema. Uma receita pode ser auferida cobrando uma taxa por transação efetuada nesse modo, como também resultantes da venda ou locação de validadores a esses estabelecimentos. Os cartões têm aplicação, também, como instrumento de identificação eletrônica, usados para liberação de acessos em locais restritos.

A utilização dos cartões como meio de divulgação e *marketing* também é subestimado. A venda de espaço publicitário em milhares de cartões também pode ser fonte de receitas. Mensagens educativas ou de utilidade pública também podem ser divulgadas nos cartões da Bilhetagem.

A Bilhetagem Eletrônica é uma importante ferramenta, também, para implantação de políticas tarifárias. No Brasil se utilizam os sistemas de tarifa única, por seção ou por região. A Bilhetagem Eletrônica permite a operacionalização de outras políticas de tarifação com controle e segurança adequados. Araújo (2007), considerando dois critérios fundamentais, tipo de viagem e tipo de usuário, identifica as seguintes diversidades de tarifação:

- **Tipo de viagem**

- Pela qualidade do serviço – serviços seletivos, ou que utilizam tecnologias distintas, como ônibus, micro-ônibus ou vans, podem ter preços diferenciados. A existência de confortos ou facilidades, como ar-condicionado e *Internet* a bordo, também podem usar tarifas especiais;
- Pela extensão – tarifas podem ser proporcionais às distâncias percorridas na linha;
- Por período – tarifas diferenciadas segundo o período ou momento da viagem (dia da semana, horário do dia, feriado, fora do pico, período de férias escolares, etc); e
- Especiais – tarifas específicas para eventos (esportivos, shows, feiras, congressos, etc).

- **Tipo de usuário**

- Pela condição social – podem-se usar critérios de descontos ou gratuidades segundo a condição social do usuário;
- Por categoria – preços especiais, descontos ou gratuidades de acordo com a categoria do usuário (estudantes, idosos, portadores de deficiência, operadores do sistema, policiais, etc). Pode, ainda, usar tarifas promocionais para grupos de usuários, por tempo definido (participantes de congressos, feiras).

A diversificação de tarifas, entretanto, está sujeita a algumas considerações relevantes (NTU, 2003):

- O mercado deve ser segmentado. As empresas operadoras e órgão gestor devem compreender claramente a diversificação da demanda nos distintos segmentos de usuários;
- Os custos da segmentação não devem exceder o faturamento obtido da diferenciação das tarifas;
- A prática não deve gerar resistência por parte dos usuários; e
- A diferenciação deve ter base legal.

4.2.5. *Softwares*

Embora os equipamentos de informática e comunicações apresentem problemas para a escolha e instalação, são os *softwares* que apresentam os maiores desafios. O primeiro dilema é quanto à escolha entre as opções de desenvolver o próprio *software*, adquirir de um fornecedor, ou terceirizar os serviços. Desenvolver o *software* tem grandes vantagens: a completa adequação à empresa (necessidades, integração com sistemas legados e regras de negócio) e o sigilo e confidencialidade (dados, processos, tecnologias). As desvantagens também são grandes: o custo e o prazo. Na maioria das vezes, quando decidido por utilizar um *software*, a necessidade da solução dos problemas já é urgente, e o prazo, até mais que o custo, determina a aquisição ou terceirização.

A escolha dos *softwares* é tarefa de vital importância para o sistema e deve merecer extremos cuidados. Diversos autores tratam do assunto. Dentre eles, Corrêa, Gianesi e Caon (2001) relacionam itens importantes a considerar, para a aquisição de um *software*:

- **Funcionalidades** - o *software* deve atender a todas as necessidades da empresa, aumentando a produtividade, reduzindo custos ou tempo, eliminando repetições em processos;
- **Flexibilidade** - o *software* deve se adaptar aos equipamentos e instalações já presentes na empresa;

- **Integração** - o *software* escolhido deve se integrar com outros *softwares* e bancos de dados que existam na empresa;
- **Parametrização** – deve existir a facilidade na mudança de relatórios, layout, impressões e parâmetros. Deve ainda considerar o custo para cada alteração;
- **Escalabilidade** - o *software* deve permitir o aumento gradual da capacidade das plataformas de *hardware* e sistemas operacionais, de forma que não se enfrente descontinuidades bruscas quando atingido determinado patamar. Também é importante observar o desempenho do *software* a ser potencialmente adquirido para portes maiores do que a necessidade do presente;
- **Atualização da tecnologia** - o fornecedor do *software* deve ser capaz de incorporar as novidades tecnológicas relevantes em sua solução. Por outro lado, os fornecedores que oferecem a tecnologia mais avançada cobram por isso e a empresa pode pagar por uma solução que jamais vai utilizar;
- **Facilidade de customização** - algum nível de customização será necessário, tanto durante a implantação quanto ao longo do uso normal do sistema. Para este nível de customização é importante identificar se a tecnologia em que se apóia o sistema oferecido exige que seja usado um especialista externo, um especialista interno ou se o próprio usuário pode executar a customização;
- **Rapidez de processamento** - é importante analisar os tempos de processamento para processar rotinas pesadas, verificando se atendem aos requisitos funcionais do projeto;
- **Facilidade de uso** - aspectos relacionados à “*user-friendliness*” (facilidades de uso), como presença de interfaces gráficas, menus inteligentes, navegação simples e direta, *help on line* (ajuda ao usuário nas telas do sistema), documentação e manuais atualizados e fáceis de consultar (se possível *on line*) são todos aspectos que fazem de uma solução ser de fácil utilização;
- **Treinamento** - o treinamento é fundamental para o bom uso do *software*. A capacitação do usuário para explorar ao máximo os recursos do sistema é indispensável;
- **Documentação** – os sistemas e *softwares* devem ser acompanhados de detalhada documentação de implantação e modos de uso; e
- **Suporte** - nenhum sistema se mantém sem suporte. São diversas as razões que demandam suporte, como por exemplo: dúvidas dos usuários para a operação, algum

problema de indisponibilidade ou até mesmo erro em alguma de suas funcionalidades que devem ser corrigidas.

O CIVITAS *Secretariat*, em seu documento, *Innovative Information Systems For Public Transport* (2010), com a visão do transporte público, recomenda a execução de medidas para implantação de novos sistemas de informação, os quais devem considerar os seguintes passos no roteiro de implantação, como medidas de apoio para melhorar a sua eficácia, bem como para identificar um cronograma realista para a implementação.

- Coletar as informações necessárias:
 - Análises do estado da arte das tecnologias de informação disponíveis, estruturas organizacionais, as partes interessadas e esquemas de financiamento sustentáveis para estabelecimento, operação e manutenção das medidas;
 - Avaliação da situação atual da infraestrutura de informações do sistema de transporte público e a taxa de aceitação de seus usuários; e
 - Análise das necessidades específicas do usuário, incluindo a análise de padrões de origem, destino das necessidades dos idosos, pessoas com mobilidade condicionada e utilizadores com necessidades especiais.
- Especialmente em relação à concepção e implementação de multimodais e multi-operador de sistemas de informação, é importante estabelecer uma cooperação estreita e relação de confiança entre os parceiros;
- Iniciar as decisões formais necessárias e organizar a equipe de implementação;
- *Design* da arquitetura global do sistema:
 - Definir as especificações técnicas e funcionais de um sistema integrado de informações;
 - Decidir sobre a informação oferecida e o formato; e
 - Selecionar locais e meios de comunicação onde as informações devem ser oferecidas.
- Designar especialistas para o desenvolvimento e implantação dos novos serviços;
- Desenvolvimento dos serviços de informação em detalhe:
 - Definição dos dados a serem adquiridos;

- Desenvolver o modelo contratual e de negócios para técnicos, fornecedores de equipamentos, empreiteiros e prestadores de serviços;
 - Criar de um esquema operacional;
 - Projetar o *software* necessário;
 - Definir o formato e as características de como os dados serão fornecidos;
 - Estabelecer de uma campanha de *marketing*; e
 - Definir a estratégia de monitoramento e avaliação.
- Testes de carga do sistema (em uma escala menor);
 - A instalação do sistema (em uma escala maior);
 - Promoção de novos serviços de informação; e
 - Avaliação:
 - Acompanhamento da confiabilidade e precisão dos dados fornecidos;
 - Acompanhamento dos custos e benefícios do sistema instalado em comparação com uma base caso correspondente à medida não tendo sido implementada; e
 - Avaliação da satisfação do cliente.

4.3. ASPECTOS CONTRATUAIS

Muitos são os problemas que podem advir de uma má escolha dos fornecedores de soluções tecnológicas, dentre elas a perda de controle da qualidade da informação. Esta seção trata de considerações importantes relativas à escolha dos fornecedores de tecnologia, compra de equipamentos e cuidados na contratação.

4.3.1. Fornecedores

O fornecedor pode não ter a competência ou idoneidade apregoada, ou ainda não se adaptar à cultura do contratante. Devem ser considerados os riscos de perda da autonomia e do controle sobre custos crescentes (renovações de contrato e pressão das áreas usuárias para aumentar a área de cobertura), falta de planos de contingência, vazamento de informações confidenciais, acidental ou intencional.

A solidez da empresa eventual fornecedora é um critério de enorme importância. Em um mercado que se encontram muitos profissionais sérios, mas também muitos aventureiros. Nenhum contratante certamente deseja ver-se frente ao problema de adquirir um sistema hoje e em pouco tempo ficar sem apoio porque seu fornecedor não se encontra mais no mercado. Cercar-se de evidências que comprovem a saúde da empresa e fôlego financeiro são imprescindíveis (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2001). O fornecedor de tecnologia deverá ainda estar completamente envolvido na instalação e ser capaz de fazer ajustes necessários que garantam o bom desempenho dos equipamentos e sistemas.

4.3.2. Equipamentos

Um cuidado importante na aquisição de equipamentos é evitar a obsolescência prematura. Ao adquirir o equipamento deve-se observar se está em conformidade com padrões reconhecidos, a fim de garantir que permanecerá útil e compatível com outros dispositivos no futuro. O uso de padrões estabelecidos permitirá mudanças e atualizações mais facilmente no futuro ou até a mudança do fornecedor da tecnologia.

A manutenção dos equipamentos representa um componente importante do custo no ciclo de vida do sistema. Ao garantir que todo o equipamento está em conformidade com os padrões, os serviços de reparação podem ser obtidos competitivamente ao invés de serem limitados àqueles disponíveis somente a partir do fornecedor original.

4.3.3. Contratos

A negociação para a contratação de serviços de tecnologia deve englobar a solução como um todo, não apenas o *software* ou equipamento. Deve-se fazer constar no contrato exigências sobre capacitação e dedicação da equipe de apoio, cronogramas detalhados, além dos preços. A clara definição do canal de comunicação entre o contratante e o prestador de serviço deve ser bem definida. Planos de contingência e condições para rescisão do contrato também são pontos importantes. A negociação ainda deve considerar a responsabilidade das partes e limites de obrigações. Precauções extras devem ser tomadas com as responsabilidades por danos e questões trabalhistas (contrato, registro, recolhimento de encargos) uma vez que, em última instância, o contratante é preposto do prestador de serviços.

No caso da contratação de serviços por parte dos órgãos públicos é importante a caracterização do objeto a ser contratado com todas as especificações que o constitui em um Termo de Referência. Nele deverão estar contidos elementos capazes de propiciar a avaliação do custo diante de orçamento detalhado, considerando os preços praticados no mercado, a definição dos métodos, a estratégia de suprimento e o prazo de execução do contrato (art. 8, inciso II, Decreto 3.555 08/08/2000 PR).

Um Acordo de Nível de Serviço - ANS (em inglês, *Service Level Agreement* - SLA) é um acordo firmado entre a área de TI e seu cliente, que descreve o serviço, suas metas de nível de serviço, além dos papéis e responsabilidades das partes envolvidas no acordo. O ANS deve estar presente no Projeto Básico ou Termo de Referência, e deverá conter os procedimentos de fiscalização e de gestão da qualidade do serviço, especificando-se os indicadores e instrumentos de medição que serão adotados pelo órgão ou entidade contratante e deve ser revisado periodicamente para certificar-se de que continua adequado ao atendimento das necessidades.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas do transporte público são muitos. A tecnologia, muitas vezes, é vista como “a solução”, principalmente quando apresentada pelos vendedores. O uso da tecnologia realmente contribui para a melhoria da eficiência e confiabilidade do sistema de transporte, mas na urgência de resolver esses problemas, os gestores, não habituados a lidar com os recursos tecnológicos envolvidos, não se apercebem de uma série de cuidados e procedimentos que devem ser adotados, para que os benefícios sejam, de fato, conseguidos. Cada tecnologia, cada equipamento, precisa de cuidados na implantação, na manutenção e no manuseio. Usar tecnologia é caro, e recursos públicos não podem ser desperdiçados. Fazer com que os usuários paguem por recursos tecnológicos, na tarifa do transporte, sem que os resultados benéficos sejam conseguidos, é inaceitável. Esse Capítulo tratou de algumas questões que devem ser observadas na contratação, implantação e uso de tecnologias aplicadas ao transporte público. O tema, evidentemente, não está limitado a apenas estas questões apresentadas. Muitas outras não foram tratadas, existem casos específicos. Algumas tecnologias sequer são consideradas atualmente. No futuro, novas tecnologias virão, e novas questões deverão ser levantadas. Esse trabalho espera contribuir para alertar os responsáveis

pela escolha e implantação das tecnologias no transporte público para essas questões levantadas, em particular, e lembrar que os benefícios da tecnologia não são produtos apenas da existência dos recursos, no geral. É necessário saber escolher, saber usar e como manter funcionando.

5. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA AOS TRANSPORTES PÚBLICOS PELO BRASIL

5.1 INTRODUÇÃO

A importância e os benefícios da utilização da TI em sistemas de transportes são fartamente demonstrados em toda a bibliografia pesquisada. Não é difícil de encontrar projetos que utilizam recursos da tecnologia da informação empregados no transporte público. São vários os trabalhos apresentados em congressos e na literatura especializada que apresentam experiências realizadas em empresas e órgãos gestores de transporte (BOHUSH *et al*, 2011; BRASIL e RESENDE, 2011; COUTO e CARVALHO, 2011; MARQUES, 2011; SANTOS *et al*, 2010; MONTEIRO *et al*, 1999; DRUMOND e MOURA JUNIOR, 2007; BATISTA, 2007). Esses projetos, entretanto, têm alcance limitado, focam problemas específicos e, quase sempre, são apresentados como ainda em fase de planejamento, ou em estágio inicial de implantação. Por outro lado, não há maiores informações sobre a real utilização destes recursos nas cidades brasileiras. Não é difícil, também, encontrar notícias em jornais de que este ou aquele novo recurso tecnológico será implantado em uma cidade, ou que está funcionando em fase de testes. Raras são as informações sobre os resultados.

Inicialmente, para esse trabalho, foi planejado um levantamento da influência do uso de alguns recursos tecnológicos na melhoria da qualidade do serviço de transporte público. Usar indicadores de qualidade medidos antes e após a implantação dessas tecnologias, e comparar os resultados. A pesquisa seria feita em algumas cidades brasileiras de médio porte. Levantamentos preliminares, entretanto, demonstraram a inviabilidade de execução desse planejamento. Além da Bilhetagem Eletrônica, poucos recursos tecnológicos relevantes estavam em pleno funcionamento, nas cidades inicialmente escolhidas, João Pessoa-PB e Natal-RN. Na primeira, por exemplo, embora com alguma experiência em rastreamento de ônibus por GPS, nunca teve o funcionamento de um sistema de localização automática de veículos (AVL) em funcionamento normal. Dados operacionais também não estavam disponíveis nos órgãos gestores, na qualidade adequada, para avaliar o desempenho do sistema antes e depois. Só foi conseguido o acesso a dados mais gerais do sistema, como passageiros transportados e quilometragem rodada mensais. Informações detalhadas, viagem a viagem, estavam dispersos e de difícil manuseio.

Face à dificuldade de seguir com o planejamento inicial, o presente trabalho mudou o foco da pesquisa, e passou a buscar informações sobre a existência, ou não, do uso de recursos tecnológicos pelos órgãos gestores do sistema em uma amostra mais abrangente de cidades, através da divulgação que fazem na *Internet*. Para completar a pesquisa, foi tomado como estudo de caso o sistema de transporte público da cidade de João Pessoa, no Estado da Paraíba. Desse modo, procurou-se, além de validar a pesquisa mais geral, procurando conferir se as conclusões obtidas representam a realidade local, além de identificar quais os recursos de tecnológicos estavam já em uso, e as dificuldades enfrentadas para levar a cabo a tarefa de implementar essas tecnologias capazes de trazer os benefícios para os usuários do sistema.

5.1.1. Metodologia da Pesquisa

A pesquisa objetivou verificar a disponibilização, nas diversas cidades, de dois serviços importantes: o SIU (Sistema de Informações aos Usuários) e o SBE (Sistema de Bilhetagem Eletrônica).

Segundo Magalhães (2008), a informação ao usuário é elemento chave no sucesso da implantação das medidas de gerenciamento da demanda por viagens, assumindo que a mudança de comportamento de diferentes indivíduos quanto a seus hábitos de viagens acontecerá de forma mais eficaz se ocorrer o aumento do conhecimento, ou de informação sobre as alternativas de viagens disponíveis.

Por outro lado, segundo Araújo (2007), um sistema de transporte público ideal seria aquele que proporcionasse as viagens entre dois locais quaisquer de forma direta, sem transbordo, contudo normalmente impossível de ser realizado com frequências aceitáveis. Em razão dessa impossibilidade prática, a integração física e tarifária nas diversas linhas do sistema se faz necessária. Um terminal fechado é, normalmente, a melhor solução para se promover a integração física, permitindo que os usuários possam trocar de ônibus sem necessidade de pagar nova passagem. A integração tarifária deve ser realizada com o emprego de sistemas automáticos de cobrança de tarifas, no interior dos veículos e nos terminais. Nesse contexto pode-se afirmar que o SBE é uma ferramenta importantíssima, pois atua como elemento facilitador da mobilidade dos cidadãos.

A existência desses dois sistemas, em funcionamento adequado, indica que boa parte das tecnologias apresentadas nesse trabalho está disponível para o órgão gestor, e é utilizada. Um SIU bem estruturado, que disponibilize informações precisas aos usuários, pressupõe a utilização de diversas tecnologias. A informação do horário de passagem dos ônibus nos pontos de parada ou terminais exigem um avançado e bem equipado Sistema de Localização Automática (AVL), muito provavelmente usando tecnologia de GPS e comunicação de dados. Por consequência, um AVL bem utilizado implica na utilização de tecnologias aplicadas também ao planejamento e controle: infraestrutura de informática, banco de dados, *softwares*, e sistemas de informações geográficas. O SBE, por sua vez, indica que existe um banco de dados atualizado de dados financeiros e operacionais do sistema de transportes, também importantes para o planejamento e programação.

A pesquisa partiu do pressuposto de que é do maior interesse dos órgãos gestores a divulgação dos dois sistemas, o SIU e SBE. Desta forma, é de supor que, além de divulgação na imprensa, informações detalhadas devem estar disponíveis na *Internet* para o acesso pelos usuários. Os endereços digitais mais adequados a esta divulgação são os *websites* das prefeituras municipais ou órgãos gestores. A pesquisa procurou identificar a disponibilização de serviços de informação aos usuários sobre linhas, itinerários e horários nestes *websites*, bem como informações e serviços relativos à bilhetagem eletrônica. Para completar a pesquisa foi visitado um órgão gestor do transporte público, como exemplo, a fim de validar as informações obtidas dos *websites*, confirmando se estão coerentes com a realidade do uso da tecnologia da informação, para a gestão e controle do transporte público.

Por essa metodologia não foi possível identificar maiores detalhes quanto ao uso de tecnologias diretamente aplicadas aos veículos, nem as relacionadas com contadores automáticos de passageiros (sensores) e vigilância. Isso só seria possível com visitas aos órgãos gestores, para a identificação da disponibilidade e utilização dessas tecnologias, o que não se mostrou viável, para esse trabalho.

5.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Embora várias cidades brasileiras apareçam na bibliografia com experiências de Sistemas Inteligentes de Transporte, foram escolhidas para a amostra da pesquisa as capitais

de cada estado, de forma a abranger todo o país. A escolha das capitais também se justifica porque são estas as cidades, em cada estado, de forma geral, as que têm mais recursos, tanto financeiros como tecnológicos, para implantação dos ITS.

A pesquisa foi realizada nos meses de agosto e setembro de 2012, acessando os *websites* das prefeituras das capitais, buscando as páginas relativas às secretarias de transportes ou similares, órgãos de gerência do transporte público quando o caso, e dos gestores da bilhetagem eletrônica. Foram buscadas informações apenas do modal ônibus. Não foram levantados dados em *websites* de empresas operadoras, apenas em sindicatos ou associação de empresas quando estes são os operadores da bilhetagem eletrônica. Com relação às empresas operadoras, embora muitas utilizem recursos de tecnologia, esses são mais voltados à gerência da frota, com ênfase na redução de custos e controle da receita. Embora algumas melhorias sejam conseguidas para os usuários com a implantação de tecnologias pelas empresas, os efeitos no planejamento, programação e controle do sistema, os mais importantes para o usuário, só ocorrem pela ação dos órgãos gestores.

Diante da variedade de *layouts* e apresentação das páginas dos *websites*, a pesquisa tentou simular o comportamento de um usuário de conhecimento médio do ambiente da *Internet*, no acesso a esses *websites*. As informações observadas e coletadas foram aquelas que apareceram de forma clara e, ao menos, indicadas nas páginas iniciais. Foram as seguintes as informações procuradas:

Com relação ao SIU

- **Linhas** – Relação das linhas do sistema de transporte público;
- **Itinerários** – Itinerários das linhas de ônibus, incluindo a relação das vias por onde circulam os veículos, sejam em forma de listagens completas ou individualizadas, por escolha do usuário;
- **Quadros horários** – Relação de horários de partida dos ônibus no terminal principal de cada linha;
- **Linhas X Ponto** – Informações de quais linhas de ônibus passam por um local escolhido (endereço ou ponto de parada);

- **Localização em mapa** – Mapa digital mostrando o itinerário de uma linha escolhida pelo usuário, incluindo os veículos daquela linha, em tempo real;
- **Roteirizador** – Funcionalidade que permita ao usuário identificar a melhor rota de um ponto a outro da cidade, utilizando o transporte público;
- **Previsão de horário** – Funcionalidade que permita identificar o tempo que falta para que o(s) próximo(s) ônibus de uma determinada linha passe no local escolhido pelo usuário, seja parada ou terminal;
- **SMS** – Serviço de mensagens capazes de responder a solicitações dos usuários por meio de mensagens via aparelhos celulares, ainda que pagos;
- **WAP** – Serviço que permita a pesquisa de horários, ou tempo de passagem do próximo ônibus num ponto, através de aparelhos celulares ou *smartphones* com acesso a *Internet*; e
- **Aplicativo** – Disponibilização de aplicativo a ser instalado em *smartphones* com a funcionalidade de disponibilizar informações de horários ou tempo de passagem do próximo ônibus;

Com relação ao SBE

- **Integração temporal** – Existência da possibilidade da integração temporal;
- **Vendas on-line para pessoa física** – Funcionalidade de venda de créditos, através da *Internet*, para pessoas físicas, incluindo estudantes; e
- **Vendas on-line para pessoa jurídica** – Funcionalidade de venda de créditos para vale transporte, através da *Internet*, para pessoas jurídicas, destinando-os aos seus funcionários.

Uma observação importante é de que, se existem vendas on-line, isso pressupõe que o usuário faz a compra de créditos sem estar, necessariamente, de posse do seu cartão. Isso indica que a carga dos créditos no seu cartão se dará a bordo dos veículos.

O Quadro 5 a seguir mostra a tabulação da pesquisa da existência dos Sistemas de Informação ao Usuário (SIU) e da Bilhetagem Eletrônica (SBE), cujos dados são discutidos a seguir, a partir de informações constantes nos *websites* dos órgãos gestores do sistema de transporte público, ou gestores da Bilhetagem, nas capitais brasileiras.

Quadro 5. Pesquisa de Serviços de Informações em Websites de Órgãos Gestores do Transporte Público

SERVIÇO		AC – Rio Branco	AL - Maceió	AM – Manaus	AP – Macapá	BA – Salvador	CE – Fortaleza	DF – Brasília	ES – Vitória	GO – Goiânia	MA – São Luís	MG – Belo Horizonte	MS – Campo Grande	MT – Cuiabá	PA – Belém	PB – João Pessoa	PE – Recife	PI – Teresina	PR – Curitiba	RJ – Rio de Janeiro	RO – Porto Velho	RN – natal	RR – Boa Vista	RS – Porto Alegre	SC – Florianópolis	SE – Aracaju	SP – São Paulo	TO - Palmas	Σ	%
SIU	LINHAS	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X				X	X	X	X		19	70,4
	ITINERÁRIOS		X			X	X	X	X	X		X	X	X	X		X		X	X				X	X	X	X		17	63,0
	QUADROS HORÁRIOS					X	X	X		X														X	X	X	X		8	29,6
	LINHASxPONTO									X		X					X										X		1	14,8
	LOCALIZAÇÃO EM MAPA																										X		1	3,7
	ROTEIRIZADOR									X		X															X		3	11,1
	PREVISÃO DE HORÁRIO								X	X																	X		3	11,1
	SMS									X																			1	3,7
	WAP									X																			1	3,7
	APLICATIVO																		X										1	3,7
SBE	INTEGRAÇÃO TEMPORAL	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X		X		25	81,5
	VENDAS ON-LINE PESSOA FÍSICA	X		X	X	X		X	X		X			X	X	X	X		X					X	X	X	X	X	16	59,3
	VENDAS ON-LINE PESSOA JURÍDICA	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	23	85,2

5.3. ANÁLISE DOS DADOS

As análises dos dados pesquisados, representados no Quadro 5, levaram a algumas constatações e outras tantas suposições, como a seguir.

5.3.1. Sistema de Informação ao Usuário (SIU)

- **Linhas** – um total de 70,4% dos *websites* possui informações das linhas existentes no sistema. Esta informação é de simples obtenção e não necessita nenhum recurso tecnológico. É uma informação quase estática, muda com muito pouca frequência. Os documentos de concessão ou autorização das linhas já contêm estas informações. Uma razoável quantidade das cidades pesquisadas (29,6%) não divulgar esses dados em seus sites institucionais demonstra algum descaso com a informação ao usuário do transporte público, ou dificuldades com o uso da *Internet*. A Figura 24 mostra exemplo com parte da tela do *website* do órgão gestor na cidade de João Pessoa-PB, onde são mostradas as linhas de cada empresa operadora.



Linha	Bairro
002	Roger
103	Gramame
105	Cidade dos Funcionários
109	Rua do Rio
113	Gramame
116	Colinas do Sul
501	Colinas do Sul – CEHAP
1510	Circular
5110	Circular
A002	Alto Roger

Figura 24. Tela de *website*/Linhas de ônibus por empresa
 Fonte: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semob/onibus/>

- **Itinerários** - a divulgação dos itinerários das linhas, que também não necessitam de tecnologias para a sua identificação, só são divulgadas por 63% das cidades pesquisadas. Embora o itinerário seja conhecido pelo usuário cativo de cada linha, a divulgação pode ser útil para dirimir dúvidas de roteiros, nomes de ruas, referências, bem como ajudar aqueles usuários eventuais. Na pesquisa foram encontrados diversos *websites* independentes que apresentam informações sobre o transporte público. Entre eles, um exemplo é o MobFloripa (<http://www.mobfloripa.com.br>), que reúne diversas informações sobre a mobilidade urbana, inclusive os itinerários do sistema de transporte público da cidade de Florianópolis. *Websites* desse tipo, porém, não foram considerados na pesquisa, pois devido ao seu caráter não oficial, não apresentam a confiabilidade necessária, tal qual a um mantido pelo órgão de gerência do transporte público. Embora sejam úteis para os usuários, não demonstra nenhum esforço tecnológico empreendido pelo órgão gestor.

A forma de apresentação dos itinerários varia bastante, nos *websites*. Alguns são simples listas das vias do percurso da linha, como em Campo Grande-MS (Figura 25). Já em Goiânia-GO, a apresentação é de uma forma mais esquemática (Figura 26). Outros, ainda, como em Porto Alegre-RS, apresenta o itinerário em um mapa digital (Figura 27). Todos possuem algum tipo de ferramenta para escolher a linha desejada.

Linhas, Horários e Itinerários

Selecione o nome da linha: ou número da linha: **Pesquisar**

80 Aero Rancho/Gen. Osorio

Ida	Volta
TERMINAL GENERAL OSORIO	TERMINAL AERO RANCHO
RUA ALEGRETE	AVENIDA MARECHAL DEODORO
RUA VINTE CINCO DE DEZEMBRO	AVENIDA BANDEIRANTES
RUA VINTE CINCO DE DEZEMBRO	RUA VINTE E SEIS DE AGOSTO
AVENIDA MATO GROSSO	RUA SETE DE SETEMBRO
RUA TREZE DE MAIO	RUA QUATORZE DE JULHO
RUA QUINZE DE NOVENBRO	RUA ANTONIO MARIA COELHO
AVENIDA JOAO ROSA PIRES	RUA BAHIA
AVENIDA AFONSO PENNA	AVENIDA CORONEL ANTONINO
RUA GUIA LOPES	
RUA BRILHANTE	
AVENIDA MARECHAL DEODORO	
TERMINAL BANDEIRANTES	
AVENIDA MARECHAL DEODORO	
TERMINAL AERO RANCHO	

Segunda à Sexta Sábado Dom. e Feriado

Plano Funcional Segunda à Sexta

Figura 25. Informação de itinerário/Campo Grande-MS
 Fonte: <http://www.capital.ms.gov.br/agetrans/arquivo/transporte-publico>



Figura 26. Informação de itinerário/Goiânia-GO

Fonte: <http://www.rmtcgoiania.com.br/citybus/linhas-e-trajetos?buscar=905>

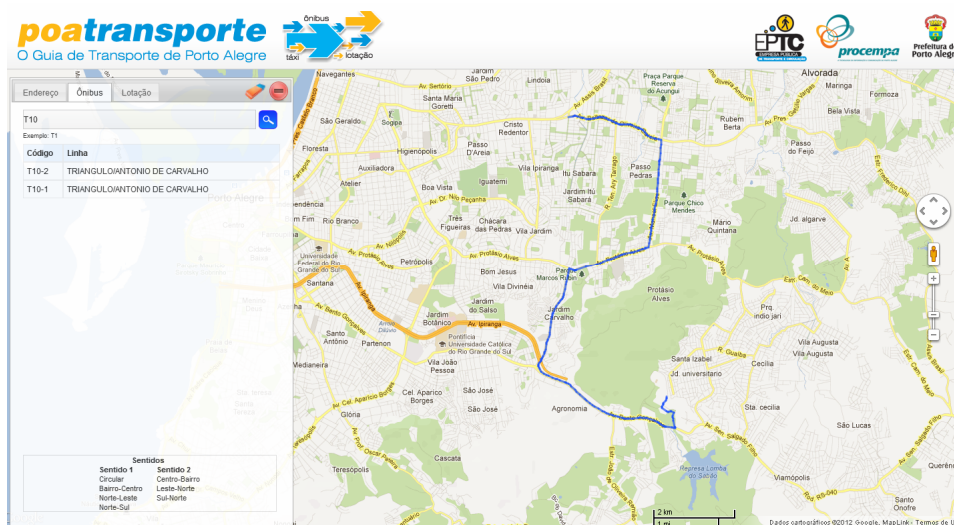


Figura 27. Informação de itinerário/Porto Alegre-RS

Fonte: <http://www.poatransporte.com.br/>

- **Quadros horários** - Apenas 29,6% das cidades pesquisadas divulgam os horários das linhas. Como os horários são pré-determinados nas Ordens de Serviço Operacional, a

sua obtenção também não apresenta dificuldades para o órgão gestor. Altos índices de cumprimento de viagens e a regularidade do sistema são informações de grande interesse de divulgação por parte dos órgãos gestores. A divulgação dos horários previstos reforça a boa imagem do sistema perante os usuários. A ausência da divulgação, por outro lado, pode indicar falha no controle do sistema, e baixo índice de cumprimento do quadro horário. A Figura 28 mostra a imagem do *website* da BHTRANS, órgão gestor do transporte público em Belo Horizonte - MG, quando solicitado o quadro horário de uma linha.

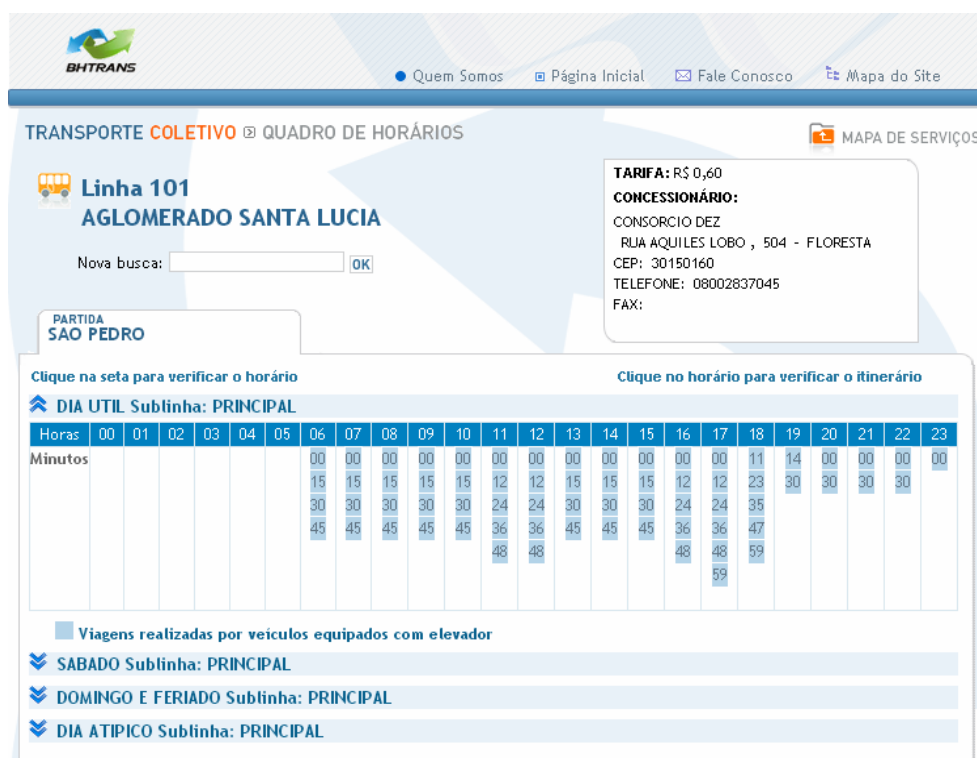


Figura 28. Informação de quadro horário/Belo Horizonte - MG

Fonte: http://servicosbhtrans.pbh.gov.br/bhtrans/servicos_eletronicos/transporte_qh_resultado.asp?linha=101#

- **Linha x ponto** – Quatro cidades possuem um serviço que mostra a relação de linhas que passam em um local escolhido pelo usuário (14,8%). Este serviço intui a existência de um banco de dados que relaciona os pontos geográficos (endereços) ou locais pré-cadastrados (pontos de parada), com os itinerários das linhas. O funcionamento eficiente desse sistema indica um bom serviço de atualização da base

de dados. Um exemplo desse serviço é mostrado na Figura 29, obtido do *website* da Grande Recife, gestor do transporte público da Região Metropolitana do Recife-PE.

The screenshot shows the website of Grande Recife, a public transport authority. The header includes the logo and navigation links. The main content area is titled 'ITINERÁRIO | LINHAS X EMPRESAS'. A search bar shows 'Parada: 010031 - Paulo Guerra' with a 'Visualizar' button. Below the search bar are buttons for 'imprimir' and 'ok'. A table titled 'LINHAS' lists bus lines and their fares.

Linha	Nome	Tarifa
72	Candeias (Opcional)	4,00
20	Candeias/Dois Irmãos	3,25
69	Conjunto Catamarã	2,15
62	Jardim Piedade	2,15
63	Jardim Piedade (Bacurau)	2,15
10	Piedade/Shopping Center	2,15
1	Ponte dos Carvalhos/Prazeres (Barra de Jangada)	2,15

Figura 29. Informação de linhas por local escolhido/Recife-PE

Fonte: http://200.238.84.28/site/consulta/itinerarios_linhas_parada.asp?codigo_parada=6659

- **Localização em mapa** - A localização dos ônibus de uma linha em mapa digital, apresentado pela cidade de São Paulo-SP (3,7%), demonstra a existência de um sistema AVL. Se a informação é apenas da localização dos veículos, o usuário terá que avaliar sozinho o tempo de espera no ponto desejado. Se, além da posição do veículo, apresenta a previsão de horário de passagem por um ponto específico, então o sistema possui uma utilidade muito maior, embutindo algoritmos especializados e processamentos sofisticados. A ferramenta permite escolher a linha e mostra a posição dos veículos naquela linha, em tempo real. A Figura 30 mostra um exemplo.

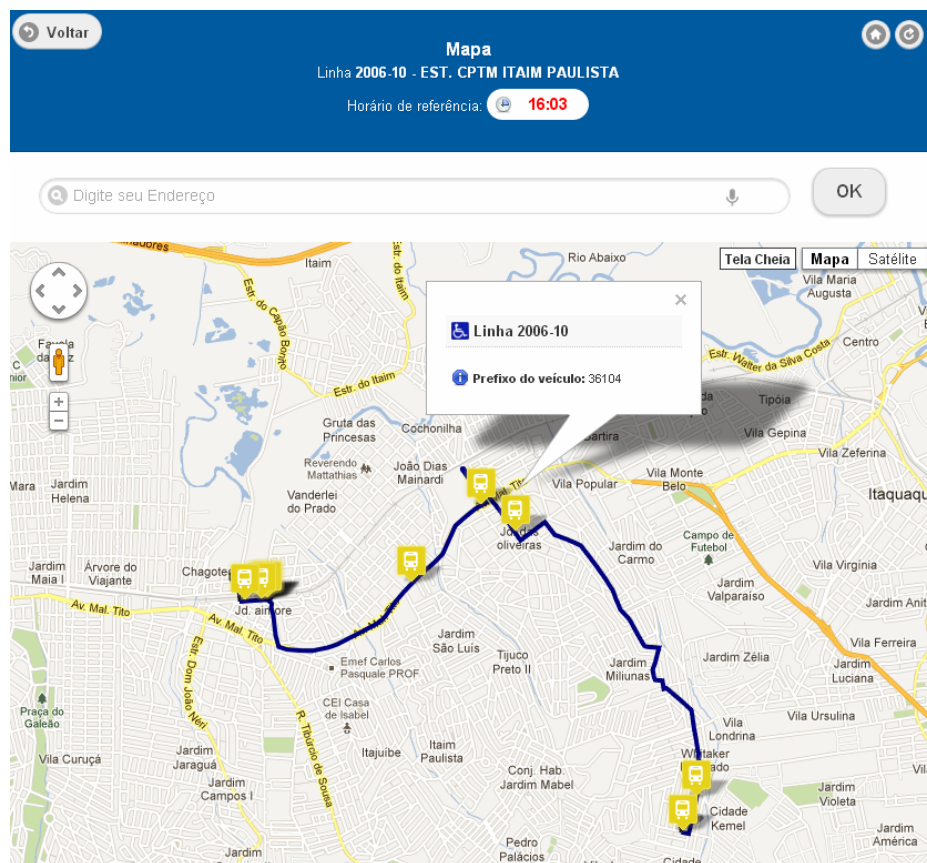


Figura 30. Informação de posicionamento de ônibus em uma linha/São Paulo-SP
 Fonte: <http://olhovivo.sptrans.com.br/#sp%3Fcat%3DMapa%26l%3D895%26s%3D2006-10%26sc%3DEST.%20CPTM%20ITAIM%20PAULISTA%26nc>

- **Roteirizador** - um serviço de roteiros só foi encontrado em três das cidades pesquisadas. Este serviço tem um funcionamento semelhante aos equipamentos de GPS, utilizado em automóveis. A busca de informações de como chegar a um local desejado a partir de uma posição escolhida está entre as funcionalidades mais desejadas pelos usuários, juntamente com a previsão de horários, com relação aos serviços de transporte público. A Figura 31 mostra exemplo, do resultado de uma pesquisa de roteiro, utilizada pela SPTRANS (São Paulo-SP).



Figura 31. Roteiro para viagem de ônibus/São Paulo-SP

Fonte: <http://www.sptrans.com.br/itinerarios/>

- **Previsão de Horário** - Serviços de previsão de horários são os mais avançados de um SIU. Este serviço, presente em 11,1% da amostra, implicam na utilização de um sistema de localização automática (AVL), um sistema de informações geográficas (SIG), bancos de dados e *softwares* especialistas. Todos estes sistemas funcionando em conjunto intuem a existência de uma boa infraestrutura de informática no órgão gestor. A previsão de horários é o processo mais complexo, em termos de processamento e exigências de dados e recursos. Somente com uma base de dados atualizada e *softwares* eficientes é possível disponibilizar um serviço desta envergadura com confiabilidade. A Figura 32 mostra exemplo, encontrado na cidade de Vitória-ES, que mostra o tempo de espera pelos próximos ônibus, em um ponto escolhido pelo usuário.

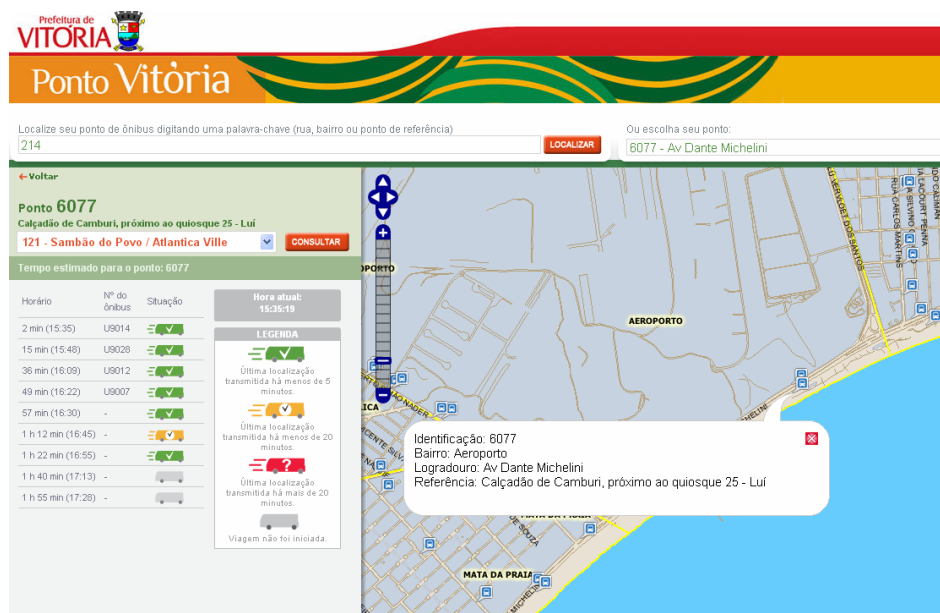


Figura 32. Previsão de horário/Vitória-ES
Fonte: <http://rast.vitoria.es.gov.br/pontovitoria/#>

- **SMS/WAP/Aplicativos** - Serviços de SMS (serviço de mensagens), WAP (serviços de *Internet* para celulares), e disponibilização de aplicativos para *smartphones*, estavam presentes em apenas uma cidade (3,7%), cada. Segundo dados da ANATEL (2012), o Brasil já conta com mais de 259 milhões de aparelhos celulares, dos quais 52 milhões com tecnologia 3G (WCDMA), com acesso à *Internet*. Os aparelhos celulares devem, em futuro próximo, serem os meios mais comuns para a busca de informações. Os recursos de bancos de dados e algoritmos usados para a disponibilização de previsão de horários nos *websites* são semelhantes aos necessários para o uso em aplicativos para *smartphones*. Nesse caso, não disponibilizar os aplicativos revela falta de interesse, ou capacitação do corpo técnico do órgão gestor, no desenvolvimento de aplicativos voltados para estas novas plataformas. Embora os *websites* também possam ser acessados pelos *smartphones* e *tablets*, a visualização não é adequada, devido à diferença de tamanho das telas, entre um computador e o aparelho móvel. Novas tecnologias para a construção de sites “responsivos”, incluem a capacidade das páginas *web* se adaptarem ao aparelho utilizado. O *website* de São Paulo-SP, denominado “Olho Vivo” é um exemplo.

Apenas um aplicativo para *smartphone*, distribuído por órgão gestor foi encontrado na pesquisa, em Curitiba-PR. Esse aplicativo utiliza os quadros horários das linhas para

apresentar previsão de saída dos ônibus dos terminais. Não utiliza a posição real dos ônibus, o que torna o resultado apresentado pouco confiável. A Figura 33 mostra exemplo da imagem do resultado de uma consulta nesse aplicativo.

Próximo Ônibus Curitiba

FANNY - 621

13:09

Tempo restante:00:02:55

Próximos Horários

13:27

13:45

Tabela de Horários

00:00

05:20

05:40

05:57

06:11

06:24

06:38

06:51

07:05

07:18

07:32

07:45

07:59

08:12

08:26

08:39

08:57

09:15

09:33

09:51

10:09

10:27

10:45

11:03

11:21

11:39

11:57

12:15

12:33

12:51

13:09

13:27

13:45

Figura 33. Aplicativo para celular/Curitiba-PR

Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.erickfelipebrites.proxonibuscuritiba>

5.3.2. Sistema de Bilhetagem Eletrônica

- Integração Temporal** - Todas as capitais brasileiras já possuem serviços de Bilhetagem Eletrônica (NTU, 2010). Isto, por si só, indica a existência de uma estrutura de TI para suportá-la. Na maioria delas, a operacionalização e comercialização é feita pelos sindicatos de empresas e não pelo poder público através do órgão gestor dos transportes, embora sob supervisão destes. Informações sobre a Bilhetagem Eletrônica, incluindo os preços, tipos de cartões e locais de vendas são disponibilizados à população usuária, de forma fácil e objetiva nos *websites* dos operadores da Bilhetagem. A pesquisa procurou identificar se, além da Bilhetagem Eletrônica, estava presente a possibilidade da integração temporal, para os usuários do sistema. Não foram encontradas informações sobre integração temporal em cinco das 27 cidades pesquisadas (18,5%): Vitória-ES, São Luís-MA, Porto Velho-RO, Aracaju-SE e Palmas-TO. A existência da Bilhetagem e inexistência da integração, por outro lado, indica que a tecnologia está subutilizada, visto que os recursos tecnológicos já

instalados são capazes de promover esse benefício aos usuários. Ou, por outro lado, não existe por uma decisão de política do órgão gestor.

As demais cidades (81,5%) já dispunham da integração temporal. Foi verificado, também, que o padrão da integração temporal varia bastante em relação ao tempo limite entre o primeiro e o segundo registro nos validadores, dos dois ônibus. Esse tempo varia desde um tempo fixo (60 minutos, por exemplo) até um tempo proporcional ao percurso da viagem. As restrições de integração entre linhas também variam. Uma matriz de integração é comum. Essas variações, com certeza, influem na abrangência do sistema.

- **Vendas *on-line*** - A maioria das cidades pesquisadas já possuem o serviço de vendas de créditos da bilhetagem eletrônica para o vale transporte às pessoas jurídicas através da *Internet* (85,2%). Um total de 59,3% das cidades pesquisadas permitia a venda, também, de créditos a pessoas físicas. A venda de créditos via *Internet* implica que existe recarga a bordo dos ônibus. Não foi possível identificar se cidades que não disponibilizam a venda *on-line* permitiam a recarga a bordo.

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não encontrar serviços ou informações nos *websites* dos órgãos gestores não significam, evidentemente, que eles não existam. Eles podem ser fornecidos por outros órgãos ou até por empresas operadoras, ou outras entidades independentes. As ausências destas informações nos *websites* dos órgãos gestores, entretanto, podem significar a inexistência do serviço ou, pelo menos, descaso com a informação ao usuário. A primeira opção do usuário interessado em buscar informações sobre o transporte público na *Internet* é procurar no *website* do órgão gestor. Se a informação existe e se encontra em outro endereço, a página deveria, ao menos, ter esta indicação.

Durante a pesquisa foram encontradas várias matérias de jornais dando conta do início de implantação de sistemas de rastreamento de frota por GPS, colocação de painéis indicativos de chegada de ônibus em terminais, e outras novidades tecnológicas. Nos *websites* dos órgãos gestores, entretanto, nenhuma informação foi encontrada que indicasse o resultado

de tais medidas. Isso parece indicar que se tratavam de sistemas em fase inicial de implantação ou simples experiências. Algumas outras matérias deram conta de problemas ocorridos com o uso das novas tecnologias. Em Recife-PE, houve cancelamento do contrato do órgão gestor da região metropolitana com o fornecedor da tecnologia por não atender às especificações contratadas. Em São Luis-MA, houve um período, no início de 2012, em que a bilhetagem eletrônica ficou sem funcionar e, em João Pessoa-PB, houve dificuldades para os usuários utilizarem seus cartões da bilhetagem após a mudança do fornecedor da tecnologia. Esses problemas mostram a complexidade do sistema, a dependência da tecnologia, e o impacto que causa na vida dos usuários a falta das facilidades da tecnologia quando a ela se habituam.

Esse trabalho de pesquisa foi realizado usando como meio a *Internet*. Não se buscou uma pesquisa de rigor estatístico, mas indícios para avaliar se, e como, as tecnologias voltadas às melhorias do transporte público estavam sendo usadas no Brasil. Como complemento a esse estudo, a pesquisa estendeu-se a verificação *in-loco* do sistema de transporte público da cidade de João Pessoa. Os resultados encontrados nessa etapa são descritos no Capítulo 6.

6. ESTUDO DE CASO: USO DA TECNOLOGIA NO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE JOÃO PESSOA

6.1. INTRODUÇÃO

A fim de completar a pesquisa do uso das tecnologias empregadas na melhoria do transporte público, foi escolhida uma cidade para, através de visitas às instalações do órgão gestor e algumas empresas operadoras, levantar a real situação do emprego dessas tecnologias. Esse estudo complementar também teve a finalidade de validar a pesquisa mais genérica, descrita no Capítulo 5 desse trabalho, identificando se as informações constantes no *website* mantido pelo órgão gestor correspondem à realidade, e a sua ausência reflete a inexistência do serviço.

6.2. O SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE JOÃO PESSOA

João Pessoa é a capital do estado da Paraíba, na região nordeste do Brasil (Figura 34). Considerada como uma cidade de porte médio ocupa uma área de 211 Km², sendo 23,61% de área de preservação ambiental, com uma população de aproximadamente 730 mil habitantes, segundo IBGE (2010). João Pessoa faz parte de uma região metropolitana incluindo ainda os municípios de Alhandra, Bayeux, Caaporã, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, Lucena, Mamanguape, Pitimbu, Rio Tinto e Santa Rita. Grande parte dos cerca de 1,17 milhões de habitantes da região metropolitana são usuários do sistema de transporte público de João Pessoa.

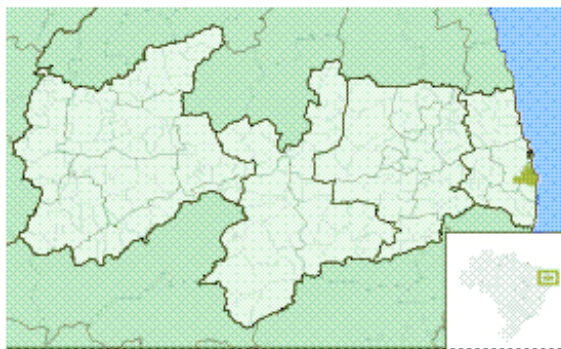


Figura 34. João Pessoa – Localização

Fonte: http://www.joaopessoaconvention.com.br/v2012/?p=joao_em_numero

João Pessoa é a terceira cidade mais antiga do Brasil, tendo sido fundada em 1585. A área central da cidade se caracteriza pelas ruas estreitas, sendo originada da expansão do centro histórico.

No início da década de 80, João Pessoa contava com 7 empresas operadoras, num total de 200 ônibus, operando 26 linhas. Foi implantado, nesta época, o projeto federal Aglomerado Urbanos (AGLURB), com a finalidade de ordenar os transportes. Concluído em 1985, quando a sua população ainda era de cerca de 330.000 habitantes, foi realizado o primeiro estudo consistente do sistema de transportes urbanos. Com a parceria do GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes) e da EBTU (Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos), vinculada ao Ministério dos Transportes, foi realizado um Plano Diretor de Transportes Urbanos. Daí seguiu-se a criação do NTP - Núcleo de Transportes Públicos, para gerenciar os transportes na cidade. Foram implantadas várias medidas para ordenação do sistema de transporte público, com a definição dos corredores viários, a identificação das linhas por meio de números padronizados, afixação de placas indicativas de itinerários nos ônibus e a fiscalização ostensiva. O NTP foi transformado em Superintendência de Transportes Públicos – STP, em 1995, passando a administrar também os serviços de táxis. Em 1998 foi criada a Superintendência de Transporte e Trânsito - STTRANS, como autarquia municipal de regime especial, utilizando a estrutura da STP, passando a gerenciar, além do transporte público, o trânsito. Como já ocorria, as atividades de comercialização de passes estudantis e vales transportes continuaram sob a responsabilidade da Associação das Empresas de Transportes Coletivos - AETC.

No início de 2005 foi criado o Terminal de Integração de Passageiros, no bairro do Varadouro, próximo à Rodoviária. Neste terminal passou a ser possível ao usuário fazer a transferência de um ônibus para outro sem o pagamento de nova passagem. Em 2007 foi concluída a implantação da Bilhetagem Eletrônica em todas as linhas, dando a possibilidade ao usuário de usar um cartão inteligente para pagamento das passagens. Em 2008 foi implantada a integração temporal, onde o passageiro passou desfrutar do benefício de trocar de ônibus em qualquer ponto da linha, com a restrição apenas de um tempo pré-determinado. O Quadro 6 mostra resumo dos dados principais do sistema de transporte público da cidade de João Pessoa.

Quadro 6: Dados do sistema de transporte coletivo convencional de João Pessoa

Linha de Ônibus	90 linhas convencionais
Frota de ônibus	Cadastrados 545 / Operacional 467
Ônibus adaptados para deficientes físicos	212 ônibus adaptados
Idade média da frota	4,3 anos
Passageiros transportados / mês	8.438.995 (média 12 meses – referência abril/12)
Viagens realizadas/mês	132.000 (previsão novembro/12)
Média de viagem dos ônibus/dia	4875 (previsão novembro/12)
Pontos de paradas	1.800 com 1.200 abrigos
Índice de passageiros P/ Quilômetro (IPK)	1,72 (média dos últimos 12 meses – referência abril/12)
Passageiros por dia	281.299 (média dos últimos 12 meses – referência abril/12)
Empresas Concessionárias	6

Fonte: SEMOB (2012)

Atualmente o sistema de transportes de João Pessoa é gerenciado pela Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana - SEMOB, criada pela lei 1.261/2011, pela transformação da antiga STTRANS. A SEMOB controla, além dos serviços de ônibus dos transportes públicos, os serviços de táxis, transportes escolares e especiais (turismo e fretamento).

6.3. LEVANTAMENTO DE DADOS

Para a realização deste trabalho foram feitas visitas ao órgão gestor do transporte público da cidade de João Pessoa, a SEMOB, e a três empresas operadoras, Transnacional, Unidas e Santa Maria. O objetivo das visitas foi identificar a existência de infraestrutura tecnológica com aplicação no transporte público, sua utilização e benefícios à comunidade usuária. As informações obtidas nessas visitas foram condensadas no Quadro 7, onde estão relacionadas as tecnologias analisadas, classificadas quanto à disponibilidade e utilização, do ponto de vista do órgão gestor, das empresas operadoras, e do usuário do sistema de transporte público. A classificação utilizada foi a seguinte:

- **DISPONÍVEL** - quando existe a tecnologia disponível e é plenamente utilizada;

- **PARCIAL** - quando a tecnologia existe, é suficiente para o uso pleno, mas não é utilizada plenamente;
- **INSUFICIENTE** - quando a tecnologia existe, mas não é suficiente para o uso pleno, sendo utilizada apenas parcialmente;
- **NÃO USADO** - quando a tecnologia existe, pode ser usada plena ou parcialmente, mas não é utilizada; e
- **INDISPONÍVEL** - quando a tecnologia não está disponível.

Embora com reflexos de seu uso, as tecnologias para o planejamento e controle e as aplicadas aos veículos, não se aplicam a essas classificações diretamente, sob o ponto de vista do usuário..

Quadro 7: Tecnologias Aplicadas No Transporte Público de João Pessoa

TECNOLOGIAS PARA INFORMAÇÃO AO USUÁRIO			
TECNOLOGIA	ORGÃO GERÊNCIA	EMPRESAS	USUÁRIOS
Informações na <i>Internet</i>	PARCIAL	INDISPONÍVEL	PARCIAL
Telefones celulares	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL
Sistemas de informação nas paradas e terminais	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL
Painéis ou Monitores de Vídeo dentro do ônibus	INDISPONÍVEL	PARCIAL	PARCIAL
Sistema de som dentro do ônibus	INDISPONÍVEL	NÃO USADO	NÃO USADO
Call Center	DISPONÍVEL	DISPONÍVEL	DISPONÍVEL
TECNOLOGIAS PARA PLANEJAMENTO E CONTROLE			
TECNOLOGIA	ORGÃO GERÊNCIA	EMPRESAS	USUÁRIOS
Infraestrutura de informática e comunicações	DISPONÍVEL	DISPONÍVEL	
Banco de Dados	DISPONÍVEL	DISPONÍVEL	
<i>Software</i>	PARCIAL	PARCIAL	
Centros de Controle Operacionais	NÃO USADO	NÃO USADO	
Sistema de Informações Geográficas	DISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	
Comunicação	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	
Localização Automática de Veículos	NÃO USADO	PARCIAL	
Contador automático de passageiros	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	
Priorização semafórica	INDISPONÍVEL	INDISPONÍVEL	
Vigilância e segurança	INDISPONÍVEL	DISPONÍVEL	
TECNOLOGIAS APLICADAS AOS MEIOS DE PAGAMENTO			
TECNOLOGIA	ORGÃO GERÊNCIA	EMPRESAS	USUÁRIOS
Bilhetagem eletrônica	DISPONÍVEL	DISPONÍVEL	DISPONÍVEL
TECNOLOGIAS APLICADAS AOS VEÍCULOS			
TECNOLOGIA	ORGÃO GERÊNCIA	EMPRESAS	USUÁRIOS
Telemetria	INDISPONÍVEL	PARCIAL	

6.4. ANÁLISE DOS DADOS

6.4.1. Tecnologias para Informação ao Usuário

- **Informações na Internet** - A página da SEMOB-JP na *Internet* faz parte do *website* da Prefeitura Municipal de João Pessoa. A página apresenta apenas um resumo de dados operacionais do transporte público. As demais informações são institucionais ou relativos às outras atribuições do órgão, como o trânsito, táxis e transportes escolares. Informações relevantes para o usuário do transporte público inexistem, à exceção da relação de linhas classificadas por empresa operadora. Uma vez que já existe a página na *Internet*, seria simples acrescentar algumas informações úteis e já disponíveis, ao menos os itinerários e horários das linhas. A administração da página é externa ao órgão, feita pela Assessoria de Comunicação da Prefeitura Municipal, o que, de fato, dificulta a atualização constante dos dados. Um roteirizador poderia ser disponibilizado na página da SEMOB-JP, mas não há um *software* adequado disponível. Informações de localização dos ônibus ou previsão de horários também não estão disponíveis.

As empresas operadoras não possuem páginas na *Internet* com informações do sistema de transportes públicos.

Os usuários têm a sua disposição para uso na *Internet* apenas a página da SEMOB-JP, com as informações resumidas do sistema de transporte público. Nenhum serviço é oferecido.

- **Telefones celulares** - Serviços para uso em celulares não são disponibilizados pelo órgão gestor, nem pelas empresas operadoras. Embora identificado o interesse dos técnicos da SEMOB-JP, não existia ainda um projeto para implantação do SIU usando a *Internet* ou celulares.
- **Sistemas de Informação nas paradas e terminais** – Serviços de informações, através de painéis de vídeo ou de mensagens variáveis, nas paradas, terminais e outros locais públicos, também não estão disponíveis, apenas algumas placas fixas. A

impossibilidade atual de informar dados em tempo real, por outro lado, tornaria estes serviços quase inúteis.

- **Painéis ou monitores de vídeo dentro dos ônibus** - Os ônibus das empresas pesquisadas possuem monitores de TV e sistema de som. Nenhuma informação relevante é apresentada aos usuários. São usados apenas para publicidade e programas de entretenimento. A administração desses equipamentos é exclusiva das empresas operadoras. A SEMOB-JP não utiliza esses equipamentos. Poderia fazê-lo, pelo menos para mensagens educativas ou informativas.
- **Sistema de som dentro dos ônibus** – Os ônibus são dotados de sistemas de som, porém são usados apenas para reproduzir o som dos programas exibidos nos monitores de vídeo. Nenhuma informação é divulgada pelo sistema de som dos ônibus.
- **Call Center** - A SEMOB-JP possui serviço de *Call Center* que atende uma média de 230 ligações de usuários por mês, entre pedidos de informação, reclamações e solicitações de alterações de itinerários e horários. O mesmo serviço atende, também, a informações e reclamações do trânsito. As empresas operadoras não possuem um serviço de *Call Center* estruturado, mas atende a ligações de reclamações e informações.

6.4.2. Tecnologias para o Planejamento, Programação e Controle

- **Infraestrutura de informática e comunicações** - A SEMOB-JP conta com uma Divisão de Tecnologia da Informação no seu organograma, com duas seções vinculadas: Seção de Desenvolvimento de Sistemas e Seção de Suporte Técnico e Administração de Redes. Existem equipamentos de informática para uso como servidores de dados e aplicativos, e microcomputadores com o acesso a *Internet* em todos os ambientes. Estes recursos são compartilhados para os serviços do transporte público, trânsito e demais atividades do órgão.
As empresas operadoras, igualmente, possuem infraestrutura de informática de mesmo padrão. Nesse caso as atividades são mais voltadas a problemas de controle da frota, manutenção e serviços administrativos.

- **Bancos de Dados** - Os bancos de dados utilizados pelos sistemas da SEMOB-JP são o *Firebird* e *Postgres*. Os aplicativos não se comunicam, nem são disponibilizados na rede interna do órgão. Os dados operacionais básicos, necessários aos estudos tarifários e planejamento da operação, como passageiros transportados e quilometragem rodada, são obtidos do sistema de Bilhetagem Eletrônica. Esses dados, extraídos da bilhetagem apresentam, algumas imprecisões com respeito à informação de horários e totais de passageiros, em algumas viagens. O registro de início e final de viagem é feito por ação do cobrador que, muitas vezes, o faz incorretamente. Deixa de fazê-lo, ou o faz em tempo e local diferente da posição correta do percurso. Embora essas imprecisões não afetem significativamente os resultados financeiros da cobrança de passagens, influenciam a utilização desses dados para o controle da operação. Essas falhas tornam incorretos os tempos de viagem, e a apuração da pontualidade e regularidade do sistema. Outro problema é que o sistema de Bilhetagem Eletrônica não trata corretamente o registro das meias viagens. Desta forma, os relatórios operacionais não podem ser obtidos diretamente dos dados da bilhetagem, sem que sofram algum processo de filtragem e correção. Na ausência de um procedimento automático com essa finalidade, as correções são feitas manualmente, e a geração dos relatórios é feita em planilhas eletrônicas.

As empresas operadoras, também usam ferramenta de bancos de dados, *Oracle* no caso. Não foi possível verificar detalhadamente as formas de uso dos bancos de dados das empresas operadoras. O acesso estava restrito apenas a funcionários das empresas.

- **Softwares** - O acervo de *softwares* especialistas para o transporte público, disponível na SEMOB-JP, por sua vez, é bastante pobre. A exceção é o *software* para a Bilhetagem Eletrônica. Afora esse, apenas pequenos aplicativos existem e se destinam a emissão de certidões, vistorias, autos de infração, cadastro de operadores e Ordens de Serviço Operacional. Esses aplicativos foram desenvolvidos localmente, alguns há vários anos, em ambientes e linguagens de programação desatualizadas, como *BASIC* e *DELPHI*. De certa forma, há uma involução no uso de *softwares* pela SEMOB-JP. Nos anos 90, quando o órgão gestor ainda se denominava Superintendência de Transportes Públicos-STP, existia um sistema de informações baseados em dados apurados de boletins manuais e pesquisas de campo, que produzia uma variedade de

relatórios operacionais e de desempenho financeiro, de boa qualidade. Segundo relatos dos técnicos, com a dificuldade de dispor de um número suficiente de fiscais, que no passado faziam também pesquisas de campo, hoje trabalhando também no controle do trânsito, foi prejudicada a produção dos relatórios. A perspectiva de obtenção de relatórios equivalentes a partir da Bilhetagem Eletrônica e do sistema de Localização Automática de Veículos, que, por fim, não se confirmou, também concorreram para a desativação daquele antigo sistema. Mais recentemente, com a implantação da Bilhetagem Eletrônica, uma empresa prestadora de serviços de tecnologia foi contratada para gerir o a tecnologia do sistema na SEMOB-JP. Entre as atividades da empresa, estava incluída a geração de relatórios operacionais extraindo dados da Bilhetagem. Alguns relatórios começaram a ser produzidos, porém, com o encerramento do contrato com a empresa, essa atividade também descontinuada.

Da mesma forma que os bancos de dados, os *softwares* usados nas empresas operadoras são de acesso restrito, e não foram examinados para essa pesquisa.

- **Sistema de Informações Geográficas** - Já com relação a um sistema de informações geográficas, a SEMOB-JP possui uma boa estrutura e utiliza os *softwares* *ArcGIS* para a gerência de dados geográficos e o *ClickView* para geração de relatórios. Estes sistemas são compartilhados com os setores de transporte e de trânsito. Itinerários, pontos de parada e terminais estão registrados e atualizados. O SIG, entretanto, não se integra aos demais sistemas informatizados.

As empresas operadoras não possuíam, à época da visita, Sistema de Informações Geográficas.

- **Centro de Controle Operacional** - A SEMOB-JP não possui um Centro de Controle Operacional para acompanhamento do sistema de transportes em modo *on-line*. Os problemas da operação são tratados pontualmente. Da mesma forma são tratados pelas empresas operadoras.
- **Comunicação** – Não existem mecanismos de comunicação entre centros de controle e os ônibus em operação.

- **Localização Automática de Passageiros (AVL)** - Iniciado experimentalmente em 2008, com a implantação de rastreadores GPS em alguns ônibus, o sistema de localização automática de veículos nunca obteve resultados satisfatórios. Foram trocados os fornecedores de tecnologia por três vezes, sem sucesso. Os fornecedores têm soluções para gerência de frotas, não para controle do transporte público. Os custos e administração do AVL foram considerados nas planilhas tarifárias, mas não se traduziram em benefícios aos usuários. Os equipamentos não estão instalados em todos os ônibus (37% do total), o que impossibilita se conseguir dados consistentes de linhas. A utilização atual do AVL resume-se a um mapa digital informando a posição atual de todos os ônibus rastreados, e o controle da velocidade. As empresas operadoras dispõem de *software* capaz de mostrar ocorrências de excessos de velocidade, além de desvios de itinerário e notificação de motor ligado no terminal. A vinculação do ônibus à linha deve ser feito manualmente no sistema, por digitação em um terminal de dados. A cada mudança de linha do ônibus, o sistema deve ser atualizado. Como essa operação não é efetuada com a presteza e frequência adequada, as notificações de desvio de itinerário e motor ligado no terminal ficam prejudicadas.

O serviço de AVL não está disponibilizado aos usuários do sistema de transporte público.

- **Contadores automáticos de passageiros** - Os ônibus de João Pessoa não são equipados com dispositivos de contagem automática de passageiros, seja por infravermelho, por câmeras ou sensores. Apenas é usada a catraca e o validador de cartões da Bilhetagem Eletrônica. Embora uma aproximação de uma pesquisa de origem-destino poder ser feita com dados da bilhetagem, pesquisas como sobe-desce ou de ocupação são realizadas com pesquisadores em campo, quando necessário.
- **Priorização semafórica** - Nenhum serviço de priorização semafórica é utilizado pela SEMOB-JP. Inadequado na atual circunstância de trânsito, deverá ser implantado no futuro, dentro do projeto do BRT.
- **Vigilância e segurança** - Com relação à vigilância e segurança, os ônibus são equipados com 3 câmeras cada, voltadas:

- Para o cobrador e a porta de entrada;
- O vão interior do veículo, incluindo a porta da saída; e
- Uma câmera com a visão da via à frente do veículo.

As filmagens são enviadas diariamente a uma central de monitoramento a qual examina uma amostra destas com um grupo de 10 assistentes. No exame, são identificadas ocorrências de comportamento dos operadores e possíveis fraudes ao sistema, como entrada pela porta dianteira, passagem pela catraca sem pagamento ou registro no validador. As filmagens também servem como inibição de delitos de vandalismo e assaltos. Quando ocorrem, servem para identificação dos culpados. As filmagens são registradas em cartões de memória, usados em rodízio, e são apagadas após dois dias. Eventos relevantes são copiados e gravados em banco de dados. O sistema de gravação das imagens é desvinculado dos demais recursos tecnológicos, AVL e validador da Bilhetagem. A falta de sincronia da marcação de horário das ocorrências prejudica a rápida identificação das ocorrências. Se há a necessidade de observar a filmagem de uma ocorrência relatada para algum local e horário, não é possível localizar na filmagem. É necessário assistir todo um trecho da filmagem para observar a ocorrência. O uso destas filmagens é exclusivo das empresas operadoras. A SEMOB-JP não as utiliza.

6.4.3. Tecnologias aplicadas aos meios de pagamento

- **Bilhetagem Eletrônica** - A bilhetagem eletrônica é utilizada em todo o sistema de transporte público de João Pessoa-PB. A administração é de responsabilidade do Sindicato das Empresas, que possui toda a infraestrutura de comunicações, *softwares* e bancos de dados. O sistema usa o nome “PASSE LEGAL”. É possível efetuar a compra de créditos de pela *Internet*, com recarga a bordo dos ônibus. A integração temporal está disponível para os usuários, inclusive para o serviço intermunicipal de algumas cidades da Região Metropolitana de João Pessoa.

A SEMOB-JP possui um espelho do banco de dados, com estrutura semelhante a do Sindicato das Empresas, de equipamentos e *softwares*, exceto os de comercialização. O fornecedor da tecnologia foi trocado em junho de 2012, devido a problemas

técnicos. O sistema anterior não oferecia alguns serviços necessários, como o tratamento de meias viagens e possibilidade de integração com AVL. Estas facilidades ainda não são utilizadas.

Dados apurados pela SEMOB-JP, mostrados na Tabela 2, demonstram a influencia da Bilhetagem Eletrônica na distribuição da demanda de passageiros. É possível observar claramente a diminuição da quantidade do percentual de estudantes e aumento do passageiro equivalente, ao longo do ano de 2007, quando se iniciou a Bilhetagem Eletrônica. Este efeito é significativo na tarifa. Se não houve diminuição, pelo menos os aumentos dali por diante foram menores do que poderiam ter sido. Este fato comprova que a Bilhetagem, evitando as fraudes com os antigos passes de estudantes, traz melhorias efetivas para os usuários.

Tabela 2. Passageiros transportados/2007.

Mês- Ano	Passageiros Transportados	Passageiros Equivalentes	Estudantes	% TRANSP
jan-07	7.155.910	5.809.443	2.692.934	37,6%
fev-07	6.653.871	5.298.943	2.709.856	40,7%
mar-07	8.067.800	6.528.436	3.078.729	38,2%
abr-07	7.147.201	5.838.253	2.617.896	36,6%
mai-07	7.863.942	6.513.119	2.701.646	34,4%
jun-07	6.995.388	6.140.363	1.710.050	24,4%
jul-07	7.821.130	6.959.365	1.723.530	22,0%
ago-07	8.618.568	7.498.476	2.238.320	26,0%
set-07	8.039.965	7.018.788	2.039.978	25,4%
out-07	8.574.109	7.486.790	2.172.470	25,3%
nov-07	8.290.742	7.282.225	2.006.696	24,2%
dez-07	8.415.538	7.464.521	1.766.812	21,0%

Fonte: SEMOB-JP

Outro efeito benéfico da Bilhetagem Eletrônica pode ser comprovado pela variação do número de usuários que utilizam a integração temporal. A Tabela 3 mostra os dados de passageiros transportados no ano de 2008, quando se iniciou a integração temporal (mês de junho).

Tabela 3. Passageiros transportados/2008

Mês- Ano	Passageiros Transportados	Estudantes	% TRANSP	Integração Temporal	%TRANSP
jan-08	7.841.588	1.422.850	18,1%	-	-
fev-08	7.582.815	1.732.421	22,8%	-	-
mar-08	8.213.867	1.939.152	23,6%	-	-
abr-08	8.161.485	1.923.763	23,6%	-	-
mai-08	8.283.866	1.866.857	22,5%	-	-
jun-08	7.826.358	1.642.375	21,0%	5.509	0,07
jul-08	8.574.992	1.791.365	20,9%	122.645	1,43
ago-08	8.883.803	2.022.626	22,8%	204.383	2,30
set-08	9.122.953	2.066.197	22,6%	285.214	3,13
out-08	9.482.901	2.093.729	22,1%	401.517	4,23
nov-08	9.422.870	2.098.461	22,3%	414.587	4,40
dez-08	9.379.005	1.766.131	18,8%	392.256	4,18

Fonte: SEMOB-JP

6.4.4. Tecnologias Aplicadas aos Veículos

- **Telemetria** - A tecnologia empregada nos ônibus de João Pessoa restringe-se a alguns equipamentos de telemetria instalados (20% da frota). Com estes equipamentos é possível identificar eventos de circulação com porta aberta, meia embreagem e controle de velocidade. Estes recursos são utilizados exclusivamente pelas empresas operadoras, com intuito de economia nos serviços de manutenção.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa leva a intuir que o esforço realizado para a informatização decorrente da Bilhetagem Eletrônica não foi repetido para equipar o órgão para as tarefas de planejamento e controle do sistema. Isto revela que o interesse financeiro tem precedência à qualidade do serviço, nas ações dos gestores.

Um sistema de informação ao usuário utiliza infraestrutura de serviços e equipamentos de custo relativamente pequeno: *Internet*, *softwares*, microcomputadores e *displays*. A dificuldade encontrada não é de infraestrutura, mas de disponibilidade de dados para informar. Até as informações de quadros de horários apresentam problemas.

Existem, no mercado, *softwares* que incluem funções de cadastros, programação de horários, alocação de frotas e relatórios operacionais detalhados, dentre outros recursos. Estes sistemas também possuem funções de controle e fiscalização onde são comparados a programação de horários e itinerários com os realizados, além do acompanhamento *on-line* da operação. Estes sistemas são caros, incluem sistemas de localização automática e necessitam de dotação orçamentária adequada para a aquisição, manutenção e suporte.

No caso específico de João Pessoa alguns problemas estruturais foram encontrados. A estratégia atualmente adotada deixar a responsabilidade do rastreamento com as empresas operadoras apresenta um problema grave: empresas diferentes tendem a adotar metodologia e equipamentos distintos. Este fato implica em grandes dificuldades para o manejo dos dados de todo o sistema em um centro de controle unificado, pela falta de padronização. Outro problema grave do atual modelo é a falta de integração dos equipamentos rastreadores com os validadores da bilhetagem. Atualmente, embora seja possível identificar a localização dos ônibus, a informação de qual linha o mesmo está alocado é feita manualmente. Qualquer mudança durante a jornada deverá ser novamente informada manualmente. A falta desta atualização automática, visto que manualmente é muito difícil, impede os controles de regularidade das linhas, uma vez que não é possível comparar a programação estabelecida com a realizada.

A duplicação dos bancos de dados da bilhetagem eletrônica, entre a AETC e a SEMOB-JP, utilizada provavelmente pela desconfiança mútua entre os empresários e o órgão gestor, gera um custo exagerado. Os empresários temem a manipulação dos dados para uso político pelo órgão público que, por sua vez, teme que os empresários soneguem informações. Uma estratégia de administração conjunta, com mecanismos de segurança de dados seria, provavelmente, uma opção mais econômica, e igualmente segura.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os sistemas de transportes dispõem de modernas tecnologias capazes de facilitar a vida dos usuários do sistema, a nível de desempenho, conforto e segurança. Diversos sistemas inteligentes integrados a programas de gerenciamento já são utilizados com os mais variados objetivos, desde o auxílio na condução do veículo, sistemas de monitoramento a distância e coleta de informações precisas e confiáveis. Por outro lado não existe modelo perfeito de forma a integrar as diferentes tecnologias existentes. Os dados levantados nesse trabalho indicam uma clara necessidade de melhorar a utilização dos recursos da Tecnologia da Informação pelos responsáveis pela qualidade do sistema de transportes públicos. Um planejamento adequado e o rigoroso controle do serviço ofertado, aliado a um sistema confiável de informação ao usuário pode contribuir para manter o passageiro no sistema, bem como atrair novos usuários. Os destaques dos recursos tecnológicos são os dedicados aos meios de pagamento e os sistemas de localização automática, que, efetivamente, auxiliam no controle da operação, regulação da rede e a prestação de informação de forma dinâmica.

A pesquisa conseguiu demonstrar a existência de recursos tecnológicos capazes de melhorar o desempenho e a qualidade do transporte público e trazer benefícios à população usuária. A hipótese inicial, de que os órgãos gestores do transporte, em geral, não usam adequadamente a tecnologia, infelizmente, foi verificada. A pesquisa demonstrou que no Brasil a utilização dos recursos tecnológicos aplicados ao sistema de transportes públicos é modesta. Poucas capitais demonstram uso adequado de recursos da Tecnologia da Informação, como São Paulo, Belo Horizonte e Goiânia. Mesmo existindo a oferta das tecnologias no mercado e, em alguns casos, já disponível para os órgãos gestores, não são devidamente utilizadas. Apesar de fartamente anunciado na mídia e consenso geral das vantagens, poucos são os resultados satisfatórios. A exceção são os investimentos para a comercialização e arrecadação de passagens. Esses, embora com alguns efeitos benéficos à população usuária, têm como principal objetivo a melhoria dos resultados financeiros das empresas operadoras, no controle da arrecadação e o combate as fraudes. Os recursos financeiros necessários para implantação das tecnologias, novamente à exceção da bilhetagem eletrônica, não são de grande monta. A maioria dos recursos materiais já existe, e estão disponíveis: computadores, bancos de dados, comunicações, *Internet*, sensores e rastreadores GPS. O que não se encontra com frequência são profissionais especializados em lidar com estas tecnologias e um

planejamento bem definido, nas organizações, para utilizar tais recursos. Os esforços dos órgãos gestores são pontuais e não têm uma visão organizada de sistema integrado.

Esta pesquisa não conseguiu medir o benefício das tecnologias, do ponto de vista dos usuários. Embora haja o sentimento de que, quando bem utilizada, a tecnologia melhora a vida dos passageiros e operadores, a comprovação dessa melhoria através de indicadores de desempenho não foi alcançada. Não houve a disponibilidade suficiente de dados para o estudo, inclusive porque muito pouco das tecnologias estava em funcionamento no órgão gestor que foi visitado, a SEMOB-JP.

A partir dos resultados obtidos, algumas recomendações podem ser sugeridas, para a realização de trabalhos futuros e para o avanço dos conhecimentos. Estudos devem ser realizados comparando os indicadores de desempenho, antes e depois da implantação de tecnologias no sistema de transporte público, a fim de medir a sua influência, tais como:

- Variação no índice de cumprimento de viagens relacionado à implantação de monitoração por AVL;
- Uma vez demonstrada a melhora da regularidade do sistema com a monitoração AVL, determinar a influência desta melhora no aumento, ou não, de passageiros transportados;
- Variação do número de passageiros transportados relacionado à implantação de integração modal e/ou temporal; e
- Variação do índice de satisfação dos usuários.

Estudos comparativos dos resultados alcançados em cidades diferentes, do uso dos mesmos recursos tecnológicos, de modo a se encontrar a melhor maneira de utilizá-los, também são recomendados.

Os estudos das aplicações de Tecnologia da Informação, enfim, são contínuos. A cada dia surgem novos recursos a serem explorados, tornando obsoletos aqueles já utilizados. A busca por tecnologias que melhorem a vida dos usuários é uma tarefa permanente e deve ser, sempre, objeto de novas pesquisas.

Com o agravamento da situação da mobilidade urbana nas cidades brasileiras já é consenso que a solução passa pela priorização do transporte público. A melhoria da infraestrutura urbana, na adequação das vias e modo de operação, embora tenha imensa importância, têm limitação física. Não pode crescer indefinidamente. A busca da solução definitiva do caos da mobilidade urbana passa pela otimização dos recursos disponíveis, onde a tecnologia é ferramenta indispensável. Este trabalho espera ter contribuído para esclarecer os responsáveis e interessados na solução dos problemas urbanos relativos ao transporte público, da importância do uso da Tecnologia da Informação, quais os recursos que já estão disponíveis e a melhor forma de utilizá-la.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, E. **Risco Operacional Associado a Bancos de Dados**. Lúmine Com. e Serv p/ Inform. Ltda, 2004.

ANATEL-AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Brasil fecha outubro com 259,29 milhões de acessos móveis**. Disponível em:

<<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>> Acesso em: 05 de nov. 2012.

ANTP-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS. **Caderno Técnico 8 - Sistemas Inteligentes de Transportes**. Série de cadernos técnicos, v 8. ANTP. 2012.

ANTUNES, E.M. 2009. 128 f. **Avaliação do transporte público por ônibus sob o ponto de vista do usuário em cidades médias paranaenses**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

APTA-AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION. **Implementing BRT Intelligent Transportation Systems**. APTA Standards Development Program - Recommended Practice. Washington- DC, EUA. 2010.

ARAÚJO, G. J. C. **Sistemas de pagamento eletrônico no setor de Transporte Urbano de Passageiros: Impactos, Tendências e Perspectivas**. 2007. 228 f. Tese (Doutorado) - Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 2007.

AZAMBUJA, A. M. V. **Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros**. 2002. 410 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BOLELLA, G. **Intelligent Public Transportation Systems State-of-the-Art Transportation Tracking**. University of Connecticut, EUA. 2010.

BATISTA, M. G. **A Gerência de Projetos como ferramenta de planejamento e controle na implantação de aplicações ITS em Belo Horizonte – O caso do Sistema de Monitoramento e Informação do Transporte Coletivo.** 16°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. MACEIO-AL. 2007. Disponível em:

< <http://portal1.antp.net/rep/cng/16CNG243.pdf>> Acesso em: 25 set. 2012

BRASIL, J. e REZENDE, R. S. **Estudo de caso: monitoramento eletrônico no serviço de transporte público.** 18°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Rio de Janeiro-RJ. 2011. Disponível em: <<http://portal1.antp.net/rep/18cng/18cngct0189.pdf>> Acesso em: 11 de set. 2012.

BRASIL. IBGE–INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010.** Disponível em:

< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>> Acesso em: 15 de jun. 2012.

BUROSH, G. *et al.* **Sistema de monitoramento dos corredores de transporte coletivo de Porto Alegre: controle, supervisão e gerenciamento.** 18°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Rio de Janeiro-RJ. 2011. Disponível em: <<http://portal1.antp.net/rep/18cng/18cngct0231.pdf>> Acesso em: 11 de set. 2012.

BURT, W. *et al.* **Improving Public Transportation Technology Implementations and Anticipating Emerging Technologies.** TCRP REPORT 84 - e-Transit: Electronic Business Strategies for Public Transportation Volume 8. Transportation Research Board, Washington-DC, EUA. 2008.

CAMALIONTE, M. A. e BARBOSA-FANTIN, B. R. **Bilhetagem Automática como uma ferramenta de Gestão e Operação do Sistema de Transporte Público Urbano em Botucatu.** *Tékhne Lógos*, Botucatu, SP, v.2, n.1, out. 2010. p. 154-170.

CHIH, W.Y. **Sistemas Inteligentes de Transporte-ITS.** In: 17°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Curitiba-PR. 2009. Disponível em:

< <http://portal1.antp.net/rep/17cng/17cngstct00000150r0.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2012

CHIH, W. Y.; ENGLEITNER, F. L. **Controle Operacional on-line para Transporte Urbano**. In: 16°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Maceió-AL. 2007. Disponível em: < <http://portal1.antp.net/rep/cng/16CNG086.pdf> >. Acesso em: 25 set. 2012

CHIH, W. Y.; RANSOLIN M. **Programação Inteligente para Transporte Urbano**. In: 16°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Maceió-AL. 2007. Disponível em: < <http://portal1.antp.net/rep/cng/16CNG085.pdf> > Acesso em: 25 set. 2012

CHUNG, M. C. e WEI, C. H. **Technology selection for Advanced Public Transportation Systems in Taiwan using Scenario Method**. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, October, 2003. p 1893-1905. Bancoc, 2003.

CIVITAS SECRETARIAT. **Policy Advice Notes. Innovative information systems for public transport**. Szentendre, Hungria, 2000.

CORRÊA, H. L.; GIANESI G. N. e CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II / ERP: Conceitos, Uso e Implantação**. São Paulo: Atlas – 4ª edição. 2001.

COSTA JUNIOR, D. D. e VIEIRA, L. **TUTI – Transporte urbano com tecnologia da informação**. In: 17°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Curitiba-PR,. 2009. Disponível em: <<http://portal1.antp.net/rep/17cng/17cngstct00000483r0.pdf>> Acesso em: 05 de set. 2012.

COUTO, D. M. e CARVALHO, S. L. R. **Fiscalização eletrônica da pontualidade e da Ocupação de veículos no transporte público por ônibus: estudo de caso em Belo Horizonte / MG**. 18°. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Rio de Janeiro-RJ. 2011. Disponível em: <<http://portal1.antp.net/rep/18cng/18cngct0176.pdf>> Acesso em: 11 de set. 2012.

CUI, A. **Bus Passenger Origin-Destination Matrix Estimation using Automated Data Collection Systems**. 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts. EUA.2006

DAIBERT, J. R. M. **Avaliação do desempenho de transporte coletivo por ônibus**. 1983. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro-RJ. 1983.

DEMING, W. Edwards. **Qualidade: a Revolução na Administração**. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DRUMOND, R. A. e MOURA JUNIOR, A. M. **Projeto de Modernização do Sistema Informatizado de Gestão do Transporte Coletivo de Belo Horizonte. A evolução da gestão e a ampliação da disponibilização de serviços**. 16º. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. MACEIO-AL. 2007. Disponível em:
< <http://portal1.antp.net/rep/cng/16CNG153.pdf>> Acesso em: 25 set. 2012

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

FERRONATTO, L. G. **Potencial e medidas de gerenciamento da demanda no Transporte Público por ônibus**. 2002. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-RS, Porto Alegre. 2002.

FLAMM, B. **Advanced technologies in public transportation**. Disponível em:
<<http://www.uctc.net/papers/629.pdf>> Acesso em: 20 de ago. 2012.

FOURNIER, S. e HANKE R. **Sistemas de previsão de chegada de ônibus: Medindo e Melhorando a Confiabilidade**. 2011, Disponível em:
<<http://portal1.antp.net/rep/18cng/18cngct0050.pdf>> Acesso em: 11 de set. 2012.

FRANÇOSO, M. T.; KFOURI E. V. e LOTTI, C. P. **Tecnologia de Controle e Gestão Operacional no Transporte Coletivo**. Disponível em:
<<http://portal1.antp.net/rep/cng/14CNG077.pdf>> Acesso em: 21 de set. 2012.

FREIRE, P. S. M. **Análise das medidas de redução dos impactos ambientais do sistema de Transporte no Espaço Urbano**. 2008. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2008.

FREITAS, G. M.; FARIA, G. S. P. S.; CEZAR NETO, J. **Obtendo indicadores de desempenho a partir de Sistemas Inteligentes de Transporte**. In: 17º. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Curitiba-PR, 2009. Disponível em:

< <http://portal1.antp.net/rep/17cng/17cngstct00000594r0.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2012.

FTA- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. **Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art – Update '96**. U.S. Department of Transportation, Washington-DC, EUA. 1996.

FTA- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. **Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art – Update 2000**. U.S. Department of Transportation, Washington-DC, EUA. 2000.

FTA- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. **Best Practices for Using Geographic Data in Transit: A Location Referencing Guidebook-Defining Geographic Locations of Bus Stops, Routes and other Map Data for ITS, GIS and Operational Efficiencies** . U.S. Department of Transportation, Washington-DC, EUA. 2005.

FTA- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. **Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art – Update 2006**. U.S. Department of Transportation, Washington-DC, EUA. 2006.

FURTH, P. G. *et al.* **Using Archived AVL-APC Data to Improve Transit Performance and Management**. TCRP REPORT 113 - Transportation Research Board Washington-DC, EUA. 2006.

ITRE-INSTITUTE FOR TRANSPORTATION RESEARCH AND EDUCATION. **Guidebook for selecting appropriate technology systems for small urban and rural Public Transportation operators**. North Carolina State University, Raleigh-NC, EUA. 2002.

JURAN, J. M. **Planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

LIMA JR., O. F. **Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimentos para diagnóstico.** 1995. 175 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. 1995.

MAGALHÃES, C. T. A. **Avaliação de tecnologias de rastreamento por GPS para monitoramento do transporte público por ônibus.** 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 2008

MEIRELES, A. A. C. **Sistemas de Transportes Inteligentes: Aplicação da Telemática na Gestão do Trânsito Urbano.** IP-Informática Pública, Belo Horizonte, Ano 1 V. 1, p. 108-117, junho 1999.

MONTEIRO, E. P. *et al.* **Sistema de controle inteligente de tráfego – SIT. de Santo André-SP** 12º. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. OLINDA-PE. 1999

NAVES, R. M. **Análise Hierárquica de Sistemas de Bilhetagem Eletrônica.** 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 2008.

NOWACKI, G. **Development and Standardization of Intelligent Transport Systems.** International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Volume 6 Number 3 September 2012. p 403-411.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Anuário 2002/2003.** Brasília-DF, 2003. 42p.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Desempenho e qualidade nos sistemas de ônibus urbanos.** Brasília-df. 2008.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Pesquisa Bilhetagem Eletrônica em Municípios Brasileiros.** Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novosite/mostraPagina.asp?codServico=16&codPagina=195>> Acesso em 30 de ago. 2012.

O'BRIEN, J. A. **Sistemas e informação e as decisões gerenciais na era da Internet**. São Paulo: Saraiva, 2002.

OLIVEIRA NETO, F; M. **Priorização do Transporte Coletivo por Ônibus em Sistemas Centralizados de Controle de Tráfego**, 2004 175 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. 2004.

PÊGO, F. F., ZANDONADE E. e Neto, G. C. M. **Aplicação da metodologia QFD no transporte coletivo urbano de passageiros**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 30 - 2008 - 2º trimestre. p 53-65.

PEREIRA, W. F. **O Uso de Sistemas Inteligentes para o aumento da eficácia do Transporte Público por ônibus: O Sistema de Bilhetagem Eletrônica**. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2007.

PIERSON, C. L.; O'NEILL, M. e REESE, C. L. **Geographic Information Systems**. Disponível em: < <http://www3.northern.edu/natsource/soils/GIS.htm>>. Acesso em: 28 de ago. 2012

PINHEIRO, M. S. **Conceitos de Redundância**. Disponível em : <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_conceitos_de_redundancia.php> Acesso em: 10 de set. 2012.

RECENA, L.G. **Diretrizes para os órgãos gestores implantarem Sistemas de Bilhetagem Eletrônica**. 2006. 149 f.. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2006.

RECENA, L.G.;ELOY, R. X. **Como as pesquisas de transporte vão se adaptar aos avanços em Tecnologia da Informação**. TI. In: 17º. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. Curitiba-PR. 2009. Disponível em: <<http://portal1.antp.net/rep/17cng/17cngstct00000141r0.pdf>> Acesso em: 10 de set. 2012.

REIS, C. V. **Metodologia para um sistema de informações aos usuários de transporte público, via internet**. 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado). Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. 2004.

RODRIGUES, M. A. **Análise do transporte coletivo urbano com base em indicadores de qualidade**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2008.

RODRIGUES, M. O. **Avaliação do Transporte Coletivo da Cidade de São Carlos**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SANTOS, R. C. L. F. B. *et al.* **Sistema inteligente para monitoração e controle da frota do sistema municipal de transporte coletivo SMTC - Vitória**. 17º. Congresso brasileiro de transporte e trânsito. ANTP. CURITIBA-PR. 2010

SILVA, D. M. **Sistemas inteligentes no transporte público coletivo por ônibus**. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2000.

SUNKARI, S. R.; P.S. BEASLEY; T. URBANIK II e FAMBRO D.B. **Model to Evaluate the Impacts of Bus Priority on Signalized Intersections**. Transportation Research Record No 1494, 1995.

TRABANCO, J. L . A, GUIMARÃES, C. A. B. e AMARANTE, R.R. **Atualização inteligente de posição para melhorar a aderência da representação dos sistemas AVL em sistemas de informações aos usuários do transporte público**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 33 - 2011 - 1º quadrimestre. P35-42.

VUCHIC, V.R. **Urban Transit: Operations, Planning and Economics**. John Wiley & Sons, INC., New Jersey, 2005.

WAISMAN, J. **Avaliação de desempenho de sistemas de ônibus, em cidades de porte médio, em função de sua produtividade, eficiência operacional e qualidade dos serviços**.

1985. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1985.

Williams B. **Intelligent Transport Systems Standarts**. Ed. Artech House. 2008.

APÊNDICE A

WEBSITES DOS ÓRGÃOS DE GERÊNCIA DO TRANSPORTE PÚBLICO E DA BILHETAGEM ELETRÔNICA

UF	CAPITAL	ÓRGÃO/EMPRESA	ENDEREÇOS ELETRÔNICOS
AC	Rio Branco	RBTRANS – Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo (SINDCOL)	http://www.riobranco.ac.gov.br/v4/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=37 http://www.sindcol.com.br/
AL	Maceió	SMTT - Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito TRANSPAL, Associação dos Transportadores de Passageiros do Estado de Alagoas	http://www.smtt.maceio.al.gov.br/portal/index.jsf http://www.transpal.com.br/bilhetagemEletronica/
AM	Manaus	Superintendência Municipal de Transportes Urbanos- SMTU	http://smtu.manaus.am.gov.br/ http://passafacil.sinetram.com.br/sbe_manaus/index.php?acao=ui_autenticador.login
AP	Macapá	Empresa Municipal de Transportes Urbanos - EMTU SETAP-Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros do Amapá	http://www.macapa.ap.gov.br http://www.vtsetap.com.br/
BA	Salvador	Superintendência de trânsito e transporte de salvador Sindicato das Empresas de Transportes e Passageiros de Salvador	http://www.transalvador.salvador.ba.gov.br/transporte/index.php http://www.setps.com.br/
CE	Fortaleza	Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Ceará	http://www2.fortaleza.ce.gov.br/etufor http://www.vtefortaleza.com.br/site/Forms/Principal/VTE.aspx
DF	Distrito Federal	DFTRANS - Transporte Urbano do Distrito Federal	http://www.dftrans.df.gov.br/ http://www.horarios.dftrans.df.gov.br/ http://www.sba.dftrans.df.gov.br/
ES	Vitória	Secretaria de Transportes, Trânsito e Infraestrutura Urbana Sindicato das empresas de transportes de passageiros – ES	http://www.vitoria.es.gov.br/setran.php http://rast.vitoria.es.gov.br/pontovitoria/ http://www.setpes.org.br/

UF	CAPITAL	ÓRGÃO/EMPRESA	ENDEREÇOS ELETRÔNICOS
GO	Goiânia	Rede metropolitana de transporte coletivo	http://www.rmtcgoiania.com.br/novo/ http://www.sitpass.com.br/perfil.php
MA	São Luís	Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes Sindicato das Empresas de Transporte Coletivo de São Luís (SET)	http://www.saoluis.ma.gov.br/SMTT/ http://www.sbasaoluis.com.br/web_saoluis/index.php?acao=ui_autenticador.login
MG	Belo Horizonte	BHTRANS – Empresa de Transportes e trânsito de Belo Horizonte S/A Consórcio Op. do Transporte Coletivo de Passageiros por Ônibus do Município de BH	http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublico http://www.transfacil.com.br/
MS	Campo Grande	Agência Municipal de Transporte e Trânsito Associação das Empresas de Transporte Coletivo Urbano (Assetur)	http://www.capital.ms.gov.br/AGETRAN http://www.assetur.com.br/
MT	Cuiabá	Secretaria de trânsito e transporte urbano –SMTU Associação Matogrossense dos Transportadores Urbanos (MTU)	http://www.cuiaba.mt.gov.br/secretaria?s=6 http://www.amtu.com.br
PA	Belém	Companhia de Transportes do Município de Belém – CTBEL Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros de Belém (Setransbel)	http://www.belem.pa.gov.br/ http://passefacil.homeip.net/passefacil/
PB	João Pessoa	Superintendência Executiva De Mobilidade Urbana De João Pessoa – SEMOB Associação das Empresas de Transportes Coletivos Urbanos de João Pessoa –AETC-JP	http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semob/ http://www.passelegal.com.br/
PE	Recife	Grande Recife Consórcio de Transporte	http://www.granderecife.pe.gov.br/
PI	Teresina	Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito SETUT – Sindicato das Empresas de Transporte Urbano de Teresina	http://www.teresina-pi-gov.com.br/ http://www.maisfacilteresina.com.br/bilhetagem.php
PR	Curitiba	Urbanização de Curitiba S/A	http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/
RJ	Rio de Janeiro	Secretaria Municipal de Transportes Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio	http://www.rio.rj.gov.br/web/smtr/ www.cartaoriocard.com.br/scrcpr/ http://www.fetranspor.com.br/

UF	CAPITAL	ÓRGÃO/EMPRESA	ENDEREÇOS ELETRÔNICOS
RN	Natal	SEMOB – Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana SETURN - Sindicato das Empresas de Transporte Urbano de Passageiros do Município do Natal	http://www.natal.rn.gov.br/semob/ http://www.natalcard.com.br
RO	Porto Velho	SEMTRAN - Secretaria Municipal de Transportes e Trânsito Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros de Porto Velho	http://www.portovelho.ro.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=675&Itemid=207 http://www.setpvh.com.br/
RR	Boa vista	Secretário Municipal de Segurança Urbana e Trânsito - SMST	http://www.boavista.rr.gov.br
RS	Porto Alegre	Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC)	http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc http://www.tripoa.com.br
SC	Florianópolis	Secretaria Municipal de Transportes, Mobilidade e Terminais Sindicato de Empresas de Transportes Urbanos de Passageiros da Grande Florianópolis (Setuf)	http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/transportes http://www.setuf.com.br/passe-rapido
SE	Aracaju	SMTT - Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito Sindicato das Empresas de Transportes de Passageiros do Município de Aracaju – Setransp	http://www.smttaju.com.br/ http://www.maisaracaju.com.br/home
SP	São Paulo	SPTTrans - São Paulo Transporte S.A.	http://www.sptrans.com.br http://olhovivo.sptrans.com.br/
TO	Palmas	Secretaria Municipal de Segurança Tránsito e Transporte	http://portal.palmas.to.gov.br/secretaria/transporte/SMSTT http://www.sbpalmasto.com.br/index.php?acao=ui_usuarioweb.escolhecadastro