

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIANA PAULA ALVES NOGUEIRA

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA
(RFID) NA IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM E DO DESTINO DE PASSAGEIROS DE
SISTEMAS DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS

CURITIBA

2015

MARIANA PAULA ALVES NOGUEIRA

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA
(RFID) NA IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM E DO DESTINO DE PASSAGEIROS DE
SISTEMAS DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Engenharia da
Produção, no Curso de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Robson Seleme

CURITIBA
2015

Nogueira, Mariana Paula Alves

Utilização da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) na identificação da origem e do destino de passageiros de sistemas de transporte por ônibus / Mariana Paula Alves Nogueira. – Curitiba, 2015.

161 f. : il.; graf., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, 2015.

Orientador: Robson Seleme

Bibliografia: p. 128-135

1. Transporte urbano. 2. Transporte urbano – Planejamento. I. Universidade Federal do Paraná. II. Seleme, Robson. III. Título.

CDD 629.04

TERMO DE APROVAÇÃO

MARIANA PAULA ALVES NOGUEIRA

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA
(*RFID*) NA IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM E DO DESTINO DE PASSAGEIROS DE
SISTEMAS DE TRANSPORTE POR ÔNIBUS

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Prof. Dr. Robson Seleme
Departamento de Engenharia de Produção, UFPR


Profa. Dra. Izabel Cristina Zattar
Departamento de Engenharia de Produção, UFPR


Profa. Dra. Sonia Isoldi Marty Gama Müller
Departamento de Estatística, UFPR


Profa. Dra. Alessandra de Paula
Departamento de Engenharia, UNINTER

Curitiba, 29 de Maio de 2015

Dedico este trabalho à minha mãe que, com amor, dedicação e sabedoria, sempre me incentivou e apoiou na busca pelo conhecimento e realização pessoal.

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por me dar as oportunidades e os meios para me dedicar aos estudos. À minha mãe pelo amor, carinho e apoio incondicional. Ao meu primo Taquinho pela inspiração e exemplo. Ao meu orientador Prof. Dr. Robson Seleme, à Profa. Dra. Izabel e demais professores do PPGEP pelo apoio ao projeto. A Armando Lucrécio por acreditar e ajudar no desenvolvimento da ideia do projeto e por viabilizar a parceria que possibilitou a realização do teste-piloto em Curitiba. Aos analistas do FIT Joel Ravelli e Ivan Florido e aos colegas de curso que auxiliaram na operacionalização dos testes. Aos colegas Raíssa, Nicolle, Tiago e Marlon pela amizade e auxílio nas adversidades. Ao Prof. Garrone Reck pela disponibilidade em fornecer informações para a compreensão do tema deste trabalho. A todos os amigos e colegas, pela paciência e companheirismo.

RESUMO

Os sistemas de transportes urbanos causam grande impacto no desenvolvimento das cidades e na qualidade de vida de seus habitantes. Um planejamento operacional eficiente traz benefícios sociais e econômicos para seus usuários. Tais melhorias podem ser alcançadas por meio da obtenção de dados precisos a respeito dos deslocamentos da população no seu dia a dia e de técnicas e métodos que ajudam a identificar a origem e o destino das suas viagens. Nesta pesquisa foi realizado um teste-piloto e um estudo de caso cujo objetivo é o de demonstrar a viabilidade operacional e as vantagens e desvantagens da utilização de um sistema de Identificação por Radiofrequência de Ultra Frequência (RFID UHF) como uma técnica de coleta dos dados a ser usada em estudos de padrão de viagem e comportamento dos passageiros de transporte público por ônibus. Para a compreensão do tema foi realizada uma revisão bibliográfica sobre conceitos, métodos e tipos de pesquisas utilizados na área de transporte e sobre a composição, funcionamento e restrições da tecnologia de RFID. Em seguida, realizou-se um estudo de caso em uma linha de ônibus de Curitiba, cujas fontes de informação foram uma pesquisa documental, uma entrevista a especialista e uma pesquisa de campo. Nesta última foram coletados, analisados e comparados dados obtidos a partir de quatro fontes: contagem por observação, pesquisa embarcada por abordagem, sistema de bilhetagem eletrônica e catraca. Nesta etapa foram reunidas também informações técnicas e comportamentais para utilização na etapa seguinte. Um sistema de RFID UHF foi então instalado em um ônibus da linha *Intercampi* da UFPR onde realizaram-se testes de leitura com o ônibus parado e em movimento. A partir dos resultados gerados pelo teste foi possível identificar a origem e o destino de 61% das viagens realizadas pelos usuários que participaram da pesquisa. Concluiu-se que, apesar da necessidade de ajustes e melhorias, a coleta de dados por meio de um sistema RFID UHF possui vantagens sobre as demais técnicas tradicionais, tais como uma maior amostra, precisão e facilidade do tratamento dos dados e possibilidade de acompanhamento do fluxo de passageiros em tempo real.

Palavras-chave: RFID. Pesquisa origem-destino. Planejamento de sistemas de transporte.

ABSTRACT

Urban transport systems have great impact on the development of cities and the quality of life of its inhabitants. An efficient operational planning brings social and economic benefits for its users. Such improvements can be achieved by obtaining accurate data about the population shifts in their day-to-day and by techniques and methods that help to identify the origin and destination of their trips. In this research we conducted a pilot test and a case study whose goal was to demonstrate the operational viability and the advantages and disadvantages of using a Radio Frequency Identification System of Ultra Frequency (UHF RFID) as a data collection technique to be used in trips patterns and behavior studies of public transport bus passengers.. For the understanding of the topic was conducted a literature review about concepts, methods and types of research used in the transport area and about the composition, functioning and restrictions of RFID technology. Then, a case study was conducted on a bus line of Curitiba, whose sources of information were a documentary research, an interview to an expert and a field research. In this last one, it were collected, analyzed and compared data from four sources: manual passenger counts using traffic checkers, on-board survey, electronic ticketing system and electronic registering fareboxes. In this step, it was assembled some technical and behavioral information to be used in the next step. A UHF RFID system was then installed in a bus that operated an Intercampi bus route from UFPR where some reading tests were conducted with the bus stopped and moving. From the results generated by this test, it was possible to identify the origin and the destination of 61% of trips made by users who participated in the survey. We conclude that, despite the need for adjustments and improvements, the data collection with the use of UHF RFID system has advantages over other traditional techniques, such as a larger sample, accuracy and ease of data processing and the possibility of monitoring passenger flow in real time.

Keywords: RFID. Search Origin-Destination Survey. Transportation Systems Planning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIVISÃO MODAL POR PORTE DE MUNICÍPIO	15
FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DOS PASSAGEIROS TRANSPORTADOS POR MÊS NO SISTEMA DE ÔNIBUS URBANO DE NOVE CAPITAIS DO BRASIL..	16
FIGURA 3 - EIXOS ESTRUTURAIS DOS SISTEMA VIÁRIO	26
FIGURA 4 – TERMOS E CONCEITOS UTILIZADOS EM PESQUISAS DE TRANSPORTE PÚBLICO	29
FIGURA 5 – USOS PARA CADA TÉCNICA DE COLETA DE DADOS	32
FIGURA 6 – APLICAÇÕES DOS DADOS DE CONTAGEM DE PASSAGEIROS POR NÍVEL.....	38
FIGURA 7 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS DE CONTAGEM DE PASSAGEIROS.....	40
FIGURA 8 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS, VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO DE PESQUISA EMBARCADA POR ABORDAGEM.....	42
FIGURA 9 – ATIVIDADES DO PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMA DE TRANSPORTE POR NÍVEL	47
FIGURA 10 – FREQUÊNCIAS DE RFID.....	50
FIGURA 11 - COMPONENTES DE UM SISTEMA <i>RFID</i>	51
FIGURA 12 - COMPONENTES DE UM LEITOR <i>RFID</i>	52
FIGURA 13 - FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA <i>RFID</i>	53
FIGURA 14 – ETAPAS DA PESQUISA.....	59
FIGURA 15 – ESQUEMA DO ESTUDO DE CASO	62
FIGURA 16 - ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA <i>RFID</i> UHF COMO COLETOR DE DADOS.....	68
FIGURA 17 – DOCUMENTOS USADOS NA PESQUISA DOCUMENTAL	72
FIGURA 18 – ITINERÁRIO DA LINHA CIRCULAR (HORÁRIO)	74
FIGURA 19 - ETAPAS DA PESQUISA DE CAMPO: MÉTODO MANUAL.....	77
FIGURA 20 - MAPA DO ITINERÁRIO DA LINHA CIRCULAR CENTRO UTILIZADO DURANTE APLICAÇÃO DA PESQUISA.....	80
FIGURA 21 – ETAPAS DA PESQUISA DE CAMPO: MÉTODO AUTOMATIZADO .	83

FIGURA 22 - RESUMO ESCOPO DO PROJETO DE AVALIAÇÃO VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID COMO COLETOR DE DADOS	91
FIGURA 23 - ENTREGAS DO PROJETO DE AVALIAÇÃO VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID COMO COLETOR DE DADOS	91
FIGURA 24 - FONTE DE RECURSOS DO PROJETO.....	92
FIGURA 25 - LOCAL DE GUARDA DO CARTÃO TRANSPORTE POR SEXO	95
FIGURA 26 - DISPOSIÇÃO ANTENAS E CARTÃO COM TAG DURANTE TESTES EM LABORATÓRIO	97
FIGURA 27 - LAYOUT ÔNIBUS DA LINHA INTERCAMPI UTILIZADO NO TESTE	100
FIGURA 28 - FOTOGRAFIAS DA LIGAÇÃO ENTRE BATERIA E INVERSOR.....	101
FIGURA 29 - COMPONENTES SISTEMA <i>RFID</i> UTILIZADO NO TESTE.....	101
FIGURA 30 - DISPOSIÇÃO DO SISTEMA RFID PARA TESTES.....	102
FIGURA 31 - TESTE DE LEITURA EM ÔNIBUS PARADO.....	104
FIGURA 32 - FOTOGRAFIAS DA TAG E CARTÕES COM TAGS UTILIZADOS NO TESTE.....	105
FIGURA 33 - TRAJETOS LINHA INTERCAMPI 1 E 2.....	106
FIGURA 34 - PONTOS E HORÁRIOS DE APLICAÇÃO DA PESQUISA	107
FIGURA 35 - QUESTIONÁRIO PESQUISA LINHA <i>INTERCAMPI</i>	108
FIGURA 36 - INTERVALOS DE TEMPO EM QUE O ÔNIBUS FICOU PARADO EM CADA PONTO.....	110
FIGURA 37 - VALOR MAIOR, MENOR E MÉDIO DE RSSI POR LOCAL DE GUARDA DE CARTÃO	114
FIGURA 38 - NÚMERO E TAXA DE LEITURA POR LOCAL DE GUARDA DE CARTÃO	115
FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO LEITURA POR LOCAL DE GUARDA DE CARTÃO E POR ANTENA	116
FIGURA 40 - OCUPAÇÃO DA LINHA INTERCAMPI POR TRECHO E POR MÉTODO DE COLETA DE DADOS	118
FIGURA 41 - VANTAGENS E DESVANTAGENS RFID UHF COMO COLETOR...	120
FIGURA 42 – COMPARATIVO MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE PARES OD .	122

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – REGISTROS DO SBE VÁLIDOS E INVÁLIDOS PARA EMPREGO DO MÉTODO DE INFERÊNCIA DE DESTINO.....	87
TABELA 2 - NÚMERO DE PASSAGEIROS ENTREVISTADOS POR FAIXA ETÁRIO E SEXO.....	96
TABELA 3 - TABELA COMPARATIVA DOS REGISTROS DO SBE POR VEÍCULO E TIPO DE USUÁRIO.....	112
TABELA 4 - NÚMERO DE TAGS POR STATUS DE LEITURA.....	117
TABELA 5 - SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE CASO E NO TESTE PILOTO.....	123

LISTA DE SIGLAS

ADCS - *Automated Data Collection Systems*

AFC - *Automatic Fare Collection*

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos

APC - *Automatic Passenger Counting*

APTS - *Advanced Public Transportatin Systems*

AVL - *Automatic Vehicle Location*

EAP - Estrutura Analítica do Projeto

FIT - Flextronics Instituto de Tecnologia

GPS - *Global Positioning System*

GSM - *Groupe Special Mobile*

HF - *High Frequency*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBM - *International Business Machines*

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba

LF- *Low Frequency*

NFC - *Near Field Communication*

RFID - *Radio Frequency Identification*

RIT - Rede Integrada de Transportes

RSSI - *Received Signal Stregth Indication*

SAAT - Sistema Automatizado de Arrecadação tarifária

SBE - Sistema de Bilhetagem Eletrônica

TCRP - *Transit Cooperative Research Program*

TRB - *Transportation Research Board*

UFPR - Universidade *Federal* do Paraná

UHF - *Ultra High Frequency*

WORM - *Write Once, Read Many*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTO E RELEVÂNCIA.....	14
1.2	PROBLEMA.....	17
1.3	OBJETIVOS.....	18
1.4	JUSTIFICATIVA.....	19
1.4.1	Justificativa socioeconômica.....	19
1.4.2	Justificativa acadêmica.....	20
1.5	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	21
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1	EVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES DE MASSA E CONCEITOS E MÉTODOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS EM TRANSPORTE PÚBLICO	23
2.1.1	Uma breve retrospectiva histórica da evolução do transporte de massa no mundo e em Curitiba.....	24
2.1.2	Conceitos essenciais em planejamento de sistemas de transporte.....	27
2.1.3	Tipos de pesquisa e meios e técnicas de coleta de dados em transportes ..	30
2.1.4	Método de pesquisa manual.....	33
2.2	MÉTODOS DE PESQUISA APLICÁVEIS EM NÍVEL DE LINHA DE ÔNIBUS	37
2.2.1	Vantagens e desvantagens dos métodos de contagem de passageiros	37
2.2.2	Vantagens e desvantagens do método de pesquisa embarcada por abordagem.....	41
2.2.3	Trabalhos correlatos	43
2.2.4	O estado da arte na utilização de sistemas automatizados de coleta de dados	45
2.3	O RADIO FREQUENCY IDENTIFICATOR (RFID)	49
2.3.1	Componentes do sistema	50
2.3.2	Funcionamento	52
2.3.3	Restrições.....	53
2.3.4	Estado da arte na utilização da tecnologia de RFID na área de transporte público	54
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	56

3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	56
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	57
3.3	ELABORAÇÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	60
3.4	PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO	60
3.4.1	Visão global do projeto	62
3.4.2	Procedimentos de coleta de dados.....	63
3.4.3	Questões do estudo de caso	65
3.4.4	Guia para a elaboração do relatório	66
3.5	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE OPERACIONAL	67
4	APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	70
4.1	PESQUISA DOCUMENTAL	70
4.1.1	O sistema de transporte público por ônibus em Curitiba	72
4.1.2	A linha Circular Centro (Horário).....	73
4.2	RELATO DA ENTREVISTA COM ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	75
4.3	PESQUISA DE CAMPO:	77
4.3.1	Métodos manuais	77
4.3.2	Métodos automatizados.....	82
4.4	CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO	87
5	ANÁLISE DA VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID UHF COMO COLETOR DE DADOS DE FLUXO EM ÔNIBUS.....	89
5.1	PLANEJAMENTO	89
5.1.1	Projeto	89
5.1.2	Autorização de teste em Linha <i>Intercampi</i>	92
5.1.3	Entrevista especialista RFID.....	93
5.1.4	Pesquisa sobre o comportamento do usuário.....	94
5.2	TESTE EM LABORATÓRIO	96
5.3	TESTE PILOTO	98
5.3.1	Instalação/Desinstalação	99
5.3.2	Pré-teste: teste de leitura por local de guarda do cartão	103
5.3.3	Teste piloto	105
5.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE PILOTO.....	111
5.4.1	Análise descritiva dos dados do pré-teste	111

5.4.2	Análise dos resultados da pesquisa origem-destino na Linha <i>Intercampi</i> ..	116
5.4.3	Vantagens e desvantagens da coleta de dados por RFID UHF	119
5.5	ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE COLETA DE DADOS.....	121
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
6.1	CONCLUSÕES.....	124
6.2	SUGESTÕES	126
6.2.1	Para o Sistema de Bilhetagem Eletrônica.....	127
6.2.2	Sugestões para testes Futuros com sistema RFID UHF	127
	REFERÊNCIAS.....	128
	APÊNDICES	136
	ANEXOS	159

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo visa primeiramente destacar a relevância de estudos ligados à melhoria do planejamento e da operação dos sistemas de transporte e explicitar o problema investigado. Em seguida, são apresentados os objetivos gerais e específicos bem como suas justificativas socioeconômicas e acadêmicas. Por fim, é detalhada a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTO E RELEVÂNCIA

Diariamente milhões de pessoas saem de suas casas para a realização de atividades cotidianas, como estudar e trabalhar. Em 2011, a faixa da população brasileira considerada economicamente ativa era de cerca de 100 milhões de pessoas, ou 60,02% da população total. (IBGE, 2015).

Segundo o Relatório Geral de 2011 sobre sistema de informações da mobilidade urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2014), que analisa dados de 438 municípios com mais de 60 mil habitantes e que correspondem a 64% da população do país, somente no ano em questão foram realizados 96,8 bilhões de deslocamentos. Esse deslocamento diário e em massa possui numerosas e importantes implicações na dinâmica das cidades: sua evolução, estrutura e qualidade de vida. (MELLO, 1981).

Os deslocamentos podem ser realizados de várias formas, através dos denominados modos de transporte. Os principais modos são: transporte coletivo (ônibus, trem, metrô), automóveis, motocicleta, bicicleta ou a pé. No mesmo relatório da ANTP (2014) encontram-se a divisão modal por porte de município que demonstra a participação de cada modo nas viagens totais realizadas pelos habitantes de cada município segundo o tamanho da sua população. (FIGURA 1).

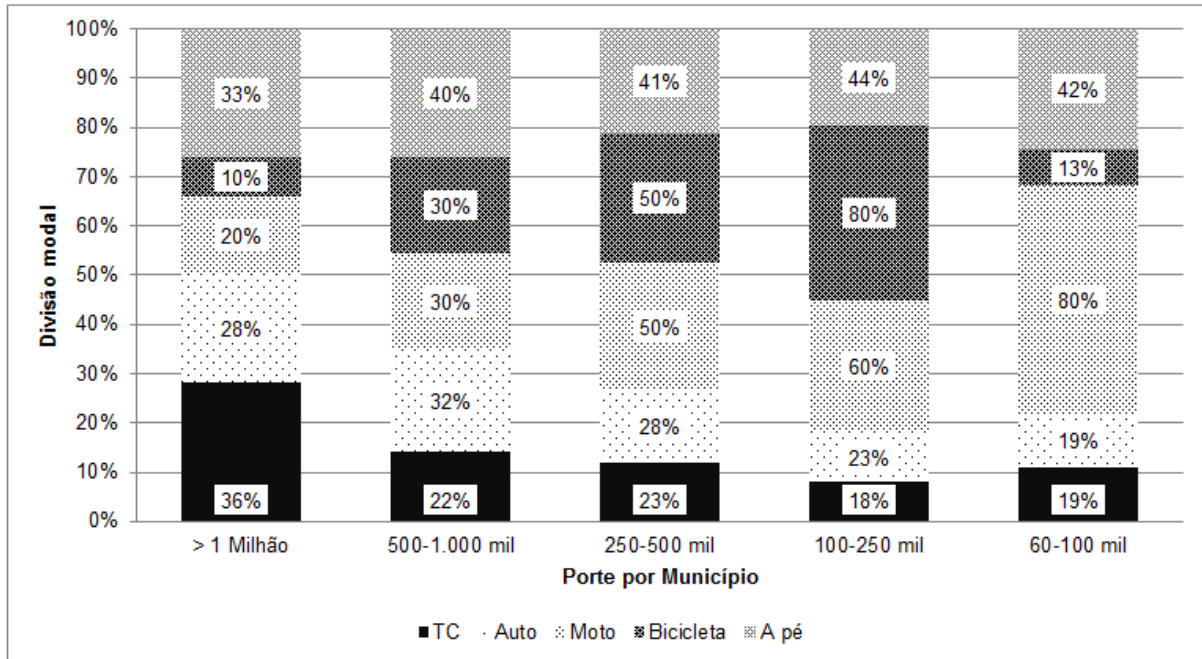


FIGURA 1 - DIVISÃO MODAL POR PORTE DE MUNICÍPIO

FONTE: adaptado pelo autor de ANTP (2014).

Como se pode observar (FIGURA 1), quanto maior a cidade, maior a participação do transporte coletivo nas viagens realizadas (deslocamento realizado em modo principal). Mesmo assim, em cidades com população superior a um milhão de habitantes, este modal representa 36% do total de viagens realizadas.

O planejamento e a operação de sistemas de transportes de massa possuem um papel importante nesse contexto. Esses podem ser compostos por diversas modalidades de transporte coletivo, de forma integrada ou não. As principais modalidades de transporte usadas no Brasil e no mundo são metrô, ônibus e trens suburbanos (MELLO, 1981).

O planejamento e a operação do transporte coletivo, por seu caráter essencial, estão sob a responsabilidade, segundo a Constituição brasileira de 1988, dos municípios, que podem geri-lo diretamente ou por meio de concessão ou permissão (BRASIL, 1988). Na maioria dos casos as empresas concessionárias tratam apenas da operação, sendo que o governo define as diretrizes estratégicas e operacionais.

O objetivo maior do sistema deve ser o de atrair o máximo de pessoas para o transporte coletivo, garantindo assim maior fluidez nas vias e viagens em menor tempo. Para atraí-los o sistema deve oferecer conforto, boa cobertura, informações

claras, segurança, acessibilidade, eficiência operacional e ambiental e tarifas adequadas (NTU, 2013).

O que se verifica, no entanto, a partir de pesquisas recentes é que existe uma redução no número de passageiros transportados por mês nos sistemas de transporte por ônibus em regiões urbanas ano a ano, como demonstrado por uma pesquisa realizada pela Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2013) em nove capitais do país (FIGURA 2).

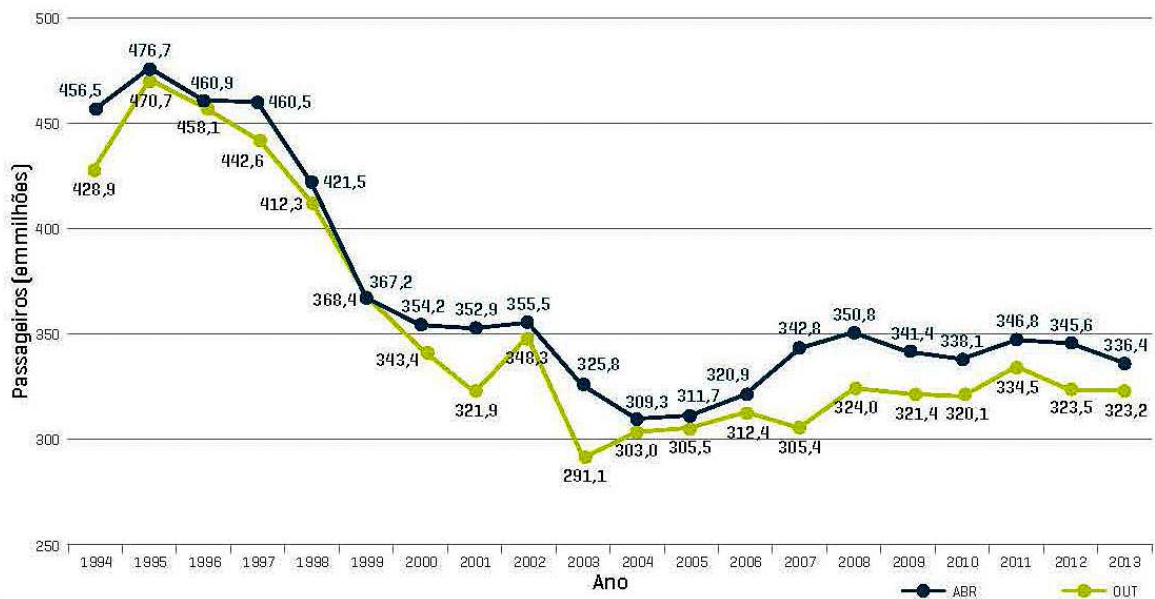


FIGURA 2 - EVOLUÇÃO DOS PASSAGEIROS TRANSPORTADOS POR MÊS NO SISTEMA DE ÔNIBUS URBANO DE NOVE CAPITAIS DO BRASIL
 FONTE: NTU (2015).

Manifestações populares exigindo melhores serviços públicos e reduções no preço das tarifas de transporte foram observadas em todo o país, no mês de junho de 2013, e indicam possíveis razões dessa redução. As manifestações começaram com um protesto contra o aumento de R\$0,20 na tarifa de ônibus praticada em Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, e demonstraram a insatisfação geral da população com o custo e o nível de serviço oferecido pelo sistema de transporte atual (CHAUI, 2013).

Os sistemas de transporte possuem papel relevante na dinâmica das cidades e no cotidiano de seus habitantes, sendo que sua importância é reconhecida pela constituição do país. No entanto, diante das manifestações ocorridas em todo país, nota-se que os serviços de transporte público por ônibus não atendem às

necessidades e expectativas de qualidade de seus usuários em várias cidades brasileiras.

Para que haja um bom funcionamento e planejamento de transporte que supra as demandas locais é necessário um diagnóstico adequado do sistema existente e de uma apurada previsão desta demanda, cujos modelos são baseados na formulação de matrizes origem-destino (ORTÚZAR, 2011). Por sua vez, os dados que alimentam essas matrizes são coletados de forma automatizada ou manual (GUERRA, 2011)

Os coletores automatizados de dados, utilizados em diversos países, fornecem informações sobre origem, frequência e padrões de viagem de usuários de ônibus em grande volume. No entanto, esses coletores não podem substituir completamente métodos de coleta manuais como a pesquisa origem-destino domiciliar, pois não captam diretamente dados sobre o destino da viagem dos passageiros e o seu propósito (PELLETIER; TRÉPANIER; MORENCY, 2010).

1.2 PROBLEMA

Dado que quanto mais realistas forem as informações coletadas sobre o padrão de viagem dos passageiros, mais assertivas serão as decisões tomadas a partir delas, maior a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que colem de forma passiva dados relacionados aos passageiros, em grande quantidade e com precisão.

A Identificação por Radiofrequência ou *Radio Frequency Identifier* (RFID), em inglês, é uma tecnologia que permite a identificação de objetos à distância através de ondas eletromagnéticas e o acompanhamento de informações em tempo real. Ela começou a ser desenvolvida pelo exército britânico durante a II Guerra Mundial e ganhou novas funções ao ser utilizada principalmente na área de logística, para controle e rastreamento de produtos ao longo das cadeias de suprimento. Atualmente seu uso se expandiu para diversas áreas como bibliotecas, hospitais, supermercados e linhas de montagem (MALTA, 2009).

O RFID de ultra alta frequência (*Ultra High Frequency – UHF*) permitiu a contagem e o acompanhamento em tempo real mais eficientes do fluxo de pessoas

e poderia ser aplicado ao acompanhamento do fluxo de passageiros de ônibus, ao mesmo tempo que forneceria uma gama de possibilidades de análise para o planejamento e tomada de decisão em relação ao sistema de transporte público, como padrões e encadeamento de viagens de todos os passageiros portadores de cartões por idade e sexo, caso tais dados fossem cruzados com informações do cadastro dos passageiros.

Assim essa pesquisa propõe solucionar o seguinte problema: Como identificar, por meio de um sistema RFID UHF e de forma mais simples e precisa que os métodos usuais de coleta de dados, a origem e o destino das viagens realizadas em ônibus pelos usuários de sistemas de transporte público?

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral propor a utilização da tecnologia RFID UHF como um método automatizado de coleta de dados para a identificação da origem e do destino das viagens realizadas por usuários de linhas urbanas de ônibus.

Para se alcançar este objetivo buscou-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Descrever os métodos mais utilizados na coleta de dados para identificação da origem e do destino de passageiros do transporte público urbano por ônibus;
- b) Identificar vantagens e desvantagens dos métodos mais utilizados na coleta de dados para identificação da origem e do destino de passageiros do transporte público urbano por ônibus;
- c) Verificar a viabilidade operacional da implementação da tecnologia de RFID UHF para a finalidade proposta;
- d) Identificar vantagens e desvantagens da utilização da tecnologia RFID na identificação da origem e destino dos passageiros de ônibus urbano;
- e) Comparar os resultados dos métodos convencionais de coleta de dados com os resultados alcançados pelo método proposto.

1.4 JUSTIFICATIVA

A seguir são apresentadas as justificativas socioeconômicas e acadêmicas para a realização da pesquisa ressaltando a adequação dessa a uma das áreas de concentração do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFPR.

1.4.1 Justificativa socioeconômica

O transporte coletivo é um serviço essencial nas cidades e importante fator determinante da qualidade de vida de seus habitantes. A sua função básica é “integrar as áreas urbanas dos pontos de vista econômico, social e recreativo.” (ARAÚJO, 2011).

A qualidade de seu atendimento está basicamente relacionada a quatro variáveis: o número de linhas disponíveis, a frequência e destino dessas linhas, as necessidades de deslocamento da população e o custo relativo a seus ganhos (ARAÚJO, 2011).

O seu planejamento depende da efetividade de várias atividades, dentre elas a coleta de dados, sua criterização, o armazenamento e a disseminação das informações e, por isso, o setor necessita constantemente de pesquisas de campo e de tecnologias de gestão e decisão empresarial (DUNHAM, 2013). Dentre os diversos tipos de pesquisa, destaca-se a importância da pesquisa origem-destino (OD) que objetiva entender como a população de uma cidade se desloca e os meios que utiliza.

Em Curitiba e Região Metropolitana, a RIT (Rede Integrada de Transporte) é caracterizada por garantir a integração físico-tarifária de 14 municípios da Grande Curitiba, transportar cerca de 1,7 milhões de passageiro durante os dias úteis, realizar 15.505 viagens e percorrer cerca de 328mil km diariamente. A sua estrutura é composta por uma frota operante de 1.368 veículos, 250 linhas, 21 terminais, 342 estações-tubo e 6.500 pontos de parada (URBS, 2015b).

Apesar da complexidade do sistema, no entanto, segundo afirmação feita pelo então presidente do IPPUC, Cléver Ubiratan Teixeira de Almeida, durante Audiência Pública do Metrô em Curitiba realizada em 15 de março de 2011, nunca foi realizada em Curitiba uma pesquisa origem-destino. O que estaria para mudar, pois, segundo o presidente, cerca de 6 a 7 milhões dos recursos oriundos de uma linha de financiamento de uma agência francesa de desenvolvimento aberta para financiar projetos da área em Curitiba, foram destinados para este fim (CASCAES, 2013).

Tendo em vista o cenário acima apresentado, pode-se considerar que a geração de dados que suportam a tomada de decisão dos órgãos competentes é um fator de extrema importância e por isso a pesquisa que tenha por objetivo explorar alternativas que possibilitem que ela seja feita de forma mais constante, efetiva, precisa e a um menor custo é justificada pelo seu caráter impactante e transformador à medida que abre caminho para melhorias e novas aplicações.

1.4.2 Justificativa acadêmica

Com o maior desenvolvimento tecnológico ocorrido nas últimas décadas, expandiu-se também a utilização de sistemas coletores automatizados de dados no planejamento de sistemas de transporte, o que por sua vez impulsionou o avanço dos estudos na área. No entanto, a produção acadêmica relacionando o uso de *'smartcards'*, *RFID'*, *'transporte público'* e/ou *'origem-destino'* ainda é pequena se considerados como base os artigos disponíveis no Portal de Periódicos da Capes (2015) que abordam a utilização de dispositivos tecnológicos na coleta de dados da origem e de destino de viagens realizadas por passageiros de ônibus

Em uma pesquisa no portal de Periódicos da Capes (2015) por artigos acadêmicos publicados nos últimos 10 anos a partir de uma busca avançada por duplas de palavras-chave como *"smart cards"* e *"public transportation"*; *"origin destination"* e *"smart cards"*; e *"RFID"* e *"origin destination"*, obteve-se como resultados de pesquisa a soma de 85, 5 e 11 artigos, respectivamente.

Pelas razões descritas acima acredita-se que o presente trabalho poderá contribuir significativamente para áreas de estudo ainda em desenvolvimento.

Em relação à adequação da pesquisa à área de atuação da Engenharia de Produção pode se dizer que este trabalho está predominantemente ligado às subáreas de Engenharia Organizacional e de Logística. No caso da primeira, por abordar o uso de uma nova tecnologia para geração de informações para sistemas de informação de órgãos de planejamento e operação de sistemas de transportes urbanos e, no caso da segunda, por permitir a otimização da rede e do nível de serviço oferecido ao passageiro (ABEPRO, 2015).

Quanto ao programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, pode-se dizer que este projeto está alinhado à caracterização da área de concentração de Tecnologia e Inovação descritas abaixo.

“A Área de Tecnologia e Inovação investiga os processos de geração, disseminação e introdução de inovações tecnológicas nas atividades econômicas de produção de bens e serviços. As pesquisas visam atender os interesses sociais de difusão científica com abordagem multidisciplinar - nas áreas de engenharia, gestão da informação, gestão da inovação e do conhecimento, políticas públicas - considerando a complexidade e diversidade das organizações.” (PPGEP, 2013).

O projeto está enquadrado na descrição da área acima, pois investiga uma nova aplicação para uma tecnologia já existente em uma área com grande importância social como a mobilidade urbana.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Apesar de serem fatores importantes, este trabalho não discute a viabilidade econômica nem a legalidade do uso das informações dos usuários de transporte nas pesquisas origem-destino, pois considerou-se que esta é uma abordagem posterior à etapa da análise da viabilidade operacional, objetivo deste trabalho.

Essa pesquisa foi aplicada a duas linhas de ônibus, sendo que a coleta de dados por métodos de coleta embarcada e automatizada foi realizada em uma única linha do sistema de transporte público de Curitiba, enquanto que os testes do sistema RFID e o método de coleta de dados por meio dessa tecnologia foram realizados em um ônibus da linha *Intercampi*, linha dedicada exclusivamente ao transporte dos alunos da Universidade Federal do Paraná.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. O capítulo 1 apresentou o problema investigado e seu contexto e relevância, bem como os objetivos e a justificativa desta pesquisa.

O Capítulo 2 traz a revisão bibliográfica deste estudo em três partes. A primeira parte apresenta uma breve retrospectiva histórica do transporte de massa e conceitos e métodos utilizados em pesquisas de transporte. A segunda, os métodos de coleta de dados aplicáveis em sistemas de transporte público por ônibus em nível de linha. Por fim, a terceira e última parte descreve os componentes, o funcionamento e as restrições de utilização do sistema de identificação por RFID UHF e o estado da arte da aplicação dessa tecnologia na área de transportes públicos.

Já o Capítulo 3, caracteriza a pesquisa, descreve suas etapas e detalha a metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho. Nos capítulos seguintes, 4 e 5, são descritas a aplicação e apresentados os resultados do estudo de caso e da avaliação operacional do sistema RFID UHF como coletor de dados, respectivamente. Ao final do capítulo 5 é apresentada uma análise comparativa dos resultados dos métodos aplicados no estudo de caso e no teste piloto, confrontando-os com a literatura.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho e algumas sugestões de melhorias para o sistema de transporte.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura sobre métodos de pesquisa em transporte público e aplicações da RFID e está subdividido em três subseções. A primeira apresenta a evolução dos sistemas de transporte em massa e os conceitos, técnicas e classificações das pesquisas desenvolvidas na área de transporte público. A segunda, apresenta vantagens e desvantagens dos métodos de pesquisa aplicáveis em nível de uma linha de ônibus, trabalhos correlatos e o estado da arte dos métodos de coleta de dados de pesquisas aplicadas na área de transporte público. A terceira, apresenta os componentes, funcionamento e restrições da tecnologia de RFID e o estado da arte da aplicação dessa tecnologia no transporte público.

2.1 EVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES DE MASSA E CONCEITOS E MÉTODOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS EM TRANSPORTE PÚBLICO

Esta seção está subdividida em quatro subseções. A primeira apresenta uma retrospectiva histórica da evolução dos transportes de massa e a sua relação com o planejamento urbano no mundo e na cidade de Curitiba. A segunda, descreve e discute conceitos importantes relacionados à área de transportes e necessários para a compreensão desse trabalho. A terceira subseção relata os tipos de pesquisa e meios e técnicas de coleta de dados mais utilizados em pesquisas de transporte. Enfim, a quarta e última subseção apresenta as etapas básicas da aplicação de uma pesquisa manual.

2.1.1 Uma breve retrospectiva histórica da evolução do transporte de massa no mundo e em Curitiba

No mundo, o transporte de massas começa nos países industrializados e em meados do século XIX com as primeiras estradas de ferro e o uso de ferrovias suburbanas para serviço de passageiros. Ao longo do século XX essa modalidade de transporte aumenta a sua produtividade e contribui no desenvolvimento dos processos de conurbação e descentralização de aglomerações urbanas (MELLO, 1981).

Em seguida, entre o final do século XIX e início do século XX, surge o metrô. Em seu início, essa modalidade se expandiu rapidamente devido à sua imbatível *performance* em termos de tempo e velocidade quando comparada a outras opções de superfície. No entanto, essa expansão foi reduzida durante o período entre as décadas de 20 e 60 devido ao crescimento rápido da indústria automobilística, e somente retomada na década de 70, quando o mercado encontrava-se diante de um quadro de aumento do preço do petróleo (MELLO, 1981).

A partir dessa crise conhecida como a Crise do Petróleo, desenvolveram-se e aprimoraram-se outras modalidades de transporte. Uma delas, foram os bondes, que modernizados passaram a ser chamados de “veículos leves sobre trilhos (VLT)” e se difundiram principalmente na Europa. Outra, considerada a grande inovação em transportes de massa do séc. XX, foi o ônibus a motor a combustão (MELLO, 1981).

Essa última modalidade ganhou lugar cativo nos sistemas de transporte em todos os países por sua grande flexibilidade e baixo custo de implantação. Foi também a alternativa mais difundida em países subdesenvolvidos devido ao amplo e rápido crescimento das metrópoles destes e às restrições financeiras que impossibilitavam grandes investimentos como os necessários para a implantação do metrô, por exemplo (MELLO, 1981).

Nestes países, entretanto, a necessidade de uma alta taxa de utilização de mão de obra em relação aos passageiros transportados, de ponto negativo se converteu em positivo devido à geração de emprego de baixa qualificação. Com o tempo, porém, deficiências de planejamento e operação e o aumento da frota de veículos particulares fizeram emergir algumas desvantagens dessa modalidade.

Algumas delas são irregularidades de horários, menor velocidade comercial, sobreposição de itinerários e capacidade ociosa (MELLO, 1981).

Na década de 70, a adaptação de certos conceitos ferroviários como faixas privativas, plataformas de embarque e desembarque, veículos articulados e comboios permitiu uma melhoria da eficiência dos ônibus e amenizaram, em parte, essas desvantagens (MELLO, 1981).

Essa evolução dos transportes de massa e sua relação com o desenvolvimento das cidades também é vista no Brasil. Em 1972, por exemplo, é elaborado o Plano de Transportes da Grande Recife contratado pela SUDENE, a primeira experiência de um planejamento de transporte urbanos com base numa análise mais sistêmica. Contudo, foi a cidade de Curitiba que se destacou, e ainda se destaca nos dias de hoje, pela organização e inovações do seu sistema de transportes (MELLO, 1981).

No livro, “Curitiba: um modelo em evolução”, o autor Santoro (2002) repassa a história de planejamento urbano da cidade, desde quando Curitiba era uma pequena vila até após a implantação do BRT, modelo desenvolvido no Brasil considerado uma referência no mundo e exportado para vários países.

A cidade de Curitiba possui um longo histórico de planejamento urbanístico. O Primeiro Plano Diretor de Urbanização da cidade foi idealizado por Alfred Agache em 1943. Sua concepção foi baseada na divisão da cidade em zonas especializadas e em um plano de Avenidas (perimetrais) que davam uma conformação radio-concêntrica à cidade. No entanto, por diversas razões, o primeiro plano não foi totalmente implantado e foi substituído em 1965 por um Plano Preliminar de Urbanismo. Plano esse cujos objetivos principais eram o de descongestionar a área central e preservar o centro tradicional; valorizar o setor histórico; priorizar os pedestres na área central; modificar a configuração de expansão urbana de radial para linear, integrando transporte e uso do solo; conter a população em seus limites territoriais e prover equipamentos, de todos os níveis (SANTORO, 2002). Para atingir tais objetivos, foram elaborados Planos do uso do solo, do sistema viário e do sistema transporte, que juntos se mostraram uma eficiente ferramenta de direcionamento e planejamento do desenvolvimento da cidade (URBS, 2015a).

Em 1966 foi aprovado um novo plano diretor que privilegiava o transporte coletivo e previa uma mudança de conformação da cidade de radial para linear

(SANTORO, 2002). Foram estabelecidos também Eixos Estruturais compostos por um sistema trinário de vias como demonstrado na FIGURA 3 (URBS, 2015a).

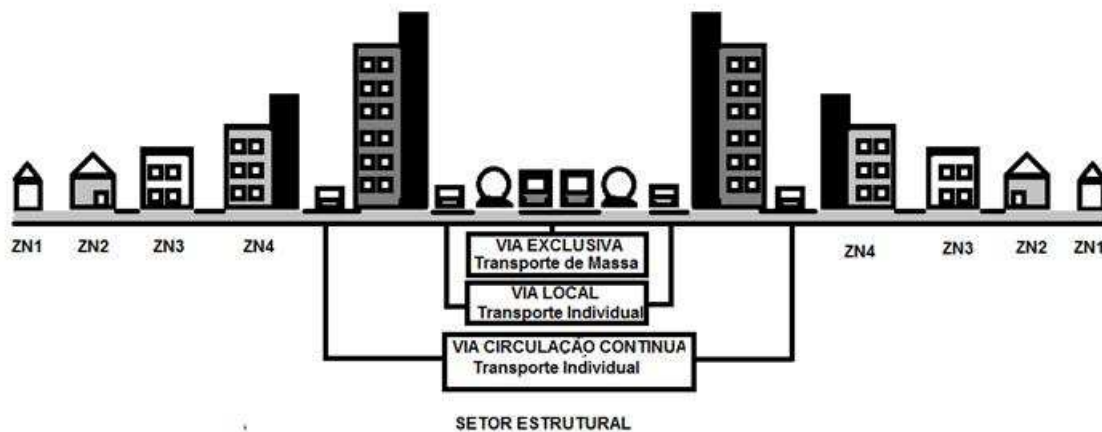


FIGURA 3 - EIXOS ESTRUTURAIS DOS SISTEMA VIÁRIO
 FONTE: adaptado pelo autor de Urbs (2015a).

Esse sistema era composto, por sua vez, de vias de duplo sentido sendo uma central (exclusiva para o transporte coletivo), duas de tráfego local lento (localizadas ao lado das centrais) e mais duas de tráfego contínuo (localizadas normalmente a uma quadra da central com o objetivo de ligar os bairros ao centro). A idealização desses eixos previa e objetivava maior adensamento ao redor deles o que levou posteriormente à construção de Terminais de Integração no lugar de algumas paradas de ônibus (SANTORO, 2002).

Em 1979, principalmente em resposta ao aumento do preço dos combustíveis como consequência da crise do Petróleo e seu impacto sobre o valor da tarifa, foram realizadas grandes mudanças no sistema de transporte curitibano. Além de escalonar os horários de escolas, comércio e serviços para reduzir a pressão de demanda nos horários de pico, foi adotada uma integração físico-tarifária do sistema de transporte denominada Rede Integrada de Transporte (RIT) (SANTORO, 2002).

Essa integração só foi possível porque em 1987, a partir do Decreto 45/87, os custos do sistema deixaram de ser calculados com base no número de passageiros transportados e passaram a ser calculados com base na quilometragem rodada (URBS,2015a), sendo que todos os recursos arrecadados eram rateados ao

final do dia entre as empresas operadoras do sistema de maneira proporcional (SANTORO, 2002). Essa mudança possibilitou uma expansão das linhas (principalmente em direção às periferias) e aliviou o tráfego no anel central da cidade.

A sociedade, na época, aceitou bem os transbordos nos terminais que, apesar de levarem a um aumento do trajeto e do tempo gasto na viagem, possibilitavam a realização de vários deslocamentos com o pagamento de uma única passagem em uma época em que havia uma escalada do preço dos combustíveis que tornava o automóvel uma alternativa onerosa. O desconforto gerado por esses, foi ainda mitigado por ajustes nas tabelas de horário que reduziram o tempo de esperas nos terminais (SANTORO, 2002).

Mas as mudanças não pararam aí. Em 1991, foram criadas as primeiras linhas diretas com o embarque em nível e pagamento antecipado da tarifa nas estações-tubo. No ano seguinte e no ano de 1995, foram realizadas reestruturações nos eixos Boqueirão e Norte-Sul para dar início a operação de ônibus biarticulados com capacidade máxima de 270 passageiros. Em 1996, por meio de um convênio com o Governo do estado, a Urbs passa a ser responsável pela administração das linhas da região metropolitana de Curitiba. Em 2002, foi implantado o sistema de bilhetagem eletrônica no sistema de transporte e, enfim, em 2012 foi inaugurado o Centro de Controle Operacional (CCO) que permite o acompanhamento em tempo real do trânsito e dos ônibus (URBS, 2015a).

2.1.2 Conceitos essenciais em planejamento de sistemas de transporte

Na área de transportes, como em outras áreas de estudo, existem termos cuja definição varia de acordo com o contexto em que esse está inserido. A falta de clareza na conceituação dos termos usados em uma pesquisa, por exemplo, pode resultar em graves erros de interpretação de seus resultados e, em última instância, levar a uma tomada de decisão errada.

A seguir, na FIGURA 4 são descritos e discutidos alguns termos e conceitos importantes para a adequada elaboração e compreensão dos resultados de estudos realizados na área de planejamento e operação de sistemas de transporte.

TERMOS	DEFINIÇÃO
Atividade	Segundo Ortúzar (2011), um esforço ou um interesse relacionados a um propósito, mas não necessariamente a um local fixo;
Viagem	<p>Traduzido do inglês 'trip', as definições desse termo apresentam grande variabilidade e não possuem um consenso entre os especialistas. Conforme Richardson (1995), o termo 'viagem' poderá assumir sentidos diferentes a partir da natureza da atividade realizada no local de sua origem ou destino, do modo de transporte e da duração do deslocamento do indivíduo entre dois pontos e da duração da atividade ao final de cada deslocamento.</p> <p>Um primeiro exemplo da variedade de conceitos relacionados ao termo é a distinção de uma 'trip' em termos de direção de deslocamento. Segundo Richardson (1995), uma 'trip' geralmente é descrita em termos de 'deslocamentos em uma única direção', definição similar à usada por Ortuzar (2011), que define 'trip' como um deslocamento em uma única direção entre um ponto de origem e um ponto de destino. Embora, essa definição seja a mais usada, o primeiro autor ressalta que algumas taxas de viagens podem ser calculadas em termos de 'deslocamentos de ida e volta' (<i>round-trips</i> em inglês) também denominadas em inglês por '<i>journeys</i>' ou '<i>sojourns</i>'. Nota-se nesse ponto, no entanto, uma divergência entre a terminologia empregada pelos autores, pois Ortuzar (2011) define '<i>journey</i>', como um sinônimo de sua definição de 'trip', e '<i>sojourn</i>', como um período curto de permanência em um lugar específico geralmente relacionado a um propósito.</p> <p>Um segundo exemplo está relacionado ao que Richardson (1995) afirma ser a forma mais comum de diferenciação de viagens, a que classifica as viagens em '<i>linked trips</i>' e '<i>unlinked trips</i>'. As '<i>linked trips</i>' são baseadas em atividades, sendo que a cada mudança de atividade, há a ocorrência de uma viagem. Já as '<i>unlinked trips</i>', também chamadas '<i>legs</i>', '<i>stages</i>' ou '<i>stops</i>', são definidas como todo deslocamento que acontece na rua. Alguns exemplos de '<i>unlinked trips</i>' são a caminhada entre o local de origem e o ponto de ônibus; o deslocamento realizado dentro de um ônibus até o ponto de desembarque; e a caminhada até o destino final. O conjunto dessas '<i>unlinked trips</i>' formam uma única '<i>linked trip</i>'. Ortúzar (2011) não usa os mesmo termos, mas denomina como '<i>tour</i>' ou '<i>trip chain</i>' o conjunto do que chama de '<i>sojourns</i>' e '<i>trips</i>'.</p>
Origem e Destino	Apesar dos termos 'origem' e 'destino' terem como definição básica o de ser o ponto inicial e final de uma ação, o seu entendimento pode variar de acordo com o nível de agregação e os conceitos de viagem utilizados em um estudo. Assim, em níveis mais agregados que utilizam a concepção de viagem como todo o percurso realizado entre atividades, a origem e o destino poderá ser uma zona, região ou bairro onde se localiza a casa, a escola ou shopping em que o indivíduo exercerá uma atividade. Já em níveis desagregados, por exemplo, no caso de uma linha de ônibus, o conceito de viagem será o de deslocamentos feitos por meio do modo ônibus e a origem e destino serão respectivamente os pontos de embarque e desembarque do passageiro.
Número de	Medida de desempenho de sistemas de transporte, esse termo é definido de duas formas: total de embarques ou total de viagens completas

TERMOS	DEFINIÇÃO
passageiros (<i>Ridership</i>)	(incluindo transferências). A primeira definição, mais usada entre as agências de trânsito, está relacionada ao conceito de ' <i>unlinked trips</i> ' e é utilizada como medida de utilização do sistema em vários níveis. Já a segunda, refere-se ao conceito de ' <i>linked trips</i> ' e é mais usada em análises a nível agregado do sistema (TCRP, 1998). Pela primeira definição, um passageiro que se utiliza de dois ônibus para chegar ao trabalho, será contabilizado duas vezes enquanto que pela segunda, será contabilizado uma única vez.
Pesquisas por abordagem (<i>Intercept surveys</i>)	Pesquisas onde o pesquisador aborda um indivíduo enquanto esse realiza alguma atividade fora do seu domicílio. Nesse tipo de pesquisa, há sempre uma forma de contato pessoal, seja por meio da distribuição de questionários ou de entrevistas. Elas podem ocorrer dentro de veículos como ônibus e trens, shoppings, locais de trabalho, aeroportos, terminais e em pontos da via por onde a linha divisória que estabelece a área de estudo (' <i>cordon</i> '). (RICHARDSON, 1995; TCRP, 2005; ORTÚZAR, 2011).
Pesquisas embarcada (<i>On-board surveys</i>)	Pesquisas conduzidas dentro de ônibus, bondes, trens e metrô (TCRP, 2005). Nesse tipo de pesquisa, os questionários podem ser entregues no ônibus e retornados de três formas: no próprio veículo antes do desembarque; por correio ou por uma combinação das duas alternativas anteriores (RICHARDSON, 1995).
População	Os autores Ortúzar (2011) e Richardson (1995) compartilham em seus respectivos livros a definição de população de interesse como um grupo que compreende todos os elementos individuais pertencentes ao público-alvo da pesquisa. No entanto, outros autores fazem uma subcategorização do conceito em 'população teórica' e 'população de estudo.' Nesses casos, a primeira subcategoria seria relativa ao grupo para o qual o pesquisador deseja generalizar a amostra, enquanto que a segunda, compreenderia o grupo ao qual o pesquisador tem acesso. Por exemplo, em um caso que a pesquisa é baseada em informações de cartões de transporte, a população teórica pode ser a de todos os usuários do sistema de transporte e a população de estudo ser definida como os usuários que possuem cartão. Nada impede, porém, que a população teórica seja igual a de estudo (TCRP, 2005).
Amostra	Seleção de unidades amostrais representativas da população de estudo (RICHARDSON, 1995; ORTÚZAR, 2005; TCRP, 2005), com a ressalva de que a amostra compreende o grupo total de unidades em que houve a tentativa de aplicação da pesquisa e não só o grupo em que ela foi efetivamente aplicada.
Quadro de amostragem	Uma lista-base que contenha todas, ou quase todas, as unidades de amostra da população do estudo e da onde será retirada a amostra (RICHARDSON, 1995, TCRP, 2005).

FIGURA 4 – TERMOS E CONCEITOS UTILIZADOS EM PESQUISAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

FONTE: O autor.

2.1.3 Tipos de pesquisa e meios e técnicas de coleta de dados em transportes

Etapa fundamental no planejamento do uso do solo e dos sistemas de transporte, as pesquisas assumem desenhos diferentes de acordo com o propósito para o qual são desenvolvidas. Estudos conduzidos pelo *Transit Cooperative Research Program* (TCRP) conduzidos pelo *Transportation Research Board* (TRB), instituição ligada ao governo americano que conduz pesquisas sobre o 'state of practices' na área, apresentam uma grande variedade de tipos de pesquisa e meios e técnicas de coleta de dados, por sua vez aplicados de forma combinada ou concomitante, dependendo do objetivo da pesquisa, da qualidade, da frequência e da abrangência dos dados a serem coletados e/ou da disponibilidade de tecnologias e recursos financeiros e humanos.

Quanto ao tipo, as pesquisas podem ser divididas em 6 categorias: pesquisas sobre o uso do solo, pesquisas sobre o inventário do sistema de transporte, pesquisas sobre os padrões de viagem, pesquisas sobre o desempenho do sistema de transporte, pesquisas socioeconômicas e demográficas e pesquisas de percepção e comportamento (RICHARDSON, 1995).

O primeiro tipo de pesquisa mensura a localização espacial e a intensidade do uso do solo; o segundo, especifica a localização e características do sistema de transporte existente como vias, veículos e terminais; o terceiro, mensura o tipo e a extensão das viagens realizadas pelos viajantes descrevendo-os em termos de quem vai aonde, com quem, a que hora, por qual modo e caminho e por qual motivo; o quarto, busca medir características relacionadas ao desempenho do sistema como tempos de viagem e espera, variabilidade de tempos, ocupação do veículo e segurança do sistema; o quinto, visa relacionar dados sobre a renda, idade, sexo e outras informações dos viajantes ao uso do sistema de transporte de modo a permitir uma melhor calibração dos modelos de previsão do comportamento da demanda; o sexto e último tipo de pesquisa é aquele que busca compreender a relação entre mudanças no comportamento do viajante e a percepção de modificações na qualidade e quantidade do serviço prestado (RICHARDSON, 1995).

Quanto aos meios de coletas de dados, as pesquisas podem ser classificadas como manuais, ou seja, são aplicadas por um agente, ou automatizadas, quando a coleta de dados é feita por meio de tecnologias que

dispensam a intervenção humana ou pelos chamados Sistemas de Coleta Automatizada de Dados (*ADCS*, do termo em inglês *Automated Data Collection Systems*). No caso das pesquisas manuais, os dados são coletados por entrevistas, observação ou devolução de questionários autopreenchidos. Já no caso das pesquisas por coleta automatizada, as principais tecnologias envolvidas são as de Localização Automática de Veículo (*AVL, Automatic Vehicle Location*), a Contagem Automática de Passageiros (*APC, Automatic Passenger Counting*) e a Coletores automáticos de tarifa (*AFC, Automatic Fare Collection*) (TCRP, 1998).

Quanto às técnicas de coleta, as pesquisas podem ser agrupadas em 8 grupos principais segundo Richardson (1995) em seu livro "*Survey methods for transport planning*". Estes são: pesquisas documentais, pesquisas observacionais, pesquisas domiciliares por autopreenchimento, pesquisas domiciliares por meio de entrevistas pessoais, pesquisas por abordagem, pesquisas por telefone, pesquisas em grupo e pesquisas aprofundadas. No entanto, em outros estudos e livros é possível verificar outras técnicas de coleta, como pesquisas com base em dados de localização gerados por celulares (CACERES et al., 2007; 2008), pesquisas aplicadas via internet (TCRP, 2006) e pesquisas com dados coletados a partir de equipamentos instalados dentro de ônibus e em vias ou terminais.

Dentre as técnicas manuais já citadas, as pesquisas por observação, domiciliar, por abordagem e por telefone são as mais difundidas e por isso merecem um maior detalhamento (RICHARDSON, 1995).

A Pesquisa por observação possui dois tipos básicos, a direta e a indireta. A indireta compreende a observação de indícios de fluxo, do volume e da atividade em vias e zonas através da observação de marcas de derrapagem, marcas de desgaste do asfalto e indicadores econômicos como vendas de combustível. Já as diretas, englobam as pesquisas de contagem ou outras pesquisas de transporte com base em gravação de vídeos, etc. (RICHARDSON, 1995).

A pesquisa domiciliar pode ser subdividida em duas formas básicas de aplicação: a entrevista pessoal e a de autopreenchimento. Esse é o método mais convencional para o estabelecimento de matrizes origem-destino primárias, pois permite a obtenção de dados mais amplos sobre o usuário como o seu perfil sócio econômico, destinos finais e modos utilizados de transporte incluindo os não motorizados. Pelo seu alto-custo e dificuldades técnicas, esse tipo de pesquisa geralmente é realizado com menor frequência, variando entre 5 a 10 anos. Na

primeira forma, existe a presença de um pesquisador que faz as perguntas e anota as respostas em um questionário próprio. Já na segunda, o entrevistado não recebe nenhuma assistência, podendo retornar o questionário pessoalmente ou por correio dependendo da estratégia de aplicação adotada (RICHARDSON, 1995).

As pesquisas de abordagem e por telefone são similares às pesquisas domiciliares por entrevista pessoal, sendo que a diferença na primeira é que o entrevistado responde à pesquisa fora do local de sua residência, como no seu trabalho ou mesmo dentro do próprio veículo de transporte público; e na segunda, o contato com o pesquisador é realizado por telefone (RICHARDSON, 1995).

Apesar da variedade de técnicas e meios de coleta de dados, nem todos são indicados para todos os tipos de pesquisa como demonstra Richardson(1995) na FIGURA 5.

TÉCNICAS PESQUISA	DE	TIPOS DE DADOS		
		VIAGEM	DEMOGRÁFICOS	ATITUDES E OPINIÕES
Documentais		Sim	Sim	Sim
Observacionais		Sim	Não	Não
Domiciliares				
Autopreenchimento		Sim	Sim	Limitado
Entrevista pessoal		Sim	Sim	Sim
Por telefone				
Domiciliar		Não	Sim	Limitado
Individual		Sim	Sim	Limitado
Validação		Sim	Sim	Sim
Por abordagem		Limitado	Sim	Não
Em grupo		Limitado	Limitado	Sim
Aprofundada		Limitado	Limitado	Sim

FIGURA 5 – USOS PARA CADA TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

FONTE: adaptado de Richardson(1995).

Independentemente, da(s) técnica(s) escolhida(s), segundo Ortuzar (2011) a melhor combinação de procedimentos e técnicas é aquela que atende aos seguintes requisitos:

- Permitem relacionar dados do estágio da viagem com local, horário, dia, duração da viagem;
- Inclusão de todos os modos de viagem, inclusive os não-motorizados;
- Permitem a mensuração do propósito de viagem em um alto nível de desagregação;
- Cobertura do máximo período possível (24h/dia; 7 dias/semana e 365 dias/ano);
- Dados de todos os membros de um domicílio;

- Alta qualidade de dados para uso em nível desagregado;
- Fazer parte de um sistema de coleta de dados integrado a outras fontes de pesquisa.

No caso das pesquisas origem-destino, tipo de pesquisa que coleta dados de padrão de viagem associados a dados socioeconômicos, a escolha dos meios e técnicas a serem utilizados nessa pesquisa estará intimamente ligada ao nível de agregação necessária às análises de seus resultados e aplicações posteriores. Por exemplo, para pesquisas relacionadas ao planejamento urbano ou em nível de sistema, empregam-se normalmente as técnicas de pesquisa domiciliares. Já no caso de pesquisas relacionadas a análise de performance em nível mais desagregado como linhas de ônibus, as técnicas mais indicadas são as pesquisas por abordagem, observacionais por contagem e por coleta por meio de tecnologias embarcadas (RICHARDSON, 1995; TCRP,1998; TCRP,2005).

2.1.4 Método de pesquisa manual

Segundo Richardson (1995), apesar da existência de vários tipos de pesquisa, os seus processos de planejamento e execução possuem uma estrutura e etapas básicas em comum que são: i) o plano preliminar, ii) a seleção do método de pesquisa, iii) o delineamento da amostra, iv) o esboço do instrumento de pesquisa, v) a pesquisa piloto, vi) o gerenciamento da pesquisa, vii) a codificação dos dados, viii) a edição dos dados, ix) a correção e a expansão dos dados, a x) a análise dos dados, xi) o registro da pesquisa e xi) a apresentação dos resultados.

De forma mais ou menos agregada, outros estudos e livros apresentam um método com estrutura similar (ORTÚZAR, 2011; TCRP, 2005). Um estudo publicado pela TCRP (2005), por exemplo, estabelece como principais fases de uma pesquisa por abordagem embarcada: o planejamento, o desenho do questionário, o trabalho de campo, a coleta de dado, o tratamento dos dados, a análise e a elaboração do relatório final.

As primeiras cinco etapas do método proposto por Richardson (1995) são etapas de planejamento. Durante essa fase da pesquisa devem ser estabelecidos os

objetivos do projeto; escolhidos a técnica de aplicação de pesquisa e o lugar; identificados a população, o quadro de amostragem e a amostra da pesquisa; e definido o grau necessário de precisão dos resultados (TCRP,2005).

A primeira etapa, a do planejamento preliminar da pesquisa, é uma das mais importantes pois direciona a elaboração das etapas posteriores e esclarece os objetivos gerais e específicos da pesquisa, traz uma revisão da informação existente, expõe as hipóteses, define os termos, determina os recursos e especifica o conteúdo da pesquisa (RICHARDSON, 1995).

Não menos importante, a segunda etapa, a da seleção do método de pesquisa, determina o período e a periodicidade da aplicação da pesquisa, as técnicas a serem utilizadas e os tipos de erros que podem ocorrer a partir dessas escolhas. Quanto ao período, as pesquisas poderão ser classificadas como series temporais, longitudinais ou de corte transversal (RICHARDSON, 1995).

A terceira etapa estabelece o desenho da amostra. Nela, são definidos a população alvo e as unidades, a estrutura e o método de amostragem; são determinados o tamanho, a composição e a taxa de erro da amostra; e estimados os parâmetros de variância (RICHARDSON, 1995).

No caso de pesquisa por abordagem embarcadas, a população teórica e a população de estudo geralmente são as mesmas e são definidas como sendo a soma total ou uma parcela dos usuários de ônibus, trens ou metrô. Em alguns casos especiais, a população de estudo pode focar em grupos diferenciados pelo período ou linha em que os usuários viajam ou pela idade. Outra importante decisão a ser tomada é sobre qual conceito de passageiro a população será definida, o número de embarques ou o número de viagens como discutido na subseção 2.1.2. Normalmente as pesquisas origem-destino são definidas em termos de viagem (TCRP, 2005).

Nesse tipo de pesquisa, o quadro de amostragem geralmente é definido em termos mais gerais como linhas ou viagens de veículos, mas pode ser definido em termos mais específicos como direção, período do dia e dias úteis ou finais de semana (TCRP, 2005). Já a amostra é definida em termos de unidades que podem ser indivíduos, domicílios, empresas, veículos, regiões, etc. Para obtê-la, segundo Richardson (1995), podem ser usados seis tipos de método de amostragem diferentes, sendo eles a amostragem aleatória simples, a amostragem aleatória estratificada, a amostragem aleatória estratificada fracionada por variável, a

amostragem em múltiplos estágios, a amostragem por grupos e a amostragem sistemática. No entanto, segundo a TCRP 63 (TCRP, 2005), o método mais usado pelas agências de trânsito é o da amostragem aleatória simples.

Quanto aos erros de amostragem, Ortúzar (2011) e Richardson (1995) consideram que existem dois tipos possíveis: o erro amostral e o viés. O primeiro é relacionado ao tamanho da amostra e não altera o valor esperado, mas altera a variabilidade ao redor dele. Para minimizá-lo deve-se aumentar a amostra. Já o segundo tipo de erro é derivado de equívocos causados durante o processo de definição da população de estudo, da escolha da técnica de amostragem e do método de coleta pesquisa.

Na quarta etapa, é elaborado o instrumento de pesquisa. Nessa etapa são definidos o tipo, o conteúdo, o formato e a ordem das questões bem como elaboradas instruções e estratégias de aplicação (RICHARDSON,1995). Cada um desses aspectos pode refletir na qualidade da pesquisa e na taxa de resposta dos questionários (MEMARIAN, JEONG, UHM, 2012). Questões mal elaboradas e uso de palavras com duplo significado, por exemplo, podem levar o entrevistado à uma interpretação errada que resultarão, por sua vez, em respostas também erradas (RICHARDSON,1995, ORTÚZAR, 2011). Alguns termos, em particular, como viagem e origem e destino, costumam gerar esse tipo de mal-entendido (TCRP, 2005). Quanto às estratégias de aplicação, um estudo publicado por Memarian, Jeong e Uhm (2012) demonstrou que questionários com poucas questões, com a utilização de incentivos com prêmios de maior valor e aplicados por entrevistadores do sexo feminino costumam ser mais efetivos e apresentarem as maiores taxas de resposta.

A maioria das pesquisas origem-destino por abordagem embarcadas abrangem os seguintes aspectos da viagem em curso: origem, destino, propósito, modo de ingresso e egresso, duração das viagens de ingresso/egresso, tempo de espera, outras linhas usadas no dia e o meio de pagamento. Pesquisas origem-destino mais completas costumam obter quatro locais por viagem: origem, embarque, desembarque e destino. Em alguns casos os locais de origem/embarque e destino/desembarque podem ser iguais, o que pode deixar o respondente do questionário confuso (TCRP, 2005). Quanto ao propósito, as viagens geralmente são agrupadas nas seguintes categorias: trabalho, estudo, compras, atividades sociais e recreativas, como acompanhante, saúde, assuntos pessoais e outros

(TCRP,2005; ORTUZAR, 2011). Segundo Ortuzar (2011) as duas primeiras categorias podem ser classificadas como atividades compulsórias, enquanto as demais, como discricionárias.

Na quinta e última etapa de planejamento, um teste piloto deve ser realizado para verificar a adequabilidade da amostra, do instrumento de pesquisa e dos métodos de tratamento dos dados, a eficiência do treinamento dos entrevistadores, e estimar a taxa de questionários não respondidos, custos e duração do projeto (RICHARDSON,1995).

A etapa de gerenciamento da pesquisa é a única que detalha a aplicação da pesquisa. Nessa etapa são descritos os procedimentos de campo a serem adotados e os meios de monitoramento e controle de qualidade da pesquisa (RICHARDSON,1995). Uma forma de controle da qualidade, por exemplo, é a utilização de dados coletados por meio de APC's como fonte de comparação para os dados coletados em campo (TCRP, 2005).

As etapas de codificação, edição, correção e expansão e análise dos dados podem ser classificadas como etapas de tratamento dos dados. Nessa etapas são definidos o método de codificação, correção e expansão dos dados e desenvolvidos programas de computador para facilitar a entrada, edição, comparação, correção e análise dos dados (RICHARDSON,1995). Alguns métodos de correção de dados na prática envolvem procedimentos simples como a checagem por meio da busca de respostas lógicas e consistentes (ex. exclusão de viagens com mesmo ponto de origem e destino) e a eliminação de *outliers*. Os softwares mais citados para tabulação dos dados pelas agências pesquisadas em estudo realizado sobre o tema pela TCRP (2005) foram o SPSS, o Microsoft Excel e o Microsoft Access, dentre outros.

Enfim, nas etapas de registro e apresentação dos resultados da pesquisa, são estabelecidos os meios, a estrutura e formato dos relatórios, banco de dados e planilhas finais (RICHARDSON,1995).

2.2 MÉTODOS DE PESQUISA APLICÁVEIS EM NÍVEL DE LINHA DE ÔNIBUS

Como discutido na subseção 2.1.3, existem vários tipos de pesquisa e técnicas de coleta de dados, cuja escolha dependerá da razão pela qual uma pesquisa será aplicada. Esta subseção apresenta os métodos de coleta de dados mais indicados para pesquisas cuja análise será feita em nível de uma linha de ônibus.

2.2.1 Vantagens e desvantagens dos métodos de contagem de passageiros

A contagem do número de passageiros é uma medida importante do desempenho e eficiência de um sistema de transporte. Essa informação pode ser obtida em diferentes níveis de agregação dependendo do propósito para qual será utilizada e categorizada por período do dia, forma e meio de pagamento ou tipo de usuário. Dessa forma, gestores de maior nível gerencial provavelmente estarão mais interessados no volume de passageiros transportados pelo sistema, enquanto que programadores de horário e planejadores das linhas de ônibus precisarão ter essa informação em nível de linha e/ou parada e planejadores financeiros, precisarão de dados agregados por tipo de tarifa ou meio de pagamento. Porém, atualmente, não existe um único método de coleta de dados que atenda a todas essas necessidades. As principais aplicações desse tipo de informação por nível de agregação encontram-se listadas na FIGURA 6 (TCRP, 1998).

SISTEMA	LINHA	VIAGEM	PARADA ou SEGMENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar o número total de passageiros transportados; • Analisar padrões de origem-destino das viagens; • Atender a requerimentos de órgãos superiores; • Verificar a conformidade das operadores em relação ao cumprimento de procedimentos de coleta de tarifa; • Computar os embarques por tipo de tarifa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compilar o número de passageiros por linha; • Monitorar a lotação em pontos de lotação máxima; • Monitorar o número de passageiros por tipo de dia e período do dia; • Monitorar a aderência dos horários ao programado; • Revisão da linha; • Mensuração de indicadores de performance; • Ajustes de horário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compilar o número de passageiros por viagem; • Monitorar a aderência dos horários ao programado; • Monitorar lotação; • Ajustes de horário; • Adição ou exclusão de viagens. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolher dados de embarque/desembarque por parada; • Compilar o número de passageiros por segmento; • Ajustes de horário; • Determinar o local de paradas de ônibus.

FIGURA 6 – APLICAÇÕES DOS DADOS DE CONTAGEM DE PASSAGEIROS POR NÍVEL
 FONTE: adaptado de TCRP, 1998.

Para esclarecer as diferenças, similaridades, dificuldades e benefícios do método de coleta por APC's e outros métodos e tecnologias disponíveis, o *Transit Cooperative Research Program* publicou nos anos de 1998 e 2008 uma síntese das práticas correntes à cada época denominadas TCRP 29 e TCRP 77, respectivamente. A primeira pesquisa contou com a resposta de 33 agências de trânsito norte americanas, e a segunda, 86 (TCRP, 1998; TCRP,2008).

Os estudos categorizaram os métodos e tecnologias de contagem de dados em três grupos: manual, eletrônica e contadores automáticos de passageiros. A primeira categoria inclui métodos em que um agente recolhe dados de embarque e desembarque dos passageiros utilizando-se de caneta e papel ou computador portátil; a segunda, inclui métodos de coleta por meio de caixas registradoras eletrônicas e/ou 'smart cards'; e a terceira, compreende uma combinação de contadores automáticos de passageiros, como sensores infravermelho e esteiras sensíveis à pressão utilizados na contagem de passageiros, e leituras do odômetro, balizas e localização do veículo via satélite (TRCP, 1998).

A seguir, na FIGURA 7, são listadas as principais vantagens e desvantagens dos métodos mais usados para a contagem de passageiros em 1998. Ressalta-se que, apesar do TCRP 29 (TCRP,1998) já citar o uso de 'smart cards' como um meio contagem de passageiros, o estudo não apresentou nem vantagens nem

desvantagens da utilização dessa tecnologia devido ao fato dessa estar ainda sendo implementada em três agências de trânsito ainda de forma experimental.

MÉTODO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	NÍVEL DE APLICAÇÃO
MANUAL COM UTILIZAÇÃO DE CANETA E PAPEL	<ul style="list-style-type: none"> - método difundido e já bem estabelecido; - não necessita de investimentos em capital. - não necessita de mão de obra com conhecimentos tecnológicos especiais; 	<ul style="list-style-type: none"> - o grau de precisão e consistência dos dados pode ser comprometido principalmente por meio de erros gerados durante a coleta de dados e durante a sua transcrição; - processo mais demorado; - intensivo em trabalho; - alto custo e conseqüente limitação dos recursos disponíveis para a coleta de dados; - menor frequência de aplicação; - dependente da confiabilidade do trabalho dos aplicadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Linha; - Viagem; - Parada.
MANUAL COM UTILIZAÇÃO DE COMPUTADOR PORTÁTIL	<ul style="list-style-type: none"> - automatização da transcrição dos dados coletados; - redução do tempo gasto na tabulação dos dados. 	<ul style="list-style-type: none"> - dificuldades em recarregar a bateria das unidades portáteis. - maior complexidade operacional e de programação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Linha; - Viagem; - Parada.
CAIXAS REGISTRADORAS ELETRÔNICAS	<ul style="list-style-type: none"> - maior quantidade de dados com maior nível de detalhamento; - possibilidade de contar o número de passageiros por linha, viagem e tipo de tarifa; - maior precisão e confiabilidade dos dados; - melhoria na contabilização e controle da receita. 	<ul style="list-style-type: none"> - necessidade de intervenção do operador; - problemas mecânicos; - dificuldades com software no processamento dos dados; - comprometimento do nível de precisão dos dados devido a erros gerados pelo operador ou software. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema; - Linha.

MÉTODO	VANTAGENS	DESvantagens	NÍVEL DE APLICAÇÃO
APC's	-maior frequência de coleta de dados. -dados com maior detalhamento; -maior quantidade de dados.	-atualização constante de informações relacionadas à programação dos horários das viagens e informação sobre as paradas; -necessidade de desenvolvimento de software apropriado; -problemas técnicos e durabilidade dos equipamentos. -dificuldades no processamento e análise dos dados e geração e relatórios.	-Linha; -Viagem; -Parada.

FIGURA 7 – VANTAGENS E DESvantagens DOS MÉTODOS DE CONTAGEM DE PASSAGEIROS

FONTE: adaptado de TCRP (1998; 2008).

Uma comparação entre os dois estudos demonstra que houve uma ampliação do uso dos APC's entre as agências de trânsito, mesmo que de forma combinada com métodos manuais. Na época da primeira pesquisa, por exemplo, os métodos mais comuns de coleta de dados eram os manuais ou por caixas registradoras eletrônicas. Das 33 agências pesquisadas, somente 8 já possuíam um sistema de coleta por contadores automáticos de passageiros implantado e em uso e três agências, faziam o uso experimental do '*smart card*' para este fim. Já na época da segunda pesquisa, 14% das agências faziam a contagem do número de passageiros exclusivamente por meio de APC's e 51,2%, faziam o uso combinado de APC's e métodos manuais (TCRP; 1998, 2008).

Outra constatação da pesquisa realizada em 2008, foi a consolidação do uso de sensores infravermelhos como contador automático de passageiros e da tecnologia de GPS, como principal meio de relacionar esses dados a um local e horário. Apesar dos avanços, a implementação e integração da tecnologia com o sistema e outros equipamentos embarcados, permanecem como grandes desafios a serem enfrentados (TCRP,2008).

2.2.2 Vantagens e desvantagens do método de pesquisa embarcada por abordagem

Apesar de valiosas, as pesquisas de contagem de passageiros não são capazes de gerar todos os tipos de informações necessárias ao planejamento e a operação dos sistemas de transporte. Um exemplo é a análise de padrões de origem-destino das viagens, que geralmente requerem a realização de pesquisas embarcadas especiais que vão além da contagem simples e pura de passageiros (TCRP,1998).

Uma análise de outro estudo realizado pelo TCRP (2005), conhecido como TCRP 63, buscou reunir e comparar as práticas em planejamento e implementação de pesquisas embarcadas em 52 agências de trânsito norte-americanas. Tais práticas envolvem o desenho dos questionários, a metodologia e os resultados de pesquisas embarcadas por abordagem. A FIGURA 8 sintetiza os principais resultados desse estudo.

Propósito	Padrão de viagem (principalmente identificação de O&D); Perfil demográfico; Comportamento; Opinião.
Aplicações	Modelagem de demanda; Planejamento de longo prazo; Planejamento em nível de sistema e rota; Programação de horários; Concepção de serviços; Comunicação aos clientes e mercado.
Formas de aplicação mais usadas	Distribuição e coleta de questionários autopreenchidos; Entrevista.
Duração média Pesquisas O&D (sistema) Pesquisas não-O&D (≥1000 questionários) Pesquisas não-O&D (<1000 questionários)	10 meses 6 meses 3 meses
Frequência Pesquisas O&D Pesquisas não-O&D	Intervalos de 1 a 5 anos Várias vezes ao ano (37 % das agências) Uma vez ao ano (22% das agências) Uma vez a cada 2 anos (4% das agências) Uma vez a cada 3 anos (20% das agências)
Vantagens em relação a pesquisas aplicadas por telefone, correio ou internet.	-Possibilidade de atingir linhas e segmentos de usuários específicos; -Possibilidade de obtenção de uma amostra representativa da população-alvo; -Informações mais detalhadas e precisas;

	<ul style="list-style-type: none"> -Possibilidade de obtenção de aplicar a pesquisa logo após a prestação do serviço; -Maior taxa de resposta (varia de 33% a 67% em média); -Flexibilidade.
Desvantagens em relação a pesquisas aplicadas por telefone, correio ou internet.	<ul style="list-style-type: none"> - Não abrange não usuários do sistema; - Não é adequado no caso de questionários muito extensos ou com questões de maior complexidade.

FIGURA 8 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS, VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO DE PESQUISA EMBARCADA POR ABORDAGEM

Quanto ao propósito, as pesquisas por abordagem e/ou embarcadas geralmente são utilizadas para coletar dados de padrão de viagem, perfil demográfico, comportamento e opinião dos passageiros. Esse tipo de pesquisa é utilizada para responder os seguintes tipos de pergunta: onde, quando, como e por que o passageiro está viajando e qual a satisfação do cliente em relação aos serviços ofertados e como esses poderiam ser melhorados. Na pesquisa em questão, 73% das agências reportaram utilizar esse tipo de técnica para realização de pesquisas origem-destino (TCRP, 1998).

Quanto a utilização, os resultados da pesquisa geralmente são usados na modelagem de demanda, planejamentos de longo prazo em níveis mais agregados como o de sistema ou linha, e melhoria da qualidade dos serviços ofertados (TCRP, 1998).

A forma de aplicação mais empregada pelas agências é a distribuição dos questionários para autopreenchimento pelos passageiros com a devolução desse na hora do desembarque (TCRP, 1998).

A duração média e a frequência de aplicação das pesquisas estarão intimamente ligados ao propósito e utilização do resultado dessa. Logo, pesquisas origem-destino em nível de sistema serão sempre mais demoradas e apresentarão menor frequência que pesquisas mais simples realizadas em nível de linha (TCRP, 1998).

As principais vantagens das pesquisas por abordagem embarcadas estão relacionadas à sua flexibilidade de aplicação e utilização de seus resultados, à possibilidade de atingir uma amostra representativa de grupos específicos de usuários, coletar informações de maior qualidade e obter uma maior taxa de resposta quando comparadas a outros métodos como as pesquisas aplicadas por telefone, correio ou internet. As maiores desvantagens do método são a impossibilidade de atingir usuários fora do sistema e o de ser pouco efetivo em caso de questionários muito longos ou complexos (TCRP, 1998). Os resultados

apresentados pelo TCRP 63 são consistentes com o relatado por outros autores como Ortúzar (2011) e Richardson (1995).

2.2.3 Trabalhos correlatos

Uma revisão da literatura dos últimos trinta anos demonstra que as tecnologias utilizadas e investigadas em estudos mais recentes já existiam no início desse período, no entanto a sua utilização na prática era menos difundida. À medida que as dificuldades de implantação de APC's e AFC's foram sendo suplantadas e essas tecnologias mais desenvolvidas, um maior número de agências de trânsito passou a implantá-las possibilitando que mais pesquisadores desenvolvessem pesquisas a respeito.

Nesse período de análise, verifica-se que a evolução da pesquisa nessa área começou pela melhoria das técnicas das pesquisas manuais, como a utilização de dispositivos portáteis no lugar de questionários de papel; progrediu para estudos sobre a aplicação e aperfeiçoamento das técnicas de coleta automatizada, como APC's em conjunto com sistemas AVL's; e posteriormente evoluiu para estudos sobre como utilizar dados de *smart cards* na análise de padrões de viagem dos passageiros de sistemas de transporte e como integrar todas essas tecnologias.

Os estudos de Di Pierro (1985) e Ferreira (1999), respectivamente, são um exemplo do foco da pesquisa na área de transporte durante as décadas de 80 e 90. O primeiro estudo propôs um método alternativo e mais simples de obtenção de dados e estimação de matrizes de viagem de passageiros por ônibus em meio urbano por meio da adaptação de um método de estimação de matrizes de viagem baseado em contagem de tráfego. Nesse caso, ao invés de contagens de tráfego, foram utilizados no estudo dados obtidos por meio da técnica de contagem de passageiros por observação, também conhecida como pesquisa embarque/desembarque. A justificativa da pesquisa era a de que os métodos mais tradicionais de obtenção de informações sobre origem-destino como pesquisas origem-destino domiciliares eram de difícil aplicação em países subdesenvolvidos por serem muito dispendiosas. O segundo estudo, realizado uma década e meia após o primeiro, testou um modelo de distribuição de viagens do tipo gravitacional

na calibração de matrizes origem-destino em linhas de transporte público por ônibus a partir de dados de pesquisas embarque/desembarque.

Já no início do século XXI, estudos como o realizado por Silva (2000) começam a analisar as dificuldades, razões, vantagens e desvantagens dos sistemas inteligentes de transporte classificados como *Advanced Public Transportatin Systems* (APTS), sistemas baseados na integração de várias tecnologias como APC, AVL, bilhetagem eletrônica, dentre outras. Nesse trabalho, Silva (2000) analisou e sintetizou as experiências de aplicação de APTS no Brasil e no mundo. Segundo o estudo, esse tipo de sistema, na época da pesquisa, estava surgindo de forma modesta no Brasil. No caso brasileiro, uma das subcategorias principais de APTS chamada Sistema Automatizado de Arrecadação tarifária (SAAT) baseada em tecnologias como catracas eletrônicas e cartões sem e com contato era a que mais atraía investimentos expressivos na área devido ao interesse das agências de trânsito em obter um maior controle da demanda e garantir a receita. Outras subcategorias pouco exploradas no Brasil como o Sistema de Ajuda à Operação (SAO) e Sistema de Informação ao Usuário (SIU), por outro lado, eram os principais alvos de investimentos em países europeus e nos Estados Unidos.

Ao mesmo tempo, outros pesquisadores começaram a desenvolver uma série de estudos que investigavam como utilizar os dados obtidos por meio dos *smart cards*, de forma combinada ou não com os dados gerados a partir de outras tecnologias, na identificação de padrões de viagem e estimação de matrizes origem-destino.

Um dos trabalhos mais citados nessa linha de pesquisa é o realizado por Barry *et al.*(2002) que propôs uma metodologia para estimar matrizes origem e destino (estação-estação) por meio de um algoritmo que permite a inferência do destino de cada viagem de cada passageiro a partir dos dados do sistema AFC de Nova Iorque, conhecido como MetroCard. Os dados registrados pelo sistema eram o número serial, o horário e local (catraca do metrô ou número do ônibus) da utilização do cartão. As hipóteses nas quais o algoritmo foi baseado são as seguintes: (i) o destino da viagem de um passageiro é o ponto de embarque da sua viagem seguinte e (ii) e o destino da sua última viagem do dia é o ponto onde ele primeiro embarcou.

Utilizando-se do mesmo algoritmo e integrando aos dados do sistemas AFC, os dados AVL do sistema de transporte por trem de Chicago, Zao (2004) obteve

uma taxa de sucesso na inferência do destino das viagens realizados por trem de 65%. Em outro estudo conduzido também em Chicago, Cui (2006) chegou à uma taxa de sucesso de 67% na identificação dos pares origem-destino de viagens realizados por ônibus.

Outros estudos baseados em dados de *smart cards*, combinados ou não com os obtidos por meio de outras técnicas e tecnologias, realizados posteriormente em outros países obtiveram taxas variadas, mas sempre superiores à 50%. Em um estudo realizado em Gatineau, Canadá, por exemplo, Trepanier *et al.* (2007) obteve taxas de sucesso na identificação dos pares origem-destino das viagens de 66%, no período entrepico, e 80%, no de pico. Já Wang (2010), em Londres, alcançou, em média, taxas levemente superior à 50%, na identificação de pares origem-destino em cinco linhas de ônibus e validou seus resultados por meio da comparação desses com os dados de uma pesquisa origem-destino manual e dos dados de bilhetagem eletrônica. Taxas bem inferiores às obtidas em estudo desenvolvido por Lin, Jia e Zou (2010) em Jinan, China, onde foi obtida uma taxa média de sucesso de 75% na identificação de pares origem-destino por linha de ônibus, sendo que em horários de pico as taxas alcançaram 85%.

2.2.4 O estado da arte na utilização de sistemas automatizados de coleta de dados

Como demonstrado na subseção anterior, o *smart card* é uma tecnologia que já existe há muitos anos e, apesar da sua difusão como meio de pagamento entre as agências de trânsito ter se expandido da últimas décadas, a utilização dos seus dados para o planejamento em vários níveis do sistema de transporte ainda não é uma realidade devido a várias dificuldades de implementação e integração com outras tecnologias. Por esta razão, a pesquisa sobre a utilização de dados de *smart cards* na coleta de dados socioeconômicos e de padrão de viagem de passageiros de ônibus e trens é uma área que tem recebido maior enfoque atualmente.

Algumas aplicações do *smart cards* que tem sido investigadas em estudos recentes são: reconstrução de viagem de usuários; identificação de transferências, viagens completas, coletores defeituosos, estatísticas a nível operacional e mudanças de comportamento dos usuários; complementariedade das informações

fornecidas por pesquisas domiciliares e percepção de lealdade (PELLETIER; TRÉPANIÉ; MORENCY, 2010).

Um exemplo de um estudo que avalia o uso atual e identifica usos futuros das chamadas “*contactless technology*” é o artigo “*Smart cards in transportation systems lead the way*” de Titova-Candel (2008). Nesse artigo, a autora ressalta os benefícios da bilhetagem eletrônica sem contato tanto para operadores quanto para usuários do transporte público. Uma das melhorias citadas, no caso dos operadores, são a redução de fraudes e custos de manutenção, aumento de suas capacidades de coleta de dados e geração de relatórios e redução de filas. Para os usuários, os maiores benefícios estão no embarque mais rápido, no aumento do nível de serviço e na possibilidade de ter no *smart card*, acesso a multisserviços.

Aliás, este último benefício é destacado pela pesquisadora como um forte segmento ainda a ser explorado. Na busca por diversificar seus canais de venda e reduzir custos, as operadoras de transportes se mostram cada vez mais propensas a buscar o compartilhamento de suas soluções baseadas em *smart cards* com empresas de cartão de pagamentos e de comunicação por celular (TITOVA-CANDEL, 2008).

No entanto, o artigo apresenta algumas dificuldades na difusão dessa tecnologia. Algumas delas são a coexistência obrigatória com bilhetes convencionais de cartões magnéticos e de papel e a necessidade de desenvolvimento de especificações comuns que permitam a interoperabilidade com os sistemas de comunicação por celular e cartões de pagamento (TITOVA-CANDEL, 2008).

Um outro estudo, “*Smart card data use in public transit: A literature review*”, conduzido por Pelletier, Trépanier e Morency (2010), analisa como essa tecnologia tem ajudado na gestão de sistemas de transporte público em três níveis: o estratégico, o tático e o operacional. Nele, os pesquisadores fizeram uma revisão de 33 artigos sobre o uso, as vantagens e as desvantagens do *smart card* no planejamento e operação de transportes.

Esse tipo de análise é importante porque, como uma das principais fontes de sistemas ADC, os pontos fortes e fracos dos cartões acabam por refletir nos resultados de métodos e modelos que o usam como base, opinião compartilhada por Wang (2010), que desenvolveu um estudo com base em AFC. O uso de dados coletados através dos *smart card* tem sido considerado uma melhoria dos métodos convencionais de pesquisa da área de transportes (BAGCHI; WHITE, 2005).

Apesar do maior uso dos *smartd cards* entre agências públicas de transporte ser relativamente recente (a partir dos anos 1990), a primeira patente publicada desta tecnologia data de 1968 (BLYTHE, 2004). Hoje em dia a tecnologia já é bem difundida no mundo, principalmente na Europa e Ásia, mas também é encontrada nos EUA, Canadá e países da América do Sul como Chile (PELLETIER; TRÉPANIÉ; MORENCY, 2010).

Geralmente o tipo de dados nos sistemas *smart cards* são: a data e a hora de cada validação, o status da transação (aceito, recusado ou transferência), ID cartão, tipo de tarifa, ID da linha, direção da linha, ID da parada, ID do ônibus, ID do motorista, ID de ativação e ID interno do banco de dados (PELLETIER; TRÉPANIÉ; MORENCY, 2010; WANG, 2010)).

Em geral, as vantagens da tecnologia são a redução de custo, mais opções de flexibilização de preços, maior compartilhamento de informações e gestão de receitas. Por outro lado, os custos de implantação ainda são altos, a complexidade, alta, e a aceitação dos usuários, lenta. Por causa dos altos custos de implantação é comum o financiamento externo desses projetos, com vários tipos de participação de empresas privadas e governos (ISEKI et al., 2007).

Os autores analisaram a utilização do *smart card* nos níveis de gestão estratégico, tático e operacional. A seguir, a FIGURA 9 apresenta exemplos de atividades ligadas à cada nível.

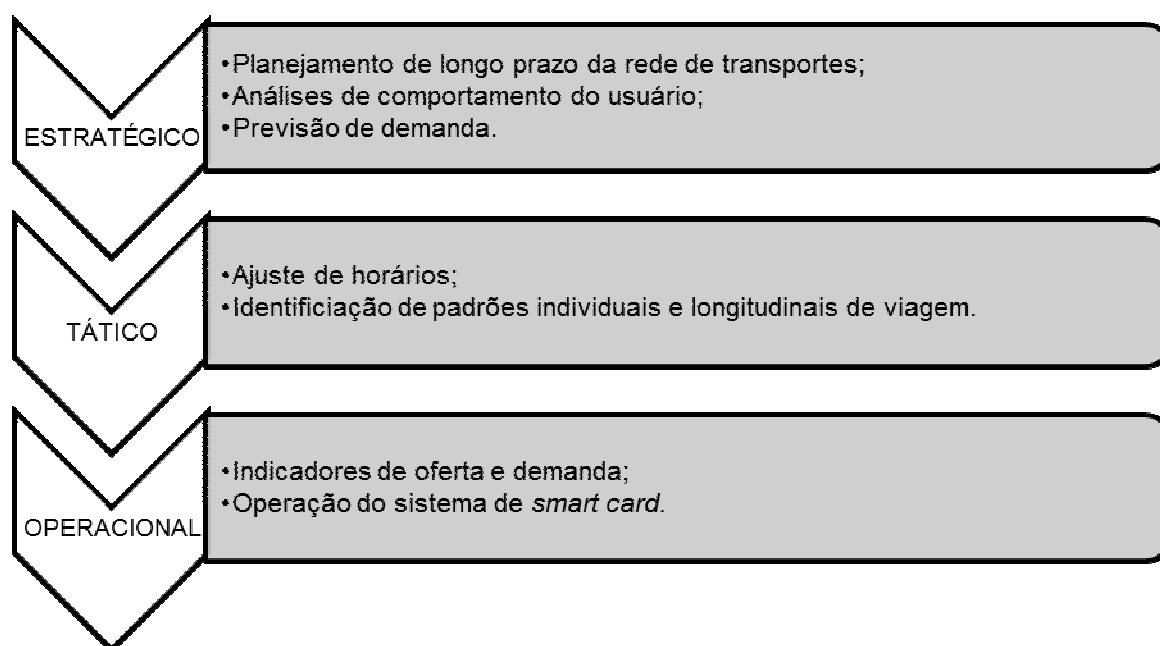


FIGURA 9 – ATIVIDADES DO PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMA DE TRANSPORTE POR NÍVEL

FONTE: adaptado pelo autor de Pelletier, Trépanier e Morency, 2010.

As principais vantagens da tecnologia a nível estratégico são o maior número de observações no tempo e no espaço (AGARD et al., 2006; BACHI ; WHITE, 2005)., estatísticas de lotação mais atualizadas e situadas espacialmente (TRÉPANIÉ et al., 2009a,b)a redução das tarefas de motoristas que também operam como cobradores, a melhoria na qualidade dos dados e maior flexibilidade e oportunidades de inovação da estrutura de cobrança (DEMPSEY, 2008).Os *smart cards* também são percebidos como um meio seguro e moderno de pagamento e validação de bilhetes.

No entanto, como identificado por Titova-Candel, os autores do artigo Pelletier, Trépanier e Morency (2010) também verificaram que a não interoperabilidade e a falta de padronização internacional impedem a ampliação do uso do *smart card* como dispositivo multisserviços. Em adição, os autores identificaram que, como a maioria dos sistemas não disponibilizam informações sobre o perfil socioeconômico do portador do *smart card*, métodos convencionais de coleta de dados, como a pesquisa domiciliar, ainda precisam ser aplicados.

Do ponto de vista tático, a maioria das aplicações do *smart card* está relacionada a ajustes no nível de serviço. Alguns exemplos são a maior facilidade na identificação do ponto de maior uso da capacidade, a diferenciação da programação de horário das linhas e adequação da geometria da rede por meio do estudo das transferências entre linhas (UTSUNOMIYA et al., 2006; TRÉPANIÉ et al., 2007; HOFFMAN et al., 2009). A disponibilidade diária das informações proporciona ainda a possibilidade de acompanhamento dos resultados de novas políticas de mobilidade (WHITE, 2010).

Um último artigo que traz uma contribuição importante e representa uma outra linha de estudo é o "*Effect on onboard survey sample size on estimation of bus route passenger origin-destination flow matrix using automatic passenger counter data*", onde os autores do estudo propõem uma metodologia para construção de fluxos origem-destino a partir de dados obtidos a partir de contadores de passageiros juntamente a dados obtidos por métodos convencionais de pesquisa origem destino em nível de uma linha de ônibus. Os autores afirmam que o uso em conjunto destes dados possibilitam a construção de matrizes origem-destino de melhor qualidade do que aquelas construídas somente a partir de APCD e aumentam a amostra de pesquisas convencionais realizadas no próprio ônibus,

métodos intensivos em mão de obra e de alto custo (MISHILANI; JI; MCCORD,2011).

Mishilani, Ji e Mccord (2011) explicam no artigo que as matrizes de fluxo de origem-destino de passageiros no nível de linha podem ser usadas para muitos propósitos e citam como exemplo o planejamento do itinerário, dos horários e das estratégias de controle e estudos de demanda e receita. Os pesquisadores ressaltam ainda que apesar dessas matrizes fornecerem somente informações de embarque e desembarque para uma única linha, os dados coletados também podem ser usados na identificação dos fluxos origem-destino em nível de rede.

Apesar de instalados em boa parte dos sistemas de transporte, um dos pontos negativos das tecnologias AFC é o não fornecimento de informações diretas suficientes para a construção de uma matriz origem-destino, em razão de não captarem o ponto de desembarque. Isso ocorre porque tal tecnologia exigiria que os passageiros realizassem uma validação do cartão ao sair do ônibus o que poderia causar filas (MISHILANI; JI; MCCORD,2011).

O trabalho verificou que a qualidade de pesquisas origem-destino não estão somente ligada ao tamanho da amostra, mas também da estrutura do fluxo origem-destino. O estudo concluiu que a utilização de procedimentos básicos de estimação com APCD fornecem uma matriz origem-destino comparável a resultante de uma pesquisa convencional de amostra ampla e recente realizada a bordo do ônibus (MISHILANI; JI; MCCORD,2011).

2.3 O RADIO FREQUENCY IDENTIFICATOR (RFID)

A tecnologia de Identificação por Radiofrequência (*RFID- Radio Frequency Identification* em inglês) é desenvolvida durante a Segunda Guerra Mundial para identificação de aeronaves amigas. Posteriormente, a partir dos anos 80 e após muitos avanços, a tecnologia passa a ser usada para fins comerciais (ROBERTI, 2005).

Inicialmente, as frequências mais usadas foram as chamadas micro-ondas, a baixa frequência (*LF – Low Frequency*) e a alta frequência (*HF – High Frequency*). Mas nos anos 90 a IBM (*International Business Machines*) desenvolveu e patenteou

a Ultra Alta Frequência (*UHF – Ultra High Frequency*) (ROBERTI, 2005). No entanto, somente no final da década de 90 os sistemas RFID em UHF conseguiram combinar maior alcance e velocidade na transferência de dados com preços atrativos o que tornou a tecnologia mais atraente para a aplicação em cadeias de suprimentos (HESSEL *et al* (Org.), 2013).

Na FIGURA 10 são apresentadas as faixas de frequência e suas respectivas bandas, alcance de comunicação leitor-*tag* e vantagens e desvantagens.

FAIXA DE FREQUÊNCIA	BANDA	ALCANCE ENTRE LEITOR E A ETIQUETA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
LF	125kHz	Menos de 0,5 metros	Boa operação próximo a metais e água.	Alcance curto entre o leitor e a etiqueta e baixa taxa de leitura.
HF	13,56MHz	Menos de 1 metro	Baixo custo das etiquetas, boa interação e boa qualidade de transmissão.	Necessita de uma potência elevada nos leitores.
UHF	860MHz 960MHz	Até 7 metros	Baixo custo e tamanho reduzido de etiquetas.	Não opera bem próximo de metais e líquidos
Microondas	2,45GHz 5,8GHz	Acima de 10 metros	Velocidade de transmissão de dados.	Não opera bem próximo de metais e líquidos e possui custo elevado.

FIGURA 10 – FREQUÊNCIAS DE RFID

FONTE: adaptado pelo autor de DIAS (2014).

A seguir são apresentados os componentes do sistema, o seu funcionamento e as principais restrições de uso.

2.3.1 Componentes do sistema

O Sistema de identificação por radiofrequência é basicamente composto por quatro componentes: a *tag* (*etiqueta eletrônica*), a antena, o leitor e o *software* (também chamado *middleware*) (HESSEL *et al* (Org.), 2013) (ver FIGURA 11).



FIGURA 11 - COMPONENTES DE UM SISTEMA *RFID*
 FONTE: Glover & Bhatt, 2007.

As *tags*, também chamadas de *transponder*, identificador ou “*inlay*” é uma etiqueta formada por uma antena e um microchip. A sua função é permitir a identificação de um objeto ou pessoa sem que seja necessário contato físico ou visual. O método mais usado de identificação é gravar na *tag* um *serial number* relacionado com o objeto a ser identificado (MALTA, 2009).

As *tags* podem ser classificadas quanto à sua fonte de energia e quanto à sua capacidade de adicionar ou sobrescrever informações (HESSEL *et al* (Org.), 2013).

Quanto ao tipo de fonte de energia as *tags* podem ser ativas, passivas ou semi-passivas (MALTA, 2009).

As ativas possuem fonte de energia própria usada para executar os circuitos do microchip ou transmitir um sinal para leitor ou se comunicar com outra *tag* ativa. As *tags* passivas não possuem bateria e são ativadas através da energia gerada pelas ondas eletromagnéticas transmitidas pelo leitor (MALTA, 2009).

As *tags* semi-passivas possuem fonte de energia própria, mas essa só é usada para ativar o circuito do microchip. Apesar de precisarem receber potência do leitor para começarem a transmitir, esse tipo de etiqueta permite o armazenamento de mais dados do que a passiva e exigem menor potência para sua ativação (HESSEL *et al* (Org.), 2013).

Quanto ao tipo de armazenagem existem as *tags read-write*, *read-only* e “*write once, read many*” (*WORM*).

As *tags read-write* permitem a adicionar e sobrescrever informações armazenadas nas *tags* quando estas estão dentro do alcance de leitores. Já as *tags*

read-only tem as informações armazenadas nele durante sua fabricação e elas não podem ser alteradas posteriormente. Por fim, as *tags* do tipo *WORM* podem receber um número de série, mas ele não pode ser alterado depois.

Outro componente importante são as antenas. Elas podem assumir vários formatos e tamanhos e serem distribuídas em diversas configurações diferentes. Ela é o meio de comunicação entre as *tags* e o leitor (MALTA, 2009).

Os leitores, também conhecidos como *transceivers* ou *readers*, recebem as informações das *tags* e as armazena ou as repassa a outros dispositivos através de interfaces de rede (HESSEL *et al* (Org.), 2013).

Os componentes físicos dos leitores são uma antena (que pode ser remota ou não), um controlador responsável pelos protocolos de transmissão e identificador e interfaces de rede (MALTA, 2009) (FIGURA 12)

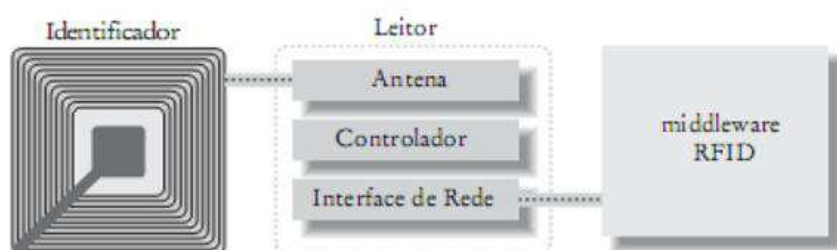


FIGURA 12 - COMPONENTES DE UM LEITOR *RFID*
 FONTE: Glover & Bhatt, 2007.

O *Middleware* é um equipamento que processa, filtra e trata os dados obtidos pelos leitores de RFID. Ele também fornece uma interface em nível de aplicação para gerenciar leitores e capturar eventos RFID filtrados.

2.3.2 Funcionamento

O funcionamento de um sistema RFID, ilustrado aqui na FIGURA 13, é bastante simples. Um número de identificação único é atribuído a uma *tag* que pode ser colada ou implantada ao objeto ou pessoa a ser identificado (1). Ao entrar no campo de leitura de uma antena (2) as informações da *tag* são lidas e armazenadas

pelo leitor (3). Elas então são repassadas ao *Middleware*(4), que processa e disponibiliza essas informações para os sistemas gerenciais das empresas(5).

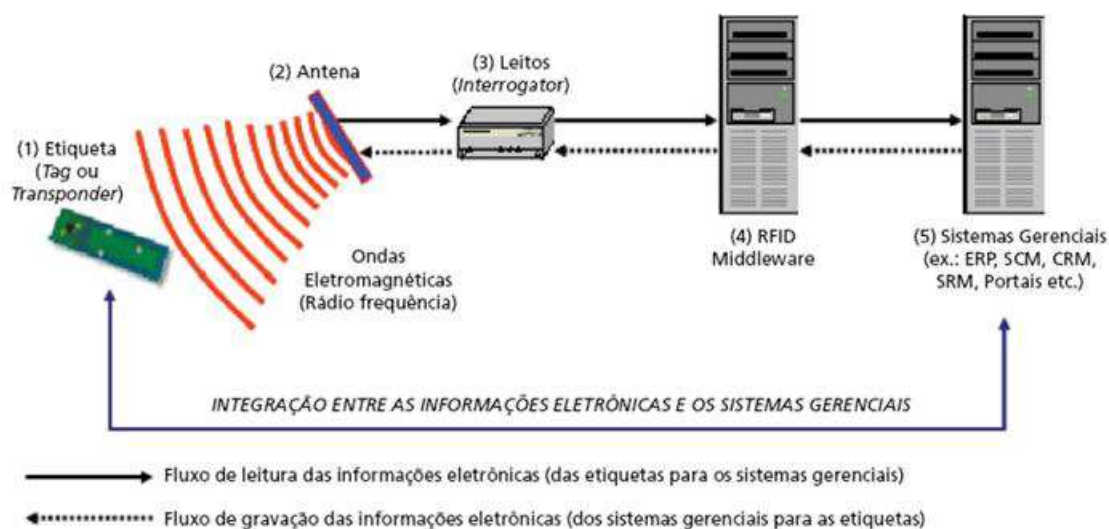


FIGURA 13 - FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA *RFID*

FONTE: RAM, 2009 apud Malta (2009).

2.3.3 Restrições

A principal restrição a maior difusão da tecnologia RFID ainda é o seu custo. Apesar de alguns tipos de etiquetas estarem ficando mais baratas, muitas vezes elas não são ainda interessantes economicamente quando comparadas a um de seus maiores concorrentes, o código de barras. Os investimentos nas demais peças e mudanças na infraestrutura também são caros em termos de custo-benefício quando comparados a outras soluções (MALTA, 2009).

Além do preço, existem outras restrições. As principais delas são a padronização, o fornecimento de energia, a miniaturização, a distância de leitura, a falta de comunicação entre componentes de frequência diferentes e dificuldades de leitura quando as *tags* de UHF estão próximas a materiais, como metais e água, por exemplo (MALTA, 2009).

Devido às suas especificidades é sempre recomendado o acompanhamento de um especialista na implantação de sistemas RFID (MALTA, 2009).

2.3.4 Estado da arte na utilização da tecnologia de RFID na área de transporte público

Apesar de ser uma tecnologia que já existe há mais de cinquenta anos, somente recentemente, com a redução do seu custo e melhoria de suas capacidades, é que a tecnologia de RFID tornou-se atrativa para aplicações comerciais. Um grande impulso no desenvolvimento da tecnologia veio de uma política interna da varejista Wal-Mart anunciada em 2003 que estabeleceu que todos os seus cem maiores fornecedores deveriam etiquetar caixas e paletes com *tags* RFID UHF até o início de 2005 (WEINSTEIN, 2005).

Weinstein (2005), em “*RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise*”, descreve a tecnologia de RFID e relata e resume suas principais aplicações empresariais e seus principais desafios e problemas. Quanto às aplicabilidades, as áreas que mais tem empregado a tecnologia de RFID são a de gestão da cadeia de suprimentos, segurança e rastreamento de objetos e pessoas. Quanto as adversidades em relação à aplicação da tecnologia, as maiores são às relativas à privacidade, segurança da informação e integração a sistemas existentes. Mas existem outros desafios práticos que limitam o emprego da tecnologia RFID UHF, como a dificuldade de leitura de produtos compostos por água e cuja embalagem é feita de metal.

Outros trabalhos recentes investigaram a utilização do RFID em aplicações no transporte público. No artigo “*Enhancement of Public Transportation Services Using Wireless Technologies*”, por exemplo, Osman, Sultana e Sulthana (2013) propõem um sistema que permite o monitoramento da localização e a ocupação dos ônibus tanto pelo operador do sistema, quanto pelo usuário que está esperando no ponto. O sistema proposto no estudo integra várias tecnologias wireless como Zigbee, GPS, GSM e RFID. Nesse caso, o RFID é usado somente como um substituto aos bilhetes de ônibus feitos de papel.

Porém, em um outro estudo, “*An Efficient Real Time Query System for Public Transportation Service using Zigbee and RFID*”, Manikandan e Balakrishnan(2012) propõem um sistema similar ao proposto por Osman, Sultana e Sulthana (2013), mas que utiliza o RFID como uma forma de identificação dos pontos de parada de ônibus.

Por fim, no artigo “*Performance Evaluation of UHF RFID Technologies for Real-Time Passenger Recognition in Intelligent Public Transportation Systems*”, Oberli, Torres-Torriti e Landau (2010) investigaram a possibilidade da utilização da tecnologia RFID UHF na identificação dos pontos de embarque e desembarque de passageiros de ônibus de forma passiva. Nesse estudo os pesquisadores utilizaram um sistema RFID composto por um leitor Sirit IN510 RFID, cabos axiais CA-240 Altelicon, um portal com as dimensões de uma porta de ônibus com quatro antenas do modelo Poynting PATCH-A0025 localizados duas de cada lado à uma altura de 72cm e 132cm, e dois tipos de cartão. Um, com uma única *tag* do modelo ALN-9534 2 x 2 EPCGen2, e outro, com o mesmo tipo de *tag* mais uma *tag* do modelo Mifare.

O teste realizado foi composto por 40 voluntários passando pelo portal segurando na mão ou portando os dois tipos de cartões em três locais diferentes: dentro de uma carteira guardada numa mochila, dentro de uma carteira guardada no bolso direito traseiro das calças e solto no bolso traseiro direito das calças. A escolha desses locais foi orientada pelo resultado de uma pesquisa a 230 estudantes que demonstrou que 84,5% dos entrevistados guardavam o cartão nesses locais.

O estudo obteve uma taxa de leitura de 91%, no caso de cartões com uma única *tag*, e de 82%, no caso de cartões com duas *tags*. Os pesquisadores concluíram a partir desses resultados que a tecnologia de RFID UHF pode ser utilizada com sucesso no reconhecimento individualizado dos pontos de embarque e desembarque de cada passageiro do sistema de transporte público. No entanto ressaltaram que fatores como a falta de condições adequadas de comunicação entre a antena e *tag* e a posição e a configuração das antenas poderiam afetar de forma crítica o desempenho de leitura do sistema.

O presente trabalho pretende dar continuidade a esse último estudo apresentado e verificar o desempenho do sistema RFID UHF em condições de operação próximas a reais, ou seja, com os equipamentos instalados em um ônibus e com passageiros de uma linha real.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo caracteriza a pesquisa em relação à sua natureza, abordagem, objetivo e estratégia, apresenta as suas etapas principais e descreve o método empregado em cada uma delas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo é classificado como sendo de natureza aplicada, abordagem qualitativa e objetivo exploratório, operacionalizado por meio de um estudo de caso e um teste piloto.

Silva e Menezes (2005) definem pesquisas de natureza aplicada como sendo aquelas cujo objetivo é gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. No caso deste estudo, a identificação de um método mais eficiente de coleta de dados para o planejamento e operação de sistemas de transporte público de massa.

Em relação ao objetivo, Gil (2009) define as pesquisas exploratórias como sendo aquelas que têm como preocupação principal “o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”. O objetivo geral deste trabalho propõe um novo método de coleta de dados para a construção de matrizes origem-destino.

Esse tipo de pesquisa geralmente assume a forma de uma pesquisa bibliográfica ou um estudo de caso segundo Gil (2009, p.41). Opinião compartilhada por Yin (2001), que diz que o estudo de caso possui vantagem distinta no caso de questões do tipo “como” ou “porque” sobre um conjunto contemporâneo de acontecimentos sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle, que é o caso da presente pesquisa. Além disso, o autor destaca essa técnica como sendo uma das mais utilizadas em áreas voltadas à prática como planejamento urbano, administração pública, e outras.

Neste trabalho, o estudo de caso pode ser caracterizado como instrumental segundo Stake (2000), pois o seu propósito é o de permitir uma maior compreensão

do problema e a partir disso levantar informações para o desenvolvimento de um teste piloto de um sistema de coleta de dados por RFID UHF.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro etapas: revisão bibliográfica, estudo de caso, avaliação da viabilidade operacional da proposta com base em um teste-piloto e elaboração do relatório final. A sua estrutura geral encontra-se detalhada na FIGURA 14 onde são resumidas cada uma das etapas, subetapas, atividades, estratégias de análise e análise.

Na primeira etapa foi realizada uma revisão de publicações sobre métodos de coleta de dados em pesquisas de transporte. O objetivo dessa etapa foi o de levantar informações que permitissem a compreensão dos propósitos, meios, técnicas, e conceitos relativos a coleta de dados para pesquisas na área de transporte público urbano, dos métodos de coleta aplicáveis em nível de uma linha de ônibus e do funcionamento da tecnologia de RFID.

Na segunda etapa foi realizado um estudo de caso cuja finalidade era o de reproduzir os métodos de coleta de dados possíveis de serem aplicados em nível de linha, confrontar essas experiências com as registradas na literatura e, a partir dessa, extrair os requisitos, as premissas e as restrições que orientariam o desenvolvimento da etapa do teste piloto do sistema de RFID UHF como coletor de dados de origem e destino para viagens realizadas por ônibus. Seguindo a estratégia de triangulação de dados proposta por Yin (2001), que é o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação a partir de várias fontes de evidências, utilizaram-se nesta pesquisa informações obtidas por meio de entrevistas, da análise de documentos e de registros e de observações direta e participante. Essas, por sua vez, foram coletadas em três fases simultâneas: pesquisa documental, entrevista à especialista e pesquisa de campo.

Na penúltima etapa, foram utilizadas as informações das etapas anteriores e de um questionário enviado a especialista em RFID para o desenvolvimento de um teste piloto. Esta etapa tinha por objetivo validar por meio de um modelo prático a utilização de um sistema RFID UHF para captar os fluxos dos usuários de ônibus.

Por fim, na última etapa, elaborou-se um relatório onde foram analisados e confrontados os resultados obtidos em todas as etapas anteriores com o que é apresentado pela literatura revisada no capítulo 2.

	ETAPA 1 Revisão	ETAPA 2 Estudo de Caso			ETAPA 3 Avaliação de viabilidade operacional			ETAPA 4 Conclusão
Etapas	Revisão	Pesquisa Documental	Opinião Especialista Transporte	Pesquisa de campo	Coleta preliminar dados	Teste Laboratório	Teste Piloto	Conclusão
Atividades	Realizar a leitura de publicações relacionadas. D	Identificar dados a serem coletados e suas fontes. D	Identificar e contatar profissional com experiência na aplicação de Pesquisas OD.	Definir linha de ônibus a ser estudada, Definir estratégias de aplicação da pesquisa, Aplicar Pesquisa. OD-F	Autorização pesquisa em linha de ônibus	Solicitar apoio de laboratório.	Definir Escopo, premissas, restrições, etapas, custos e cronograma.	Reler análises.
		Solicitar material à instituição.	Realizar entrevista parcialmente estruturada. E		Coleta de informações preliminares E-F	Definir critérios de análise.	Realizar Testes. OP	Redigir trabalho final.
Estratégia Analítica	Fichamento e resumo do material.	Compilação dados obtidos por meio de texto narrativo, tabelas e gráficos.	Relato da entrevista e resumo dos principais pontos discutidos por meio de texto narrativo e planilhas.	Descrição do processo da pesquisa e seus resultados por meio de texto e a compilação dos dados de OD e características do usuário na forma de matrizes OD e gráficos.	Relato da entrevista e dados de comportamento do usuário e resumo dos principais pontos discutidos.	Comparar performance das etiquetas.	Relato dos resultados.	Desenvolver quadro comparativo dos métodos. Listar vantagens e desvantagens de cada um dos métodos.
Análise	Características métodos de coleta de dados;	Caracterização linha onde será aplicada a pesquisa de campo,	Resumo das principais pontos discutidos,	Identificação das vantagens e desvantagens dos métodos de coleta direta e indireta de dados de origem e destino.	Identificação dos locais de guarda dos cartões e limitações de operação do sistema RFID.	Identificação das etiquetas de melhor performance.	Identificação das dificuldades, limitações e potenciais da aplicação do RFID.	Análise comparativa dos métodos;
	Funcionamento sistema RFID.							Conclusão sobre viabilidade do uso da proposta.
	LEGENDA:	D - Documentação	F - Formulário	E - Entrevista	OD - Observação Direta	OP - Observação Participante		

FIGURA 14 – ETAPAS DA PESQUISA
 FONTE: o autor.

3.3 ELABORAÇÃO DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em seu livro Gil (2009, p.59) propõe um roteiro com 9 etapas para o desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica sendo elas: (i) escolha do tema, (ii) levantamento bibliográfico preliminar, (iii) formulação do problema, (iv) elaboração do plano provisório do assunto, (v) busca das fontes, (vi) leitura do material, (vii) fichamento, (viii) organização lógica do assunto e (ix) redação do texto.

O tema geral do trabalho foi identificado como sendo os métodos de coleta de dados usados para o planejamento e operação de sistemas de transporte público por ônibus. Após leitura preliminar e a definição do problema a ser estudado, foram detectados quatro subtemas que deveriam ser explorados para a melhor compreensão da questão: os sistemas de transporte por massa no mundo e em Curitiba; conceitos e métodos de coleta de dados para identificação da origem e destino dos passageiros; conceitos e características de um sistema RFID; e pesquisas recentes relacionadas a área.

Uma primeira triagem de artigos e trabalhos foi obtido por meio de pesquisa por palavras-chave: “planejamento em sistemas de transporte”, “*smart cards*”, “RFID”, “pesquisa origem-destino”, “matriz origem-destino” e “transporte público”. Em seguida, outras publicações foram selecionadas a partir da análise das referências bibliográficas dessa primeira seleção.

3.4 PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO

Nesta subseção é apresentado o protocolo de estudo de caso desta pesquisa desenvolvido de acordo com as orientações de Yin (2001). Segundo o autor, a utilização de um protocolo aumenta a confiabilidade do estudo ao permitir que ele seja futuramente replicado por outros pesquisadores.

Em seu livro, Yin (2001) sugere que seja desenvolvido um “esquema” da pesquisa antes da elaboração do protocolo de estudo caso. Esse deve ser construído a partir de quatro perguntas: Quais questões estudar? Quais dados são relevantes? Quais dados coletar? Como analisar os resultados?

A partir dessas perguntas deve-se elaborar um “esquema” de trabalho relacionando questões, proposições, unidades de análise, dados relevantes e formas de análise.

As chamadas “questões de estudo” são uma forma de detalhar a pergunta inicial do problema, auxiliando o pesquisador a identificar o que deve ser estudado. A partir delas e da revisão da literatura, deve-se levantar as proposições que serão estudadas e confrontadas durante o estudo de caso. O relacionamento dessas proposições, por sua vez, com as unidades de análise propostas e dados relevantes deve permitir a visualização “do que” e “onde” o pesquisador deverá procurar suas respostas. Finalmente, a análise deve apresentar “o que” e “como” o pesquisador analisará e efetuará suas conclusões finais.

Na FIGURA 15 são reunidas e relacionadas as questões de pesquisa, proposições, unidades de análise, dados relevantes e análise deste estudo que embasaram a estruturação do estudo de caso e orientaram a elaboração dos instrumentos empregados e as análises de seus resultados.

UNIDADES DE ANÁLISE	DE QUESTÕES DE PESQUISA	DE PROPOSIÇÕES	DADOS RELEVANTES	ANÁLISE
Processo de coleta de dados de Pesquisas Origem-Destino: -Pesquisa manual; -Contagens de passageiros; -Automatizada.	Quais as técnicas de coleta de dados mais adequadas para a análise pretendida? Como são aplicados esses métodos? Quais as principais dificuldades, similaridades,	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisas embarcadas por abordagem; • Dados coletados por contagens de passageiro; • Pesquisas automatizada a partir de dados de <i>smart cards</i>. <ul style="list-style-type: none"> • Por meio de entrevistas pessoais; • Contagem por observação; • Coleta de dados dos sistemas embarcados nos ônibus. <ul style="list-style-type: none"> • As pesquisas OD por questionário possuem alto custo; o tamanho da amostra é pequeno e suscetível a 	Tipos de técnicas; Características gerais: amostra, taxa de erro, custo, etc. Etapas do processo. Tipos de dados coletados. Variáveis de análise. Dificuldades na implementação da metodologia.	Comparação dos resultados, vantagens e desvantagens das técnicas analisadas entre si e em relação a outros estudos revistos na revisão da literatura.

UNIDADES DE ANÁLISE	DE QUESTÕES DE PESQUISA	DE PROPOSIÇÕES	DADOS RELEVANTES	ANÁLISE
	vantagens e desvantagens de cada técnica?	problemas de representatividade e distorção, mas são mais completas. <ul style="list-style-type: none"> • As contagens não permitem a identificação da origem e destino dos passageiros individualmente; • Os dados coletados de forma automatizada possuem maior amostra, menor custo relativo, mas ainda são pouco usados. 	Qualidade dos resultados.	

FIGURA 15 – ESQUEMA DO ESTUDO DE CASO

FONTE: O autor (2015).

Esta subseção encontra-se subdividida em quatro subseções. A primeira delas apresenta uma visão global do projeto, ou seja, seu objetivo e colaboradores. A segunda, descreve os procedimentos a serem adotados durante a coleta de dados; a terceira, relaciona as questões específicas a serem respondidas acerca de cada uma das unidades de análise e suas fontes; e a quarta apresenta um guia de elaboração do relatório.

3.4.1 Visão global do projeto

O estudo de caso é uma das etapas da dissertação cuja meta final é a proposta de um método de coleta de dados mais eficiente e confiável. Esse tem o propósito de levantar as características, vantagens, desvantagens e dificuldades dos métodos de coleta de dados tradicionalmente utilizados nas pesquisas origem-destino aplicadas em ônibus e, a partir deles, extrair os requisitos para o desenvolvimento de um sistema de coleta de dados de fluxo de passageiros de ônibus automatizado e passivo por meio da tecnologia de RFID.

A realização dessa etapa contou com a colaboração de dois atores: a Universidade Federal do Paraná (UFPR), instituição de ensino superior do qual faz parte o programa de pós-graduação ao qual se vincula esta dissertação e a Urbs, empresa de economia mista responsável pelo gerenciamento e o planejamento dos serviços de transporte de Curitiba;

A principal colaboração do primeiro ator foi o acesso a dados confidenciais do sistema de transporte público em Curitiba por meio de um Termo de Cooperação entre a universidade e a Urbs e do apoio institucional do Programa de Engenharia de Produção. Já a do segundo, foi o fornecimento de dados sobre o sistema de transporte de Curitiba e a permissão para realização e pesquisa de campo em uma de suas linhas.

3.4.2 Procedimentos de coleta de dados

Nesta subseção são detalhados os procedimentos para a realização de cada uma das três partes que compõe este estudo de caso: a pesquisa documental, a entrevista ao especialista e a pesquisa de campo.

3.4.2.1 Pesquisa documental

A seguir são descritas as atividades que foram desenvolvidas durante a coleta de dados da pesquisa documental:

- a) Identificação de informações a serem coletadas:
 - Características do sistema de transporte por ônibus em Curitiba;
 - Práticas de planejamento do sistema de transporte por ônibus em Curitiba;
 - Informações operacionais sobre a linha escolhida para o desenvolvimento da pesquisa de campo.

- b) Solicitações de acesso a dados
 - Identificação da pessoa ou departamento responsável por conceder autorização da disponibilização dos dados de bilhetagem eletrônica;

- Elaboração de carta solicitando acesso a dados da bilhetagem eletrônica da linha escolhida para o desenvolvimento da pesquisa de campo (APÊNDICE D).

3.4.2.2 Entrevista com especialista em transporte público

A seguir são descritas as atividades desenvolvidas para a coleta de dados por meio da entrevista a especialista da área de planejamento de sistemas de transporte público:

a) Contato inicial especialista:

- Identificação de profissional com experiência e conhecimento no planejamento e gestão de sistemas de transporte;
- Elaboração de uma carta-convite;
- Envio da carta-convite por e-mail solicitando a concessão de uma entrevista.

b) Realização da entrevista semiestruturada:

- Elaboração do roteiro da entrevista por meio da enumeração dos tópicos a serem abordados;
- Registro da entrevista através de gravador de áudio.

3.4.2.3 Pesquisa de campo

As atividades desenvolvidas durante a coleta de dados da pesquisa de campo foram:

a) Definição da linha de ônibus a ser estudada:

- Definição de critérios de escolha da linha;

- Escolha da linha com base nos critérios pré-estabelecidos e dados obtidos a partir da pesquisa documental.
- b) Definição de estratégia de aplicação da pesquisa:
- Identificação da quantidade, local e período de realização das entrevistas a serem realizadas com base em informações contidas na caracterização da linha realizada durante pesquisa documental como volume de passageiros por veículo, nº de veículos, horário de funcionamento, etc.;
- c) Elaboração do formulário:
- Elaboração da estrutura e das questões do formulário;
 - Definição do número de aplicadores da pesquisa;
 - Definição da estratégia de abordagem.
- d) Aplicação da pesquisa
- Apresentação do projeto ao motorista;
 - Breve apresentação do projeto aos usuários;
 - Separação de material de apoio: mapa com a rota do ônibus, prancheta, caneta, pasta e envelopes para guarda e separação dos questionários já respondidos e os em branco.

3.4.3 Questões do estudo de caso

As questões do estudo de caso são aquelas que o pesquisador deve ter em mente ao analisar cada uma das unidades de análise do estudo de caso, a saber o método de coleta de dados por meio de uma pesquisa origem-destino manual, o método de contagem de embarques e desembarques dos passageiros do ônibus por meio de observação e o método de coleta de dados de sistemas de dados por meio do sistema de bilhetagem eletrônica. As perguntas foram elaboradas a partir do esquema de trabalho descrito na FIGURA 15 e são apresentadas a seguir:

- a) Quais as condições de realização da pesquisa?
- b) Quais as características gerais da pesquisa como amostra, precisão, frequência de aplicação, etc.?
- c) Que tipos de dados são coletados?
- d) Quais os principais erros que podem ocorrer durante a coleta de dados?
- e) Quais as principais dificuldades na coleta de dados?
- f) Como é realizado o tratamento dos dados coletados?
- g) Quais os principais erros que podem ocorrer durante o tratamento dos dados?
- h) Quais as principais dificuldades do tratamento dos dados?
- i) Quais as principais aplicações e análises que podem ser realizadas a partir dos dados analisados?
- j) Quais as vantagens desse método em relação aos outros?
- k) Quais as desvantagens desse método em relação aos outros?

3.4.4 Guia para a elaboração do relatório

Esta subseção apresenta as diretrizes básicas para a organização dos dados obtidos durante a fase de coleta de dados e para a elaboração dos relatórios e análises de cada etapa do estudo de caso:

3.4.4.1 Estratégia de análise da pesquisa documental

A estratégia analítica desta etapa foi realizada com base na compilação dos dados obtidos por meio de uma tabela relacionando os documentos e registros utilizados durante a pesquisa e de um texto narrativo descrevendo a linha de ônibus escolhida para aplicação da pesquisa de campo e as características gerais do sistema de transporte público de Curitiba que se mostraram relevantes para a compreensão do contexto da pesquisa.

3.4.4.2 Estratégia de análise da entrevista ao especialista

As informações obtidas durante entrevista foram resumidas por meio de um texto narrativo descrevendo os principais tópicos abordados, relacionando a opinião do entrevistado com questões da pesquisa, investigando divergências entre teoria e prática na implementação dos métodos de coleta de dados tradicionais e especulando sobre possíveis vantagens e desvantagens da utilização de um sistema RFID como coletor de dados.

3.4.4.3 Estratégia de análise da pesquisa de campo

Os dados de cada um dos passageiros entrevistados durante a pesquisa de campo foram tabulados em uma planilha Excel e utilizados na elaboração de uma do perfil do usuário da linha e no cálculo de indicadores operacionais, tais como, a taxa de ocupação do veículo, obtidos por meio de cada técnica.

Já as percepções do pesquisador referentes ao ambiente, ao comportamento dos usuários e às próprias condições de aplicação da pesquisa foram relatadas por meio de texto descritivo na identificação das vantagens e desvantagens de cada método analisado.

3.5 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE OPERACIONAL

Nesta subseção é descrita a terceira etapa desta pesquisa que foi desenhada para atender ao 3º objetivo específico deste trabalho, ou seja, demonstrar a viabilidade da utilização de um sistema RFID UHF como método de coleta de dados para pesquisas origem-destino realizadas em ônibus.

Para viabilizá-la foi realizada uma parceria com o FIT – Instituto de tecnologia, instituição que forneceu apoio técnico e financeiro na elaboração e

realização dos testes. O FIT é uma organização sem fins lucrativos com sede em Sorocaba-SP que se dedica à pesquisa e desenvolvimento da tecnologia de RFID e é reconhecida pelo seu *know-how* na área.

Na escolha da metodologia, optou-se pela realização de um teste-piloto por se considerar que esse é o meio mais eficaz de comprovar o funcionamento do sistema de RFID UHF em condições próximas às reais.

O projeto foi estruturado em três fases de execução: planejamento, teste de desempenho das *tags* em laboratório e teste piloto. A estrutura analítica do projeto é apresentada na FIGURA 16.

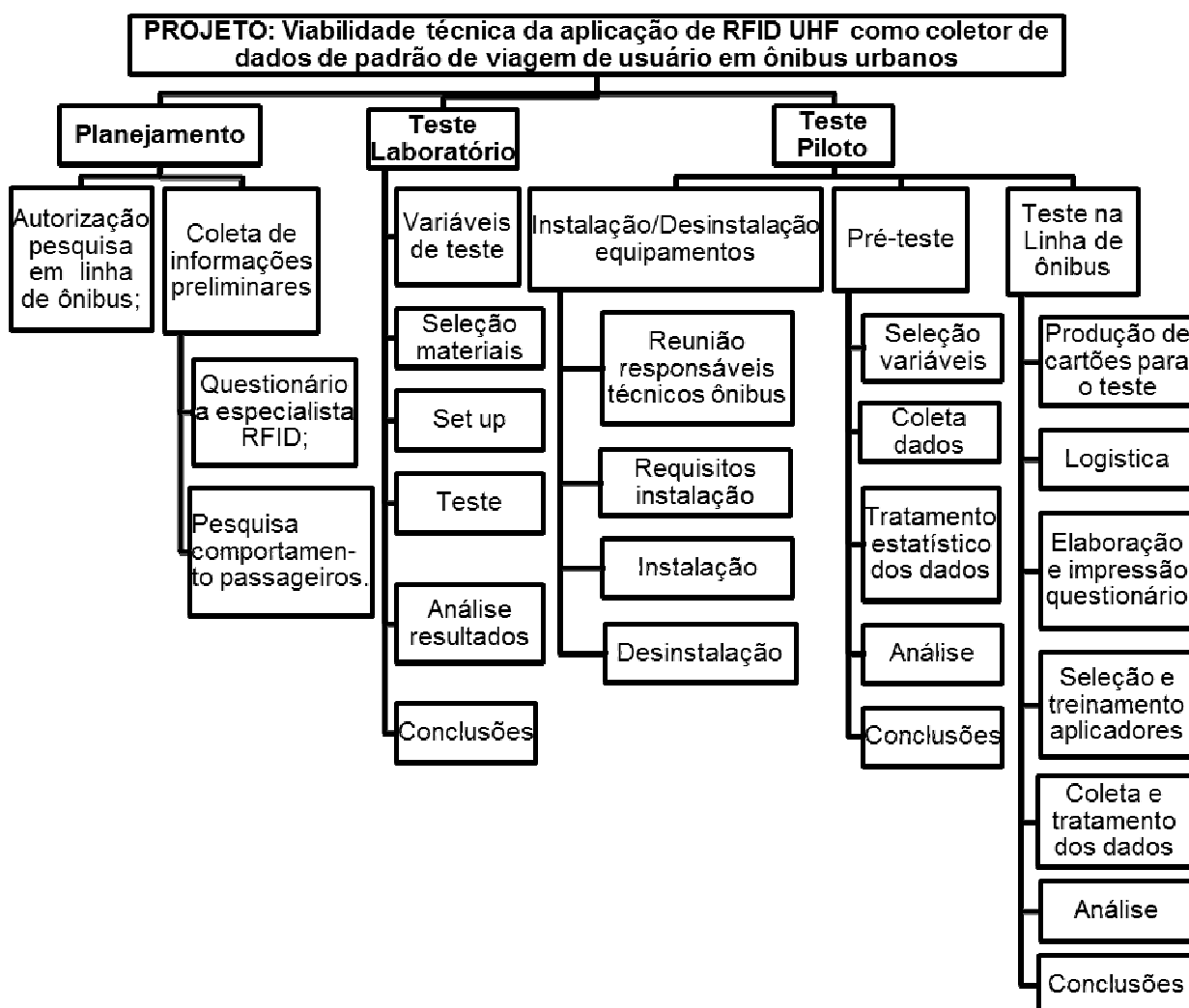


FIGURA 16 - ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID UHF COMO COLETOR DE DADOS
 FONTE: o autor (2015).

Na fase de planejamento buscou-se a obtenção das devidas autorizações para a realização da pesquisa na linha *Intercampi* da UFPR e demais informações

pertinentes à estruturação dos testes como a identificação dos lugares de guarda do cartão transporte e a influência da proximidade de materiais na taxa de leitura das *tags*.

Na segunda fase, foi solicitado ao FIT-Instituto de tecnologia a realização de uma análise em laboratório de desempenho de modelos de *tags* disponíveis no mercado de forma a identificar e selecionar o modelo mais adequado para o uso proposto.

Na última fase, uma equipe do FIT- Instituto de Tecnologia formada por um analista de hardware, um analista de software e o responsável pelo projeto, instalaram os equipamentos de RFID UHF em um ônibus, auxiliaram na realização dos testes de leitura para os locais de guarda do cartão selecionados previamente durante pesquisa aplicada a usuários de uma linha de ônibus do sistema de transporte coletivo de Curitiba, e acompanharam a coleta de dados de uma amostra de cartões com *tag* RFID UHF distribuídos a usuários da linha *Intercampi*.

Ao final do teste foi possível responder a 3 questões:

- Como o RFID UHF pode ser utilizado para coletar dados de origem e destino de passageiros de ônibus?
- Quais as restrições técnicas atuais da tecnologia RFID UHF para a leitura passiva de cartões *smart cards* portados por usuários?
- Quais as vantagens e desvantagens da utilização do RFID UHF na coleta de dados frente a outras técnicas?

4 APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A seguir são analisados os dados colhidos durante as etapas de estudo de caso. Esta seção está subdividida em quatro subseções: descrição do sistema de pesquisa documental, resumo da entrevista a especialista, pesquisa de campo e conclusões do estudo de caso.

4.1 PESQUISA DOCUMENTAL

Esta fase do estudo de caso foi realizada em duas etapas: a primeira, uma pesquisa preliminar sobre o sistema de transporte em Curitiba; a segunda, uma pesquisa complementar sobre a linha onde foi aplicada a pesquisa de campo.

Durante a primeira etapa foi realizada uma busca por documentos oficiais que permitissem uma visualização geral das características e do funcionamento do sistema de transporte em Curitiba e dados de demanda das linhas que pudessem servir de base para a identificação da linha de ônibus que fosse a mais adequada à aplicação da pesquisa origem-destino tendo em vista as restrições de recursos humanos e financeiros para sua realização.

Os termos de referência de dois editais de licitações ocorridas em 2009 e 2012 mostraram-se uma rica fonte de informações descritivas do sistema de transporte da cidade. Nesses documentos foram encontradas informações sobre as linhas de ônibus, frota, forma de dimensionamento da frota, tecnologias embarcadas, etc.

Levando-se em conta as condições que facilitariam a aplicação do maior número de questionários por um único pesquisador, definiu-se que a linha mais adequada para a aplicação da pesquisa seria aquela que reunisse os seguintes atributos:

- baixo volume de passageiros transportados/dia,
- frota operante reduzida,
- menor número de paradas,

- menor período de funcionamento;
- alta taxa de utilização de cartões de transporte.

Após uma análise da tabela contida no Termo de Referência do edital da licitação do sistema de transporte de Curitiba de 2009 (URBS, 2009a), “Relação de linhas por categoria e sequência de códigos cadastrais com indicação dos lotes, frota operante e passageiros transportados”, chegou-se a uma lista de 37 linhas cujo volume de passageiros transportados diariamente era menor do que mil.

Após este filtro inicial, foram aplicados os demais critérios até chegar-se à conclusão de que a linha mais adequada para aplicação da pesquisa era a “Linha Circular/Centro (Horário)” que possuía uma frota operante de três veículos tipo Micro e uma média de transporte de passageiros de 671 passageiros/dia (URBS, 2009a).

Na segunda etapa da pesquisa documental a busca por documentos foi restrita àqueles que pudessem trazer informações adicionais necessárias à caracterização da linha de linha Circular/Centro (Horário). Todos os documentos utilizados na pesquisa documental estão descritos no FIGURA 17, a seguir:

FONTE	ANO	DOCUMENTO	INFORMAÇÕES
URBS	2009a	Anexo I - Termo de Referência do de Edital de concorrência 005/2009, processo nº100/2009: Licitação dos serviços de transporte coletivo urbano de passageiros do município de Curitiba.	Descrição geral do sistema da Rede Integrada de Transportes de Curitiba e Região Metropolitana; Categorias de linha; Composição da Frota e fórmula Dimensionamento do Sistema; Caracterização dos lotes e Detalhamento Operacional (Linhas, frota e volume de passageiros diários); Horários de Pico e Entrepico.
URBS	2009b	Anexo IV - Manual de Especificação da frota para ônibus novos do Edital de Licitação dos serviços de transporte coletivo urbano de passageiros do município de Curitiba	Capacidade total e número de assentos dos veículos novos.
URBS	2009c	Anexo V - Manual de Especificação da frota para ônibus usados do Edital de Licitação dos serviços de transporte coletivo urbano de passageiros do município de Curitiba	Capacidade total e número de assentos dos veículos usados.
URBS	2012	Anexo I - Termo de Referência do de Edital de concorrência FUC 002/2012, processo URBS nº004/2012: Licitação execução de implantação do “Sistema Integrado de Monitoramento - SIM”.	Descrição Sistema de Integrado de Monitoramento - SIM; Tecnologias embarcadas; Centro de Controle Operacional.
URBS	2014a	Planilha de Remuneração das Empresas	Custo/km por veículo; Itens de cálculo; Custo Km/médio Proposto; Tarifa técnica 2014.
URBS	2014b	Tarifa Técnica - Custo da RIT 2014	Custo/km médio 2014; Tarifa Técnica 2014.

URBS	2014c	Evolução da tarifa	Evolução das tarifas praticadas em Curitiba desde 1994.
URBS	2014d	Itinerário linha Circular Centro (Horário)	Pontos de parada e mapa do veículo no mapa.
URBS	2015c	Estatísticas do transporte	Passageiros transportados – RIT – Média/Dia; % de passageiros que utilizam o cartão transporte; N° de viagens realizadas pelos ônibus da RIT; Quilometragem percorrida pelos ônibus da RIT.
URBS	2015e	Cartão Transporte	Tipos de cartão; como funciona; informações sobre venda, compra e verificação de saldo de créditos; perguntas frequentes.

FIGURA 17 – DOCUMENTOS USADOS NA PESQUISA DOCUMENTAL
 FONTE: O autor (2015).

Como se pode observar na FIGURA 17, todas as informações colhidas na pesquisa documental foram obtidas por meio da Urbs.

Nas subseções 4.1.1 e 4.1.2 são apresentadas as descrições do sistema de transporte público em Curitiba e a Linha circular Centro (Horário):

4.1.1 O sistema de transporte público por ônibus em Curitiba

A seguir são descritas a forma de gestão, a composição, a estrutura básica e a abrangência do sistema de transporte público de Curitiba segundo Termo de Referência (URBS, 2009a) do edital da licitação dos serviços de transporte público em Curitiba ocorrida em 2009.

Em relação a seu planejamento e gerenciamento, o sistema de transporte coletivo de Curitiba e Região Metropolitana é realizado pela URBS – URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A., uma sociedade de economia mista municipal. As suas atribuições são definidas pela Lei Municipal nº12.597 de 17 de janeiro de 2008 e pelo Decreto Municipal nº 1.356 de 15 de dezembro de 2008, com alterações estabelecidas através do Decreto nº 1.649 de 17 de dezembro de 2009.

Quanto a sua composição, a Rede Integrada de Transporte (RIT) é composta pelo Município de Curitiba e mais treze municípios da região metropolitana através de uma integração físico tarifária. São eles: Campo Magro, Campo Largo,

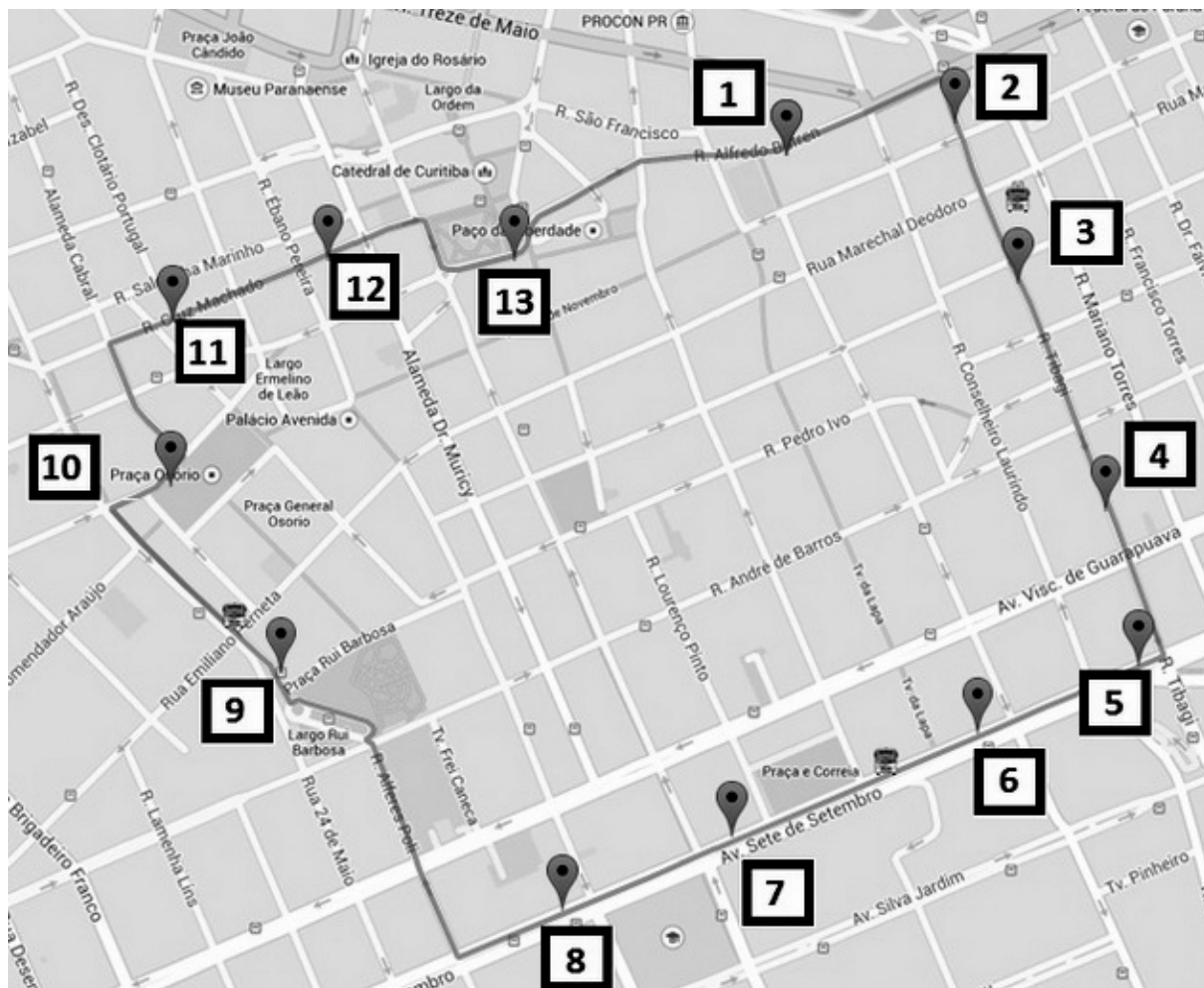
Araucária, Fazenda Rio Grande, São José dos Pinhais, Pinhais, Colombo, Rio Branco do Sul, Itaperuçu, Piraquara, Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré e Contenda.

Quanto a sua estrutura básica, o sistema de transporte coletivo é caracterizado por: ter uma integração com o uso do solo e sistema viário, configurando uma cidade com crescimento linear; ter acesso com o pagamento de uma única tarifa; possuir 81 quilômetros de canaletas, vias ou faixas exclusivas na cidade de Curitiba, caracterizando corredores de transporte; possuir embarque em nível/cobrança antecipada; ter uma frota caracterizada por cores e capacidade dos ônibus; possuir abrangência metropolitana; oferecer acesso às linhas de transporte coletivo com um deslocamento médio do usuário inferior a 500 metros; ter integração ampliada por terminais fora dos eixos principais; e ter integração em terminais fechados.

Por fim, estima-se que a população abrangida pelos serviços de transporte coletivo seja superior a 3,3 milhões de habitantes, população estimada dos municípios de Curitiba, e 73% da população da região metropolitana com base em dados de 2008 do IBGE.

4.1.2 A linha Circular Centro (Horário)

A linha Circular Centro (Horário) é considerada uma linha especial, pois é dedicada a suprir a necessidade de realização de pequenos deslocamentos na região central da cidade (URBS, 2009a). A sua rota tem início e fim em um mesmo ponto localizado na Praça Santos Andrade e é composta por treze pontos de parada. O trajeto completo da linha possui 4,72 km e possui a forma de um retângulo de aproximadamente 1,44km por 1km, cobrindo uma área de 1,28km² (URBS,2014d). Os pontos de parada e trajeto da linha podem ser visualizados no mapa apresentado na FIGURA 18.



001 - CIRCULAR CENTRO (Horário)

- 1 - Praça Santos Andrade - R. Alfredo Bufren, 197 - Centro (103506)
- 2 - R. Tibagi, 79 - Centro (110048)
- 3 - R. Tibagi, 386 - Centro (110049)
- 4 - R. Tibagi, 776 - Centro (110408)
- 5 - Av. Sete de Setembro, 2362 - Centro (110438)
- 6 - Av. Sete de Setembro, 2541 - Rebouças (110439)
- 7 - Av. Sete de Setembro, 2892 - Centro (110435)
- 8 - Av. Sete de Setembro, 3201 - Rebouças (110436)
- 9 - Praça Rui Barbosa, 632 - Centro (102034)
- 10 - Praça Gen. Osório, 389 - Centro (103505)
- 11 - R. Cruz Machado, 301 - Centro (110016)
- 12 - R. Cruz Machado, 82 - Centro (110017)
- 13 - Praça Tiradentes, 421 - Centro (101011)
- 14 - Praça Santos Andrade - R. Alfredo Bufren, 197 - Centro (103506)

FIGURA 18 – ITINERÁRIO DA LINHA CIRCULAR (HORÁRIO)
 FONTE: adaptado pelo autor de Urbs (2014d).

A frota que opera a linha é composta por 3 micro-ônibus de cor branca com capacidade para 16 passageiros sentados e 38 no total, no caso de veículos usados, e 18 sentados e 40 no total, para veículos novos (URBS,2009a, 2009b, 2009c).

Quanto à tarifa, esta linha possui dois diferenciais em relação ao seu valor e à sua forma de pagamento. O primeiro é que a tarifa na linha Circular Centro (Horário) é menor do que o valor cobrado nas demais linhas, sendo que na época da pesquisa esse valor era de R\$1,80. O segundo, é que desde de 2014, o seu pagamento é feito exclusivamente por cartão transporte (URBS, 2014c).

4.2 RELATO DA ENTREVISTA COM ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

Essa etapa da pesquisa teve por objetivo esclarecer junto ao especialista na área como são coletados e utilizados os dados de pesquisas que dão base ao planejamento e operação do sistema de transporte; levantar possíveis aplicações e diferenciais da coleta de dados por meio de RFID; e direcionar as análises obtidas a partir da pesquisa realizada na Linha Circular Centro (Horário).

O especialista entrevistado foi o Prof. Garrone Reck, ex-presidente da Urbs, professor universitário do Departamento de Transportes da UFPR.

A entrevista ocorreu no dia 08 de dezembro de 2014 e teve duração de trinta e seis minutos. A conversa foi registrada primeiramente por meio de um gravador de voz e posteriormente transcrita.

Sobre a questão de como são coletados e utilizados os dados de pesquisas utilizadas para dar base ao planejamento e operação do sistema de transporte o entrevistado esclareceu que, em Curitiba, estudos para ajustes e otimização da rede geralmente são feitos por meio de análise de dados das catracas e pesquisas manuais do tipo sobe e desce e contagem de passageiros em pontos de integração e em horários críticos, cujas amostras dos dados coletados são posteriormente expandidas para o universo da pesquisa. Informou também que tais pesquisas normalmente são realizadas por equipes de pesquisadores da própria Urbs e de forma periódica e sistemática segundo um programa prévio de coleta de dados para avaliação das condições da rede. Porém, em casos pontuais em que é percebido um gargalo, como por exemplo a lotação de uma determinada linha, são também realizadas pesquisas específicas e pontuais.

Quando perguntado sobre se a Urbs utiliza o método de inferência de destino utilizado por Barry *et al.*(2002) e descrito na subseção 2.2.3 para a construção de matrizes origem-destino, Garrone informou que não, pois os sistemas utilizados no Brasil são prevalentemente de natureza empírica. Ele completou dizendo que esse tipo de técnica ainda não é usada em Curitiba e em outras cidades brasileiras devido à falta de uma plataforma operacional que inclua um *software* de modelagem de demanda necessário para o uso desse tipo de dados.

Após ser apresentado à proposta de utilização da tecnologia de RFID UHF na coleta de dados, o professor disse que a tecnologia não poderia ser usada para a construção de uma matriz origem-destino no sentido clássico, ou seja, em nível agregado, pois não fornece dados sobre a cobertura espacial, distâncias de caminhada até o ponto, etc, mas que isso não invalida a ideia pois ela contribuiria para a melhoria da gestão operacional do sistema e da otimização da oferta.

Como principais diferenciais da proposta Garrone antevê a possibilidade de uma modelagem mais precisa e real para diversos tipos de dias típicos, como para cada estação do ano, períodos de férias, períodos de aula, finais de semana, feriados e dias de evento como shows, jogos de futebol e outros eventos que concentrem muita demanda e por isso modificam o fluxo habitual de viagens em certas regiões. A partir dessas informações, seria possível uma melhor identificação das flutuações da demanda e do comportamento dos usuários, o que poderia ajudar a melhor adaptar a oferta à demanda em cada ocasião e também a identificar melhorias como o dimensionamento de assentos e adaptações dos equipamentos para uma linha que transporte com perfil de usuário diferenciado, como linhas com muitos idosos.

Por fim, a opinião geral do entrevistado é a de que o uso cada vez maior de novas tecnologias é bem-vindo pois, dentre outras razões, melhoram a qualidade de serviços percebida pelo usuário em razão do valor agregado que a informação traz para este.

4.3 PESQUISA DE CAMPO:

Esta subseção descreve a seguir a aplicação dos métodos de coleta de dados manuais e automatizadas na linha Circular centro (Horário).

4.3.1 Métodos manuais

Esta subseção descreve as etapas da pesquisa de campo aplicada no dia 13 de novembro de 2014 dentro de um dos veículos que operam na linha Circular Centro (Horário) (ver FIGURA 19).

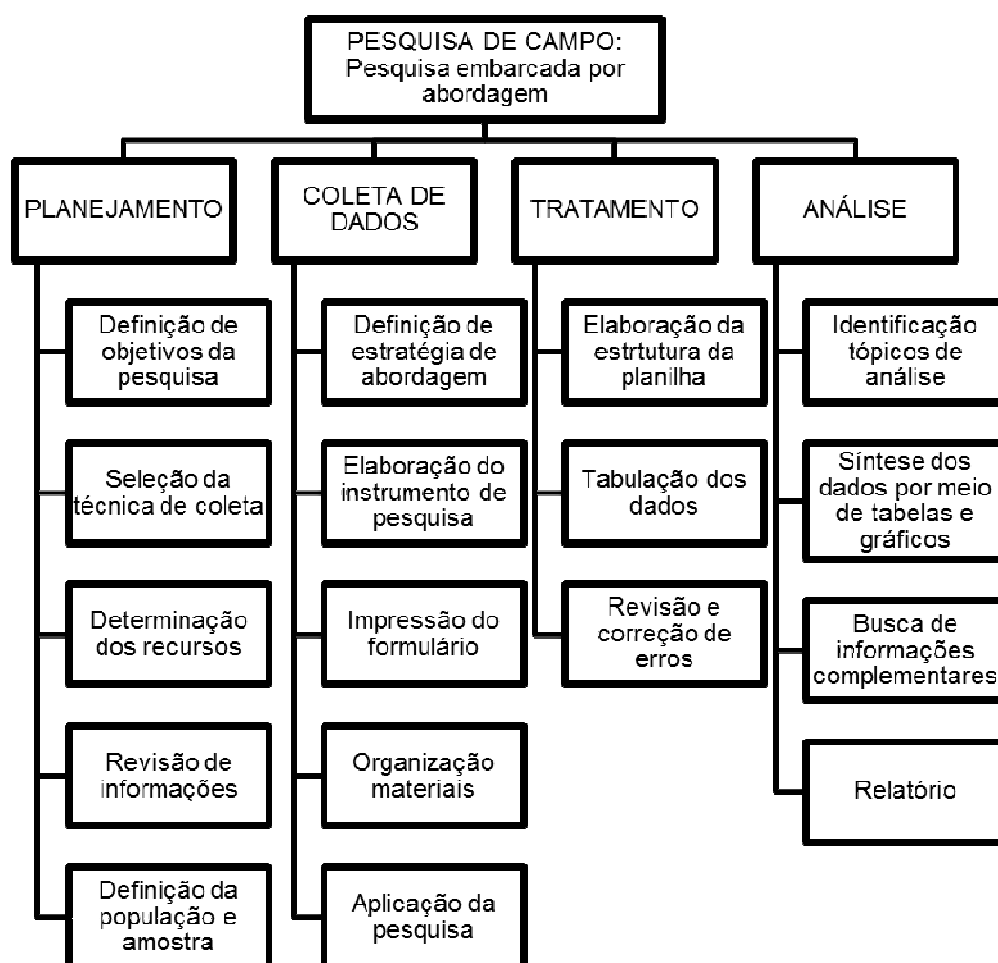


FIGURA 19 - ETAPAS DA PESQUISA DE CAMPO: MÉTODO MANUAL

FONTE: o autor.

4.3.1.1 Planejamento: método manual

O principal intuito da aplicação da pesquisa de campo, já apresentado no item 3.2, era o de reproduzir, em pequena escala, os processos de aplicação de uma pesquisa origem-destino por meio de duas técnicas manuais aplicáveis em nível de linha e levantar os principais locais onde os usuários guardam o cartão transporte.

Foram estabelecidos para esta pesquisa os seguintes objetivos secundários:

- Fazer uma contagem do número de passageiros;
- Identificar pares origem-destino das viagens realizadas pelos usuários de forma individualizada;
- Traçar o perfil do usuário da linha;
- Identificar locais de guarda do cartão transporte.

A escolha das técnicas de coleta de dados manuais foi guiada pelas recomendações da literatura contidas nas subseções 2.1.3, 2.1.4 e 2.2 e pela possibilidade de comparação entre elas. As técnicas escolhidas foram a “Pesquisa de embarcada por meio de entrevista” e a “contagem dos embarques/desembarques dos passageiros por observação”.

Tendo em vista a pouca disponibilidade de recursos financeiros e humanos para a realização da pesquisa, a pesquisa foi desenhada de modo a poder ser aplicada por um único pesquisador.

Primeiramente, escolheu-se como data para a aplicação da pesquisa o dia 13 de novembro de 2014, uma quinta-feira da segunda semana do mês. Essa data foi escolhida em razão da conveniência do aplicador da pesquisa e por se acreditar que o fluxo neste dia seria normal, ou seja, não caracterizado por ser um período de demanda típica como finais de semana, época de recebimento de salários e pagamento de contas ou feriado. Depois, buscou-se junto ao departamento de relações institucionais da Urbs informações que permitissem a compreensão da composição e distribuição do volume dos passageiros entre os três veículos que operam a linha Circular Centro (Horário) (ANEXO A e ANEXO B).

A análise dos dados históricos da linha demonstra que os volumes totais de passageiros nos dois períodos são próximos e que a distribuição desses é uniforme entre os veículos da linha. Calculou-se, a partir desses dados, o volume médio de

passageiros transportados pela linha em 551 passageiros, e o volume médio de passageiros transportados por veículo, em 184.

Foi também solicitado a Urbs a tabela vigente dos horários de partida dos veículos do ponto inicial da rota localizado na Praça Santos Andrade para os dias úteis.

Com base nas orientações e termos discutidos nas subseções 2.1.4 e 2.1.2 e na análise das informações fornecidas, definiu-se que a pesquisa seria aplicada durante o período de um dia no veículo AN998, ou seja, das 06h55 às 19h20 e que a população teórica e a de estudo da pesquisa seriam o volume de passageiros transportados ao longo do dia pelo veículo AN998; que o quadro de amostragem, seria composto por todas as viagens realizadas pelo veículo; e que a amostra, seria o número de passageiros que embarcaram no veículo.

4.3.1.2 Coleta de dados: método manual

A estratégia de aplicação da pesquisa foi implementada em duas etapas. Na primeira, foram observados os dados de sexo e local de embarque do passageiro; e na segunda, os passageiros foram abordados para a realização da entrevista. Para tornar essa última etapa mais efetiva foi elaborado um mapa para ajudar os passageiros a identificar corretamente o ponto em que pretendiam desembarcar.

O mapa desenvolvido encontra-se a seguir (FIGURA 20). Por meio desse é possível identificar todos os pontos de parada da linha Circular Centro (Horário) enumerados de 1 a 13 e visualizar alguns pontos de referência como shoppings, praças e faculdades.

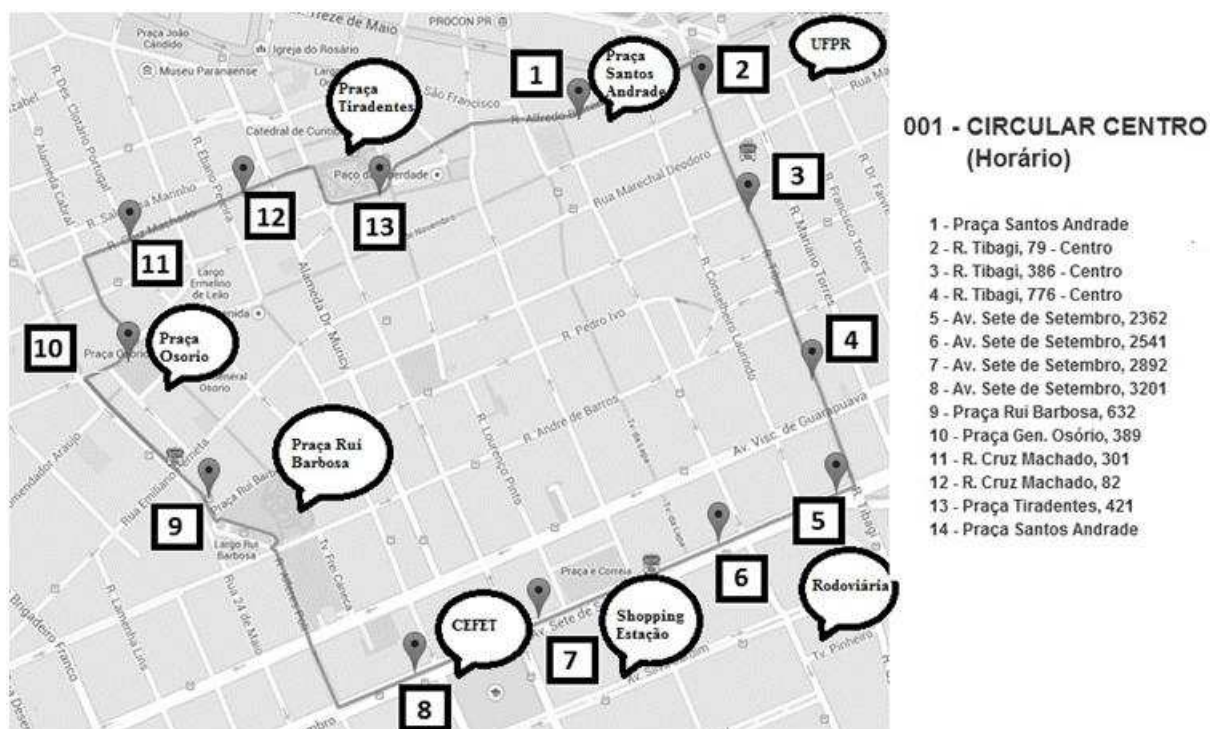


FIGURA 20 - MAPA DO ITINERÁRIO DA LINHA CIRCULAR CENTRO UTILIZADO DURANTE APLICAÇÃO DA PESQUISA
 FONTE: autor adaptado de Urbs (2014d)

O questionário elaborado para essa pesquisa é apresentado no APÊNDICE B. Para fins de controle, os formulários foram enumerados em ordem crescente e foi adicionado um espaço para o registro do número da viagem em que os passageiros embarcaram.

No dia 13 de novembro de 2014, a pesquisa de campo foi realizada por uma única entrevistadora das 6h55, horário de início da primeira viagem, até o horário de recolhimento do veículo AN998 à garagem às 19h20.

Nesse dia foram recolhidos dados de 177 passageiros, dos quais 157 foram efetivamente entrevistados; 19, não foram entrevistados, mas tiveram seus dados de sexo e pontos de embarque e desembarque identificados por meio de observação direta; e 1 passageiro, não foi entrevistado nem foi possível observar o seu ponto de desembarque.

Foram desconsiderados na pesquisa as crianças com menos de 5 anos de idade, pois estas são isentas do pagamento da passagem e não são contabilizadas nem pelas catracas nem pela bilhetagem eletrônica (URBS, 2015e).

Destaca-se que durante a pesquisa as questões que buscavam identificar a ocorrência de transferência antes ou após a viagem corrente necessitaram ser refeitas na hora de aplicação.

4.3.1.3 Tratamento: método manual

O processo de tratamento dos dados coletados durante a pesquisa de campo foi implementado em três etapas: elaboração da estrutura da planilha; tabulação dos dados e revisão e correção de erros.

O primeiro passo de tratamento dos dados foi a elaboração de uma planilha principal em Excel conforme apresentado no APÊNDICE C.

Após a transferência dos dados dos formulários para a planilha, foi realizada uma padronização e um agrupamento primário das respostas. Como resultado foram encontradas 17 possibilidades de locais de guarda do cartão transporte; 27 linhas de ônibus diferentes usadas antes do embarque na linha Circular Centro (Horário); 23 linhas, usadas depois; e 17 propósitos de viagem.

Enfim, devido à particularidade do itinerário da linha analisada ser circular, foi adicionada uma 16ª coluna (coluna k) para classificar os usuários entre aqueles que embarcaram e desembarcaram numa única viagem e aqueles que embarcaram em uma viagem e desembarcaram em um ponto de parada da viagem seguinte.

4.3.1.4 Análise dos resultados: método manual

Como visto na revisão, o número de passageiros transportados é uma medida importante do desempenho de um sistema de transporte. Essa medida pode ser calculada para vários níveis de operação e períodos de análise.

No caso da pesquisa realizada no veículo AN998, o volume de passageiros transportados por dia obtido por meio da técnica de contagem por observação foi de 177 passageiros, valor superior ao obtido pela técnica de entrevista, que somou 157 passageiros. Uma análise do número de passageiros por viagem revela que, apesar

de pequenas, as diferenças de volume calculados a partir das duas técnicas são maiores nos horários de pico.

Outros dois indicadores de desempenho em nível de linha são a “Ocupação por trecho” (OT) e o “Índice de Ocupação” (y). O primeiro indica o número de passageiros dentro do veículo entre dois pontos, enquanto que o segundo, indica o quanto esse volume representa da capacidade nominal do veículo. Neste caso, no dia da pesquisa a ocupação máxima registrada foi de 9 passageiros, ou 23,68% da capacidade do ônibus, segundo a técnica de contagem, e 8 passageiros, ou 21,05% da capacidade, segundo a técnica de entrevista. A maior diferença entre os indicadores ocorreu entre as viagens 12 e 13 devido a 3 passageiros não contabilizados pela técnica de entrevista entre a última e a primeira parada dessas.

Quanto ao perfil do usuário, verifica-se que a Linha Circular Centro (Horário) é utilizada principalmente por passageiros do sexo feminino (67,23%), com mais de 65 anos de idade (39,55%), isentos do pagamento da tarifa e cujo propósito da viagem é a realização de atividades discricionárias (34,46%). Dos 177 passageiros computados pela pesquisa, 99 (55,93%) não utilizaram nenhum ônibus antes ou depois da linha Circular Centro, o que indica que as atividades que motivaram a viagem seriam realizadas na região central da cidade por pessoas que moram ou trabalham ali próximo.

A análise dos dados referentes aos locais de guarda do cartão transporte está descrita nas subseção 5.1.4.

4.3.2 Métodos automatizados

Esta subseção apresenta os procedimentos necessários a coleta e o tratamento dos dados do sistema de bilhetagem eletrônica do veículo AN998 no dia 13 de novembro de 2014. As etapas da pesquisa são apresentadas na FIGURA 21.

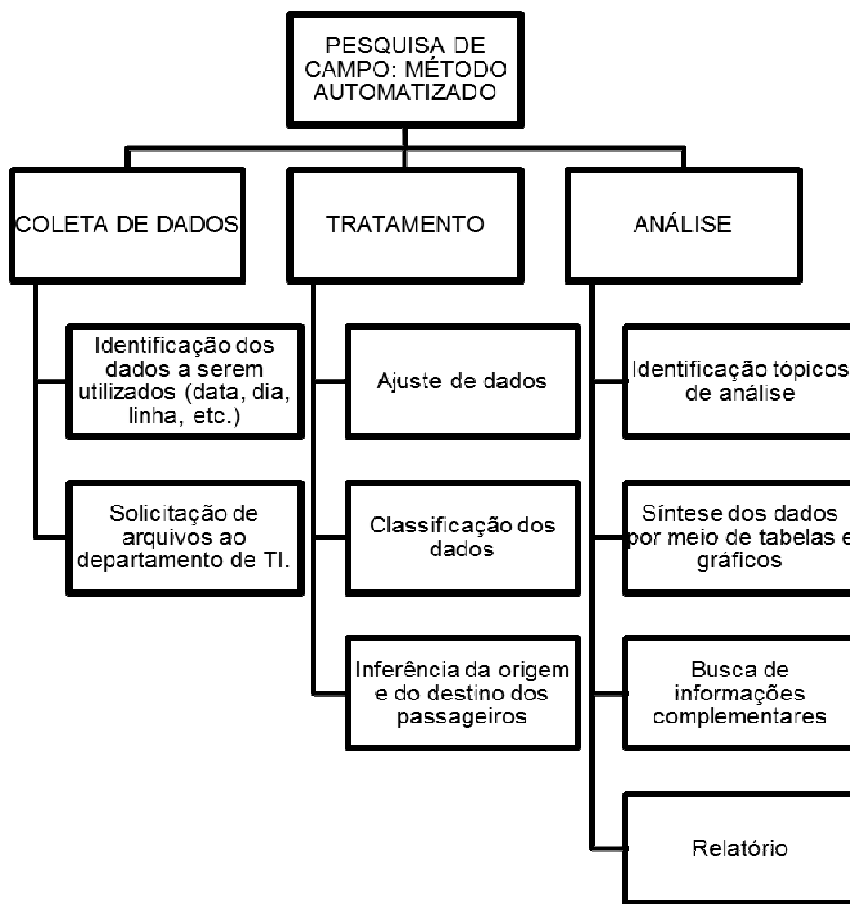


FIGURA 21 – ETAPAS DA PESQUISA DE CAMPO: MÉTODO AUTOMATIZADO
 FONTE: o autor.

4.3.2.1 Coleta de dados: método automatizado

Em continuidade ao projeto conhecido por SIM, Sistema Integrado de Monitoramento de Curitiba, a Urbs lançou em 2012 um edital de licitação para a instalação de um Sistema para Gestão do Transporte Coletivo e de Informação ao Usuário cujo objetivo é o de permitir a “integração dos diferentes elementos do serviço de transporte coletivo para melhorar a gestão em tempo real e dispor de uma base de dados para melhorar o serviço através do conhecimento detalhado da operação do sistema todo e o planejamento das mudanças necessárias para melhoria da eficácia da gestão”(URBS, 2012).

Atualmente, os ônibus do sistema de transporte de Curitiba possuem 5 equipamentos embarcados:

- Dispositivo de Posicionamento GPS.
- Dispositivo de Comunicações GPRS.
- Computador de bordo.
- Console do motorista.
- Sistema de bilhetagem eletrônica (SBE).

Para a presente pesquisa foram solicitados a Urbs os seguintes dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) referentes aos veículos que atenderam à linha Circular Centro (Horário) no dia 13 de novembro de 2014 (APÊNDICE D):

- N° veículo;
- O n° do cartão de transporte dos usuários;
- Data validação;
- Horário de validação;
- Tipo de usuário (comum, isento, etc.).

Além das informações acima, foram repassadas pela Urbs por meio de uma planilha em Excel os seguintes dados:

- O n° de sequência: n° sequencial que ajuda a identificar o turno de trabalho de cada motorista;
- Início de sessão: data e hora que o motorista começou o turno;
- Fim de sessão: data e hora que o motorista terminou o turno;
- Catraca inicial: valor registrado na catraca no início de cada turno;
- Catraca final: valor registrado na catraca no final de cada turno;
- Subsistema: classifica as leituras em cinco grupos;
- Operação da cota: classifica as operações em relação a realização de débito ou estorno.
- Valor: valor debitado do saldo do cartão;
- Saldo do cartão: créditos restantes no cartão.

Apesar da Urbs possuir dados de localização GPS e dados cadastrais de cada usuário que poderiam enriquecer a pesquisa, seu sistema atual não integra automaticamente essas informações aos registros.

Em razão de uma cláusula de confidencialidade contida no Termo de Cooperação existente entre Urbs e as Universidades PUC e UFPR por meio do qual foi autorizado acesso aos dados de bilhetagem eletrônica, não são divulgados nesse trabalho os dados repassados de forma integral, pois poderiam comprometer a privacidade dos usuários.

4.3.2.2 Tratamento dos dados: método automatizado

O processo de tratamento dos dados foi dividido em três etapas básicas: ajustes de dados, classificação e inferência da origem e do destino de cada passageiro.

Na primeira etapa, a coluna “Data de uso” onde se encontravam as informações de data e horário no formato “dd/mm/aaaa hh:mm:ss” foi dividida em duas colunas separando a data e a hora de validação do cartão. Na segunda etapa, foi elaborada uma segunda planilha com os dados “Veículo”, “Subsistema”, “Nº cartão”, “Classe Cartão” e “Hora de Validação”. A essa planilha foram acrescentadas, inicialmente, mais três colunas de classificação.

A primeira coluna indicava se o registro era único (0) ou não (1). A segunda coluna classificava os registros não únicos em quatro categorias: registros duplos coletados em veículos diferentes (1), registros duplos coletados no mesmo veículo (2), registros que apareciam mais de duas vezes (3) e registros cujo par foi classificado como “erro de tentativa de escrita”. Enfim, a terceira coluna classificava o registros duplos em relação a ordem em que ele foi registrado sendo codificados como “1”, o primeiro e “2”, o segundo.

Na terceira e última etapa foram estimados os intervalos de tempo entre cada uma das paradas para que a partir deles fosse possível calcular o volume de passageiros por viagem e identificar os pontos de origem e destino dos registros duplos a partir do método de inferência do destino das viagens (ver 2.2.3).

Para a estimativa dos intervalos foram utilizadas as seguintes informações: (i) distância total do trajeto da linha; (ii) distância em metros entre cada um dos pontos de parada e (iii) o tempo de duração de cada uma das viagens realizadas pelo veículo AN998 colhidas durante pesquisa de campo. A partir dessas

informações foi estimada a velocidade média em metros/minuto de cada uma das viagens e então calculados o tempo de deslocamento entre cada um dos pontos para cada uma das viagens. Para estimativa dos intervalos de tempo para os demais veículos (AN997 e AN999) utilizou-se o horário previsto de partida divulgado pela Urbs e a velocidade média da viagem calculada para o veículo AN998.

Após identificadas as paradas correspondentes a cada registro, foi construída uma matriz origem-destino para o veículo AN998 onde considerou-se que o ponto de desembarque do usuário na primeira viagem era o seu ponto de embarque na segunda viagem registrada, e vice-versa.

4.3.2.3 Análise dos resultados: método automatizado

No dia da pesquisa, foram realizados 581 registros pelo SBE instalado nos ônibus que operaram na Linha Circular Centro (Horário). Desse total, 33 registros eram relativos a algum tipo de erro do sistema. No caso do veículo AN998, o número total de registros foi 182, dos quais 9 apresentaram erro.

Os dados apresentados pela Urbs também continham os valores iniciais e finais da catraca instalada no veículo ao início e final de cada turno dos motoristas. Logo, a partir desses dados foi possível obterem-se os volumes de passageiros transportados por turno e por dia. O volume de passageiros transportados pelo veículo AN998 calculado a partir dos dados da catraca foi de 173 passageiros, valor igual ao do SBE quando excluídos os registros com erro e próximo ao obtido por meio da técnica manual de contagem por observação (177 passageiros). Acredita-se que a diferença de 4 passageiros deve-se ao ingresso no ônibus de alguns passageiros com direito a isenção de tarifa, mas que não possuíam cartão transporte.

Não foram calculados os indicadores de OT e γ a partir dos métodos automatizados por não ter sido possível obter a identificação precisa nem dos pontos de origem nem dos de destino das viagens realizadas no veículo em nível de parada de ônibus. Isso ocorreu devido à falta de integração entre os dados de GPS e os do dados do SBE e à falta de outras tecnologias ou métodos que fornecessem com precisão o local e a hora de cada parada do veículo. O método empregado para

estimar os intervalos de tempo entre os pontos de parada demonstrou ser impreciso e insuficiente para este fim.

No entanto, foi realizada uma análise dos dados para verificar quais poderiam ser utilizados para o emprego do método de inferência de destino. A seguir, a TABELA 1 resume os resultados dessa análise.

TABELA 1 – REGISTROS DO SBE VÁLIDOS E INVÁLIDOS PARA EMPREGO DO MÉTODO DE INFERÊNCIA DE DESTINO

REGISTROS	Qtd.	%
Válidos	57	32,95%
Registro de par no mesmo veículo	26	15,03%
Registro de par em outro veículo	31	17,92%
Inválidos	116	67,05%
Registros únicos	101	58,38%
Registro múltiplo cujo par era um erro	1	0,58%
Registros múltiplos (>2)	6	3,47%
Registros com horários próximos	8	4,62%
TOTAL	173	100,00%

FONTE: O autor (2015)

Como pode ser visto na TABELA 1, dos 173 registros sem erro, somente 57 ou 32,95% apresentavam as condições adequadas para o emprego do método, ou seja, registros que representavam viagens pendulares. Dos registros restantes, 101 não poderiam ser usados por serem únicos; 1, em razão de que a segunda ocorrência de registro do cartão ser um erro; 6, pelo cartão ter sido usado mais de duas vezes; e 8, pelo fato de duas ou mais leituras terem sido realizadas em um intervalo de tempo muito pequeno. Acredita-se que nesse último caso, os horários de leitura são próximos devido ao uso de um único cartão por mais de um usuário.

4.4 CONCLUSÕES DO ESTUDO DE CASO

A análise dos dados coletados nas etapas de pesquisa documental, entrevista a especialista e pesquisa de campo possibilitou a compreensão de como é organizado o sistema de transporte público por ônibus em Curitiba e a

identificação das dificuldades de implantação de métodos mais modernos de coleta e análise de dados de volume e fluxo de passageiros.

Por meio da análise de documentos e observação direta, observou-se que nenhuma das tecnologias embarcadas nos ônibus possui como objetivo principal a coleta de dados de volume ou ocupação do veículo em nível de ponto de parada. Além de não existirem instalados contadores automatizados de dados, os dados das catracas e do SBE são usados somente no controle de acesso e controle de receita, e os de GPS, no monitoramento do deslocamento dos ônibus. Nenhuma das tecnologias são integradas, o que impossibilita a utilização de métodos de identificação da origem e destino de viagens por meio de inferência como o empregado em trabalhos correlatos apresentados na subseção 2.2.3.

Verificou-se também, por meio da análise dos dados do SBE da linha Circular Centro (horário), que mesmo que houvesse uma integração entre os dados do SBE e os de GPS, a taxa de sucesso na identificação de pares origem-destino seria insuficiente para o cálculo de indicadores como “Ocupação por trecho” e “Índice de ocupação” em casos onde a maioria dos usuários usa uma única vez ou mais de duas vezes ao dia a linha de ônibus e em linhas com baixa utilização de cartões transporte. Esses casos diferem dos apresentados em trabalho correlatos onde a maioria dos usuários do sistema usam cartões transporte e fazem viagens pendulares.

Outra questão que surgiu a partir da implementação das técnicas de coleta de dados foi a de como tratar a diferença entre o horário real de embarque do usuário e o horário de validação do cartão transporte. O que ocorre no Brasil é que o validador dos cartões e a catraca não ficam localizados imediatamente após a porta de entrada do veículo o que permite que o usuário possa passar um longo tempo sem validar o cartão. Sem a informação precisa do horário de embarque dos usuários não é possível gerar dados e indicadores em nível de paradas.

As razões da preferência por técnicas manuais de coleta de dados são as mesmas encontradas na bibliografia. Apesar dos custos, baixa precisão e intensa utilização de mão de obra, as técnicas manuais são familiares aos planejadores do trânsito e flexíveis, não exigem uma mão de obra altamente qualificada e especializada, não necessitam de altos investimentos em capital e adequação de infraestrutura e processos.

5 ANÁLISE DA VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID UHF COMO COLETOR DE DADOS DE FLUXO EM ÔNIBUS

Esta seção analisa as informações coletadas durante as etapas de planejamento e testes realizados para investigar a performance de um sistema RFID UHF como coletor de dados de origem e destino de passageiros de ônibus em nível de linha.

5.1 PLANEJAMENTO

A seguir são apresentados os dados e informações coletados durante a etapa de planejamento do projeto e que objetivavam garantir as informações, recursos e condições de trabalho essenciais para a realização das demais etapas.

5.1.1 Projeto

O resumo do escopo do projeto enviado ao FIT-Instituto de Tecnologia contendo o seu objetivo, condições, premissas e restrições é apresentado na FIGURA 22. Sua elaboração foi realizada em conjunto com o Gerente de Novas Tecnologia da empresa, Sr. Armando Lucrécio, que concebeu a arquitetura inicial de instalação do sistema RFID e colaborou na estruturação do teste-piloto.

Projeto	Viabilidade técnica da aplicação de RFID UHF como coletor de dados de padrão de viagem de usuário em ônibus urbanos
Objetivos	Verificar sob quais condições um sistema RFID UHF pode ser usado para identificar de forma passiva o local e horário do embarque e do desembarque de um usuário do sistema de transporte público por ônibus que esteja portando um cartão de transporte com <i>chip</i> .
Declaração de Escopo do	Tendo em vista que atualmente não existe nenhuma tecnologia embarcada que permita a identificação direta e precisa do local e horário de 100% dos usuários

Projeto/Serviço	<p>que embarcam e desembarcam de um ônibus, o presente projeto propõe a realização de um teste conceitual em um ônibus para verificar como a tecnologia RFID UHF pode ser usada para este fim sob as seguintes condições:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grande fluxo de usuários entrando e saindo do ônibus; • Entrada e saída de usuários do ônibus somente para dar passagem a outros passageiros; • Alta concentração de passageiros ao redor das portas e com pouco espaço entre si; • Identificação passiva dos usuários que passam pelas portas, sem a necessidade de que estes apresentem ou validem o cartão com a tag RFID UHF; • O tamanho e a posição das antenas e leitor não devem atrapalhar o fluxo dos passageiros dentro do veículo e devem ser incorporados esteticamente ao design interno deste; • O banco de dados deve armazenar informações como o ID usuário/cartão, Data, Horário embarque, Local de embarque, Horário de Desembarque e Local de desembarque; • O custo da aquisição do sistema e sua manutenção devem ser viáveis do ponto de vista financeiro; • Deve ser possível identificar a origem e o destino de todas as viagens que um usuário faz no dia.
Premissas	<ol style="list-style-type: none"> I. A maioria dos usuários estará portando o cartão de transporte em um dos seguintes locais: bolso da camisa; bolso jaqueta, agasalho ou casaco; bolso de trás da calça; bolso da frente da calça; crachá; solto dentro da bolsa; solto dentro da mochila; solto dentro de uma pasta; dentro de uma carteira; dentro de uma carteira no bolso traseiro da calça; dentro de uma carteira; dentro de uma carteira no bolso dianteiro da calça; segurado na mão. II. Na maioria dos casos o usuário embarcará com o cartão em mãos e desembarcará com ele guardado; III. O usuário pode embarcar mais de uma vez num mesmo dia, numa mesma rota e na mesma direção; IV. O usuário pode entrar e sair do veículo somente para dar passagem a outro passageiro; V. A maior parte dos usuários portará o próprio cartão; VI. A maior parte dos usuários portará um único cartão; VII. O local e o horário de embarque do usuário irá ser o primeiro registro do sistema RFID assim que ele entrar no ônibus; VIII. O local e o horário de desembarque do usuário irá ser o último registro do sistema RFID dentro de um período suficiente para o ônibus completar

	<p>sua rota;</p> <p>IX. Uma viagem completa ocorrerá quando for verificado o embarque e o desembarque do usuário.</p>
Restrições	<p>I. Nenhum tipo de dano ou alteração física poderá ser feita ao veículo de teste durante instalação do sistema;</p> <p>II. O cronograma da realização dos testes e ajustes técnicos necessários ao ônibus e à linha deverão ser informados a UFPR no prazo mínimo de dois dias antes da realização dos testes;</p> <p>III. Os colaboradores serão voluntários e, por isso, o período de teste deve ser o mais curto possível, mas suficiente para que se alcancem os resultados pretendidos;</p> <p>IV. Os testes devem ocorrer no período de funcionamento da linha <i>Intercampi</i> e não devem atrapalhar seu funcionamento;</p> <p>V. Informações pessoais dos usuários que possam identifica-los não poderão fazer parte do banco de dados.</p>

FIGURA 22 - RESUMO ESCOPO DO PROJETO DE AVALIAÇÃO VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID COMO COLETOR DE DADOS
 FONTE: o autor (2015).

Na FIGURA 23 são apresentadas as principais entregas do projeto acordadas com o FIT- Instituto de Tecnologia.

Itens	Entregáveis
Teste laboratório	Identificação do modelo de <i>tag</i> com melhor alcance de leitura sob as condições analisadas; Relatório com a metodologia, modelos de <i>tag</i> testados, descrição das condições e variáveis de análise do teste e resultados.
Teste leitura de cartões x local de guarda cartões	Planilha com dados relativos a taxa de leitura, <i>RSSI</i> e outros dados para cada um dos locais de guarda do cartão (bolsa, bolso, etc.).
Teste piloto sistema em linha de ônibus	Planilha com a identificação do embarque e do desembarque dos usuários individualmente.

FIGURA 23 - ENTREGAS DO PROJETO DE AVALIAÇÃO VIABILIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA RFID COMO COLETOR DE DADOS
 FONTE: o autor (2015).

Considerou-se como data de início do projeto o dia 23 de julho de 2014, data de envio de uma solicitação formal de apoio técnico ao projeto da pesquisa ao FIT – Instituto de tecnologia. Atribuiu-se como data de conclusão do projeto a data de recebimento dos dados coletados durante o teste na linha de ônibus recebidos em 20 de março de 2015.

Quanto aos custos, a FIGURA 24 apresenta a matriz de responsabilidade do projeto, os recursos utilizados e as suas fontes.

ETAPAS DO PROJETO	RESPONSÁVEL EXECUÇÃO	RECURSOS	FONTE DE RECURSOS
1. Planejamento	Autora	Impressões, telefonemas e transporte.	Bolsa UFPR
2. Teste laboratório	FIT	Testes em laboratório, aquisição de <i>tags</i> e remuneração técnicos.	FIT
3. Teste piloto	PPGEP-UFPR	Autorizações e Liberações para realização	PPGEP-UFPR
	PRAE-UFPR	Disponibilização ônibus linha <i>Intercampi</i>	PRAE-UFPR
	Autora	Transporte aplicadores, impressão questionários e produção de cartões.	Bolsa UFPR
	FIT	Passagens de avião, deslocamento interno, hospedagem e alimentação da equipe técnica; remuneração técnicos; aquisição <i>tags</i> ; e disponibilização equipamentos do sistema <i>RFID</i> e inversor.	FIT

FIGURA 24 - FONTE DE RECURSOS DO PROJETO

FONTE: o autor (2015)

Como o projeto foi realizado em parceria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFPR, com a PRAE- Pró-reitora de Assuntos Estudantis da UFPR e o FIT- Instituto de Tecnologia, a autora do trabalho ocupou-se principalmente das atividades relacionadas ao planejamento e operacionalização do teste-piloto durante o período pré-desembarque da equipe técnica em Curitiba e da aplicação da pesquisa aos usuários da linha *Intercampi*, enquanto que a equipe do FIT, ocupou-se da parte técnica.

5.1.2 Autorização de teste em Linha *Intercampi*

Primeiramente foi enviada uma carta à Pró-reitora de Assuntos Estudantis da UFPR (PRAE) solicitando uma autorização para a realização de um teste piloto na linha *Intercampi*. Nela foi solicitado acesso ao ônibus para instalação e desinstalação de equipamentos, disponibilização do ônibus para testes e permissão para coleta de dados de estudantes que usam a linha (APÊNDICE E).

Após aprovação da solicitação, foi realizada uma reunião junto ao departamento responsável pela manutenção do veículo para acertar ajustes operacionais necessários à realização do teste como o cronograma de atividades e a escolha e a coleta de informações do veículo a ser disponibilizado (fonte de energia disponível e dimensões). A descrição do veículo utilizado no teste do itinerário da linha são apresentados no tópico 5.3.1 deste trabalho.

5.1.3 Entrevista especialista RFID

Tendo em vista que uma parte da literatura apresenta que a taxa de leitura de RFID é afetada pela proximidade das *tags* e antenas com metal e água, buscou-se esclarecer junto a especialistas em RFID até que ponto tais condições poderiam inviabilizar ou comprometer a proposta de aplicação do RFID UHF como coletor passivo de dados de embarque/desembarque de usuários de ônibus.

Tais questionamento foram efetuados por meio do questionário apresentado no APENDICE F. O questionário foi enviado para pelo menos 3 especialistas no Brasil, tendo como único respondente Sr. Armando Jorge Lucrécio, profissional graduado em Eng. Eletrônica e mestre em Física, com mais de 10 anos de experiência com RFID.

Na opinião do especialista entrevistado a utilização de um sistema RFID UHF para coletar passivamente dados como, o horário e o local de embarque e desembarque de passageiros de um ônibus que estejam portando um cartão com um chip RFID, mesmo que este esteja no bolso da calça ou dentro de uma bolsa, é possível. No entanto, disse que não tem conhecimento desse tipo de aplicação da tecnologia dentro ou fora do país. Embora seja possível, ele ressalva que uma taxa de 100% de leitura dependerá das condições de operação e principalmente, de uma configuração de antenas adequada.

Quanto à frequência, o entrevistado informou que a melhor opção seria utilizar a de *Near Field Communication* - NFC (13,56 MHz) para pagamento e UHF, para controle de fluxo. Logo, os sistemas de pagamento e de controle seriam separados.

O sistema para controle de fluxo seria composto basicamente de um *reader*, antenas, cartões com *tags* embutidas, *software* de *middleware* e um GPS. Ele explicou que os dados de localização e horários seriam coletados por equipamentos distintos. Enquanto as informações de horário poderiam ser obtidas a partir do próprio *middleware*, as informações de localização teriam que ser coletadas pelo GPS, enviadas ao *middleware* e associadas às informações dos eventos coletados pelo sistema RFID UHF. Ele afirma também que para a instalação do equipamento no ônibus não seriam necessárias grandes adaptações.

5.1.4 Pesquisa sobre o comportamento do usuário

Dado que uma das questões levantadas durante revisão bibliográfica foi a de que o lugar em que o usuário guarda seu cartão transporte seria um fator determinante na taxa de leitura dos cartões, decidiu-se levantar durante a pesquisa realizada na Linha Circular Centro (Horário) quais seriam esses locais. Como resultado, foram levantados 17 variações de locais onde os passageiros guardam o cartão de transporte.

Os resultados da pesquisa demonstraram que dentre as mulheres pesquisadas 51,26% guardam o cartão transporte solto na bolsa, geralmente em um bolsinho lateral ou interno, local onde podem alcança-lo de forma rápida e fácil. Outros 14,29%, guardam o cartão na bolsa, mas dentro de uma carteira ou bolsinha. Já os homens, preferem guardar o cartão no bolso da camisa (39,66%) ou no bolso da frente da calça (15,52%).

A seguir, na FIGURA 25 são apresentados o resultado da pesquisa por local de guarda do cartão e sexo.

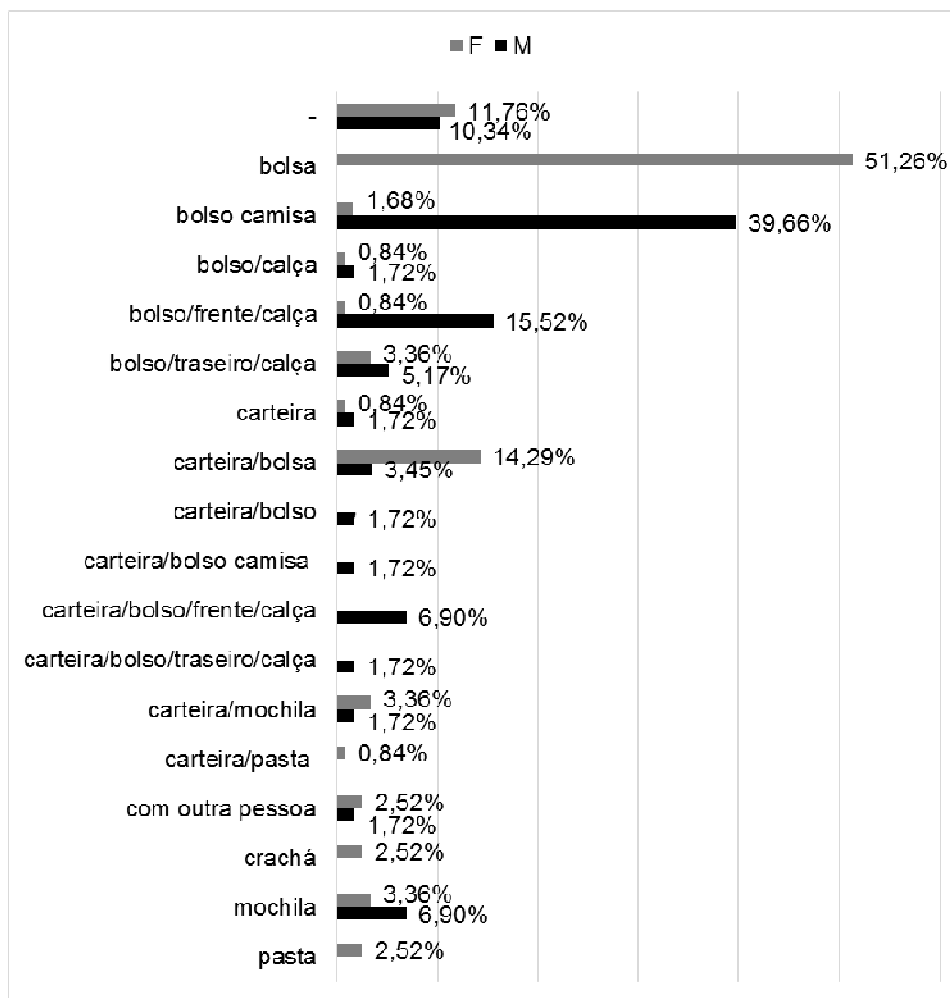


FIGURA 25 - LOCAL DE GUARDA DO CARTÃO TRANSPORTE POR SEXO
 FONTE: o autor (2015).

Foi notado, no entanto, que além do sexo, o lugar de guarda dos cartões varia de acordo com a faixa etária das pessoas. Por esta razão, foram analisados também o lugar de guarda do cartão por sexo e faixa etária. Os passageiros foram classificados em três faixas: jovens, adultos e idosos.

Foram considerados jovens os passageiros até 23 anos de idade; adultos, os passageiros entre 24 anos de idade e 59; e idosos, os passageiros com 60 anos ou mais. Na TABELA 2 são apresentados o nº de passageiros entrevistados por faixa de idade e sexo.

TABELA 2 - NÚMERO DE PASSAGEIROS ENTREVISTADOS POR FAIXA ETÁRIA E SEXO

FAIXA ETÁRIA	SEXO		
	F	M	TOTAL
Jovens (≤ 23 anos)	13	5	18
Adultos (≥ 24 anos e ≤ 59 anos)	44	12	56
Idosos (≥ 60 anos)	48	35	83
Total Geral	105	52	157

FONTE:O autor (2015)

Entre os jovens entrevistados, foi observado que 77,78% deles preferem guardar os cartões na mochila ou na bolsa e que desses, 42,85% guardam o cartão primeiramente dentro de uma carteira. Já entre os adultos, 59,09% das mulheres preferem guardar seu cartão solto na bolsa, enquanto que os homens geralmente guardam o cartão nos bolso das calças ou das camisas.

Na faixa etária dos idosos, uma boa parte dos homens guarda o cartão no bolso da camisa enquanto que a maioria das mulheres guarda o cartão na bolsa. Porém, a maioria dos passageiros de ambos os sexos não guardam o cartão em carteiras (83,33% das mulheres e 85,71% dos homens).

Os resultados aqui apresentados divergem de um estudo apresentado na subseção 2.3.4. Acredita-se que esta divergência está ligada a diferenças no perfil da amostra, que no caso do trabalho correlato era predominantemente de estudantes.

5.2 TESTE EM LABORATÓRIO

Foram realizados testes de desempenho de leitura em etiquetas de RFID UHF coladas a um cartão de transporte da Urbs. O objetivo do teste era o de selecionar o modelo de *tag* mais adequado para o teste piloto.

Durante os dias 23 e 27 de fevereiro de 2015 foram testados em laboratório 11 modelos de etiquetas RFID UHF em uma câmara anecóica, ambiente livre de interferências eletromagnéticas e com controle de variação de temperatura e umidade, por meio do sistema Voyantic, sistema que permite a correlação de dados de leitura de etiquetas a partir da variação do ângulo desta em relação à antena e variações de potência e frequência.

A disposição das antenas e do cartão durante os testes é ilustrada na FIGURA 26. Como se pode ver, o cartão de transporte com as etiquetas de RFID UHF coladas na sua superfície foi colocada em posição horizontal em cima de um pedestal no meio da câmara anecóica. À sua frente, a uma distância de aproximadamente 1,5m e na posição inicial de 0°, foram fixadas 4 antenas nos seguintes ângulos 0°, 30°, 60° e 90°. Essa variação em torno do eixo horizontal da *tag* é denominado colatitude e é representada pelo símbolo Θ . Já a variação do ângulo em torno do eixo vertical, é denominada azimute é simbolizada pelo por φ e ela varia de 0° a 360°.

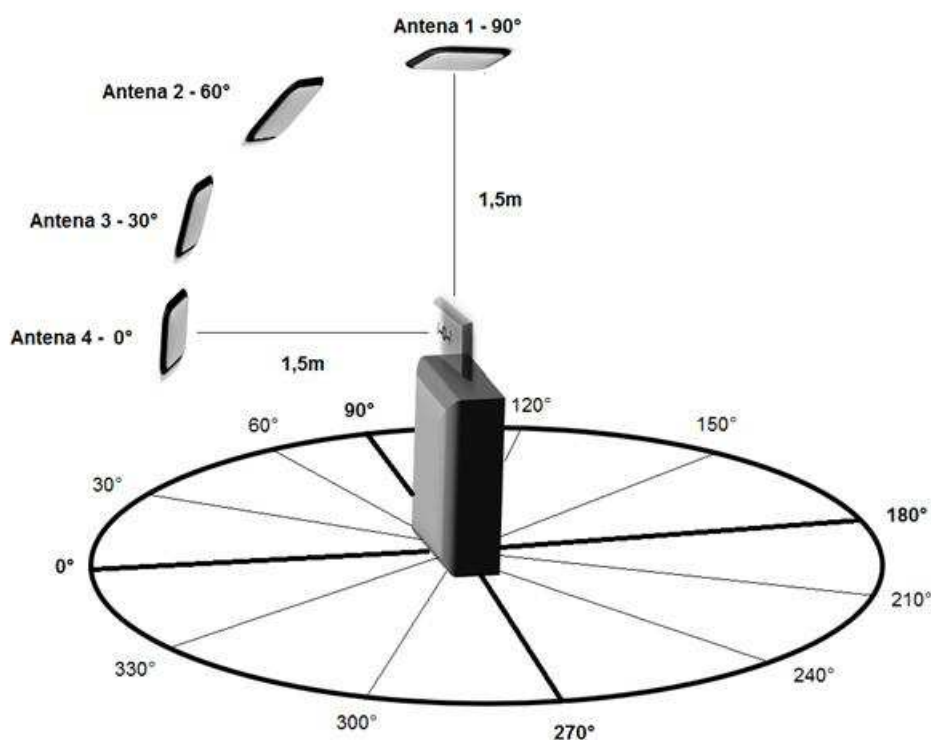


FIGURA 26 - DISPOSIÇÃO ANTENAS E CARTÃO COM TAG DURANTE TESTES EM LABORATÓRIO
 FONTE: o autor (2015).

O desempenho das etiquetas foi medido por meio de três indicadores: o de “Mínima potência de leitura”, o de “Distância Teórica de Leitura” e o de “Sensibilidade a orientação”.

Em um primeiro ensaio, foram registradas para cada uma das 4 antenas instaladas a potência mínima recebida pela *tag* para que ela começasse a responder

ao leitor à medida que variava-se a frequência de 2 em 2 MHz entre as faixas de a 860 a 960MHz, e a potência de 0,5 em 0,5dB, começando em 20db até que a *tag* respondesse. Essa medida é conhecida como “Mínima potência de leitura” (*Power on Tag Forward*). A partir dela pode ser calculado também a “Distância teórica de leitura” (*Theoretical Read Range Forward*) que é a distância de alcance da *tag* em relação à antena em condições ideais (livre de interferências e ruídos).

Em um segundo ensaio foram registradas as potências mínimas de leitura das *tags* em relação à antena 4, considerando-se a frequência fixa em 920MHz e variando-se o azimute. A partir dessas informações foi possível calcular a distância máxima teórica de leitura e assim visualizar por meio de um gráfico a zona de interrogação de cada *tag*.

Ao final dos testes de laboratório concluiu-se que as mais indicadas para o teste piloto seriam as *tags* AD-233m5, AD-380iL e Alien 9662, pois esses modelos apresentaram maior uniformidade de dados e melhor desempenho pela avaliação e comparação dos gráficos gerados a partir dos ensaios. Dessas três *tags*, a escolhida para utilização no teste piloto foi a Alien9662.

Como resultado do primeiro ensaio foi possível verificar que a potência mínima necessária para que a *tag* Alien9662 começasse a responder ao leitor variava de -26dBm a -35 dBm, dentro das faixas de frequência permitidas no Brasil e que a distância máxima de comunicação de uma antena com *tag* variava de 1,70m a 4,80m. Já quanto a zona de interrogação da *tag* Alien 9662, foi possível constatar que entre os ângulos 60° e 120° ou 240° e 300° em relação ao eixo vertical da *tag*, existe uma área em que não é possível a leitura.

As informações dos teste em laboratório foram essenciais para orientar a elaboração da configuração das antenas e também para compreender possíveis falhas ou problemas de leitura do sistema RFID UHF implantado.

5.3 TESTE PILOTO

Esta subseção descreve os procedimentos de instalação/desinstalação de um sistema RFID UHF em um ônibus de linha, da aplicação de um pré-teste do equipamento no veículo e do teste de desempenho do sistema como coletor de

dados para origem e destino de viagens realizadas na linha *Intercampi* da UFPR nos dias 04 e 05 de março de 2015.

5.3.1 Instalação/Desinstalação

A instalação dos equipamentos foi realizada em quatro etapas como apresentado na FIGURA 16.

Primeiramente foi realizada uma reunião junto ao departamento de transportes da UFPR, o Centran, para escolha do veículo a ser utilizado no teste. O modelo escolhido foi um ônibus Volksbus 17-230 com 44 assentos e 2 portas, sendo a traseira equipada com um elevador para cadeirante. O modelo do veículo é parecido com o usado em linhas comuns de ônibus e a sua capacidade total declarada é de 77 passageiros, sendo 43 sentados e 34 em pé.

No mesmo dia foram feitas fotografias do veículo e retiradas medidas como, as dimensões das portas, a distância entre elas e a altura dos degraus para que a partir dessas informações fosse elaborada uma planta do veículo que ajudaria a equipe a pré-visualizar a disposição das antenas e selecionar os materiais necessários à instalação do sistema RFID UHF no ônibus (FIGURA 27).

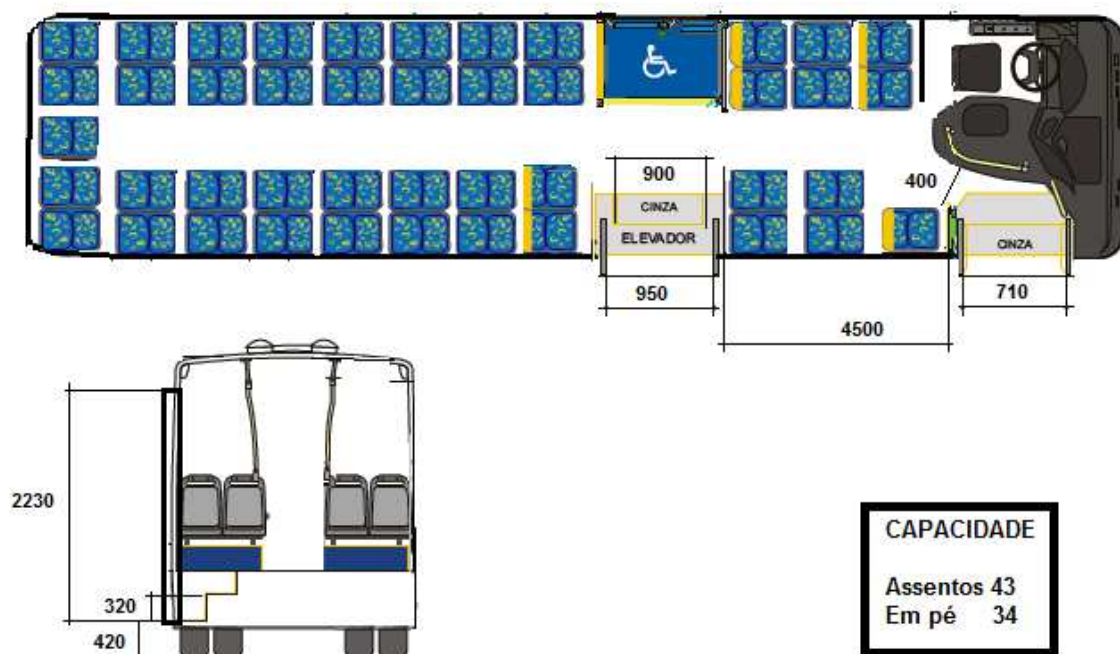


FIGURA 27 - LAYOUT ÔNIBUS DA LINHA INTERCAMPI UTILIZADO NO TESTE
 FONTE: o autor (2015).

Após análise do material enviado, foi destacada uma equipe para implementação do projeto. A equipe foi formada por um analista de hardware, responsável por escolha e instalação e desinstalação dos equipamentos no ônibus; por um analista de *software*, responsável pela configuração do *reader* e tratamento inicial dos dados coletados; e pelo Gerente, responsável pela coordenação e acompanhamento do projeto e pela idealização da configuração do sistema de RFID e pela autora.

A partir da escolha dos equipamentos para o teste, identificou-se a necessidade de compatibilizar a corrente fornecida pelas baterias do veículo (150A e 12V DC cada uma) e a do leitor a ser utilizado (mínimo de 2,5A e 24V DC) e fornecer uma tomada adequada ao plugue do equipamento. Para tanto concluiu-se que a melhor opção seria a de ligar primeiramente as duas baterias do ônibus em série a um inversor de corrente veicular com voltagem de entrada de 24V, capacidade de 300 Watts e saída de 110V AC, e depois, esse ao leitor (FIGURA 28).



FIGURA 28 - FOTOGRAFIAS DA LIGAÇÃO ENTRE BATERIA E INVERSOR
 FONTE: o autor (2015).

Após feita a instalação elétrica, o leitor do Sistema RFID UHF foi ligado ao inversor, às antenas e ao computador. O Sistema RFID UHF utilizado neste teste foi composto por um leitor do modelo Speedway Revolution, 3 antenas modelo PATCH-A0025, 1 portal Xportal Inpinj e 120 tags Alien9962 como mostrado na FIGURA 29.

COMPONENTE	QUANTIDADE	MODELO
Leitor	1	Inpinj Speedway Revolution
Antenas	3	PATCH-A0025
Portal	1	Xportal Inpinj
Tags	120	Alien9962

FIGURA 29 - COMPONENTES SISTEMA *RFID* UTILIZADO NO TESTE
 FONTE: o autor (2015).

Para cada uma das portas, foi elaborada uma configuração de antenas diferente. Na porta dianteira, de menor largura, foram instaladas as 3 antenas PATCH-A0025. Duas delas foram instaladas nas laterais e uma na frente da porta. Na segunda porta, mais larga, foi instalado inicialmente o portal em uma das laterais da porta, mas posteriormente preferiu-se posicioná-lo acima dessa. A disposição do leitor, cabos e antenas encontram-se demonstradas na FIGURA 30.

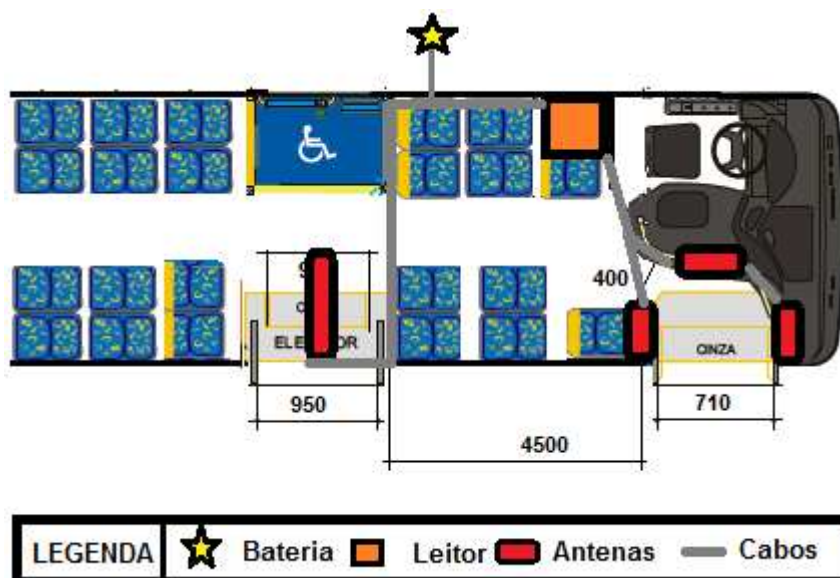


FIGURA 30 - DISPOSIÇÃO DO SISTEMA RFID PARA TESTES

FONTE: o autor (2015).

Após terminada a instalação foram realizados testes de leitura para ajuste dos ângulos, da potência e da sensibilidade das antenas. No primeiro teste, alguns cartões eram posicionados nos assentos do ônibus e uma pessoa se posicionava com um cartão na mão na parte interna do ônibus próxima às portas, nas escadas e do lado de fora do ônibus. Para cada posição foi verificada se a *tag* em teste estava sendo lida em conjunto com as demais. O objetivo era conseguir uma configuração de potência e sensibilidade das antenas que reduzissem a zona de interrogação somente à área das portas.

Após essa configuração inicial, foi então realizado um segundo teste para verificar se as antenas conseguiam ler o cartão caso esse estivesse guardado em locais específicos previstos no escopo do projeto (FIGURA 22). Nesta etapa, percebeu-se que a posição inicial do portal não estava permitindo a leitura de *tags* guardadas em bolsos e ao mesmo tempo apresentava uma zona de interrogação irregular, às vezes lendo *tags* posicionadas nos assentos. Como não era possível ajustar em separado os ângulo das antenas do portal, preferiu-se posicioná-lo acima da porta.

No entanto, nessa nova posição, seu desempenho de leitura das *tags* ainda foi baixo, pois as antenas continuavam a não ler as *tags* em determinadas posições ou em alguns locais de guarda.

5.3.2 Pré-teste: teste de leitura por local de guarda do cartão

Dado que na etapa de instalação já havia sido verificado que a configuração de antenas da porta traseira não apresentava um bom desempenho na leitura dos cartões, optou-se por realizar esse teste somente na porta dianteira. Decidiu-se que a análise dos dados seria feita por meio de métodos de estatística descritiva.

Nas subseções seguintes são descritas a seleção das variáveis, o desenho do teste e a coleta de dados.

5.3.2.1 Seleção de variáveis

Para a análise descritiva optou-se por utilizar-se as medidas de tendência central de variabilidade como a média e valores máximo e mínimos. As variáveis selecionada para análise foram as seguintes:

- A taxa de leitura da *tag* (que é o número de vezes que uma única *tag* pode ser lida dentro de um determinado período, no caso, em 1 segundo);
- Os valores médio, máximo e mínimo da Indicação da intensidade do sinal recebido ou RSSI (*Received Signal Strength Indication*) para cada local de guarda do cartão;
- A porcentagem de leitura realizada pelas antenas em teste;
- Locais de guarda do cartão;
- Direção do trajeto do passageiro ao passar pela zona de leitura (embarque/desembarque).

Os locais de guarda utilizados na análise foram obtidos a partir das respostas obtidas durante a pesquisa aplicada na linha Circular Centro (Horário), reagrupadas em 12 grupos que representam as formas de se guardar o cartão que poderiam comprometer a taxa de leitura da *tag* RFID nele contida (vide FIGURA 22).

5.3.2.2 Desenho do teste e coleta de dados

Como durante os testes realizados durante a instalação do sistema RFID UHF já havia sido verificado que a disposição e configuração das antenas instaladas na porta dianteira liam os cartões em todos os locais de guarda de cartão em análise, restava saber se eles também seriam lidos caso o passageiro estivesse em movimento embarcando ou desembarcando no ônibus, e se existiria alguma diferença na taxa de leitura entre os locais de guarda.

Para isso o teste foi desenhado da seguinte forma. Uma pessoa portando um cartão com uma *tag* RFID embarcava e desembarcava no ônibus, partindo de um ponto inicial fora da zona de leitura das antenas (próximo a segunda porta do ônibus), passando pela porta dianteira (zona de leitura) e terminando novamente fora da zona de leitura como é mostrado na

FIGURA 31.

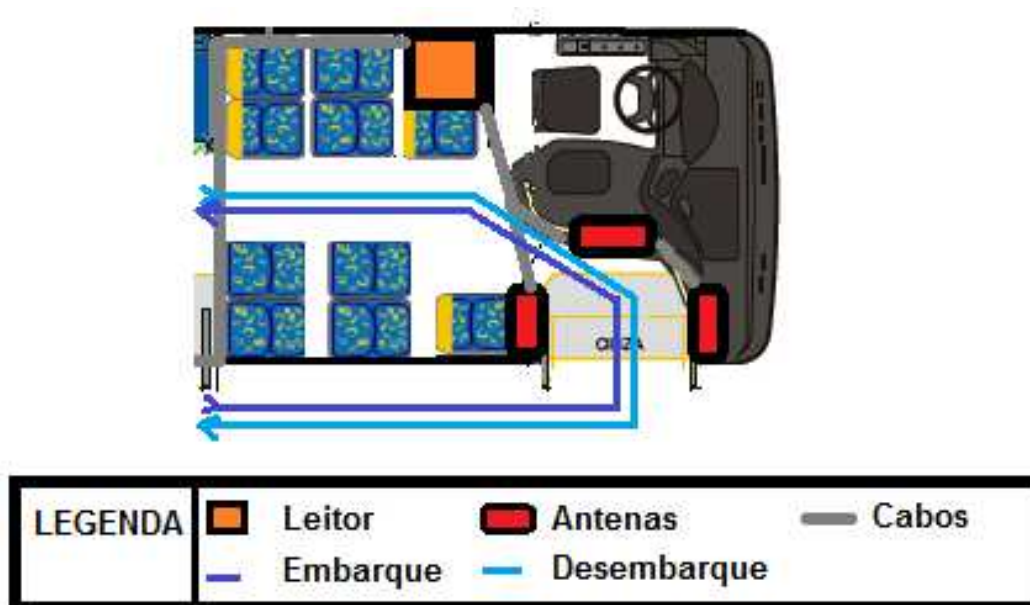


FIGURA 31 - TESTE DE LEITURA EM ÔNIBUS PARADO

FONTE: o autor (2015).

A cada local de guarda, iniciava-se o leitor no modo inventário, coletava-se dados como o EPC da *tag* (*EPC Value*), a quantidade de vezes que a *tag* foi lida (TotCnt), o número de vezes que a *tag* foi lida pelos leitores individualmente (RD1Cnt e RD2Cnt, caso houvesse um segundo leitor acoplado), a taxa de leitura

(RDRate), o RSSI recebido (RS1mx ou RS2mx), o tempos de leitura inicial, final e total (colunas Timet0; Timetx e Ttx-t0) e antena que recebeu o sinal enquanto que a pessoa realizava o embarque/desembarque, e salvavam-se os dados em uma planilha Excel.

5.3.3 Teste piloto

Esta subseção descreve a terceira etapa de execução do projeto como exposto na FIGURA 16.

5.3.3.1 Confecção dos cartões

Tendo como base o cartão de transporte de Curitiba, foram confeccionados 120 cartões com as mesmas dimensões deste (8,5cmx 5,5cm) a partir de uma placa de PVC. Posteriormente, cada um deles recebeu um adesivo com uma *tag* UHF e uma numeração e foram posteriormente testados com a ajuda de um leitor UHF móvel. Na FIGURA 32 é possível visualizar a *tag* recebida, a *tag* já colada em um dos cartões e um conjunto de cartões prontos.



FIGURA 32 - FOTOGRAFIAS DA TAG E CARTÕES COM TAGS UTILIZADOS NO TESTE
FONTE: o autor (2015).

5.3.3.2 Logística

O transporte *Intercampi* é um serviço ofertado de forma gratuita pela Universidade Federal do Paraná exclusivamente a seus alunos e é composto por duas linhas de ônibus que circulam entre os 7 campi que compõe a universidade: Agrárias, Centro Politécnico, Comunicação, DeArtes, Jardim Botânico, Reitoria e Sept.

A Linha 01 opera das 6:50 até as 19:05, enquanto que a Linha 02, opera das 06:55 às 18:40. Diferentemente de uma linha de ônibus tradicional que possui uma sequência ordenada de pontos de parada sempre igual para cada viagem, as linhas do transporte *Intercampi* apresentam sequências diferentes de ponto de parada a cada viagem como se pode ver na FIGURA 33.

Os círculos na figura representam o início de uma viagem e as bolinhas, os pontos de parada. Quando esses estão preenchidos indicam que o horário entre as duas linhas coincidem. Cada número representa um ponto de parada. Logo, Agrárias é o ponto 1, o C. Politécnico é o 2, e assim em diante, em ordem alfabética. Os campi J. botânico e C. Politécnico possuem cada um dois pontos de parada, por isso esses pontos são distinguidos por meio de um segundo número. Dessa forma, 5-1 representa a parada próxima ao Portão 1 do campus Jd. Botânico, e 5-2, a parada próxima ao Portão 2. A mesma lógica é aplicada para os pontos do C. Politécnico.

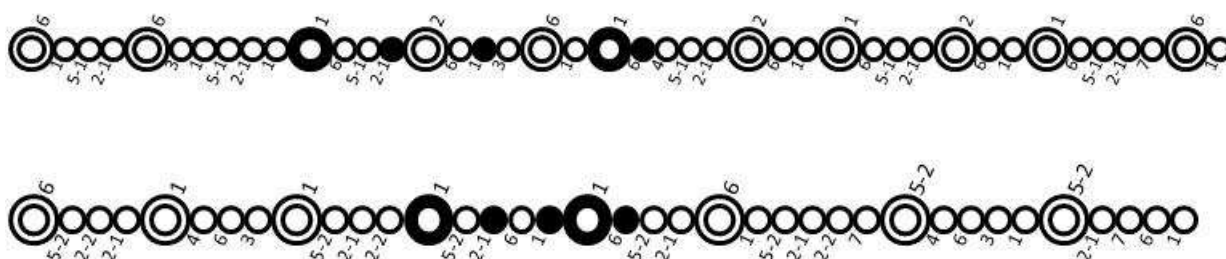


FIGURA 33 - TRAJETOS LINHA INTERCAMPI 1 E 2
FONTE: o autor (2015).

Por razões operacionais, optou-se em realizar o teste na Linha 01. Além desta linha possuir maior diversidade de pontos de parada na parte da manhã, o que permitiria a construção de uma matriz origem-destino mais complexa, a sua

operação era interrompida no período entre as 14h e 15:15, o que permitiria que o ônibus com os equipamentos fosse substituído por outro na operação da linha.

Dado que o tempo entre cada uma das paradas era pequeno e que não seria possível ter um aplicador em cada um dos pontos, foi perguntado ao departamento de transporte da universidade que opera a linha quais os horários de pico de demanda para que os cartões fossem distribuídos somente nas paradas de maior volume de embarque de usuários. Foram selecionados 10 pontos de parada que encontram-se listados no FIGURA 34.

HORÁRIO	PONTO	HORÁRIO	PONTO
06:50	Reitoria	11:30	Politécnico
08:00	Reitoria	11:50	Reitoria
08:10	Agrárias	12:20	Reitoria
11:00	Agrárias	12:50	Reitoria
11:10	Reitoria	13:30	Politécnico

FIGURA 34 - PONTOS E HORÁRIOS DE APLICAÇÃO DA PESQUISA
 FONTE: o autor (2015).

A equipe de aplicadores foi constituído de quatro pessoas, a autora e três colegas do Programa de Pós-graduação em Eng. de Produção. A distribuição dos aplicadores entre os pontos foi elaborada de acordo com a disponibilidade de horário destes, que trabalharam como voluntários. Devido à proximidade dos campi Reitoria e Agrárias, era possível a um único aplicador aplicar a pesquisa nos dois pontos, pois era possível entrevistar alguns usuários que esperavam na fila da Reitoria, por exemplo, e depois chegar de carro antes do ônibus ao outro ponto.

Outra estratégia utilizada para cobrir o maior número possíveis de pontos de parada foi o de utilizar o próprio ônibus para transportar a equipe que se encontrava no C. Politécnico às 11:30 para o campus da Reitoria, onde a pesquisa seria aplicada nos horários de 12:20 e 12:50.

5.3.3.3 Questionário e treinamento dos aplicadores

Baseado nas informações sobre a linha foi elaborado o seguinte questionário:

PESQUISA LINHA INTERCAMPI		
APLICADOR: _____		
PONTO DE ÔNIBUS: _____		HORÁRIO: _____
Linha 1? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Pto desembarque: <input type="checkbox"/> Agrárias <input type="checkbox"/> Reitoria <input type="checkbox"/> C. Poli. <input type="checkbox"/> Sept <input type="checkbox"/> Comun. <input type="checkbox"/> DeArtes <input type="checkbox"/> Jd. Bot.	Nº cartão: _____ O cartão foi guardado em uma carteira? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Em que lugar o cartão foi guardado ? <input type="checkbox"/> Bolso da camisa; <input type="checkbox"/> Bolso jaqueta, agasalho ou casaco; <input type="checkbox"/> Bolso de trás da calça; <input type="checkbox"/> Bolso da frente da calça; <input type="checkbox"/> Crachá;	<input type="checkbox"/> Dentro da bolsa; <input type="checkbox"/> Dentro da mochila; <input type="checkbox"/> Dentro de uma Pasta; <input type="checkbox"/> Na mão. <input type="checkbox"/> Outros: _____

FIGURA 35 - QUESTIONÁRIO PESQUISA LINHA *INTERCAMPI*
 FONTE: o autor (2015).

No cabeçalho da página o aplicador da pesquisa deveria informar o seu nome, o ponto de parada em que estava aplicando a pesquisa e o horário. Na parte dedicada à pesquisa propriamente dita foram elaboradas três tipos de questão: de verificação, de perfil e de informação, conforme FIGURA 36.

Cada um dos aplicadores recebeu junto com o material da pesquisa uma folha com instruções de como abordar os usuários, (APÊNDICE G).

5.3.3.4 Coleta e tratamento dos dados

A coleta dos dados do teste-piloto foi realizada no dia 05 de março de 2015 por duas equipes. A primeira equipe era composta de três pessoas: um especialista em software, um especialista em hardware e o coordenador, essa ficou responsável por acompanhar o desempenho das leituras dos cartões de dentro do ônibus. A

segunda equipe era composta por quatro aplicadores que eram responsáveis por aplicar o questionário e distribuir os cartões aos usuários da linha de ônibus antes do embarque desses.

Os equipamentos de RFID UHF instalados nos ônibus foram ligados às 6:44 e desligados às 14:08:22. A primeira leitura foi registrada às 06:53:38 e a última, às 13:58:16. As leituras foram interrompidas no período das 09:50:50 até 11:07:20, período em que o ônibus ficou parado na garagem.

Dos 120 cartões confeccionados, 12 não foram distribuídos, um dos registros do cartão de número 72 foi desconsiderado por ter sido registrado em duplicidade e 25 foram distribuídos no ponto de parada da Reitoria, horário de 12:50 como parte de um teste para verificar o desempenho do equipamento frente a uma maior quantidade de *tags* dentro do ônibus.

Durante o teste foram feitas 320.790 leituras, das quais 79.115 foram excluídas porque correspondiam a cartões que os aplicadores distribuíram, mas não preencheram o questionário sobre o usuário, ou faziam parte do teste de volume de cartões. A soma total de leituras de cartões válidos realizada foi de 241.675.

Para identificar-se os pontos de embarque e desembarque de cada cartão foram anotados os horários em que o ônibus chegava e partia de cada um dos pontos (FIGURA 36) e, depois, esses intervalos de tempo e local foram cruzados com o registro de horário das *tags* distribuídas durante a pesquisa. No entanto, quando essas informações de origem e destino extraídas a partir das informações das *tags* foram confrontadas com as respostas dadas à pesquisa aplicada aos usuários, foram encontrados algumas diferenças.

Após análise, aferiu-se que em 10 desses casos, os dados não coincidiam porque o intervalo de tempo da parada do ônibus no ponto estava incorreto. Para corrigir o problema os intervalos foram refeitos com base nas informações de leitura dos cartões e da pesquisa aplicada aos usuários. O resultado se encontra na FIGURA 36.

Em outros casos, percebeu-se que as *tags* haviam sido lidas antes de terem sido efetivamente distribuídas aos usuários. Verificou-se nestes casos que o erro era gerado devido a aproximação do aplicador da pesquisa da porta onde estavam instalados os equipamentos. Para corrigir o problema foram excluídas do banco de dados as leituras com horário de leitura anterior a da efetiva distribuição do cartão. Porém cabe ressaltar que tal acontecimento pode ocorrer em qualquer linha de um

sistema de transporte convencional e que esta é uma situação que deve ser previamente tratada por software.

VIAGENS	HORÁRIO	LOCAL	INICIO	FIM
1	06:50	Reitoria	'2015-03-05 06:53:00'	'2015-03-05 06:57:00'
	07:10	Agrárias	'2015-03-05 07:02:00'	'2015-03-05 07:08:00'
	07:20	Botânico (portão 1)	'2015-03-05 07:25:00'	'2015-03-05 07:28:00'
	07:30	Politécnico (portão 1)	'2015-03-05 07:33:01'	'2015-03-05 07:36:00'
		SEPT	'2015-03-05 07:38:00'	'2015-03-05 07:42:00'
2	08:00	Reitoria	'2015-03-05 07:51:00'	'2015-03-05 07:55:00'
	08:05	Comunicação	'2015-03-05 08:00:00'	'2015-03-05 08:08:00'
	08:10	Agrárias	'2015-03-05 08:10:00'	'2015-03-05 08:13:00'
	08:20	Botânico (portão 1)	'2015-03-05 08:25:00'	'2015-03-05 08:27:00'
	08:30	Politécnico (portão 1)	'2015-03-05 08:28:00'	'2015-03-05 08:36:00'
	09:00	Agrárias (chegada)	'2015-03-05 08:46:00'	'2015-03-05 08:51:00'
3*	11:00	Agrárias (saída)	'2015-03-05 11:03:00'	'2015-03-05 11:07:10'
	11:10	Reitoria	'2015-03-05 11:14:00'	'2015-03-05 11:20:00'
	11:25	Botânico (portão 1)	'2015-03-05 11:25:00'	'2015-03-05 11:26:00'
4	11:30	Politécnico (portão 1)	'2015-03-05 11:27:00'	'2015-03-05 11:35:30'
	11:50	Reitoria	'2015-03-05 11:44:30'	'2015-03-05 11:50:00'
	12:00	Agrárias	'2015-03-05 11:51:00'	'2015-03-05 12:07:30'
	12:10	Comunicação	'2015-03-05 12:08:00'	'2015-03-05 12:11:00'
5	12:20	Reitoria	'2015-03-05 12:12:00'	'2015-03-05 12:20:00'
	12:40	Agrárias	'2015-03-05 12:21:00'	'2015-03-05 12:54:16'
6	12:50	Reitoria	'2015-03-05 12:54:17'	'2015-03-05 13:00:00'
	13:00	DeArtes	'2015-03-05 13:05:00'	'2015-03-05 13:11:00'
	13:25	Botânico (portão 1)	'2015-03-05 13:34:00'	'2015-03-05 13:36:00'
7	13:30	Politécnico (portão 1)	'2015-03-05 13:36:01'	'2015-03-05 13:40:00'
		SEPT	'2015-03-05 13:42:00'	'2015-03-05 13:43:00'
	13:50	Reitoria	'2015-03-05 13:56:00'	'2015-03-05 13:59:00'
	14:00	Agrárias (chegada)	'2015-03-05 14:07:00'	'2015-03-05 14:09:00'

FIGURA 36 - INTERVALOS DE TEMPO EM QUE O ÔNIBUS FICOU PARADO EM CADA PONTO
 FONTE: o autor (2015).

Após as correções acima descritas, os dados tanto do sistema RFID UHF quanto da pesquisa aplicada aos usuários foi compilada em uma única planilha (APÊNDICE G).

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE PILOTO

Esta subseção apresenta os resultados do pré-teste e do teste-piloto realizado na linha *Intercampi*.

5.4.1 Análise descritiva dos dados do pré-teste

A TABELA 3 apresenta um resumo das informações coletadas durante o pré-teste do sistema RFID instalado no ônibus. Para cada local de guarda e direção de deslocamento em relação ao ônibus (embarque /desembarque) a tabela apresenta os seguintes dados: a quantidade de vezes em que a *tag* foi lida pelo sistema RFID instalado, o período de tempo entre a primeira e a última leitura da *tag* (valor arredondado para cima), a taxa de leitura (quantidade de leituras/tempo leitura), os valores máximos, mínimos e médios de RSSI recebidos e a distribuição das leituras entre as três antenas usadas.

As variáveis de análise mais importantes são a taxa de leitura e o RSSI, pois essas permitem entender como ocorreu a comunicação entre as antenas e a *tag*. Quanto mais tempo a *tag* estiver exposta à zona de leitura das antenas durante a passagem do usuário pela porta e livre de bloqueios, como materiais como metal e água, maior será o número de vezes que a *tag* será lida e maior será a força do sinal recebido. Durante os testes, ocorreram 4 casos em que não foi possível obter nenhuma leitura da *tag* em teste devido a reflexão ou absorção dos sinais.

No primeiro caso, ao invés de se segurar o cartão pelas laterais, o cartão foi segurado de forma que suas duas faces fossem envolvidas pela mão. Em outros dois casos, o cartão encontrava-se num carteira com muitas moedas ou no compartimento separado para cartões, com outros vários cartões. No quarto e o último caso, o cartão foi guardado dentro de uma bolsa junto a um *smartphone*.

TABELA 3 - TABELA COMPARATIVA DOS REGISTROS DO SBE POR VEÍCULO E TIPO DE USUÁRIO

DIREÇÃO	LOCAL GUARDA	QTD LEITURAS	TEMPO LEITURA	TX DE LEITURA	MAIOR RSSI	MENOR RSSI	RSSI MÉDIO	ANTENA 1	ANTENA 2	ANTENA 3
Embarque	Bolsa	115	6	19	-46	-67	-59	47,0%	33,9%	19,1%
	Bolso/camisa	46	3	15	-55	-67	-61	28,3%	54,3%	17,4%
	Bolso/frente/calça	26	2	13	-54	-69	-63	23,1%	73,1%	3,8%
	Bolso/traseiro/calça	11	1	11	-64	-69	-67	54,5%	45,5%	0,0%
	Carteira	54	5	11	-55	-70	-63	25,9%	51,9%	22,2%
	Carteira/bolso/frente/calça	16	2	8	-64	-70	-67	0,0%	81,3%	18,8%
	Carteira/bolso/traseiro/calça	27	3	9	-59	-70	-66	100,0%	0,0%	0,0%
	Casaco	80	7	11	-49	-65	-60	60,0%	30,0%	10,0%
	Crachá	98	6	16	-42	-63	-53	40,8%	37,8%	21,4%
	Mão	61	6	10	-49	-68	-60	72,1%	8,2%	19,7%
	Mochila	137	8	17	-39	-63	-53	41,6%	36,5%	21,9%
	Pasta	138	8	17	-42	-63	-55	44,2%	30,4%	25,4%
Desembarque	Bolsa	88	5	18	-39	-66	-55	43,2%	39,8%	17,0%
	Bolso/camisa	43	4	11	-58	-67	-63	62,8%	14,0%	23,3%
	Bolso/frente/calça	21	2	11	-64	-70	-68	100,0%	0,0%	0,0%
	Bolso/traseiro/calça	6	1	6	-65	-67	-66	0,0%	100,0%	0,0%
	Carteira	73	5	15	-52	-70	-65	53,4%	24,7%	21,9%
	Carteira/bolso/frente/calça	55	4	14	-58	-70	-66	74,5%	25,5%	0,0%
	Carteira/bolso/traseiro/calça	15	3	5	-65	-70	-68	0,0%	80,0%	20,0%
	Casaco	124	6	21	-47	-66	-58	62,9%	28,2%	8,9%
	Crachá	118	6	20	-45	-65	-56	62,7%	27,1%	10,2%
	Mão	62	5	12	-40	-67	-55	50,0%	11,3%	38,7%
	Mochila	90	5	18	-40	-63	-55	48,9%	33,3%	17,8%
	Pasta	123	6	21	-38	-63	-52	41,5%	38,2%	20,3%

FONTE: o autor (2015)

A seguir são apresentadas duas figuras que ilustram graficamente os dados de RSSI e quantidade de leituras das *tags* contidos na TABELA 3.

Na primeira delas os RSSI para cada um dos locais de guarda do cartão durante o embarque e desembarque do passageiro são comparados. Além de indicar a força de um sinal sendo recebido, o RSSI também é usado no cálculo da distância da *tag*. A medida que a *tag* distancia-se da antena, o sinal recebido é atenuado até que a *tag* esteja fora da zona de leitura. Por isso, um sinal mais forte indica uma maior proximidade da *tag* com a antena; enquanto que um sinal mais fraco, uma maior distância. Logo, quando a diferença entre o maior sinal RSSI recebido e o menor é grande, significa que a área em que a *tag* mantém comunicação com a antena é maior do que nos casos em que essa diferença é pequena, o que impacta na chance da *tag* ser identificada. Um sinal mais fraco também pode estar relacionado a fatores externos como a absorção de energia por meios como água.

Como é possível observar na FIGURA 37, quando o cartão encontra-se em locais mais distantes do corpo do passageiro como numa pasta, mochila, casaco, crachá ou bolsa, e mais expostos, como quando são segurados na mão, o RSSI é mais alto e a diferença entre seus valores máximo e mínimo, maiores. Isso demonstra que quando guardados nestes locais, as *tags* possuem maior chance de serem lidas. Observa-se também que os valores de RSSI mais baixos são aqueles relacionados aos locais mais próximos ao corpo do passageiro.

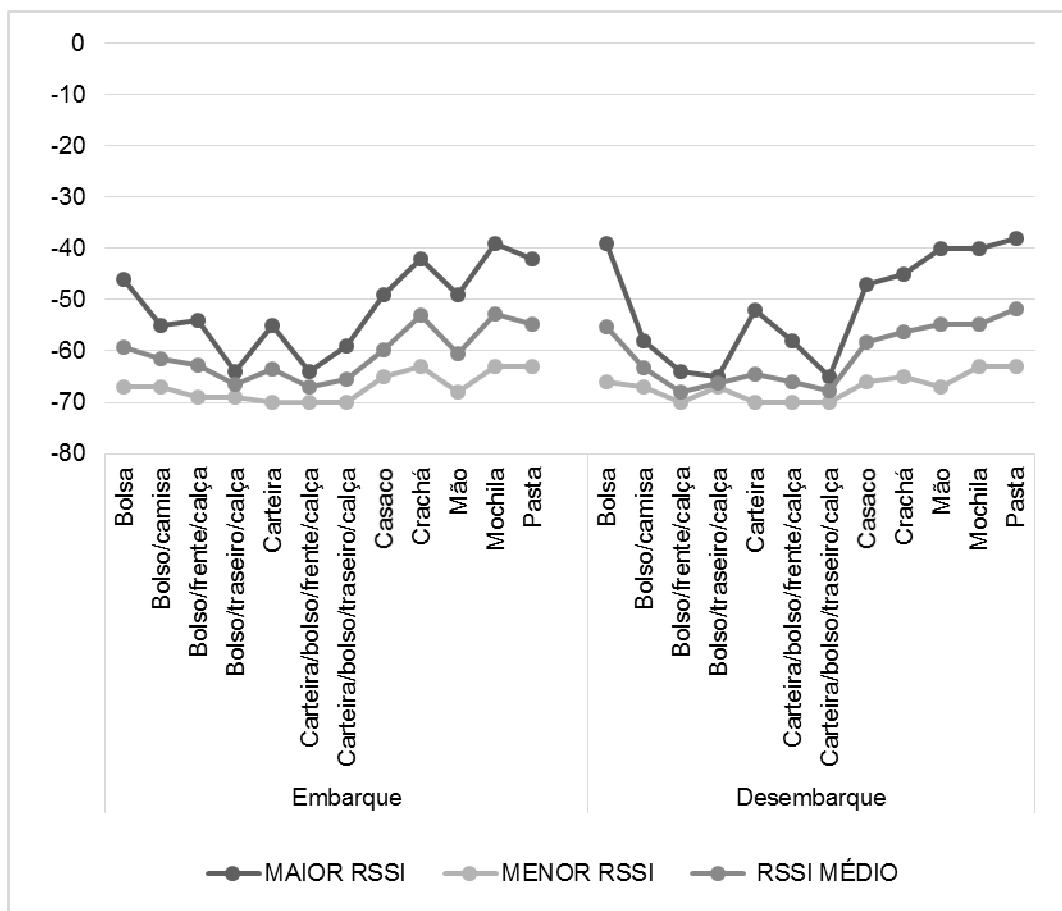


FIGURA 37 - VALOR MAIOR, MENOR E MÉDIO DE RSSI POR LOCAL DE GUARDA DE CARTÃO
 FONTE: o autor (2015).

Isso é comprovado por meio dos dados de “Quantidade de leituras”. Como é mostrado na FIGURA 38, os locais de guarda em que a *tag* foi lida por mais vezes são os mesmos que apresentaram uma variabilidade maior do RSSI. Isso ocorre porque as *tags* foram lidas por mais tempo. Devido a essa diferença de tempo de exposição ao campo de transmissão da antena é que a taxa de leitura é um melhor indicador da performance do sistema do que o valor absoluto da quantidade de leitura de uma *tag*. Esse indicador também permite uma melhor comparação dos dados.

Para exemplificar, pode-se comparar as taxas de leitura das *tags* guardadas no “Bolso traseiro das calças” e na “carteira”. Apesar do segundo local apresentar uma quantidade de leitura quase cinco vezes maior do que o primeiro, ambos possuem a mesma taxa de leitura. A partir da análise das taxas de leitura, verifica-se que a baixa quantidade de leitura em locais como bolsos e na mão está mais ligado

ao posicionamento das antenas do que com ruídos na comunicação entre *tag* e antena.

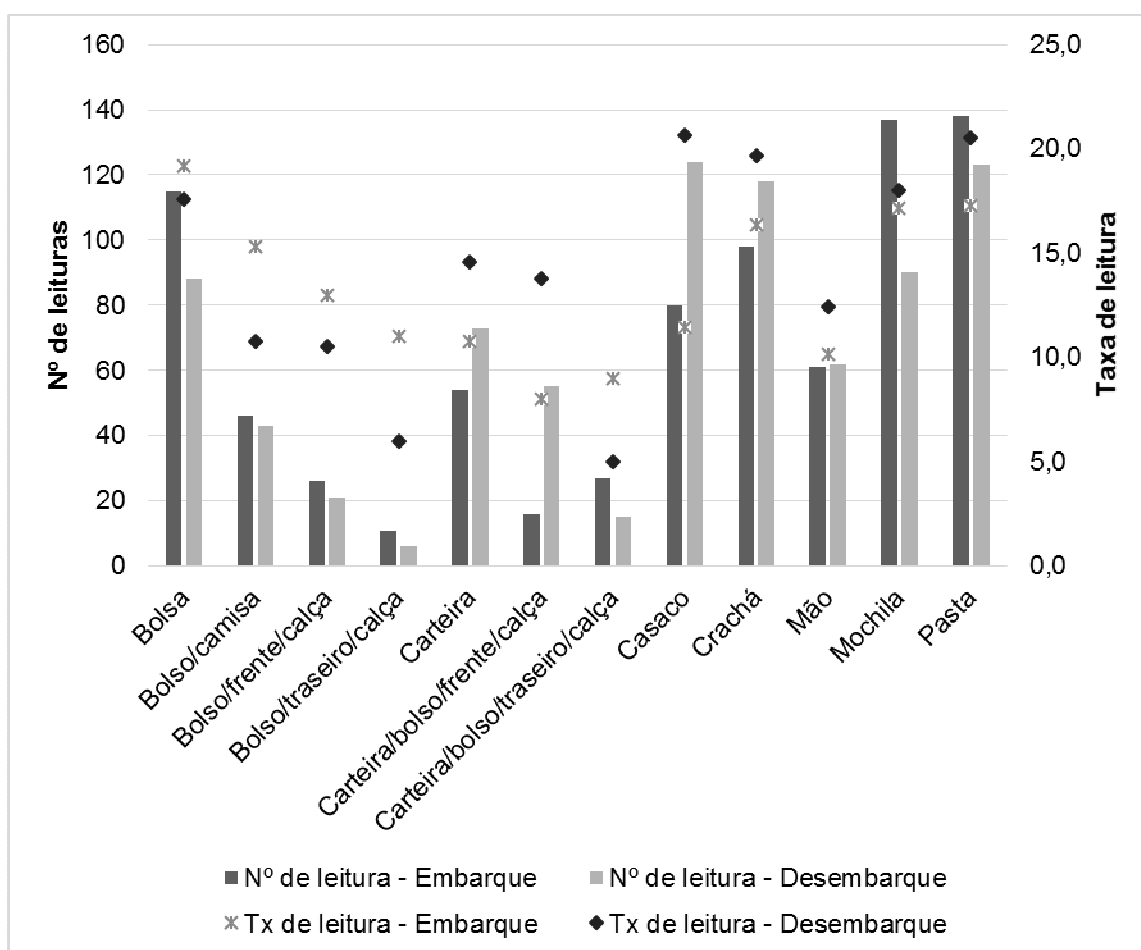


FIGURA 38 - NÚMERO E TAXA DE LEITURA POR LOCAL DE GUARDA DE CARTÃO
 FONTE: o autor (2015).

Uma análise direcionada no desempenho de leitura das antenas permite verificar que os locais que apresentaram o menor número de leituras são justamente aqueles que foram lidos somente por uma ou duas antenas. Através da análise da FIGURA 39 é possível observar que isso acontece nos casos em que o cartão é guardado no bolso, ou seja, possivelmente o corpo do passageiro está bloqueando a leitura da *tag* pela(s) antena(s) posicionadas no lado oposto do local onde está guardado o cartão. Uma forma de melhorar a taxa de leitura é por meio da alteração do ângulo ou do reposicionamento das antenas ou do aumento de número destas.

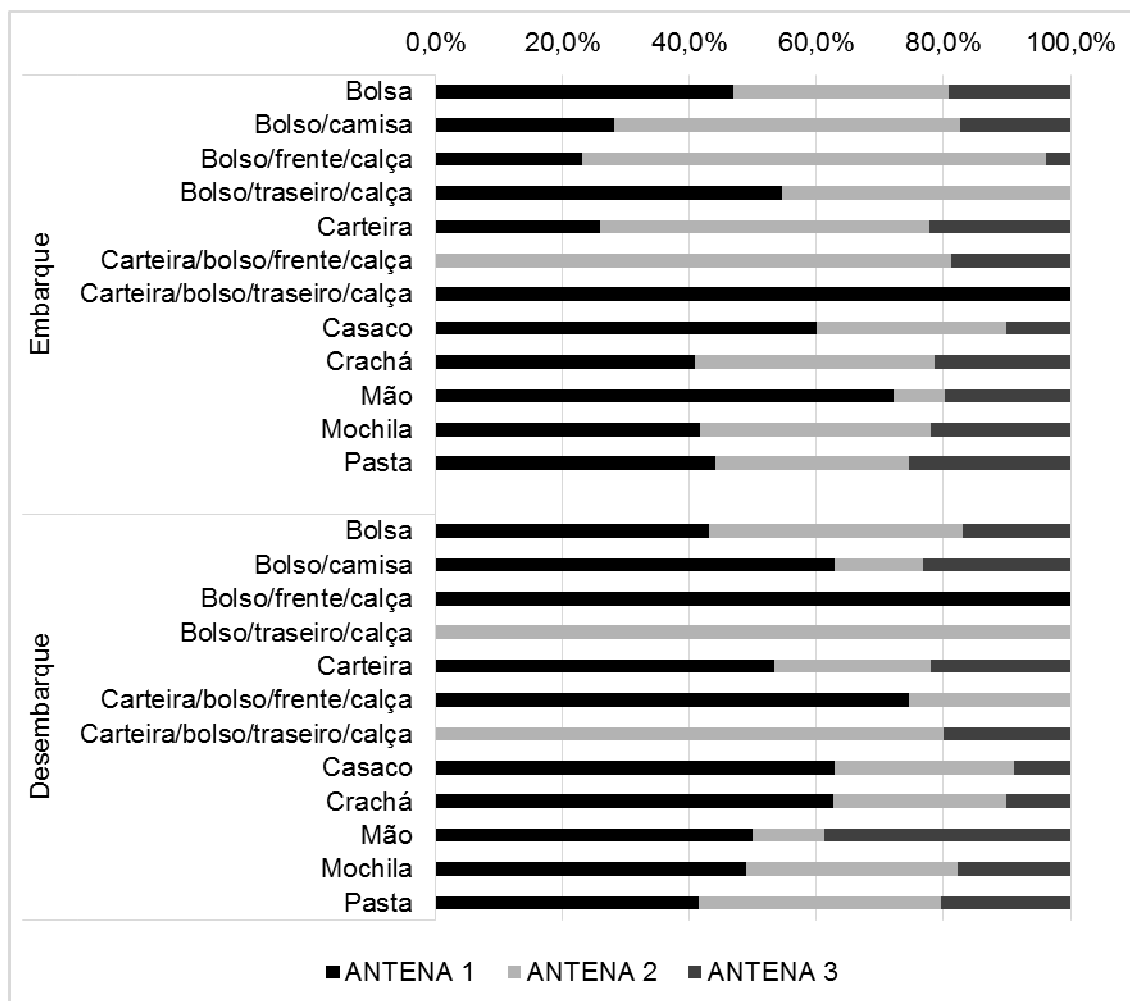


FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO LEITURA POR LOCAL DE GUARDA DE CARTÃO E POR ANTENA
 FONTE: o autor (2015).

Constata-se também a partir da análise desses dados que a antena de pior desempenho é a 3, pois em comparação com as demais, a antena 3 apresentou o menor número de leitura de tags. Avalia-se que a antena 3 poderia ser reposicionada ou até mesmo excluída, reduzindo o custo total do sistema.

5.4.2 Análise dos resultados da pesquisa origem-destino na Linha *Intercampi*

Os resultados do teste-piloto estão sintetizados na TABELA 4. Das 120 tags confeccionadas 12 não foram distribuídas, 1 foi excluída por erro de registro, 25 foram distribuídas durante o teste de leitura em um ambiente com alta densidade de tags e 82 foram distribuídas aos usuários da linha. Deste último grupo, 61% foram

reconhecidas pelo sistema RFID UHF e possibilitaram a identificação correta da origem e destino da viagem de seu respectivo usuário; 23,2%, tiveram somente o embarque ou desembarque identificados; e 15,9%, não obtiveram nenhuma leitura.

Das leituras bem sucedidas 76% foram relacionadas a usuários que embarcaram pela porta da frente e 92%, que desembarcaram pela porta traseira, demonstrando que as duas configurações de antenas estavam funcionando.

TABELA 4 - NÚMERO DE TAGS POR STATUS DE LEITURA

LEITURA TAG	CÓD.	EMBARQUE		DESEMBARQUE		TOTAL	
		Porta 1	Porta 2	Porta 1	Porta 2	QTD	%
Dados de embarque/desembarque conferem	OK	38	12	4	46	50	61,0%
Somente dados de desembarque conferem	E1	-	-	0	3	3	3,7%
Somente dados de embarque conferem	E2	9	7	-	-	16	19,5%
Distribuída, mas não lida	NL	-	-	-	-	13	15,9%
TOTAL		47	19	4	49	82	100%

FONTE: o autor (2015)

No entanto, para compreender a razão de 39% das viagens não terem tido a identificação da sua origem e destino registradas corretamente, realizou-se uma análise cruzada das informações do lugar onde esses cartões foram guardados com a porta em que esses foram lidos.

Constatou-se a partir dessa análise que uma única pessoa guardou o cartão no bolso da camisa e somente o seu embarque pela porta 2 foi reconhecido. Das 25 pessoas que embarcaram com o cartão no bolso da frente 56% (14 pessoas) tiveram tanto seu embarque quanto seu desembarque corretamente identificados; das pessoas que guardaram o cartão no bolso de trás, somente 2 em 10; das que guardaram no bolso da jaqueta, agasalho ou casaco, 2 em 3; das que guardaram na bolsa, 10 em 14 (72%); das que guardaram na mochila, 14 em 19 (74%); e na mão, 5 em 7 (72%). A partir desses dados pode-se constatar que os locais de leitura com menor taxa de sucesso são os bolsos da frente e de trás das calças.

A partir dos dados das duas pesquisas foi possível construir duas matrizes origem-destino: uma a partir da declaração usuários da linha *Intercampi* e outra por meio do sistema RFID UHF instalado no ônibus. A diferença máxima entre as suas matrizes foi de 8 pontos percentuais.

Uma análise comparativa da ocupação por trecho com base nos dados coletados por meio do sistema RFID UHF e na aplicação de questionário demonstra as diferenças entre os resultados das duas pesquisas (FIGURA 40). O que observa-se é que, apesar de possuírem um desenho similar, a taxa de ocupação calculada por meio do sistema de RFID UHF chega a ser mais de 50% menor do que o valor calculado a partir da declaração dos usuários (o que se chamou “real”), em alguns trechos.

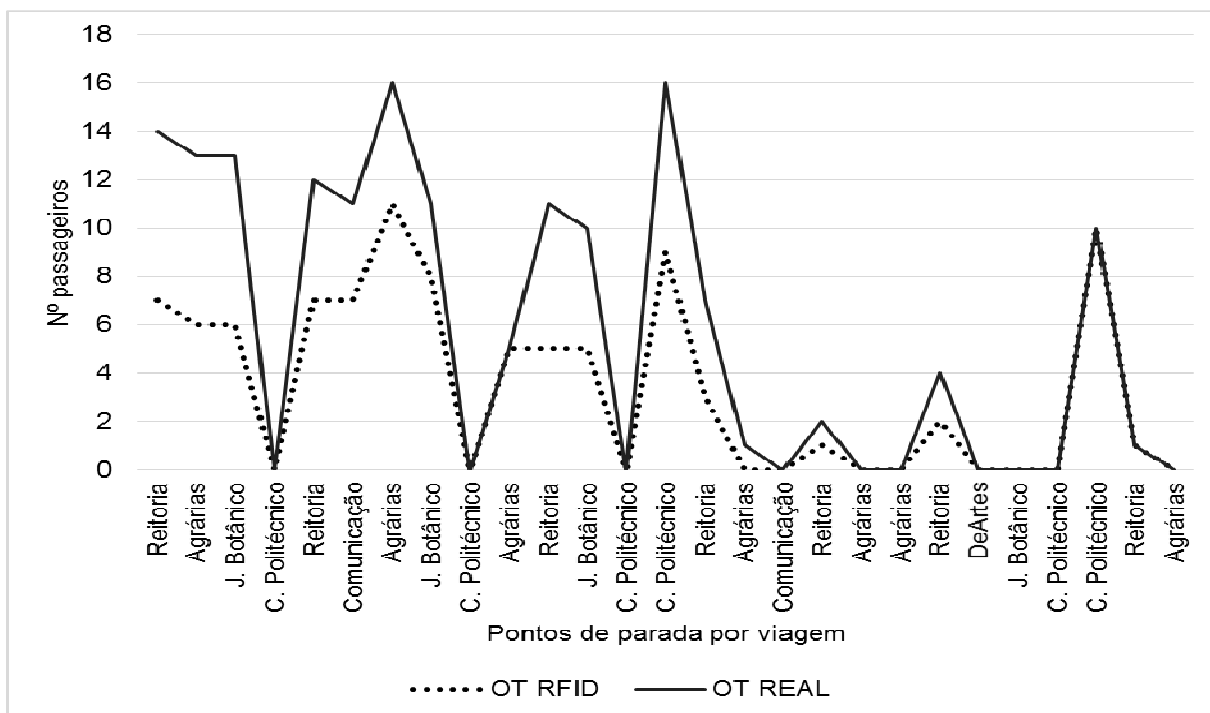


FIGURA 40 - OCUPAÇÃO DA LINHA INTERCAMPI POR TRECHO E POR MÉTODO DE COLETA DE DADOS

FONTE: o autor (2015).

Foi também realizado um teste para verificar a performance de leitura do equipamento em caso de uma alta densidade pessoas com cartões em uma área restrita como a do ônibus. O teste foi realizado durante a viagem 6 em que foram distribuídos 25 cartões para os usuários que esperavam no ponto de ônibus do campus da Reitoria no horário de 12h50, horário de alta demanda da linha em que mais de 40 pessoas esperavam na fila. Apesar da alta demanda do horário, a fila só começava a se formar cerca de 10 minutos antes da chegada do ônibus o que impossibilitou que o questionário fosse aplicado a uma quantidade grande de usuários. Por esta razão optou-se por distribuir aleatoriamente os cartões. Neste caso, a maioria dos usuários que receberam o cartão não responderam aos

questionários, mas foram informados de que tratava-se de um teste e que aqueles que estavam com o cartão deveriam portá-lo ao embarcar e desembarcar no ônibus.

O objetivo do teste era verificar se o fato de o ônibus estar lotado, com muitas pessoas na zona de leitura das antenas iria impedir ou reduzir drasticamente a taxa de leitura. O embarque dos 25 usuários com os cartões ocorreu em 1 minuto e 23 segundos. A maior parte deles embarcou no ônibus segurando o cartão na mão. Nestas condições, a taxa de leitura de embarque e desembarque bem sucedidas obtida foi de 80%.

5.4.3 Vantagens e desvantagens da coleta de dados por RFID UHF

Após realizados os testes confirmou-se que o sistema RFID UHF pode ser utilizado para coletar dados de origem e destino de passageiros de ônibus de forma passiva com uma taxa significativa de leituras bem sucedidas, 61%, no caso do teste. Embora essa taxa seja alta e permita a construção de matrizes origem-destino mais precisas que os obtidos a partir dos métodos manuais e pelos dados do SBE, o desejável é que essa taxa fosse mais próxima de 100% para que assim fosse possível calcular a taxa de ocupação do ônibus em tempo real.

No entanto, cabe ressaltar que os testes não foram conduzidos em condições ideais, pois uma grande parte dos embarques e desembarques ocorreu pela porta traseira do veículo onde estava instalado uma configuração de antenas que demonstrou ter uma menor taxa de leitura para os cartões guardados nos bolsos das calças e em carteiras durante os testes realizados com o ônibus parado.

Verificou-se, a partir dos testes, que existem restrições de leitura das antenas de RFID UHF diante de certas condições de uso do cartão e que essas poderiam reduzir a taxa de leitura geral na mesma proporção em que ocorrerem. No entanto, a partir da análise da pesquisa preliminar foi levantado que a maioria dos usuários de ônibus não guardam seus cartões em carteiras e sim soltos na bolsa, na mochila e no bolso da camisa, lugares que apresentaram uma alta taxa de leitura das *tags*. Por esta razão, pressupõe-se que numa aplicação em uma linha de ônibus regular, a taxa de leitura a ser alcançada seria maior ou igual a conseguida durante o teste piloto.

A seguir, a FIGURA 41 sintetiza as vantagens e desvantagens do sistema RFID UHF como coletor de dados de origem e destino.

VANTAGENS	DESvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Coleta rápida, frequente e passiva; • Maior amostra; • Maior precisão de identificação de local e hora dos pontos de embarque e desembarque; • Possibilidade de cruzar as informações de padrão de viagens com o perfil do usuário; • Menor complexidade na fase de tratamento dos dados; • Aplicação em viagens não pendulares; • Possibilidade de geração de dados em tempo real para uso de gestores e usuários do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto investimento inicial na aquisição de equipamentos; • Necessidade de desenvolvimento de <i>software</i> específico para processamento dos dados e integração com outras tecnologias; • Necessidade de troca dos cartões de transporte já em uso pela população.

FIGURA 41 - VANTAGENS E DESvantagens RFID UHF COMO COLETOR
 FONTE: O autor.

Em relação a *performance* do sistema de RFID UHF constatou-se que essa tecnologia permite uma coleta de dados rápida, passiva e frequente, dos dados de origem e destino dos usuários. No entanto, verificou-se que para identificar corretamente os pontos de embarque e desembarque é essencial a utilização de uma tecnologia que permita definir com precisão o intervalo de tempo em que o ônibus fica parado em cada ponto. O ideal para resolver esse problema é a utilização de GPS em conjunto com o sistema de RFID.

Contudo, outras tecnologias poderiam ser agregadas ao sistema. Um exemplo são os sensores de abertura/fechamento das portas que poderiam evitar que as antenas continuassem a leitura de cartões após o fechamento das portas do veículo, o que prolongaria assim a vida útil do equipamento e reduziria a chance de erro de identificação do embarque ou desembarque do passageiro.

Enfim, o aumento do uso de *smartphones* no mundo amplia as possibilidades do uso dos dados coletados pelo sistema RFID UHF, que se transmitidos via internet por meio de aplicativos, possibilitariam o acompanhamento em tempo real da ocupação dos ônibus e a coleta de dados complementares dos usuários como o propósito da viagem.

5.5 ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE COLETA DE DADOS

As maiores diferenças entre os métodos de coleta de dados manuais, automatizados e o proposto, por RFID UHF, estão nas características gerais da pesquisa como população, amostra, frequência, período de coleta de dados e outros. A seguir na FIGURA 42 é apresentado um comparativo dos métodos manuais e automatizados de contagem de passageiros, da pesquisa por abordagem e do sistema de RFID UHF que permitem a identificação da origem e destino dos usuários de ônibus

	CONTAGEM MANUAL	PESQUISA OD EMBARCADA	PESQUISA SBE	RFID UHF
Amostra	Pequena para pesquisas em nível de sistema. Representativa, para pesquisas em nível de rota.	Pequena para pesquisas em nível de sistema. Representativa, para pesquisas em nível de rota.	Grande, mas dependente da taxa de utilização de cartões transporte e da porcentagem de usuários que fazem viagens pendulares.	Grande, mas dependente da taxa de utilização de cartões transporte e do local de guarda do cartão.
Frequência	Pontual ou periódica (mensal, semestral, etc.)	Pontual ou periódica (mensal, semestral, etc.)	24h, 365 dia por ano	24h, 365 dia por ano
Erros	Mais prováveis de ocorrer devido	Menos prováveis	Menos prováveis	Menos prováveis
Qualificação da mão de obra	Baixa	Baixa	Alta	Alta
Investimento em infraestrutura	Nenhum	Nenhum	Aquisição de SBE (leitores e cartões)	Aquisição de sistema RFID UHF (leitores, antenas, <i>tags</i> e <i>middleware</i>)
Desenvolvimento de <i>software</i>	Não necessário	Não necessário	Necessário	Necessário

	CONTAGEM MANUAL	PESQUISA OD EMBARCADA	PESQUISA SBE	RFID UHF
Tempo de coleta e processamento dos dados	Demorado	Demorado	Rápido	Imediato
Complexidade de tratamento das informações	Alta	Alta	Média	Baixa
Obtenção de dados socioeconômicos do passageiro	Possível	Possível	Possível	Possível
Identificação dos padrões de viagem individualiza de cada passageiro	Não possível	Não possível	Possível	Possível
Obtenção de dados OD em tempo real	Não possível	Não possível	Não possível	Possível

FIGURA 42 – COMPARATIVO MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE PARES OD
 FONTE: adaptado pelo autor de TCRP (1998;2005;2008) e Oberli, Torres-Torriti e Landau (2010)

Como observa-se FIGURA 42, o sistema RFID UHF possui mais vantagens operacionais em relação aos outros métodos analisados como rapidez, maior frequência, tamanho da amostra, dentre outros, porém possui desvantagens que podem dificultar a sua difusão como altos investimentos em nova infraestrutura, desenvolvimento de *software* e contratação e treinamento de mão-de-obra.

Algumas vantagens dos sistemas automatizados ainda podem ser relativas em termos de tamanho de amostra e taxa de sucesso de identificação de pares OD. Os resultados obtidos no estudo de caso, por exemplo, demonstram que, em certos casos, os métodos manuais podem obter melhores resultados que os automatizados. A TABELA 5, a seguir, apresenta os volumes de passageiros transportados e uma estimativa da taxa de sucesso da identificação dos pares de origem-destino dos métodos aplicados neste trabalho.

Considerou-se como o valor mais próximo do real o volume de passageiros transportados no dia da pesquisa no veículo AN998 obtido a partir da técnica de contagem por observação. As estimativas de taxa de sucesso de identificação foram calculadas em relação a esse valor pressupondo, no caso da pesquisa embarcada, que a taxa de sucesso é correspondente à proporção de usuários que responderam

à pesquisa (157); no caso do SBE, que a taxa corresponde aos registros duplos sem erros (51); e no caso do RFID UHF, à taxa aferida durante o teste piloto.

TABELA 5 - SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE CASO E NO TESTE PILOTO

INDICADORES DE DESEMPENHO DE	ESTUDO DE CASO				TESTE PILOTO
	Contagem Manual	Pesquisa OD Embarcada	Pesquisa SBE	Catraca	Pesquisa RFID*
Volume de passageiros transportados dia	177	157	173	173	82
Pares OD identificados	176	157	57	-	50
Estimativa taxa de sucesso Identificação pares OD com base na contagem manual	99,43%	88,70%	32,20%	-	61%

FONTE: o autor (2015)

A partir da análise dos resultados obtidos pelos métodos manuais e automatizados aplicados na linha Circular Centro (horário) verificou-se que neste caso os métodos de origem-destino manuais foram mais eficazes do que os automatizados. No entanto, esse resultado diverge da maioria dos estudos sobre o assunto. Segundo a literatura, por exemplo, as taxas de resposta a pesquisas origem-destino embarcada variam em média de 33% a 67 % (FIGURA 8), e as taxas de sucesso na identificação de pares origem-destino em estudos conduzidos por Cui, em Chicago, e Wang, em Londres, foram de 67% e de 53% a 67%, respectivamente (WANG, 2010).

Porém, deve-se considerar que a linha Circular Centro (Horário) possui particularidades como o seu baixo fluxo de passageiros e o perfil de seus usuários (que não realizam, em sua maioria, viagens pendulares) que, respectivamente, facilitam a aplicação de métodos manuais e reduzem a taxa de sucesso na identificação de pares OD a partir de dados dos *smart cards*.

A taxa de leitura obtida no teste piloto a partir do sistema RFID UHF também divergiu de um estudo realizado por Oberli, Torres-Torriti e Landau (2010) que simulou o embarque de passageiros por uma porta de ônibus em uma sala. Nesse estudo a taxa obtida foi de 91%, no entanto, além das condições externas serem diferentes, a *tag* utilizada era de um modelo 3D e os locais de guarda do cartão testados foram limitados a três que, no presente trabalho, apresentaram uma bom desempenho de leitura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentados na subseção 6.1 as conclusões da pesquisa e na subseção 6.2, algumas sugestões resultantes dos resultados da pesquisa,

6.1 CONCLUSÕES

Objetivando propor a utilização da tecnologia RFID UHF como um método automatizado de coleta de dados para a identificação individualizada da origem e destino das viagens realizadas pelos usuários dos sistemas de transporte público por ônibus em nível de rota, esse trabalho investigou a viabilidade operacional dessa tecnologia para o fim proposto e levantou quais seriam suas vantagens e desvantagens frente a outros métodos.

Para se alcançar o objetivo da pesquisa foi necessário primeiramente descrever os métodos mais utilizados na coleta de dados para identificação da origem e do destino de passageiros do transporte público urbano por ônibus; primeiro objetivo específico desse trabalho. Esse objetivo foi alcançado por meio da realização da revisão da bibliografia que se encontra no capítulo 2 deste trabalho.

O segundo objetivo específico foi atingido por meio da reprodução de métodos de coleta de dados manuais e automatizados indicados pela bibliografia como os mais apropriados para coleta em nível de rota. Os métodos foram aplicados à uma linha de ônibus da cidade de Curitiba o que, em conjunto com dados de uma entrevista a um especialista e de uma pesquisa documental, permitiu que fossem levantadas empiricamente as principais dificuldades, vantagens e desvantagens de cada método e que essas fossem confrontadas com as experiências descritas pela literatura. Esses dados podem ser encontrados nas subseções 2.2.1, 2.2.2, 2.2.4,

Já o terceiro e quarto objetivos específicos, que eram o de verificação da viabilidade operacional do sistema de RFID UHF e o da identificação de suas vantagens e desvantagens, respectivamente, foram alcançados por meio de

levantamento de informações junto a usuários de transporte, uma entrevista a um especialista em RFID e de um teste piloto realizado em uma linha de ônibus universitária. As análises e os resultados obtidos do teste encontram-se descritos na subseção 5.4.

Por fim, o último objetivo foi alcançado através da comparação de dados e informações sobre os métodos obtidos durante as etapas de revisão bibliográfica, estudo de caso e avaliação da viabilidade operacional da tecnologia e descritos na subseção 5.4.3.

Após a análise deste trabalho concluiu-se que a tecnologia de RFID UHF pode ser usada na identificação da origem e destino de viagens de passageiros de ônibus de linha, atingindo-se assim o objetivo principal deste trabalho.

Contudo, embora a utilização da tecnologia de RFID UHF tenha se mostrado um método viável, rápido e fácil de coleta de dados, a taxa de sucesso de 61% obtida na identificação dos pares origem destino está abaixo do esperado.

Quando comparado aos métodos manuais e automatizados reproduzidos na pesquisa, o sistema RFID UHF demonstrou possuir características similares ao da coleta por SBE, mas com as vantagens adicionais de ser um método que identifica o ponto de desembarque imediatamente, que é aplicável a todos os tipos de viagem (não pendulares) e que gera dados em tempo real que podem ser transmitidos ao sistema de gestão dos transportes da cidade por meio de GPRS, por exemplo. Os dados gerados por RFID UHF podem ainda facilitar o estudo de transferência dos passageiros entre linhas e a identificação da origem e destino dessas viagens em que o usuário utiliza múltiplos ônibus para chegar ao seu destino final. As principais desvantagens do método estão na não possibilidade de coleta dados como o motivo das viagens dos passageiros e na necessidade de um alto investimento inicial na troca dos cartões de transporte já em uso e na aquisição e instalação dos *softwares* e *hardwares* que compõem o sistema RFID UHF.

Por meio da instalação e teste do equipamento RFID UHF em ônibus foi possível demonstrar que a estrutura de metal do ônibus e a proximidade do cartão com a *tag* UHF com o corpo humano não impedem a identificação da tag, desde que haja uma configuração adequada de antenas. As únicas situações em que não foi possível a comunicação *tag*-antena foi quando o cartão estava dentro de uma carteira com muitas moedas ou cartões, quando havia um celular entre elas ou quando o cartão estava totalmente envolto pela mão do usuário. No entanto, após

uma análise de onde os usuários de uma linha de ônibus real guardam o seu cartão transporte, acredita-se que estas situações não se repetem com frequência no dia-a-dia.

Apesar dos benefícios, o método de coleta com o RFID UHF ainda não é capaz de suplantiar a maior vantagem do método de coleta manual, a possibilidade de obtenção de uma maior variedade de informações sobre o comportamento, as percepções e motivos de uso do sistema de transporte dos usuários. Contudo o método manual possui várias desvantagens. Além de ser caro, intensivo em mão de obra e demorado, os métodos manuais possuem maiores chances de ter resultados enviesados devido ao tamanho, período, frequência e má determinação da amostra e a outras fontes de erro causadas pela participação humana no processo, seja ela a do entrevistador ou do entrevistado.

Já o método de coleta de dados por meio do SBE, quando usado em sistemas com uma alta taxa de utilização de cartões transportes e em conjunto com outras tecnologias como GPS e SIG, demonstrou ser uma opção interessante, rápida e barata de coleta de dados, pois permite a coleta de uma amostra maior de dados com uma frequência e por um período maior. As principais desvantagens desse método, principalmente em relação ao método proposto, estão na dificuldade da identificação correta dos pontos de embarque e desembarque das viagens quando não existe uma integração dos dados do GPS com o do SBE e no método de inferência do destino da viagem, que só pode ser aplicado a viagens pendulares.

6.2 SUGESTÕES

A seguir são feitas algumas recomendações de melhoria no sistema de transporte de Curitiba a partir da análise dos resultados da pesquisa e dificuldades percebidas.

6.2.1 Para o Sistema de Bilhetagem Eletrônica

Durante o processo de aquisição e análise dos dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica da Urbs foi percebido que os dados gerados pelo sistema não são atualmente integrados a outros dados do usuários nem de outros equipamentos embarcados como GPS e que a geração de relatórios atual é bastante restrita.

Recomenda-se o desenvolvimento de um banco de dados que reúna os dados dos usuários e os dos veículos, já que estes já são coletados pelos sistemas embarcados; e de um software que permita a filtragem, o cruzamento, a geração de relatórios e de gráficos variados de forma mais fácil e rápida.

6.2.2 Sugestões para testes Futuros com sistema RFID UHF

Recomenda-se que em estudos futuros e/ou testes sejam implementada uma combinação mista das soluções apresentadas para os problemas de leitura encontrados durante o teste: a reconfiguração das antenas e a utilização de uma *tag* 3D. No entanto, um dos fatores a serem analisados na aplicação destas soluções é o custo-benefício. Caso opte-se pela utilização de uma *tag* 3D deve-se avaliar o custo de sua utilização comparado ao custo de adição de mais antenas e a utilização de *tags* comuns. Uma *tag* Alien9962, no mercado internacional, custa cerca de US\$0,16 a unidade, enquanto que uma 3D do modelo Acutag UHF FROG custa aproximadamente US\$0,86, ou seja, um valor 5 vezes maior que a primeira.

REFERÊNCIAS

AGARD, B., MORENCY, C., TRÉPANIÉ, M., 2006. Mining public transport user behavior from smart card data. In: **12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing – INCOM 2006**, Saint-Etienne, France, May 17–19.

ARAÚJO, M. R. M et al. **Transporte público coletivo**: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. *Psicologia & Sociedade*, 23(2), 574-582, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO). Áreas da engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/interna.asp?c=362>. Acesso em: 14/05/2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistemas de Informações da Mobilidade Urbana**: Relatório Geral 2011. 2012. Disponível em: http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/04/11/050FC84C-74EA-4A33-A919-6D2E380FA2C1.pdf. Acesso em: 12/03/2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). Disponível em: < <http://novoportal.ntu.org.br/VideoUnico.aspx?idArea=11&idVideo=rYhRtdyts2U> (vídeo)>. Acesso em: 14/10/2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/ListaDadosPorRegiao.aspx?idArea=7&idSegundoNivel=17>>. Acesso em: 16/05/2015.

BAGCHI, M., WHITE, P.R., 2005. *The potential of public transport smart card data*. **Transport Policy** 12, 464–474.

BARRY, J.J., NEWHOUSER, R., RAHBEE, A., SAYEDA, S.: *Origin and Destination Estimation in New York City with Automated Fare System Data*. Transportation Research Record: **Journal of the Transportation Research Board** No. 1817, 183-187, 2002.

BLYTHE, P., 2004. *Improving public transport ticketing through smart cards*. **Proceedings of the Institute of Civil Engineers**, Municipal Engineer 157, 47–54.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 01/09/2013.

CACERES, N.; WINDBERG, J.P.; BENITEZ, F.G. Deriving origin-destination data from a mobile phone network. **IELT Intelligent Transport Systems**, march, 2007, p. 5-26.

CACERES, N.; WINDBERG, J.P.; BENITEZ, F.G. Review of traffic data estimations extracted from cellular networks. **IELT Intelligent Transport Systems**, 2008, p. 179-192.

CASCAES, J.C. **Pesquisa de Origem e Destino em Curitiba M2U03784**. Curitiba, 15 de mar. De 2011. Audiência Pública do Metrô em Curitiba realizada no auditório do centro de Capacitação da Secretaria da Educação. Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=hZiGrg_bGGQ&feature=em-share_video_user Acesso em: 22/02/2013.

CHAUI, M. As Manifestações de junho de 2013 na cidade de São Paulo. **Teoria e Debate**. Disponível em: <http://www.teoriaedebate.org.br/materias/nacional/manifestacoes-de-junho-de-2013-na-cidade-de-sao-paulo?page=full>. Acesso em: 01/09/2013.

CUI, A. **Bus passenger origin-destination matrix estimation using automated data collection systems**.134f. Dissertação (Master of Science in transportation) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Massachusetts Institute of Technology, 2006.

DEMPSEY, S.P., 2008. Privacy Issues with the Use of Smart Cards. **Legal Research Digest**, p. 25.

DIAS, R.R.de F. **RFID Implementation**. 133f. Apostila. RFID- CoE. Sorocaba:2014.

DI PIERRO, L. F. Determinação de matrizes de viagens de passageiros de ônibus a partir de uma pesquisa embarque/desembarque. **Revista dos transportes públicos.ANTP**.Ano 7, n.27, p. 49-67, mar/1985.

DUNHAM, J. A. **Planejamento de Transportes**: alguns aspectos metodológicos. Trabalho (Programa de Engenharia de Transportes), PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: < <http://br.monografias.com/trabalhos/planejamento-transportes/planejamento-transportes.shtml>>. Acesso em: 23/02/2013.

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

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GLOVER B.;BHATT, H. **Fundamentos de RFID:** Teoria em prática. Rio de Janeiro: Alta Nooks, 2007.

GUERRA, A. L. **Determinação de matriz origem/destino utilizando dados do sistema de bilhetagem eletrônica.** Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2011.

HESSEL, F.(Org.); VILLAR, R.S.G.(Org.); R.R. de F., DIAS. (Org.), BALADEI. (Org.), S.de.P. Implementando RFID na cadeia de negócios: Tecnologia a serviço da excelência.3. ed. Porta Alegre: ediPUCRS,2013

HOFFMAN, M., WILSON, S., WHITE, P., 2009. *Automated Identification of Linked Trips at Trip Level Using Electronic Fare Collection Data.* **88th Annual Meeting of the Transportation Research Board**, Washington, 18 p. (CD-ROM).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: < <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=7&op=0&vcodigo=PD292&t=grupos-idade> >. Acesso em: 14/05/2015.

ISEKI, H., YOH, A.C., TAYLOR, B.D., 2007. *Are Smart Cards the Smart Way to Go? Examining the Adoption of Smart Card Fare Systems Among US Transit Agencies.* **86th Annual Meeting of the Transportation Research Board**, Washington, 22 p. (CD-ROM).

LIN, Y.J.; JIA, L.; ZOU, N. *Estimating Passenger Origin-Destination Matrix of Fixed-fare Bus Smart Card Usage Information.* Presented at the 17th **World Congress on Intelligent Transportation System**, Busan, Korea, 2010.

MALTA, C. R. C. **RFID: Aplicações e novas tecnologias.** Estudo de Caso: HP. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Logística com ênfase em transporte) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.

MANIKANDAN, S.P.; BALAKRISHNAN, P. *An efficient real time query system for public transportation service using Zigbee and RFID*. **Bonfring International Journal of Research in Communication Engineering**, v. 2, n. 2, p. 12-17, June/2012

MELLO, J.C. **Planejamento dos transportes urbanos**. Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1981.

MEMARIAN, B.; JEONG, D. H.S; UHM, D. *Effects of survey techniques on on-board survey performance*, **Transport Policy**, v.21, issue C, p. 52-62, May/2012.

MISHILANI, R; JI, Y.; MCCORD, M.R. *Effect on onboard survey sample size on estimation of bus route passenger origin-destination flow matrix using automatic passenger counter data*. **Transportation Research Board: Journal of transportation research record board**. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC., N°2246, p. 64-73, 2011.

OBERLI, C.; TORRES-TORRITI, M.; LANDAU, D. Performance Evaluation of UHF RFID Technologies for real-time passenger recognition in intelligent public transportation Systems. **IEEE Transactions on intelligent transportation systems**, v.11, n.3, p. 748-753, Sep/2010.

ORTUZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4. Ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2011.

OSMAN, M.; SULTANA, R.; SULTHANA, S. *Enhancement of public transportation services using wireless technologies*. **International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)**, v.6, n.7, p. 344-348, Dec/2013.

PELLETIER, M.-P.; TRÉPANIÉ, M.; MORENCY, C. *Smart Card Data in Public Transit: A literature Review*. **Transportation Research**, Part C 19, p. 557-568, 2010.

PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 16/05/2015

PPGEP. Disponível em: <http://www.ppgep.ufpr.br/tiki-index.php?page=TecnologiaInovacao>. Acesso em: 28/11/2013.

RICHARDSON, A.J.; AMPT, E.S.; MEYBURG, A.H. **Survey Methods for Planning**. 1ª. ed.[S.l.]: Eucalyptus Press, 1995.

ROBERTI, M. **The history of RFID Technology**. *RFID Journal*. 16/01/2005. Disponível em: < <http://www.RFIDjournal.com/articles/view?1338/>>. Acesso em: 10/03/2014.

SANTORO, R.D.V.D. **Curitiba**: um modelo em evolução. Curitiba, Foco Editorial Ltda, 2002.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Laboratório de Ensino a Distância, 4. ed. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

STAKE, R.E. Case Studies. In: Denzin, N. Lincoln, Y. (Ed.) *Handbook of qualitative research*. 2 ed. Thousand Oaks: Sage, 2000.

TITOVA-CANDEL, O. *Smart cards in transportation systems lead the way*. **Card technology today**. V. 20, issue. 2, Feb/2008.

TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (TCRP). **TCRP synthesis 29: Passenger counting technologies and procedures**. Washington: Transportation Research Board, 1998.73p. Arquivo em PDF.

TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (TCRP). **TCRP synthesis 63: On-board and intercept transit survey techniques**. Washington: Transportation Research Board, 2005.101p. Arquivo em PDF.

TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (TCRP). **TCRP synthesis 69: Web-based survey techniques**. Washington: Transportation Research Board, 2006.104p. Arquivo em PDF.

TRANSIT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (TCRP). **TCRP synthesis 77: Passenger counting systems**. Washington: Transportation Research Board, 2008.73p. Arquivo em PDF.

TRÉPANIÉ, M., CHAPLEAU, R., TRANCHANT, N., 2007. Individual trip destination estimation in transit smart card automated fare collection system. **Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations** 11 (1), 1–15 (Taylor & Francis).

TRÉPANIÉ, M., MORENCY, C., BLANCHETTE, C., 2009a. Enhancing Household Travel Surveys Using Smart Card Data? **88th Annual Meeting of the Transportation Research Board**, Washington, 15 p. (CD-ROM).

TRÉPANIÉ, M., MORENCY, C., AGARD, B., 2009b. Calculation of transit performance measures using smartcard data. **Journal of Public Transportation** 12 (1), 79– 96.

TRÉPANIÉ, M., MORENCY, C., 2010. Assessing transit loyalty with smart card data. In: Presented at the **12th World Conference on Transport Research**, Lisbon, Paper No. 2341.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). Pró-reitora de Assuntos Estudantis. Disponível em: <http://www.prae.ufpr.br/prae/transporte-intercampi/>. Acesso em: 10/03/2014.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Anexo I- Termo de Referência**. Edital de concorrência 005/2009, processo nº100/2009: Licitação dos serviços de transporte coletivo urbano de passageiros do município de Curitiba. Curitiba, 2009a. Disponível em: <http://urbs.curitiba.pr.gov.br/institucional/licitacoes/HOMOLOGADAS#I520091>>. Acesso em: 06/05/2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Anexo IV - Manual de especificação da frota para ônibus novos**. Edital de concorrência 005/2009, processo nº100/2009: Licitação dos serviços de transporte coletivo urbano de passageiros do município de Curitiba. Curitiba, 2009b. Disponível em: < <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte>>. Acesso em: 06/05/2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Anexo V - Manual de Especificação da frota para ônibus usados**. Edital de concorrência 005/2009, processo nº100/2009: Licitação dos serviços de transporte coletivo urbano de passageiros do município de Curitiba. Curitiba, 2009c. Disponível em: < <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte>>. Acesso em: 06/05/2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Anexo I- Termo de Referência**. Edital de concorrência FUC 002/2012, processo URBS nº004/2012: Licitação execução de implantação do “Sistema Integrado de Monitoramento - SIM”. Curitiba, 2012. Disponível em: < <http://urbs.curitiba.pr.gov.br/institucional/licitacoes/HOMOLOGADAS#I520091>>. Acesso em: 06/05/2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Transporte: Planilha de Remuneração das Empresas.** Curitiba, 26/02/2014a. Disponível em: < http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/pdf/transporte/rit/Custo_km_por_tipo_de_onibus_2014.pdf >. Acesso em: 06/05/2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Transporte :Tarifa Técnica - Custo da RIT 2014.** Curitiba, 26/02/2014b. Disponível em: < <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/tarifas-custos>>. Acesso em: 06/05/2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Transporte: Evolução da tarifa.** Curitiba, 11/11/2014c. Disponível em:< <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/tarifas-custos>>. Acesso em: 10/12/2014.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Itinerário: Linha Circular Centro (Horário).** Disponível em: <<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/institucional/nossa-historia>>. Acesso em: 06/05/2014d.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Comunidade: História do Transporte/Linha do tempo.** Disponível em: < <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/historia-transporte> >. Acesso em: 14/05/2015a.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Institucional: Nossa história/Linha do tempo.** Disponível em: <<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/institucional/nossa-historia>>. Acesso em: 14/05/2015b.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Transporte: Estatísticas do Transporte.** Disponível em: < http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/estatisticas/uso_cartoes>. Acesso em: 14/05/2015c.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Transporte: Rede Integrada de Transportes.** Disponível em: < <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte> >. Acesso em: 14/05/2015d.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A (Urbs). **Utilidades: Cartão Transporte.** Disponível em: < <http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/utilidades/cartao-transporte>>. Acesso em: 14/05/2015e.

UTSUNOMIYA, M., ATTANUCCI, J., WILSON, N., 2006. *Potential Uses of Transit Smart Card Registration and Transaction Data to Improve Transit Planning*. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, No. 1971, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, p. 119–126.

WANG, W. ***Bus Passenger Origin-Destination Estimation and Travel Behavior Using Automated Data Collection Systems in London, UK***. 135f. Dissertação (Master of Science in transportation) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Massachusetts Institute of Technology, 2010.

WEINSTEIN, R. *RFID: A Technical Overview and Its Application to the Enterprise*. **IT Professional**, California, v. 7, p. 27-33, may/june 2005.

WHITE, P. *The role of smartcard data in public transport*. In: Presented at the **12th World Conference on Transport Research**, Lisbon, n. 1461, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAO, J. ***The Planning and Analysis Implications of Automated Data Collection Systems: Rail Transit OD Matrix Inference and Path Choice Modeling Examples***. 124 f. Dissertação (Master in city planning e Master of Science in transportation) – Departamento de Estudos e Planejamento Urbano e Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Massachusetts Institute of Technology, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A - SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE PESQUISA EM ÔNIBUS LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO)	137
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PESQUISA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO)	138
APÊNDICE C - PLANILHA PRINCIPAL: DADOS PESQUISA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO)	139
APÊNDICE D - SOLICITAÇÃO DE ACESSO A DADOS DE CARTÃO TRANSPORTE.....	149
APÊNDICE E - AUTORIZAÇÃO DE REALIZAÇÃO DE TESTE PILOTO EM LINHA <i>INTECAMPI</i>	150
APÊNDICE F - INSTRUÇÕES DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	152
APÊNDICE G - PLANILHA DADOS TESTE PILOTO.....	153

APÊNDICE A - SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE PESQUISA EM ÔNIBUS LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

Curitiba, 16/10/2014

Atenção de: **Urbs**

Assunto: **Solicitação de autorização para aplicação de pesquisa em ônibus linha Circular Centro (horário)**

Prezados Senhores:

Sou mestranda do curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPR e desenvolvo como projeto de dissertação a aplicação de uma nova tecnologia de leitura de cartões transporte como coletor passivo de dados para planejamento e operação do sistema de transporte. Por esta razão solicito:

- **Autorização para pesquisa dentro um dos ônibus da linha circular Centro (horário):** a pesquisa se trata perguntar aos usuários da linha cinco informações: idade, sexo, ponto de embarque, ponto de desembarque e lugar onde guardam o cartão transporte. Esta pesquisa deverá ser aplicada durante dois dias consecutivos por período que possibilite a coleta de 300 respostas;
- **Acesso a dados antes da pesquisa:** planilha com o horário de validação do cartão transporte dos usuários dos dias 11 e 12 de setembro para identificarmos a quantidade de horas e o melhor período para realizarmos a pesquisa;
- **Acesso a dados após a pesquisa:** planilha com o horário de validação do cartão transporte dos usuários dos dias em que foi aplicada a pesquisa.

Como tenho que concluir a minha pesquisa ainda este ano peço urgência na análise do meu pedido. Gostaria de aplicar a pesquisa nos dias 13 e 14 de novembro, se possível. A seguir, detalhamento da pesquisa e formulário.

Mariana Paula Alves Nogueira

Mestranda PPGEP

Departamento de Engenharia de Produção

Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico

Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 210, 1º andar

Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81531-970

+55 (41) 3361 3398

+55 (41) 9132 9494

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PESQUISA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO)

PESQUISA FLUXO DE USUÁRIOS LINHA 001 - Circular Centro			
<p>Em conjunto com o Instituto de Tecnologia FIT e com a autorização da Urbs, estamos realizando uma pesquisa que objetiva identificar o perfil do usuário da linha Circular Centro, como ele usa o seu cartão transporte e qual a capacidade utilizada do veículo.</p> <p>Através dos dados colhidos poderemos sugerir melhorias nesta linha e desenvolver uma tecnologia mais eficiente de leitura dos cartões que poderá melhorar significativamente o transporte público geral no futuro.</p>			
Nº	FORMULÁRIO		
1	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%; padding: 5px;"> Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> P.O. <input type="checkbox"/> P.D. Idade _____ Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N </td> <td style="width: 55%; padding: 5px;"> Já respondeu a esse pesquisa hoje? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Qual o propósito da sua viagem? _____ Onde você guardou seu cartão transporte? _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ </td> </tr> </table>	Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> P.O. <input type="checkbox"/> P.D. Idade _____ Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Já respondeu a esse pesquisa hoje? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Qual o propósito da sua viagem? _____ Onde você guardou seu cartão transporte? _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____
Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> P.O. <input type="checkbox"/> P.D. Idade _____ Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Já respondeu a esse pesquisa hoje? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Qual o propósito da sua viagem? _____ Onde você guardou seu cartão transporte? _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____		
2	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%; padding: 5px;"> Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> P.O. <input type="checkbox"/> P.D. Idade _____ Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N </td> <td style="width: 55%; padding: 5px;"> Já respondeu a esse pesquisa hoje? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Qual o propósito da sua viagem? _____ Onde você guardou seu cartão transporte? _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ </td> </tr> </table>	Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> P.O. <input type="checkbox"/> P.D. Idade _____ Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Já respondeu a esse pesquisa hoje? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Qual o propósito da sua viagem? _____ Onde você guardou seu cartão transporte? _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____
Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> P.O. <input type="checkbox"/> P.D. Idade _____ Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	Já respondeu a esse pesquisa hoje? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N Qual o propósito da sua viagem? _____ Onde você guardou seu cartão transporte? _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____		
3	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%; padding: 5px;"> Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N </td> <td style="width: 55%; padding: 5px;"> P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ </td> </tr> </table>	Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____
Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____		
4	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%; padding: 5px;"> Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N </td> <td style="width: 55%; padding: 5px;"> P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ </td> </tr> </table>	Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____
Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____		
5	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%; padding: 5px;"> Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N </td> <td style="width: 55%; padding: 5px;"> P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ </td> </tr> </table>	Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____
Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____		
6	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%; padding: 5px;"> Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N </td> <td style="width: 55%; padding: 5px;"> P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ </td> </tr> </table>	Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____
Idade _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M Possui Smartp? <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> N	P.O. <input type="checkbox"/> Onde você guardou seu cartão transporte? _____ P.D. <input type="checkbox"/> _____ Usará outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____ Usou outra linha <input type="checkbox"/> Sim, Qual? _____		
P.O = Parada de Origem P.D = Parada de Destino			

APÊNDICE C - PLANILHA PRINCIPAL: DADOS PESQUISA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO)

COLUNA	DESCRIÇÃO DO CAMPO	OPÇÕES DE RESPOSTA
Nº	Nº correspondente a ordem em que o passageiro foi entrevistado.	Nº respostas: 1 a 177.
Viagem	Nº correspondente À viagem onde o passageiro embarcou no ônibus.	Nº viagens: 1 a 23.
Não respondeu	Passageiros que se recusaram a responder ao questionário ou que não puderam ser entrevistados.	N= Passageiros que não responderam.
		" " = Passageiros que responderam.
2º Utilização	Passageiros que já haviam respondido à pesquisa por já terem embarcado no veículo AN998 anteriormente.	X= 2º vez.
		" " = 1º vez.
Sexo	Sexo.	F= Feminino.
		M= Masculino.
Idade	Idade.	5 a 100.
Possui smartphone?	Campo destinado a identificar os passageiros que possuíam smartphone.	S= Sim
		N= Não
		"-" = Sem resposta.
Onde guarda o cartão?	Campo destinado a identificar os locais onde os passageiros guardam o seu cartão transporte após sua validação na entrada do veículo.	Resposta aberta.
		"-" = Sem resposta.
O	Ponto de parada onde o passageiro embarcou no veículo.	Pontos de parada :1 a 13.
		"-"=Sem resposta.
D	Ponto de parada onde o passageiro desembarcou no veículo.	Pontos de parada :1 a 13.
		"-"=Sem resposta.
Usou outra linha antes?	Campo destinado a identificar a existência de transferências entre linhas durante a realização de uma única viagem. (Antes)	S= Sim
		N= Não
		"-" = Sem resposta.
Qual?	Identificar as linhas de onde se originam as transferências para a Linha Circular Centro.	Resposta aberta.
		"-" = Sem resposta.
Usou outra linha antes?	Campo destinado a identificar a existência de transferências entre linhas durante a realização de uma única viagem. (Depois)	S= Sim
		N= Não
		"-" = Sem resposta.
Qual?	Identificar as linhas a que se destinam as transferências originadas na Linha Circular Centro.	Resposta aberta.
		"-" = Sem resposta.
Propósito viagem	Identificar as atividades que motivam a geração das viagens.	Resposta aberta.
		"-" = Sem resposta.

Nº	Viagem	Não	2º Utilização	Sexo	Idade	Possui	Onde guarda o cartão?	Origem	Destino		Usou outra linha antes?	Qual?	Usará outra linha depois?	Qual?	Propósito viagem
1	1			M	15	N	carteira/mochila	01	07	1	N	-	S	Centenário/ Campo Comprido	Estudo
2	2			F	79	N	bolsa	02	06	1	N	-	N	-	Trabalho
3	2			F	65	S	bolso camisa	02	07	1	N	-	N	-	Trabalho
4	2			F	50	S	bolsa	10	03	0	N	-	N	-	Trabalho
5	3			F	33	S	bolsa	04	10	1	N	-	N	-	Trabalho
6	3			F	28	S	bolsa	04	10	1	N	-	N	-	Trabalho
7	3			M	37	S	mochila	05	11	1	N	-	N	-	Trabalho
8	3			F	18	S	carteira/bolsa	04	07	1	N	-	N	-	Estudo
9	3			F	26	S	bolsa	05	07	1	N	-	N	-	Trabalho
10	3			F	75	N	bolsa	10	12	1	S	Vila Sandra	N	-	Banco
11	3			M	74	N	bolso camisa	10	12	1	S	Vila Sandra	N	-	Acompanhar outra pessoa
12	3			F	37	N	bolsa	10	01	0	S	Cabral/Osório	S	Santa Cândida/ Capão Raso	Trabalho
13	3	N		F	-	-	-	10	01	0	-	-	-	-	-
14	4			F	67	S	bolsa	04	09	1	N	-	N	-	Trabalho
15	4			M	73	N	bolso camisa	05	08	1	N	-	N	-	Compras
16	4			F	26	S	bolso/traseiro/calça	07	11	1	N	-	N	-	Acompanhar outra pessoa

17	4			F	5	N	com outra pessoa	07	11	1	N	-	N	-	Estudo
18	4			M	50	S	bolso camisa	10	12	1	N	-	S	São Bernardo	Trabalho
19	4			M	82	N	bolso camisa	10	12	1	N	-	N	-	Trabalho
20	5			F	47	N	bolsa	04	09	1	N	-	N	-	Trabalho
21	5			F	31	S	bolsa	04	10	1	N	-	N	-	Trabalho
22	5			F	75	N	carteira/bolsa	04	09	1	N	-	N	-	Compras
23	5			F	64	S	pasta	06	09	1	S	Pinhais (Biarticulado)	N	-	Trabalho
24	5			F	18	S	mochila	09	01	0	S	Vila Velha	N	-	Estudo
25	5			M	81	N	bolso camisa	09	12	1	S	Vila Lindóia	N	-	Compras
26	5			M	75	N	bolso/calça	10	01	0	S	Vila Rosinha	S	Várias	Trabalho
27	5			M	65	N	bolso camisa	10	01	0	S	Centenário	N	-	Saúde
28	5			F	73	N	carteira/bolsa	10	05	0	N	-	N	-	Casa
29	6	N		M	-	-	-	01	08	1	-	-	-	-	-
30	6			F	46	S	bolsa	02	06	1	S	Curitiba/Guaraituba	N	-	Trabalho
31	6			F	82	N	bolsa	09	11	1	S	Pinheirinho	N	-	Casa
32	7			M	78	N	bolso/frente/calça	05	12	1	S	Circular Centro (Anti-horário)	S	Jardim Kosmos	Compras
33	7			M	62	N	bolso camisa	10	01	0	N	-	S	Circular Centro (Anti- horário)	Trabalho
34	7			M	69	N	carteira/bolso/frente/calça	13	03	0	N	-	N	-	Resolver problemas
35	8			F	77	N	bolsa	02	09	1	N	-	N	-	Saúde
36	8			M	72	N	carteira/bolsa	03	13	1	N	-	N	-	Compras
37	8			F	67	N	bolsa	09	11	1	S	Vila Cubas	N	-	Resolver

																	problemas
38	9			F	63	N	bolso/calça	01	09	1	N	-	N	-			Trabalho
39	9			M	62	S	bolso/traseiro/calça	02	12	1	N	-	-	-			Trabalho
40	9			F	62	N	carteira/bolsa	05	10	1	S	Jd. Independência	N	-			Trabalho
41	9	N		F	-	-	-	05	13	1	-	-	-	-			-
42	9			M	76	N	carteira	09	13	1	S	Vila Izabel	S	Campo comprido			Passeio
43	9			F	73	N	bolsa	09	10	1	N	-	N	-			Outros
44	9	N		M	-	-	-	10	12	1	-	-	-	-			-
45	9			M	83	N	bolso camisa	10	13	1	S	Bom Retiro	S	Tanguá			Casa
46	9			F	71	N	carteira/bolsa	09	13	1	N	-	N	-			Compras
47	10			M	57	N	bolso/traseiro/calça	01	05	1	S	Estudantes	N	-			Casa
48	10			F	80	N	bolsa	01	04	1	N	-	N	-			Trabalho
49	10		x	M	62	N	bolso camisa	02	09	1	N	-	N	-			Casa
50	10			M	76	N	bolso camisa	02	09	1	S	Guaraituba	N	-			Trabalho
51	10			F	63	N	bolsa	09	01	0	N	-	N	-			Banco
52	10	N		F	-	-	-	10	01	1	-	-	-	-			-
53	11			F	40	S	crachá	01	09	1	N	-	S	Centenário/ Campo Comprido			Casa
54	11			M	44	S	carteira/bolso/traseiro/calça	01	08	1	S	Higienópolis	N	-			Trabalho
55	11			F	73	N	bolsa	01	09	1	S	Piraquara	N	-			Compras
56	11			M	25	S	bolso/frente/calça	03	09	1	N	-	N	-			Almoço
57	11			F	66	N	bolsa	04	09	1	N	-	N	-			Almoço
58	11			M	79	N	carteira/bolso	05	13	1	S	Centenário/ Campo Comprido	N	-			Passeio
59	11			M	57	S	bolso/frente/calça	06	10	1	N	-	N	-			Almoço

60	11			F	58	N	carteira/bolsa	09	01	0	N	-	N	-	Trabalho
61	11	N		F	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
62	11			F	21	S	carteira/bolsa	10	01	0	N	-	N	-	Almoço
63	11			M	40	S	bolso/traseiro/calça	10	05	0	N	-	N	-	Trabalho
64	11			F	82	N	bolsa	10	13	1	N	-	N	-	Saúde
65	11			F	43	N	bolsa	13	05	0	S	Piraquara	N	-	Pagamentos
66	12			F	30	S	bolsa	01	07	1	N	-	N	-	Trabalho
67	12			F	31	S	bolsa	05	09	1	S	Augusto Stresser	N	-	Passeio
68	12			F	27	S	bolsa	05	09	1	N	-	N	-	Passeio
69	12			F	42	S	bolsa	05	09	1	N	-	N	-	Passeio
70	12			M	19	N	mochila	07	10	1	S	Boqueirão (Ligeirinho)	N	-	Casa
71	12			F	14	S	mochila	09	01	0	N	-	N	-	Casa
72	12			F	54	S	bolsa	09	01	0	N	-	N	-	Casa
73	12			F	52	S	pasta	10	01	0	N	-	S	Santa Efigênia	Trabalho
74	12	N	X	F	-	-	-	13	09	1	-	-	-	-	-
75	12	N		M	-	-	-	13	10	0	-	-	-	-	-
76	13	N		F	-	-	-	01	04	1	-	-	-	-	-
77	13			F	26	S	bolsa	02	10	1	N	-	N	-	Saúde
78	13			F	29	S	carteira/bolsa	04	08	1	N	-	N	-	Trabalho
79	13			F	24	S	carteira/mochila	04	10	1	N	-	N	-	Estudo
80	13			F	24	N	pasta	07	11	1	N	-	N	-	Casa
81	13			F	27	S	carteira/pasta	07	01	0	N	-	N	-	Estudo
82	13			M	66	N	bolso/frente/calça	08	09	1	N	-	N	-	Almoço
83	13			M	46	S	carteira/bolso camisa	08	12	1	N	-	N	-	Outros

84	13			F	62	S	carteira/bolsa	09	02	0	N	-	N	-	Estudo
85	13			M	78	N	bolso camisa	13	09	0	N	-	S	Vila Cubas	Casa
86	13			F	51	S	bolsa	13	03	0	N	-	N	-	Compras
87	13	N		F	-	-	-	13	03	0	-	-	-	-	-
88	14			M	81	N	bolso camisa	01	10	1	S	Higienópolis	N	-	Almoço
89	14			F	72	S	carteira/bolsa	01	10	1	N	-	N	-	Saúde
90	14			F	32	N	carteira/mochila	02	07	1	N	-	N	-	Trabalho
91	14			F	31	S	carteira/bolsa	04	09	1	N	-	N	-	Passeio
92	14	N		F	-	-	-	04	09	1	-	-	-	-	-
93	14			F	73	N	com outra pessoa	08	10	1	N	-	N	-	Resolver problemas
94	14			M	81	N	bolso/frente/calça	08	10	1	N	-	N	-	Resolver problemas
95	14			M	19	S	bolso/frente/calça	08	01	0	N	-	N	-	Trabalho
96	14			F	68	S	bolsa	09	12	1	S	Vila Izabel	N	-	Resolver problemas
97	14			F	71	S	bolsa	09	13	1	N	-	N	-	Compras
98	14			M	79	N	bolso camisa	09	13	0	N	-	N	-	Outros
99	14	N		F	-	-	-	09	13	0	-	-	-	-	-
100	14			M	80	N	bolso camisa	13	01	0	N	-	N	-	Compras
101	14			F	61	N	bolso camisa	13	03	0	N	-	N	-	Casa
102	14	N		M	-	-	-	13	01	1	-	-	-	-	-
103	15			M	66	S	bolso camisa	01	04	1	S	Sagrado Coração	N	-	Outros
104	15			F	69	S	bolsa	04	10	1	N	-	N	-	Saúde
105	15			F	65	S	bolsa	09	13	1	N	-	N	-	Pagamentos

106	15			F	50	S	bolsa	09	02	0	N	-	N	-	Trabalho
107	15			M	37	N	carteira/bolso/frente/calça	09	13	1	N	-	S	Curitiba/ Tamandaré	Casa
108	15	N		M	-	-	-	09	13	0	-	-	-	-	-
109	15	N		F	-	-	-	09	13	0	-	-	-	-	-
110	15			F	59	S	carteira/bolsa	13	04	0	N	-	N	-	Outros
111	15			F	19	S	carteira/bolsa	13	05	0	N	-	N	-	Acompanhar outra pessoa
112	15			F	49	N	com outra pessoa	13	05	0	N	-	N	-	Turismo
113	16			F	19	S	bolso/traseiro/calça	01	08	1	S	Santa Cândida/ Capão Raso	N	-	Casa
114	16		X	M	79	N	bolso camisa	01	05	1	N	-	N	-	Compras
115	16			M	46	N	carteira/bolsa	01	05	1	S	Ahú/Los Angeles	N	-	Rodoviária
116	16		X	M	80	N	bolso camisa	08	13	1	N	-	N	-	Trabalho
117	16			M	65	N	carteira/bolso/frente/calça	09	13	1	N	-	S	Santa Felicidade (Ligeirinho)	Saúde
118	16			M	61	N	bolso camisa	09	13	1	N	-	N	-	Passeio
119	16		x	F	75	N	carteira/bolsa	09	04	0	N	-	N	-	Casa
120	16			F	68	N	bolsa	09	13	1	N	-	N	-	Compras
121	16	N		F	-	-	-	10	13	1	-	-	-	-	-
122	16	N	x	F	-	-	-	10	13	1	-	-	-	-	-
123	16			F	67	S	crachá	10	01	0	N	-	S	Hugo Langue	Trabalho
124	16		x	F	68	S	bolsa	13	09	0	N	-	S	Vila Izabel	Casa
125	17			F	23	S	bolsa	02	08	1	N	-	N	-	Trabalho
126	17			M	65	S	bolso camisa	02	07	1	N	-	N	-	Trabalho
127	17			F	50	S	carteira	02	12	1	N	-	S	Marechal Hermes	Casa

128	17			M	18	N	mochila	03	07	1	N	-	N	-	Estudo
129	17		x	F	66	N	bolsa	05	09	1	N	-	S	Lindóia	Saúde
130	17			F	78	S	bolsa	08	13	1	N	-	N	-	Compras
131	17			F	71	N	bolso/traseiro/calça	08	13	1	N	-	S	Santa Felicidade (Ligeirinho)	Estudo
132	17			M	66	S	mochila	13	04	0	N	-	N	-	casa
133	18			F	50	N	bolsa	04	13	1	N	-	N	-	Saúde
134	18			F	71	S	bolsa	09	13	1	S	Cristo Rei	N	-	Compras
135	18			F	63	N	carteira/bolsa	10	03	0	N	-	N	-	Casa
136	18			F	62	S	bolsa	10	03	0	N	-	N	-	Casa
137	18			F	44	S	bolsa	10	01	0	N	-	N	-	Casa
138	18	N	x	M	-	-	-	10	12	1	-	-	-	-	-
139	18			F	23	S	mochila	10	04	0	N	-	N	-	Casa
140	18			M	76	N	bolso camisa	13	06	0	N	-	N	-	Hotel
141	18			F	74	N	bolsa	13	04	0	N	-	N	-	Casa
142	19			F	35	S	bolso/traseiro/calça	06	10	1	N	-	N	-	Casa
143	19			M	73	N	bolso camisa	07	10	1	S	Boqueirão (Ligeirinho)	N	-	Trabalho
144	19			F	87	N	bolsa	09	03	0	N	-	N	-	Casa
145	19			F	72	N	bolsa	09	13	1	N	-	S	Julio Graf	Casa
146	19		x	F	24	S	carteira/mochila	10	04	0	N	-	N	-	Casa
147	19			F	44	S	bolsa	10	01	0	N	-	S	Higienópolis	Casa
148	19			F	76	N	bolso/frente/calça	13	09	0	N	-	S	Santa Cândida/ Capão Raso	Casa
149	20			M	47	N	bolso camisa	01	05	1	S	Augusto Stresser	N	-	Rodoviária

150	20			M	75	N	bolso/frente/calça	01	08	1	S	Higienópolis	N	-	Casa
151	20		x	F	78	S	bolsa	08	09	1	N	-	N	-	Saúde
152	20			F	43	S	bolsa	09	13	1	N	-	S	Abranches	Casa
153	20		x	F	45	S	bolsa	09	04	0	N	-	N	-	Casa
154	20			F	23	S	bolsa	10	13	1	S	Tarumã	N	-	Casa
155	20	N		F	-	-	-	10	01	0	-	-	-	-	-
156	20			F	48	N	bolsa	10	04	0	N	-	N	-	Casa
157	20		x	F	79	N	bolsa	10	02	0	N	-	N	-	Casa
158	21			F	42	N	bolsa	04	09	1	N	-	S	Vila Velha	Casa
159	21			F	67	N	bolsa	08	13	1	N	-	S	Vila Suíça	Casa
160	21		x	F	73	N	bolsa	09	05	0	N	-	N	-	Casa
161	21			M	71	N	bolso/frente/calça	13	02	0	N	-	N	-	Casa
162	22			F	32	S	mochila	01	10	1	S	Piraquara	N	-	Estudo
163	22			F	19	S	carteira/mochila	02	07	1	S	Higienópolis	N	-	Estudo
164	22			M	56	S	carteira/bolso/frente/calça	02	08	1	N	-	N	-	Casa
165	22			F	74	N	bolsa	02	06	1	N	-	S	Centenário	Casa
166	22			F	72	N	bolsa	10	03	0	N	-	N	-	Casa
167	22			F	81	N	bolsa	10	08	0	N	-	N	-	Jantar
168	22			M	95	N	bolso/frente/calça	10	08	0	N	-	N	-	Jantar
169	22		x	F	28	S	bolsa	10	04	0	N	-	N	-	Casa
170	22			F	21	S	bolsa	10	02	0	N	-	N	-	Teatro
171	22	N		F	-	-	-	10	01	0	-	-	-	-	-
172	22		x	M	61	N	bolso camisa	13	09	0	N	-	S	Pinhais	Casa
173	23			F	45	S	crachá	03	06	1	S	Itupava	N	-	Casa
174	23			F	20	S	carteira/bolsa	03	06	1	N	-	N	-	Casa

175	23		F	45	S	bolsa	04	10	1	N	-	N	-	Estudo
176	23		F	42	N	carteira/bolsa	09	01	0	N	-	N	-	Casa
177	23		M	10	N	com outra pessoa	09	01	0	N	-	N	-	Casa

APÊNDICE D - SOLICITAÇÃO DE ACESSO A DADOS DE CARTÃO TRANSPORTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

Curitiba, 12/01/2015

Atenção de: **Urbs**
Assunto: **Solicitação de acesso a dados de cartão transporte usuário**

Prezados Senhores:

A aluna Mariana Paula Alves Nogueira, mestranda do curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPR tem desenvolvido como projeto de dissertação a aplicação de uma nova tecnologia de leitura de cartões transporte como coletor passivo de dados para planejamento e operação do sistema de transporte.

Tendo em vista que a cidade de Curitiba está desenvolvendo uma Pesquisa Origem-Destino, creio que os resultados da pesquisa da aluna poderão contribuir com informações importantes na escolha da metodologia de coleta e análises dos dados.

Em uma primeira parte do trabalho, foi realizada nos dias 13 e 14 de novembro de 2014 uma pesquisa Origem-Destino em um dos veículos da Linha Circular Centro onde foram coletadas informações dos pontos de embarque e desembarque de quase todos os passageiros que utilizaram a linha.

Em uma segunda parte da minha pesquisa, a aluna gostaria de aplicar uma metodologia que, por meio de um algoritmo, infere os pontos de embarque e desembarque dos passageiros a partir dos dados da bilhetagem eletrônica e compará-los com os resultados da primeira pesquisa. Além disso, seriam realizados cruzamentos de informações para identificação dos usuários que usaram mais de uma vez a linha. Por esta razão, com base no Termo de Cooperação Técnica nº59/2013 entre a Urbs, PUC e UFPR, solicito acesso aos seguintes dados:

-Dados de bilhetagem eletrônica dos dias 13 e 14 de novembro de 2014 dos 3 ônibus que atendem a linha Circular Centro por meio de uma planilha Excel com: nº veículo, o nº do cartão de transporte dos usuários, data validação, horário de validação, tipo de usuário (comum, isento, etc).

Prof. Dr. Robson Seleme
Coordenador PPGE

Departamento de Engenharia de Produção
Universidade Federal do Paraná - Centro Politécnico
Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 210, 1º andar
Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81531-970
+55 (41) 3361 3398
+55 (41) 9133 3142

APÊNDICE E - AUTORIZAÇÃO DE REALIZAÇÃO DE TESTE PILOTO EM LINHA INTECAMPI



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

Curitiba, 09 de setembro de 2014

Atenção de: **Pró- Reitoria de Assuntos Estudantis**
Assunto: **Solicitação de Autorização para realizar Teste Piloto em linha *Intercampi***

Prezados Senhores:

Uma de nossas alunas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPR, **Mariana Paula Alves Nogueira**, vem desenvolvendo um trabalho com o tema PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID) NA COLETA DOS DADOS USADOS NA CONSTRUÇÃO DE MATRIZES ORIGEM-DESTINO DE PASSAGEIROS DE ONIBUS URBANOS.

O objetivo do projeto da aluna é comprovar através de uma prova de um teste piloto que a construção de uma matriz Origem-Destino construída através de dados coletados por meio de RFID seria melhor que aquelas construídas a partir de métodos de coleta tradicionais.

Se confirmados os resultados esperados, a idéia poderá levar a muitas melhorias no nível de serviço de sistemas de transporte por ônibus.

O projeto piloto consiste na contagem dos usuários que entram e saem do ônibus durante um dia ou mais da semana por dois métodos: manual e por meio de RFID.

O método manual é simplesmente a observação do número de usuários que entram e saem em cada uma das paradas no dia do teste. A observação será feita pelo pesquisador ou por meio de filmagem, sendo que estas seriam usadas somente para facilitação do processo de contagem.

O método por meio de RFID se trata da contagem dos usuários que entram e saem do ônibus através de leitores RFID instalados nas portas do ônibus. No entanto para isso, cada usuário deverá portar um cartão com chip.

Basicamente, para a realização do teste serão necessários:

- Acesso ao ônibus para instalação dos leitores RFID um dia antes do início do teste;
- Levantamento do perfil do usuário do ônibus *Intercampi* (idade, sexo, curso e email);
- Cadastramento de estudantes que se disponham a participar da pesquisa com o cartão;
- Acesso ao ônibus para desinstalação dos leitores RFID um dia depois do início do teste;

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Centro Politécnico – Setor de Tecnologia – C. P. 19011
Jd das Américas – CEP 81531-990 – Curitiba – PR
ppgep@ufpr.br - Tel. 3361-3035




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

Enfim, solicitamos autorização para realização do teste acima explicado e pedimos ainda urgência na análise do pedido devido ao fato da previsão de defesa da dissertação da aluna estar marcado para o mês de fevereiro de 2015, e por esta razão o teste piloto teria que obrigatoriamente ser realizado ainda entre os meses de outubro/novembro de 2014.

Sem mais, nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessária.

Atenciosamente,


Prof. Dr. Robson Seleme
Coordenador Pró-tempore PPGE
Professor Orientador da Pós-graduação em Engenharia de
Produção - PPGE
E-mail robsonseleme@ufpr.br

Prof. Robson Seleme
Depto. Engenharia de Produção - UFPR
Matrícula: 1765271

*Ciente. A CAEE/PRAE não tem
impedimentos à realização da
pesquisa.*

Jungles
Adélia Jungles Alves
Coordenadora de Apoio às Atividades Estudantis - Matrícula 030887
Pro-Reitoria de Assuntos Estudantis
Universidade Federal do Paraná

*Encaminhe-se à PRA para análise e
manifestação.*

Jungles
Adélia Jungles Alves
Coordenadora de Apoio às Atividades Estudantis - Matrícula 030887
Pro-Reitoria de Assuntos Estudantis
Universidade Federal do Paraná

*De acordo
a CENTRAW PI
ver viabilidade.*

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Centro Politécnico - Setor de Tecnologia - C. P. 19011
Jd das Américas - CEP 81531-990 - Curitiba - PR
ppge@ufpr.br - Tel. 3361-3035

APÊNDICE F - INSTRUÇÕES DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

PESQUISA LINHA INTERCAMPI

Esta pesquisa faz parte de um projeto de dissertação desenvolvido junto ao Programa de Pós-graduação em Eng. de Produção da UFPR.

OBJETIVO: Testar um sistema de leitura à distância de cartões de transporte.

INSTRUÇÕES

1. Preencha no cabeçalho da pesquisa com seu nome, ponto de ônibus e horário da saída do ônibus.
2. Ao abordar os usuários que estão aguardando a chegada do ônibus, primeiramente se certifique que ele pretende embarcar na Linha 01.

Atenção: Os horários das linhas 01 e 02 coincidem às:

11:00 Agrárias	12:00 Agrárias
11:30 Politécnico	12:40 Agrárias
11:50 Reitoria	12:50 Reitoria

3. Explique ao usuário que está sendo realizada uma pesquisa para um projeto de mestrado e que gostaria de contar com a colaboração dele.
4. Pergunte a ele se ele já recebeu um cartão hoje. Se sim, passe para o próximo usuário na fila. Se não, continue a entrevista.
5. Se o usuário concordar, anote seu sexo e o Pto onde ele pretende desembarcar.
6. Dê a ele um cartão com chip, anote o número do cartão no formulário e peça -o para guardar o cartão no mesmo lugar em que guarda seu cartão transporte, ou se não for o caso, no mesmo lugar onde guarda seus cartões de banco ou carteirinha de estudante.
7. ~~Anote se o cartão foi primeiramente guardado em uma carteira ou não.~~
Peça para o usuário não guardar o cartão na carteira
8. Anote se o local onde o cartão ou a carteira com o cartão foi guardada.
9. Solicite ao usuário que porte o cartão com o chip durante todo o dia.
10. Agradeça a participação na pesquisa.

OBS: Caso haja muitas pessoas na fila ou o ônibus já esteja se aproximando, explique a pesquisa para um grupo de duas a três pessoas ao mesmo tempo (passos 3 e 4) e já distribua os cartões, pedindo a eles que os guardem (passo 6). Enquanto isso entreviste cada um dos usuários individualmente solicitando as demais informações.

APÊNDICE G - PLANILHA DADOS TESTE PILOTO

N ^o Tag	Status	Aplicador	Sexo	Viagem	Horário	Emb.	Des.	Hor EMBQ.	Hor DESEMBQ.	Emb. RFID	Des. RFID	Porta Emb.	Porta Saída	Local guarda
1	E2	Chanthal	M	4	11:30	2	6	11:28:58	11:29:23	2	-	1	-	Bolso jaqueta, agasalho ou casaco
2	NL	Chanthal	M	4	11:30	2	1			x	x	-	-	Dentro da mochila
3	E2	Nicolle	F	4	11:30	2	1	11:29:15	11:29:23	2	-	0	-	Bolso de trás da calça
4	E2	Nicolle	M	4	11:30	2	6	11:29:37	11:29:38	2	-	0	-	Bolso de trás da calça
5	OK	Nicolle	F	4	11:30	2	1	11:29:08	11:58:19	2	1	1	0	Dentro da mochila
6	OK	Nicolle	M	4	11:30	2	6	11:29:19	11:46:12	2	6	1	0	Bolso de trás da calça
7	ND					x	x			x	x	-	-	
8	ND					x	x			x	x	-	-	
9	E2	Chanthal	F	4	11:30	2	6	11:28:54	11:29:13	2	-	1	-	Bolso de trás da calça
10	OK	Chanthal	F	4	11:30	2	6	11:29:01	11:45:46	2	6	1	0	Dentro da bolsa
11	OK	Chanthal	M	4	11:30	2	6	11:29:06	11:46:26	2	6	1	0	Dentro da mochila
12	OK	Chanthal	M	4	11:30	2	6	11:29:36	11:44:40	2	6	1	0	Dentro da mochila
13	OK	Chanthal	F	4	11:30	2	6	11:30:22	11:45:52	2	6	1	0	Na mão
14	E2	Mariana	F	5	12:20	6	1	12:13:44	12:13:46	6	-	1	-	Bolso da frente da calça
15	OK	Mariana	M	5	12:20	6	1	12:14:07	12:24:53	6	1	0	0	Bolso da frente da calça
16	NL	Raíssa	F	4	11:30	2	1			x	x	x	x	Dentro da bolsa
17	OK	Raíssa	F	4	11:30	2	6	11:29:02	11:46:09	2	6	1	0	Na mão
18	E2	Raíssa	M	4	11:30	2	6	11:29:00	11:29:04	2	-	1	-	Bolso da frente da calça

19	OK	Raíssa	M	4	11:30	2	6	11:29:29	11:45:32	2	6	1	0	Na mão
20	OK	Raíssa	-	4	11:30	2	6	11:30:18	11:46:04	2	6	1	0	Dentro da bolsa
21	ND					x	x	12:15:02	12:15:21	x	x	-	-	
22	ND					x	x	12:15:02	12:15:03	x	x	-	-	
23	ND					x	x	12:15:27	12:55:40	x	x	-	-	
24	OK	Raíssa	F	6	12:50	6	4	12:54:50	13:08:29	6	4	1	0	Dentro da mochila
25	NL	Raíssa	M		12:50	6	4			x	x	x	x	Dentro da mochila
26	ESC2	Raíssa	M	6	12:50	6	-	12:54:45	12:55:05	6	-	1	0	Na mão
27	OKSC	Raíssa	M	6	12:50	6	-	12:54:41	14:08:29	6	1	1	0	Na mão
28	OKSC	Raíssa	F	6	12:50	6	-	12:54:52	13:38:13	6	2	1	0	Na mão
29	ESC2					6	-	12:55:40	12:55:47	6	-	1	1	
30	ESC2					6	-	12:54:54	12:55:46	6	-	1	1	
31	ESC2					6	-	12:54:54	12:55:47	6	-	1	1	
32	ESC2					6	-	12:54:54	12:55:47	6	-	1	1	
33	OK	Raíssa	F	6	12:50	6	4	12:54:56	13:08:04	6	4	0	0	Dentro da mochila
34	OKSC					6	-	12:55:23	14:08:25	6	1	0	0	
35	OKSC					6	-	12:55:24	13:07:52	6	4	0	0	
36	ESC2					6	-	12:55:18	12:55:30	6	-	0	0	
37	OKSC					6	-	12:55:10	13:37:54	6	2	1	0	
38	OKSC					6	-	12:55:02	13:08:38	6	4	0	0	
39	OKSC					6	-	12:54:53	13:37:53	6	2	0	0	
40	OKSC					6	-	12:54:44	13:07:52	6	4	1	0	
41	OKSC					6	-	12:54:28	13:38:01	6	2	1	0	
42	ESC2					6	-	12:54:23	12:54:39	6	-	1	1	
43	OKSC					6	-	12:54:17	13:38:02	6	2	1	0	

44	OKSC					6	-	12:54:31	13:37:52	6	2	1	0	
45	ND					x	x			x	x	-	-	
46	OKSC					6	-	12:54:46	13:38:01	6	2	1	0	
47	OKSC					6	-	12:54:45	14:08:30	6	1	0	0	
48	OKSC					6	-	12:54:50	13:37:23	6	2	0	0	
49	OKSC					6	-	12:54:54	13:38:07	6	2	0	0	
50	OKSC					6	-	12:55:04	13:08:35	6	4	0	0	
51	OKSC					6	-	12:55:10	13:38:08	6	2	1	0	
52	OKSC					6	-	12:55:12	13:08:20	6	4	0	0	
53	NL	Mariana	F	6	12:50	6	4			x	x	x	x	Bolso da frente da calça
54	ND					x	x			x	x	-	-	
55	OK	Chanthal	F	7	13:30	2	6	13:37:42	13:58:09	2	6	1	0	-
56	OK	Chanthal	F	7	13:30	2	6	13:38:30	13:58:22	2	6	1	0	Bolso da frente da calça
57	OK	Chanthal	F	7	13:30	2	6	13:38:13	13:58:04	2	6	1	0	-
58	ND					x	x			x	x	-	-	
59	ND					x	x			x	x	-	-	
60	OK	Mariana	F	7	13:30	2	1	13:37:45	14:07:20	2	1	1	0	Dentro da bolsa
61	OK	Mariana	F	2	08:00	6	5	07:53:14	08:26:41	6	5	0	0	Dentro da mochila
62	NL	Mariana	F	2	08:00	6	5			x	x	x	x	Dentro da mochila
63	OK	Mariana	F	2	08:00	6	2	07:53:07	08:29:29	6	2	0	0	Dentro da bolsa
64	E2	Mariana	M	2	08:00	6	2	07:53:21	07:53:23	6	-	0	-	Bolso de trás da calça
65	E2	Mariana	M	2	08:00	6	3	07:53:23	07:53:26	6	-	0	-	Bolso de trás da calça
66	NL	Nicolle	M	2	08:00	6	2			x	x	x	x	Bolso da frente da calça
67	OK	Nicolle	F	2	08:00	6	2	07:53:09	08:29:33	6	2	0	0	Bolso da frente da calça
68	OK	Nicolle	M	2	08:00	6	2	07:53:14	08:29:43	6	2	0	0	-

69	OK	Nicolle	M	2	08:00	6	2	07:52:40	08:29:32	6	2	1	0	Bolso da frente da calça
70	OK	Nicolle	F	2	08:00	6	2	07:52:37	08:29:35	6	2	1	0	Bolso da frente da calça
71	OK	Nicolle	F	2	08:00	6	5	07:52:37	08:26:45	6	5	1	0	Dentro da mochila
72	NL	Nicolle	M	2	08:00	6	5			x	x	x	x	Bolso da frente da calça
72	-	Nicolle	F	3	11:10	6	-							Dentro da mochila
73	E1	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:29:06	11:29:07	-	2	-	0	Bolso da frente da calça
74	E2	Nicolle	M	3	11:10	6	5	11:15:25	11:15:25	6	-	1	-	Bolso da frente da calça
75	E2	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:31	11:15:35	6	-	1	-	Na mão
76	E2	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:12	11:15:49	6	-	1	-	Na mão
77	OK	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:35	11:28:59	6	2	1	0	Bolso da frente da calça
78	NL	Nicolle	M	3	11:10	6	2			x	x	x	x	Dentro da bolsa
79	OK	Mariana	F	3	11:00	1	6	11:04:18	11:14:09	1	6	1	0	Bolso jaqueta, agasalho ou casaco
80	OK	Mariana	F	3	11:00	1	6	11:04:04	11:15:22	1	6	1	0	Bolso da frente da calça
81	E2	Mariana	F	4	11:50	6	3	11:45:47		6	-	1	-	Bolso da frente da calça
82	NL	Chanthal	M	7	13:30	2	6			x	x	x	x	Bolso de trás da calça
83	OK	Chanthal	F	7	13:30	2	6	13:38:18	13:58:00	2	6	1	0	Bolso da frente da calça
84	OK	Mariana	M	2	08:10	1	2	08:11:44	08:29:00	1	2	1	0	Bolso da frente da calça
85	E2	Mariana	M	2	08:10	1	2	08:11:49	08:11:49	1	-	0	-	Bolso da frente da calça
86	OK	Mariana	F	2	08:10	1	2	08:11:40	08:33:20	1	2	1	1	Bolso da frente da calça
87	OK	Mariana	F	2	08:10	1	5	08:12:00	08:26:32	1	5	0	0	Dentro da bolsa
88	OK	Mariana	M	2	08:10	1	2	08:12:09	08:29:04	1	2	0	0	Na mão
89	OK	Chanthal	F	7	13:30	2	6	13:38:10	13:58:02	2	6	1	0	Dentro da mochila
90	OK	Mariana	M	4	11:50	6	1	11:46:04	11:51:27	6	1	1	0	Na mão
91	OK	Mariana	F	3	11:00	1	6	11:04:12	11:15:15	1	6	1	0	Dentro da bolsa

92	OK	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:00	11:28:35	6	2	1	1	Dentro da bolsa
93	OK	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:27	11:29:02	6	2	0	0	Bolso da frente da calça
94	OK	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:03	11:28:52	6	2	1	0	Dentro da bolsa
95	OK	Nicolle	F	3	11:10	6	2	11:15:15	11:28:55	6	2	1	0	Dentro da mochila
96	E1	Nicolle	M	3	11:10	6	2	11:29:08	11:29:09	-	2	-	0	Bolso da frente da calça
97	NL	Mariana	F	1	06:50	6	2			x	x	x	x	Bolso de trás da calça
98	E2	Mariana	-	1	06:50	6	2	06:54:22	06:54:23	6	-	0	-	Bolso da camisa
99	NL	Mariana	-	1	06:50	6	2			x	x	x	x	Bolso de trás da calça
100														
101	E2	Mariana	F	7	13:30	2	6	12:15:02	13:38:29	2	-	1	-	Dentro da bolsa
102	OK	Mariana	F	7	13:30	2	6	13:38:15	13:58:07	2	6	1	0	Dentro da mochila
103	OK	Mariana	M	7	13:30	2	6	13:38:22	13:58:16	2	6	1	0	Bolso da frente da calça
104	ND					x	x			x	x	-	-	
105	ND					x	x			x	x	-	-	
106	ND					x	x			x	x	-	-	
107	OK	Mariana	M	1	06:50	6	2	06:54:35	07:34:45	6	2	0	0	Dentro da mochila
108	OK	Mariana	F	1	06:50	6	1	06:55:31	07:05:37	6	1	1	0	Dentro da bolsa
109	NL	Mariana	F	1	06:50	6	2			x	x	x	x	Dentro da mochila
110	OK	Mariana	F	1	06:50	6	2	06:54:48	07:35:12	6	2	1	0	Dentro da mochila
111	E1	Mariana	M	1	06:50	6	2	07:34:36	07:34:36	-	2	-	0	Bolso da frente da calça
112	OK	Mariana	M	1	06:50	6	2	06:54:39	07:34:54	6	2	1	0	Dentro da mochila
113	OK	Mariana	M	1	06:50	6	2	06:54:36	07:35:03	6	2	0	0	Bolso da frente da calça
114	OK	Mariana	F	1	06:50	6	2	06:54:47	07:35:21	6	2	1	0	Bolso da frente da calça
115	OK	Mariana	F	1	06:50	6	2	06:54:13	07:34:46	6	2	0	0	Bolso jaqueta, agasalho ou casaco

116	E2	Mariana	F	1	06:50	6	2	06:54:11	06:55:10	6	-	0	-	Dentro da mochila
117	NL	Mariana	F	1	06:50	6	2			x	x	x	x	Dentro da bolsa
118	OK	Mariana	F	3	11:00	1	6	11:04:13	11:15:08	1	6	1	1	Dentro da bolsa
119	OK	Mariana	F	3	11:00	1	6	11:04:41	11:15:09	1	6	1	1	Dentro da mochila
120	OK	Mariana	M	4	11:50	6	1	11:46:04	11:58:15	6	1	1	0	Bolso de trás da calça

ANEXOS

ANEXO A - DADOS DA BILHETAGEM ELETRÔNICA DO VOLUME DE PASSAGEIROS PARA OS VEÍCULOS DA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO) PARA OS DIAS 11 E 12 DE SETEMBRO DE 2014.....	160
ANEXO B - DADOS DA BILHETAGEM ELETRÔNICA DO VOLUME DE PASSAGEIROS PARA OS VEÍCULOS DA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO) PARA OS DIAS 09 E 10 DE OUTUBRO DE 2014.....	161

ANEXO A - DADOS DA BILHETAGEM ELETRÔNICA DO VOLUME DE PASSAGEIROS PARA OS VEÍCULOS DA LINHA CIRCULAR CENTRO (HORÁRIO) PARA OS DIAS 11 E 12 DE SETEMBRO DE 2014

Empresa: 001 - Marechal

Linha: Circular Centro

Sentido: Horário

Período: 11 a 12/09/2014

Veículo: AN996				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
11/09/2014 06:08	11/09/2014 11:37	3823	3890	6	23	0	38	67
11/09/2014 11:37	11/09/2014 13:16	3890	3916	0	15	2	9	26
11/09/2014 13:16	11/09/2014 19:40	3916	3998	7	22	2	51	82
12/09/2014 06:06	12/09/2014 11:10	3998	4060	2	24	0	36	62
12/09/2014 11:10	12/09/2014 13:15	4060	4090	4	6	1	19	30
12/09/2014 13:16	12/09/2014 19:43	4090	4175	7	27	1	50	85
Total do Veículo: AN996				26	117	6	203	352

Veículo: AN997				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
11/09/2014 06:11	11/09/2014 11:23	4142	4198	1	19	0	36	56
11/09/2014 11:23	11/09/2014 14:13	4198	4249	4	8	1	38	51
11/09/2014 14:13	11/09/2014 19:34	4249	4316	9	23	0	35	67
12/09/2014 06:15	12/09/2014 11:28	4316	4373	3	30	0	24	57
12/09/2014 11:28	12/09/2014 14:13	4373	4434	3	15	0	43	61
12/09/2014 14:13	12/09/2014 19:36	4434	4481	1	18	1	27	47
Total do Veículo: AN997				21	113	2	203	339

Veículo: AN998				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
11/09/2014 06:27	11/09/2014 11:52	4135	4219	7	26	0	51	84
11/09/2014 11:52	11/09/2014 13:23	4219	4247	4	5	0	19	28
11/09/2014 13:24	11/09/2014 19:33	4247	4351	4	28	0	72	104
12/09/2014 06:19	12/09/2014 11:49	4351	4406	3	14	0	38	55
12/09/2014 11:49	12/09/2014 13:27	4406	4443	6	11	0	20	37
12/09/2014 13:27	12/09/2014 19:22	4443	4557	8	45	1	60	114
Total do Veículo: AN998				32	129	1	260	422

**ANEXO B - DADOS DA BILHETAGEM ELETRÔNICA DO VOLUME DE
PASSAGEIROS PARA OS VEÍCULOS DA LINHA CIRCULAR CENTRO
(HORÁRIO) PARA OS DIAS 09 E 10 DE OUTUBRO DE 2014**

Empresa: 001 - Marechal
Linha: Circular Centro
Sentido: Horário
Período: 09 a 10/10/2014

Veículo: AN996				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
09/10/2014 06:04	09/10/2014 11:09	6586	6646	4	23	0	33	60
09/10/2014 11:10	09/10/2014 13:16	6646	6689	6	10	0	27	43
09/10/2014 13:17	09/10/2014 19:44	6689	6768	6	19	0	54	79
10/10/2014 05:47	10/10/2014 11:05	6768	6847	8	33	0	38	79
10/10/2014 11:05	10/10/2014 13:16	6847	6877	2	10	0	18	30
10/10/2014 13:17	10/10/2014 19:44	6877	6936	2	16	0	41	59
Total do Veículo: AN996				28	111	0	211	350

Veículo: AN997				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
10/10/2014 06:08	10/10/2014 11:27	7282	7327	4	16	0	25	45
10/10/2014 11:27	10/10/2014 14:17	7327	7392	9	13	1	42	65
10/10/2014 14:17	12/10/2014 05:16	7392	7481	11	29	1	48	89
Total do Veículo: AN997				24	58	2	115	199

Veículo: AN998				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
09/10/2014 06:19	09/10/2014 11:49	7338	7399	5	21	0	35	61
09/10/2014 11:49	09/10/2014 13:29	7399	7431	3	7	0	22	32
09/10/2014 13:30	09/10/2014 19:22	7431	7515	7	27	2	48	84
10/10/2014 06:24	10/10/2014 11:53	7515	7595	3	28	2	47	80
10/10/2014 11:54	10/10/2014 13:34	7595	7631	1	9	3	23	36
10/10/2014 13:34	10/10/2014 19:25	7631	7718	3	27	1	56	87
Total do Veículo: AN998				22	119	8	231	380

Veículo: AN999				Cartão Utilizado				Total
Data		Catraca		Usuário		Estudante	Isento	
Inicial	Final	Inicial	Final	Crédito Comum	Vale Transporte			
09/10/2014 06:00	09/10/2014 11:24	5605	5657	4	18	0	30	52
09/10/2014 11:24	09/10/2014 14:22	5657	5715	1	14	2	41	58
09/10/2014 14:22	09/10/2014 19:35	5715	5783	2	22	1	43	68
Total do Veículo: AN999				7	54	3	114	178