



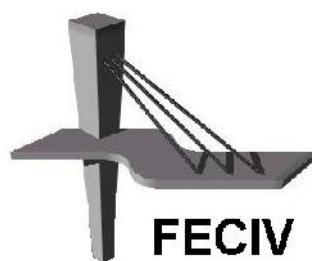
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE  
TRANSPORTE COLETIVO PÚBLICO PARA A  
COMUNIDADE ACADÊMICA DA UFU DO  
CAMPUS EM MONTE CARMELO (MG)**

**CARLA FERREIRA SILVA**

**UBERLÂNDIA, 28 de Julho de 2017**



**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**



**Carla Ferreira Silva**

**PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE  
TRANSPORTE COLETIVO PÚBLICO PARA A  
COMUNIDADE ACADÊMICA DA UFU DO CAMPUS EM  
MONTE CARMELO (MG)**

Defesa apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camilla Miguel Carrara Lazzarini**

Uberlândia, (28 de Julho de 2017)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S586p  
2017

Silva, Carla Ferreira, 1992-

Proposta de otimização do sistema de transporte coletivo público para a comunidade acadêmica da UFU do campus em Monte Carmelo (MG) / Carla Ferreira Silva. - 2017.

122 f. : il.

Orientadora: Camilla Miguel Carrara Lazzarini.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2017.57>

Inclui bibliografia.

1. Engenharia civil - Teses. 2. Transportes coletivos - Monte Carmelo (MG) - Teses. 3. Mobilidade urbana - Monte Carmelo (MG) - Teses. 4. Estudantes universitários - Mobilidade - Teses. I. Lazzarini, Camilla Miguel Carrara. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.



## ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEc

ATA Nº: 186/2017

**CANDIDATO:** Carla Ferreira Silva

**Nº. Matrícula:** 11522ECV003

**ORIENTADOR:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camilla Miguel Carrara Lazzarini

**TÍTULO:** "Proposta de otimização do sistema de transporte coletivo público para a comunidade acadêmica da UFU do Campus em Montes Carmelo (MG)".

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Engenharia Urbana, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

**LINHA DE PESQUISA:** Planejamento e Infraestrutura Urbana e de Transporte

**PROJETO DE PESQUISA:** Logística

**DATA DA DEFESA:** 28 de julho de 2017

**LOCAL:** Sala de Projeções Prof. Celso Franco de Gouveia, bloco 1Y.

**HORÁRIO INÍCIO/TÉRMINO:** 09:05 horas / 10:50 horas

Reuniu-se na **Sala de Projeções Prof. Celso Franco de Gouveia, bloco 1Y - Campus Santa Mônica** da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do PPGEc, assim composta: Professores Doutores: **Luciany Oliveira Seabra – FECIV/UFU; Daniel Anijar de Matos – FAENG/UFMS e Camilla Miguel Carrara Lazzarini** orientadora da candidata. Ressalta-se que o **Prof. Dr. Daniel Anijar de Matos** participou da defesa por meio de vídeo conferência desde a cidade de Campo Grande (MS) e os demais membros da banca e a aluna participaram in loco.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camilla Miguel Carrara Lazzarini** apresentou a Comissão Examinadora e concedeu à discente a palavra para a exposição do trabalho. A seguir, a senhora presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais. Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou a candidata aprovada. Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU. Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos e foi lavrada a presente ata que após lida e aprovada foi assinada pela Banca Examinadora.

Camilla Miguel Carrara Lazzarini

Professor Orientador: **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camilla Miguel Carrara Lazzarini – FECIV/UFU**

Daniel Anijar de Matos

Membro externo: **Prof. Dr. Daniel Anijar de Matos – FAENG/UFMS**

L. Seabra

Membro interno: **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciany Oliveira Seabra – FECIV/UFU**

Uberlândia, 28 de julho de 2017.

# EPÍGRAFE

---

" Não importa quão estreito o portão, quão repleta de castigo seja a sentença, eu sou o senhor de meu destino eu sou o capitão de minha alma" - Invictus, William Ernest Henley.

# AGRADECIMENTOS

---

Agradeço primeiramente ao meu grandioso Deus por me proporcionar grandes realizações em minha vida.

À minha mãe Augusta Maria que foi meu exemplo e inspiração para seguir a carreira acadêmica e ao meu pai Orlando José pelo carinho e amor incondicional, obrigada por me incentivarem os meus estudos;

Ao meu irmão Rafael Camilo por estar ao meu lado me apoiando sempre;

À minha orientadora Camilla Miguel por me auxiliar durante toda a pesquisa me passando todo conhecimento, e por todo apoio durante o mestrado;

Ao meu professor Sorratini por toda a sabedoria repassada; Aos professores Daniel e Luciany, suas contribuições na banca foram essenciais para o trabalho;

Aos meus tios Rogério e Fátima Ferreira por todo incentivo durante a pesquisa, pelas correções e por todo apoio, e também à toda a minha família que sempre acreditou em mim.

Às minhas “migs” por estarem sempre ao meu lado;

Aos meus amigos Mary, Gabriel e Régis por me ajudarem na pesquisa em campo e aos meus colegas da PPGEC;

À CAPES, pela disponibilização da bolsa de auxílio durante esses meses, promovendo o apoio financeiro para concluir a pesquisa.

Silva, C. F. Proposta de otimização do sistema de transporte coletivo público para a comunidade acadêmica da UFU do campus em Monte Carmelo (MG). 122 p. Qualificação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

## RESUMO

---

O transporte coletivo público, cuja principal função é promover a mobilidade das pessoas e integrar os diversos espaços urbanos, exerce um papel importante na sociedade. A cidade de Monte Carmelo (MG) está se desenvolvendo cada vez mais, principalmente com a instalação do campus avançado da Universidade Federal de Uberlândia, necessitando assim, de um transporte público eficaz, para a melhor locomoção das pessoas. Os que mais sofrem com o precário transporte público é a comunidade acadêmica da UFU, pois o campus UFU- Monte Carmelo está descentralizado em três unidades, distantes entre si, ou seja, localizadas em bairros distintos, e consequentemente, os estudantes têm que percorrer grandes distâncias para realizar suas atividades acadêmicas e existem apenas dois veículos designados para realizarem este transporte. Objetiva-se, com este trabalho, propor um sistema de transporte público coletivo integrado e otimizado para melhor atender a comunidade acadêmica da UFU na cidade de Monte Carmelo. De forma a alcançar objetivo proposto, utilizou-se as pesquisas de opinião e embarque/desembarque de modo a verificar a atual situação do transporte público. Observou-se que as principais deficiências do transporte foram as lotações em horários de pico, pequeno número de veículos para realizarem o transporte, comportamento dos operadores e pontos de parada dos veículos irregulares, comprometendo a segurança dos passageiros. Após esta etapa alocou-se os endereços dos universitários no mapa do programa computacional TransCAD com intuito de analisar a distância percorrida por estes até os pontos de parada da rota atual. Verificou-se que, em um raio de 400 metros, o atual transporte público abrange 60,04% dos universitários e 55,97% das residências, também utilizou-se o programa para simular as rotas atuais e propostas.

**Palavras-chave:** Transporte coletivo por ônibus; Campus UFU- Monte Carmelo; Roteirização de veículos; Otimização; TransCAD.

Silva, J. P. Optimization proposal of public transit system for the academic community of the UFU campus in Monte Carmelo (MG). 122 p. MSc Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2017.

## ABSTRACT

---

Public transit, whose main function is to promote the mobility of people and to integrate the various urban spaces, exercises an important role in society. The city of Monte Carmelo (MG) is developing increasingly, mainly because of the advanced campus of the Federal University of Uberlândia, thus requiring an efficient public transportation for the better displacement of people. The UFU-Monte Carmelo campus is decentralized in three units, distant from each other, that is, located in different regions, and consequently, students have to go through large distances to accomplish their academic activities and there are only two vehicles designated to do this transport. The objective of this work is to propose an integrated public transit system optimized to suit better the academic community of UFU in the city of Monte Carmelo. In order to reach the proposed objective, opinion and boarding/landing researches were used in order to verify the current situation of public transit. It was observed that the main shortcomings of the transport were the peak times, the small number of vehicles to do the transport, the behavior of the operators and the irregular stopping points of the vehicles, compromising the safety of the passengers. After this assignment, the addresses of the university students were allocated on the map of the TransCAD computer program in order to analyze the distance traveled by them to the stop points of the current route. It was verified that, in a radius of 400 meters, the current public transit covers 60,04% of the university students and 55.97% of the residences, also the program was used to simulate the current and proposed routes.

Keywords: Transit by bus; Campus UFU - Monte Carmelo; Vehicles routing; Optimization; TransCAD.

# LISTA DE SIGLAS ABREVIATURAS

---

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANTP- Associação Nacional de Transportes Públicos  
DENATRAN- Departamento Nacional de Trânsito  
DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
CET- Companhia de Engenharia de Tráfego  
NTU- Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos  
O/D- Origem/Destino  
SIG- Sistema de Informações Geográficas  
TCRP- Transit Cooperative Research Program  
TCU- Transporte Coletivo Urbano  
UFU- Universidade Federal de Uberlândia

# LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 (A, B e C) - Espaço ocupado por diferentes modos de transportes .....	21
Figura 2 - Fatores que atuam nas funções do abrigo de ônibus.....	31
Figura 3 - Identificação visual frontal do destino e número da linha no veículo .....	33
Figura 4 - Delimitação da área em análise e principais componentes .....	34
Figura 5 - Modo como foram realizadas as pesquisas .....	40
Figura 6 - Modelos de 4 etapas aplicado à pesquisa.....	47
Figura 7 - Formas de representação de dados espaciais.....	49
Figura 8 - Ferramenta <i>Routing Logistics</i> .....	51
Figura 9 - Dados de entrada para o depósito .....	52
Figura 10 - Dados de entrada para os pontos de parada.....	52
Figura 11 - Dados de entrada para a matriz de roteirização .....	53
Figura 12 - Caixa de ferramentas para criação da matriz de veículos .....	54
Figura 13 - Saída de dados do programa- Itinerário .....	55
Figura 14 - Saída de dados do programa- Tabela de rotas.....	55
Figura 15 - Localização da cidade de Monte Carmelo .....	58
Figura 16 - Localização das unidades UFU e distância entre unidades.....	61
Figura 17 (A, B e C) - Sexo dos entrevistados .....	62
Figura 18 (A, B e C) - Idade dos entrevistados .....	63
Figura 19 (A, B e C) - Frequência de uso do transporte público.....	63
Figura 20 - Resultado do fator comportamento dos operadores.....	65
Figura 21 - Intercampi- Percurso unidade Vila Nova/Araras.....	66
Figura 22 - Intercampi- Percurso unidade Araras/Vila Nova.....	66
Figura 23 - Percurso 050- Rota Vermelha .....	67
Figura 24 - Percurso 050- Rota Vermelha .....	67
Figura 25 - Resultado do fator confiabilidade .....	68
Figura 26 - Resultado do fator segurança.....	70
Figura 27 - Resultado do fator estado das vias .....	70
Figura 28 - Trecho não pavimentado entre LMG-746 e o campus principal .....	71
Figura 29 - Trecho não pavimentado .....	71

Figura 30 - Trecho não pavimentado próximo ao campus principal .....	72
Figura 31- Resultado do fator características dos veículos .....	72
Figura 32 - Foto do modelo de veículo utilizado na linha Intercampi.....	73
Figura 33 - Foto do interior dos veículos .....	73
Figura 34 - Foto do modelo de veículo utilizado na linha 050.....	73
Figura 35 - Resultado do fator características dos locais de parada .....	74
Figura 36 - Resultado do fator sistema de informações aos usuários .....	75
Figura 37 - Resultado do fator frequência de atendimento .....	76
Figura 38 - Resultado acessibilidade .....	77
Figura 39 - Caixa de ferramenta para criação de bandas de 400 metros com o TransCAD ....	78
Figura 40 - Abrangência dos pontos da rota Intercampi .....	78
Figura 41 - Abrangência dos pontos da rota 050.....	79
Figura 42 - Resultado do fator lotação.....	80
Figura 43 - Lotação de esmagamento em veículo .....	89
Figura 44 - Dados de entrada para o depósito .....	92
Figura 45 - Dados de entrada para os pontos de parada dos veículos.....	92
Figura 46 - Dados de entrada para as ruas .....	93
Figura 47 - Rota Intercampi .....	94
Figura 48 - Rota 050 (Linha Vermelha).....	95
Figura 49 - Rota 050 (Linha Azul) .....	96
Figura 50 - Rota 050 (Linha Amarela).....	97
Figura 51 - Nova Rota.....	98
Figura 52 - Acessibilidade da nova rota.....	99

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 - Medidas de avaliação de qualidade em transporte coletivo urbano .....	24
Tabela 2 - Áreas de interesse por grupo interessado.....	25
Tabela 3 - Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus .....	26
Tabela 4 - Tamanho de amostra recomendada para estudos com entrevistas domiciliares ....	38
Tabela 5 - Fatores que influenciam na escolha modal .....	45
Tabela 6 - Origem das viagens universitárias.....	60
Tabela 7 - Nível de Serviço para o transporte público por ônibus .....	80
Tabela 8 - Resultado sobe/desce- Intercampi.....	81
Tabela 9 - Resultado sobe/desce- 050.....	83
Tabela 10 - Itinerário Intercampi.....	93
Tabela 11 - Itinerário 050 (Linha Vermelha) .....	94
Tabela 12 - Itinerário 050 (Linha Azul).....	95
Tabela 13 - Itinerário 050 (Rota linha Amarela) .....	96
Tabela 14 - Itinerário Nova Rota.....	98
Tabela 15 - Comparação de Rotas .....	99

# SUMÁRIO

---

<b>CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS .....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
<b>CAPÍTULO 2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>20</b>
2.1 TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS .....	20
2.2 QUALIDADE DO TRANSPORTE COLETIVO.....	23
2.2.1 Acessibilidade.....	27
2.2.2 Frequência de atendimento.....	28
2.2.3 Tempo de viagem .....	28
2.2.4 Lotação.....	29
2.2.5 Confiabilidade .....	29
2.2.6 Segurança .....	30
2.2.7 Características dos veículos .....	30
2.2.8 Características dos locais de parada .....	30
2.2.9 Sistema de informações .....	32
2.2.10 Comportamento dos operadores .....	33
2.2.11 Estado das vias.....	33
2.4 PESQUISAS NO TRANSPORTE COLETIVO URBANO.....	34
2.4.1 Pesquisas de demanda.....	35
2.4.2 Pesquisas de origem/destino .....	36
2.4.3 PESQUISAS DE OPINIÃO .....	39
2.5 PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES .....	41
2.5.1 Geração de Viagens.....	42
2.5.2 Distribuição de Viagens.....	44
2.5.3 Divisão Modal.....	44
2.5.4 Alocação de Tráfego .....	46
2.6 SIG APLICADO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES .....	47
2.6.1 TransCAD .....	49
2.6.2 Roteirização com o TransCAD .....	50
<b>CAPÍTULO 3- METODOLOGIA.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 4- ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>58</b>
3.1 VEÍCULOS E ROTAS .....	59
3.2 ORIGEM/ DESTINO DOS UNIVERSITÁRIOS.....	60
3.3 PESQUISAS NO TRANSPORTE PÚBLICO.....	62
3.3.1 Pesquisa de Opinião.....	62
3.3.2 Pesquisa Embarque/ Desembarque .....	64
3.4 QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO .....	64
3.4.1 Comportamento dos operadores .....	64

3.4.2 Confiabilidade .....	68
3.4.3 Segurança .....	69
3.4.4 Estado das vias.....	70
3.4.5 Características dos veículos .....	72
3.4.6 Características dos locais de parada .....	74
3.4.7 Sistema de informações .....	75
3.4.8 Frequência de atendimento e tempo de viagem .....	76
3.4.9 Acessibilidade.....	77
3.4.10 Lotação .....	79
<b>CAPÍTULO 5- SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS .....</b>	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO 6- CONCLUSÃO .....</b>	<b>101</b>
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	102
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>119</b>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

À medida que a cidade se desenvolve, há um aumento da necessidade de locomoção das pessoas. O transporte e a mobilidade urbana são elementos essenciais para a vida e o desenvolvimento das cidades brasileiras.

As pessoas utilizam o transporte como locomoção para seu local de trabalho, estudo ou simplesmente por lazer e buscam nele meios que atendam aos objetivos de conforto, segurança e rapidez. A escolha do modo de locomoção mais apropriado se dá conforme o transporte que melhor atenda às necessidades das pessoas, levando-se em conta a situação econômico-financeira.

Um sistema de transporte público coletivo adequado, em boas condições de operação, contribui para o aumento de usuários do sistema. Este fator influí diretamente no desenvolvimento econômico da sociedade e, consequentemente, na qualidade de vida de uma população.

O transporte coletivo urbano é de extrema importância para a sociedade, tendo como principais funções integrar e promover o desenvolvimento econômico dos diversos espaços urbanos, promover o deslocamento das pessoas, reduzir congestionamentos, acidentes envolvendo veículos, poluição ambiental, estresses no trânsito e assim, promover o aumento da qualidade de vida da sociedade. Diante desses parâmetros, um investimento adequado nesse modo de locomoção possibilita que toda a população se beneficie com o transporte público, até os investidores que, na maioria das vezes, é o governo.

Segundo Ferraz (1990), o sistema de transporte público é essencial para auxiliar e garantir uma melhor distribuição de deslocamentos para a população mais idosa ou para os menores de idade, para os deficientes físicos e também para a população de baixa renda que não tem modo de locomoção próprio devido ao escasso recurso financeiro. Sendo assim, transporte coletivo é

considerado um importante instrumento de combate à pobreza urbana e de promoção da inclusão social.

Em audiência pública, o presidente executivo da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), Otávio Vieira da Cunha, afirmou que 75% das vias são ocupadas por veículos individuais e contribuem para locomoção de somente 20% dos usuários, por outro lado, o transporte público ocupa apenas 20% do espaço contribuindo com o deslocamento de 70% da população. No horário de pico a situação se agrava, de acordo com o presidente da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), Ailton Brasiliense Pires, a ocupação do espaço chega à 78% dos veículos particulares e 8% dos coletivos (Câmara dos deputados, 2016).

Ainda para NTU (2016), milhões de passageiros abandonaram o sistema de transporte público no decorrer dos anos, onde a média de pessoas transportadas a cada 30 dias caiu de 382,3 milhões para 347,9 milhões, sendo que na prática são 3,22 usuários pagantes perdidos por dia. A queda de usuários vem acontecendo ao longo da última década, onde foram perdidos 30% da demanda, sendo que somente no período entre 2014 e 2015 a queda foi de 9%.

Para promover um aumento da utilização do transporte público faz-se necessário que o sistema oferte um bom serviço aos usuários, composto por uma infraestrutura adequada e veículos em bom estado de conservação. São aspectos fundamentais para a operação dos ônibus as rotas adequadas, pontualidade no cumprimento do serviço, frequência dos veículos ao longo da linha, entre outros serviços. Necessita-se também da cooperação da administração pública oferecendo vias bem projetadas e em bom estado de conservação (PEREIRA, 2001).

A presente pesquisa foi realizada na cidade de Monte Carmelo, Minas Gerais, um município que está em desenvolvimento principalmente devido à instalação do Campus avançado da Universidade Federal de Uberlândia, onde analisou-se o sistema de transporte coletivo público atual, com embasamento em pesquisas de opinião e de campo, ofertado à comunidade acadêmica, composta por discentes, docentes e técnicos da universidade, sendo que a maior parte dos usuários do transporte é composto pelos estudantes universitários.

Com esta pesquisa verificou-se as falhas do transporte e sugerindo melhorias no serviço, como, por exemplo, novas rotas e horários, na busca de proporcionar um melhor deslocamento aos usuários até a faculdade e incentivar o uso deste modo.

Verifica-se que, apesar dos ônibus serem ofertados à toda comunidade acadêmica UFU-Campus Monte Carmelo, ou seja, discentes, docentes e técnicos administrativos e toda a população que tem como destino a universidade para fazerem uso de sua infraestrutura pública, os discentes são a maioria que utiliza esse serviço. Sendo assim, como o intuito de facilitar a escrita, utilizar-se-á apenas universitários para designar toda a comunidade acadêmica UFU-Campus Monte Carmelo.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é analisar e propor melhorias para o sistema de transporte público da comunidade acadêmica da UFU- Campus Monte Carmelo (MG), utilizando-se de informações obtidas nas pesquisas em campo e simulações das rotas atuais e propostas através da roteirização de veículos com o auxílio do programa computacional TransCAD, para assim obter uma otimização do atual serviço prestado.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Verificar a atual situação do transporte coletivo da cidade, coletando-se informações e dados das rotas junto à prefeitura e através de pesquisas em campo;
- Verificar a acessibilidade das rotas através da criação de bandas de 400 metros com auxílio da ferramenta *Bands* do programa computacional TransCAD.
- Modelar e simular cenários atuais e futuros propondo-se novos pontos de paradas com a utilização das ferramentas *Routing Logistics* (Logística de roteirização) e *Shortest Path* (caminho mínimo);
- Propor um novo serviço mais eficaz, otimizando as rotas do transporte coletivo para a comunidade acadêmica UFU- Monte Carmelo, utilizando-se dos resultados desta pesquisa.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Todo cidadão possui a necessidade de locomoção diária para diversas finalidades como, por exemplo, para o seu trabalho, estudo, saúde e lazer, e possui o direito de ir e vir. O crescimento populacional no Brasil é acompanhado pelo aumento da frota de veículos. Muitas cidades não possuem vias com infraestrutura adequada para receber um número elevado de veículos. O aumento do número de automóveis nas vias desencadeia problemas para a população com aglomerações, congestionamentos de veículos, poluições sonoras e ambientais, diminuindo a qualidade de vida das pessoas (SOLON, 2012).

Para Ferraz e Torres (2004), o planejamento e a gestão adequados do sistema de transporte público, por parte das prefeituras, são atividades fundamentais para obter a qualidade e eficácia nesse tipo de transporte e nas atividades urbanas. Um sistema de transporte por ônibus integrado e de qualidade, que oferece aos usuários comodidade, rapidez e segurança com veículos em bom estado de conservação e rotas bem planejadas contribui para o aumento do desenvolvimento econômico da região e também para a melhoraria da qualidade de vida da população.

O transporte público da cidade de Monte Carmelo vem sofrendo nos últimos anos uma queda na sua qualidade de serviço, pois existem poucos veículos e rotas para realizar o transporte. Com a divisão do Campus UFU em três unidades distantes entre si, observa-se uma maior dificuldade de deslocamento entre as mesmas, devido à grande distância que separa as unidades. Isto faz com que a comunidade acadêmica dependa do transporte coletivo para chegar aos seus destinos, aumentando a lotação dos veículos.

As unidades da UFU do Campus Monte Carmelo são denominadas Vila Nova (Unidade central do campus na cidade, localizada no antigo prédio do SESI), Centro (localizada na antiga Superintendência de Ensino de Monte Carmelo) e Araras (Localizada na LMG 746, novo prédio construído). As distâncias entre as Unidades Vila Nova/Centro e Centro/Araras são de 1,5 e 3,7 km, respectivamente, totalizando 5,2 km.

As lotações frequentes dos veículos acabam ocasionando atrasos por parte dos usuários do sistema de transporte, fazendo com que estes tenham que buscar outros meios de locomoção. Outro problema relatado é a falta de organização do transporte público, sendo que os veículos

realizam embarque e desembarque de passageiros em pontos de parada em locais inadequados, sem nenhuma sinalização e espaço destinado à embarque e desembarque, comprometendo a segurança dos passageiros e ocasionando acidentes.

As escolhas das atuais rotas e pontos de parada da cidade para definição do sistema de transporte não teve estudo técnico para seu embasamento, ou seja, partiu-se de suposições. Assim, este trabalho busca critérios técnicos para avaliar e analisar o sistema de transporte da comunidade acadêmica da UFU do Campus em Monte Carmelo (MG) de forma a propor um sistema de transporte otimizado e mais seguro aos seus usuários. Um serviço de melhor qualidade trará grandes benefícios para a comunidade, que não necessitará de um transporte privado para locomoção.

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho é constituído por seis capítulos, assim organizados:

- Capítulo 1 - Introdução: Apresenta uma introdução da pesquisa, assim como, os objetivos e a justificativa.
- Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica: Contém uma revisão bibliográfica com os principais tópicos abordados no trabalho.
- Capítulo 3 – Metodologia: Mostra os métodos de pesquisas utilizados neste trabalho.
- Capítulo 3 - Estudo de Caso: Relata como se realizou as pesquisas em campo e os resultados obtidos nas mesmas.
- Capítulo 5 - Simulação de Cenários: Demonstra a otimização do transporte utilizando o programa computacional TransCAD para a simulação de rotas atuais e proposta, propondo um novo serviço para a cidade.
- Capítulo 6 – Conclusões: Expõe os principais resultados obtidos na pesquisa e a importância do trabalho.

# CAPÍTULO 2

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS

Segundo a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU, 2004), veículo para transporte coletivo é um instrumento utilizado para realizar o transporte de pessoas entre dois pontos da cidade, geralmente, com capacidade maior que nove pessoas. A operação de uma rede de transporte coletivo é realizada por diversos tipos de veículos. Os veículos sobre pneus mais comuns utilizados em sistemas de transporte coletivo são:

- Peruas ou Vans - capacidade até 15 passageiros;
- Microônibus - capacidade até 35 passageiros;
- Ônibus convencional - capacidade até 75 passageiros;
- Ônibus Padron - capacidade até 90 passageiros;
- Ônibus articulado - capacidade até 130 passageiros;
- Ônibus biarticulado - capacidade até 160 passageiros;

O transporte coletivo é definido como o transporte de passageiros realizado com horários e itinerários pré-definidos, perante o sistema de remuneração pelo pagamento da tarifa ou financiado pelo poder público. Seu sistema abrange um conjunto de pontos e rotas, infraestrutura e equipamentos que viabilizam o serviço público de transporte coletivo urbano.

Este tipo de transporte é parte essencial de uma cidade, pois permite o deslocamento de várias pessoas simultaneamente, ocupando menos espaço nas vias do que outros modos de transporte. Sendo assim, essa modalidade contribui diretamente para redução de congestionamentos, de acidentes nas vias, da poluição ambiental e sonora e com o aumento da qualidade de vida da população. Na Figura 1 é mostrado o espaço ocupado por transporte por ônibus (A), a pé (B) e por veículo individual (C), considerando o deslocamento do mesmo número de pessoas:

Figura 1 (A, B e C) - Espaço ocupado por diferentes modos de transportes



Fonte: FETRANSPOR, 2014.

A NBR 14022 descreve que os elementos do sistema de transporte coletivo envolvem os veículos, terminais, pontos de parada (ou abrigos de ônibus), mobiliário e equipamentos urbanos, dispositivos para transposição de fronteira e dispositivos de comunicação e sinalização (ABNT, 2009).

Segundo Santos (2014), o ônibus é, provavelmente, o modo de transporte mais popularizado do mundo, devido à sua flexibilidade de rotas, a sua capacidade de adaptar-se a diferentes demandas e ao uso de tecnologia simples, além do baixo custo de sua implementação e operação do sistema comparado aos outros modos de transporte. Santos (2014) ainda cita os fatores que fazem com que o ônibus se sobressaia:

- Requer menor investimento inicial comparado com os veículos sobre trilhos;
- É um meio essencial por natureza;
- Flexibilidade na mudança de itinerários e expansão de trajetos;
- Rapidez de implementação;
- Pode transportar demandas elevadas e atingir altas velocidades, desde que se estabeleça prioridade no fluxo de veículos;
- Valor de revenda alto;
- Ser operado na maioria dos casos por empresas privadas e apenas ser regulamentado por órgãos públicos e/ou privados.

A priorização do transporte público coletivo por ônibus pode ser considerada a mais importante ação para superar a crise da mobilidade urbana (NTU, 2013). Algumas das alternativas de priorização são: implantação de faixas exclusivas, corredores com linhas alimentadores e sinalização preferencial.

Apesar de todas as vantagens do transporte coletivo por ônibus para as cidades, muitos passageiros ainda optam pela escolha do transporte privado para realizarem suas viagens. Vasconcellos (2009), cita quatro visões convencionais que fazem com que as pessoas escolham o automóvel privado como meio de locomoção:

1. O carro é símbolo de poder, *status* e riqueza;
2. Liberdade (circulação livre e desimpedida, na velocidade escolhida) e privacidade (sem limites de destino);
3. Ideias de juventude, confiança própria e prazer pessoal;
4. Utilidade do automóvel como uma tecnologia que permite uma mobilidade sem precedentes na história dos transportes e a maior capacidade de conexão possível das viagens em sequência.

Ferraz e Torres (2004) consideram que os motivos para as pessoas escolherem o veículo privado como modo de locomoção são a liberdade de escolha de rota e horários (viagem porta a porta), a possibilidade de transporte maior de carga, a maior privacidade e conforto (deslocamento com comodidade em condições de calor, frio, chuva) e devido ao carro ser símbolo de *status* social. Porém, apesar destas vantagens para o usuário, o uso do transporte privado necessita-se de investimento (compra do veículo, seguro e impostos), pagamento de pedágios e despesas com estacionamentos, além dos riscos de acidentes e roubos, necessidade de dirigir (ter a permissão, estresses com congestionamentos) e alto custo de combustível.

Por outro lado, o transporte público traz maiores vantagens coletivas, ou seja, abrange toda a sociedade pois o uso deste modo diminui os congestionamentos e reduz a poluição ambiental, além dos outros benefícios já citados. Para promover então o uso deste meio é extremamente necessário o investimento adequado e, assim, mitigar os seus principais problemas como rigidez nos horários, baixa frequência, segurança e melhor conforto na espera.

## 2.2 QUALIDADE DO TRANSPORTE COLETIVO

A qualidade de serviço do transporte pode ser entendida como a avaliação do serviço do transporte coletivo, partindo do ponto de vista dos usuários do serviço. É necessário o uso de pesquisas eficazes trazendo uma abordagem diferente da avaliação de serviços que é usada historicamente pela indústria de trânsito, que mede somente os aspectos comerciais do serviço do transporte coletivo, sendo necessário avaliar a quantidade de passageiros, a relação custo-benefício e a produtividade (TCRP, 2013).

As medidas de qualidade do serviço de transporte coletivo ajudam as agências de trânsito a entender melhor seus padrões de número de passageiros e ajudá-los a planejar seu serviço para fornecer a melhor qualidade de serviço possível ao maior número de clientes potenciais dentro dos limites de seu orçamento (ANTP, 1995). Aperfeiçoar a qualidade do serviço oferecido pelo transporte coletivo tem como objetivo principal, além da competitividade entre as empresas, melhorar a competitividade do transporte público em vista do individual.

Rodrigues (2006) afirma que quando corretamente entendida, a qualidade do serviço de transporte público pode se transformar em uma força altamente efetiva, criando e sustentando vantagem competitiva. Identificando às necessidades dos clientes, sendo que as organizações podem criar estratégias para satisfazê-las e sobressair aos concorrentes

Para Martins (2015), o transporte público é um serviço essencial para todas as cidades, sendo aspecto importante para a qualidade de vida da população e ainda influencia na localização dos serviços e urbanização de áreas. Então, é extremamente necessária uma avaliação contínua da qualidade do transporte público para adequar a oferta às necessidades da população e oferecer um serviço de qualidade.

A qualidade do serviço reflete a percepção que o usuário do transporte coletivo tem do desempenho do sistema e pode ser utilizada para medir a disponibilidade quanto ao conforto e as facilidades oferecidas e, na maioria das vezes, depende de decisões operacionais tomadas num sistema de transporte a respeito dos locais, em que período do dia e das características nas quais o serviço deve ser oferecido (NTU, 2008).

Vários autores definem de maneiras diferentes os indicadores de qualidade de um serviço de transporte público. Rodrigues (2008) fez um comparativo de algumas principais pesquisas com parâmetros de avaliação de qualidade, conforme apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Medidas de avaliação de qualidade em transporte coletivo urbano

Autor(es)	Indicadores
Waismann (1983 apud RODRIGUES 2006, p. 15)	Comparabilidade, cobertura, resposta à necessidade, compreensibilidade, flexibilidade, incentivos para o alcance de melhorias e disponibilidade de dados.
<i>Transit Capacity and Quality of Service Manual</i> (TCRP, 2003)	Frequência, horas de serviço, cobertura do serviço, demanda de passageiros, confiabilidade do serviço, diferença de tempos de viagem entre o automóvel e o ônibus.
Ferraz e Torres (2004)	Acessibilidade, frequência de atendimento, tempo de viagem, lotação, confiabilidade, segurança, características dos veículos, características dos locais de parada, sistema de informação, conectividade, comportamento dos operadores e estado das vias.
Lima Jr. (1995)	Mercados regulamentados ou sem diferenciação de produto, produto intangível, produção e consumo simultâneos, grandes oscilações de demanda, indivisibilidade da oferta, processos e produtos heterogêneos, satisfação com o produto e com o processo, interação com o meio ambiente, rede de processos e parcerias e diferenças tecnológicas.

Fonte: Rodrigues, 2008.

Pode-se verificar que são diversos os fatores para averiguação da qualidade do transporte. Dentre os autores analisados, o Manual de Capacidade e Qualidade de Transporte Coletivo (TCRP, 2003) e Ferraz e Torres (2004), consideram a forma de avaliação da qualidade de maneira semelhante, contendo os mesmos fatores.

Segundo Santos (2014), deve existir constantemente uma avaliação do desempenho do serviço oferecido, buscando sempre um equilíbrio entre a manutenção de uma tarifa reduzida e qualidade no serviço oferecido. Para a obtenção deste equilíbrio é necessário a conciliação dos interesses de três grupos envolvidos, que são:

1. Usuários - São os que utilizam do serviço público para suprir suas necessidades de deslocamento e que se preocupam com a melhoria da qualidade da operação dos serviços. Estes devem manter os veículos sempre em boas condições, conservando-os limpos, e respeitar as normas exigidas (pagamento de tarifas, respeito a acentos preferenciais).
2. Operadores - Encarregam de administrar e fazer funcionar o sistema de transportes, financiamento, aquisição, manutenção, renovação da frota e, assim, comercializá-lo sobre

forma de prestação de serviço público. Suas preocupações estão relacionadas com as variáveis que influenciam os custos e receitas na oferta do serviço.

3. Poder Público – É legalmente responsável pelo transporte público, fazendo o seu planejamento e regulamentação, fiscalizando a execução dos serviços, servindo constantemente como árbitro nos conflitos de interesses entre usuários e operadores.

O Programa de Pesquisa Cooperativa de Transporte Público (*Transit Cooperative Research Program*- TCRP, 2013) considera os grupos interessados como: passageiros, agência operadora, motorista e comunidade, e relaciona as medidas de desempenho de cada área com os indicadores de qualidade, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Áreas de interesse por grupo interessado

Área de interesse		Exemplos de medida de desempenho	
Áreas interessadas	Passageiro	Tempo de viagem automático do Transporte	Tempo de transferência
		Disponibilidade	Cobertura de serviços
		Serviço de entrega	Negações de serviço
			Confiabilidade
		Segurança e proteção	Conforto
			Taxa de acidente de veículos
			Taxa de acidente de passageiros
		Manutenção/ construção	Chamadas rodoviárias
Comunidade	Agência operadora		Limpeza de frota
	Economia	Impacto econômico	
		Impacto nos empregos	
	Impacto do transporte coletivo	Número de passageiros	
Motorista		Motorista	
	Capacidade	Impacto ambiental	
		Mobilidade	
	Tempo de viagem	Capacidade do veículo	
		Capacidade pessoal	
		Atrasos	
Fonte: Adaptado de TCRP, 2013.			

Várias pesquisas apresentadas em congressos ou como dissertações e teses utilizam os indicadores de Ferraz e Torres (2004) como referências para avaliar serviços ofertados por

alguns municípios. Estes fatores são apresentados conforme a Tabela 3, assim como os parâmetros para a avaliação do serviço.

Tabela 3 - Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus

Fatores	Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade	Distância de caminhada no início e no fim da viagem (m)	< 300	300 – 500	> 500
	Declividade dos percursos não exagerada, passeios em bom estado, segurança nas travessias, etc	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Frequência de atendimento	Intervalo entre atendimentos (minutos)	< 15	15 - 30	30
Tempo de viagem	Relação entre o tempo de viagem por ônibus e por carro	< 1,5	1,5 - 2,5	> 2,5
Lotação	Taxa de passageiros em pé (pass/m <sup>2</sup> )	< 2,5	2,5 - 5,0	> 5,0
Confiabilidade	Viagens não realizadas ou realizadas com adiantamento maior que 3 min ou atraso acima de 5 min (%)	<1,0	1,0 - 3,0	> 3,0
Segurança	Índice de acidentes / 100 mil Km	< 1,0	1,0 - 2,0	> 2,0
Características dos ônibus	Idade e estado de conservação	Menos de 5 anos e em bom estado	Entre 5 e 10 anos e em bom estado	Outras situações
	Número de portas e largura do corredor	3 portas e corredor largo	2 portas e corredor largo	Outras situações
	Altura dos degraus, sobretudo do primeiro	Pequena	Deixa a desejar	Grande
	Aparência	Satisfatória	Deixa a desejar	Insatisfatória
Características dos locais de parada	Sinalização	Em todos	Falta em alguns	Falta em muitos
	Cobertura	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Banco para sentar	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Aparência	Satisfatória	Deixa a desejar	Insatisfatória

Fonte: Ferraz e Torres, 2004. (Continua)

Tabela 3 (Continuação) - Padrões de qualidade para o transporte público por ônibus

Fatores	Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Sistema de informações	Folhetos com itinerários e horários disponíveis	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Informações adequadas nas paradas	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Informações e reclamações pessoalmente ou por telefone	Sim	Sim, porém precário	Não existem
Conectividade	Transbordos (%)	< 15	15 - 30	> 30
	Integração física	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Integração tarifária	Sim	Não	Não
	Tempo de espera nos transbordos (min)	< 15	15 - 30	> 30
Comportamento dos operadores	Motoristas dirigindo com habilidade e cuidado	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
	Motoristas e cobradores prestativos e educados	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório
Estado das vias	Vias pavimentadas e sem buracos, lombadas e valetas e com sinalização adequada	Satisfatório	Deixa a desejar	Insatisfatório

Fonte: Ferraz e Torres, 2004. (Continua)

Para a avaliação da qualidade do transporte público da comunidade acadêmica da UFU-Campus Monte Camelo, usado como estudo de caso para a pesquisa, utilizou-se os fatores indicados por Ferraz e Torres (2004), porém os parâmetros de avaliação foram em alguns fatores adaptados para a pesquisa. Portanto, os fatores utilizados serão melhores explicados a seguir.

### 2.2.1 Acessibilidade

A acessibilidade está relacionada com a facilidade de deslocamento das pessoas da origem da viagem (local de embarque) até o seu destino (local de desembarque). Vários fatores influenciam neste quesito e o principal deles é o fator da distância percorrida para alcançar o transporte público, sendo que esta pode ser realizada a pé (quando forem distâncias convenientes), ou quando for o caso de maiores distâncias serem realizadas por outros modos tais como a bicicleta, ou até mesmo utilizando-se veículos particulares automotores (moto, carro). Outros fatores são a altura adequada dos degraus dos veículos e existência de veículos equipados para receber portadores de deficiência física (elevadores, rampas).

Para Ferraz e Torres (2004), no caso de percursos a pé deve-se considerar a declividade das ruas, regularização dos passeios (calçamento ou não, estado geral das calçadas), facilidade de cruzar as ruas (sinalização dos cruzamentos, travessias elevadas, etc), iluminação pública e policiamento. Todos estes fatores citados refletem na facilidade de caminhada e principalmente na segurança em relação a assaltos e tentativas de estupros durante o trajeto.

O principal fator que influencia diretamente neste quesito é a distribuição dos pontos de ônibus na cidade, quanto menor a quantidade de pontos, maior a distância de caminhada das pessoas para o acesso aos veículos. Segundo o TCRP (2003), o critério para avaliação da acessibilidade deve atender uma distância de 400 m a partir de uma linha de transporte, sendo este o limite máximo considerado como satisfatório.

### 2.2.2 Frequência de atendimento

A frequência de atendimento relaciona-se com o intervalo de tempo da passagem de dois veículos consecutivos em um ponto de parada de determinada linha. Esta frequência afeta diretamente no tempo de espera dos usuários, principalmente aqueles que não utilizam com frequência o transporte (não cativos), e assim não conhecem os horários (FERRAZ; TORRES, 2004).

### 2.2.3 Tempo de viagem

Diz respeito ao tempo efetivo da viagem, ou seja, desde a saída do local de origem até o local de destino, levando em consideração o tempo gasto em cada modo de locomoção. Este levantamento no ponto de comparação entre dois modos de transporte é realizado comparando-se os tempos de viagens, visto que, o veículo particular, na maioria das vezes, sobrepõe outros modos, não levando em consideração congestionamentos e dificuldade de estacionamentos próximos ao destino, pois este leva o usuário aonde ele deseja ir.

A viagem por transporte coletivo engloba os seguintes componentes: o tempo que se leva para caminhar até o ponto de ônibus, o tempo de espera pelo ônibus, o tempo de viagem no veículo e o tempo para caminhar até o destino. A localização do ponto de ônibus (acessibilidade), a quantidade de paradas e a frequência dos pontos de ônibus influem diretamente no tempo de viagem. Outro fator é o tipo de via por onde passam os veículos, se existem faixas exclusivas,

vias pavimentadas, vias de alta velocidade reduzem o tempo de percurso e incentivam o uso do transporte coletivo (TCRP, 2003).

#### 2.2.4 Lotação

Segundo Ferraz e Torres (2004), entende-se por lotação a quantidade de passageiros no interior dos veículos. O ideal seria que todos os passageiros pudessem realizar a viagem sentados, porém os custos acabariam sendo grandes para as empresas e repassados ao consumidor. Assim sendo, é aceitável uma quantidade de pessoas realizando as viagens em pé, desde que não seja excessiva.

Quando a quantidade de pessoas em pé é excessiva, começa a gerar desconforto decorrente da proximidade entre os usuários e a limitação de movimentos, que dificulta as operações de embarque e desembarque. A densidade de passageiros encontrada nos veículos que realizam o transporte reflete, em parte, no nível de serviço do sistema, onde veículos lotados demonstram a incapacidade do sistema em atender a demanda de usuários (RODRIGUES, 2006).

#### 2.2.5 Confiabilidade

Os descumprimentos dos horários programados podem ser ocasionados pelo motorista (descumprimento dos horários, acidentes de trânsito, paradas inadequadas para atendimento dos passageiros), veículos inadequados (defeitos nos ônibus, manutenções constantes) e fatores externos (acidentes de trânsito, acidentes com passageiros no interior do veículo, assaltos no interior dos veículos, congestionamento) (RAMOS, 2013). O atraso de um veículo programado poderá ocasionar no atraso das viagens subsequentes.

O método de avaliação da confiabilidade para Ferraz e Torres (2004) pode ser realizado calculando a porcentagem de viagens programadas não realizadas por inteiro ou concluídas com atraso superior a cinco minutos ou adiantamento maior que três minutos. O atraso tem uma maior flexibilidade, pois os passageiros têm que esperar somente alguns minutos a mais para realizarem a viagem, já o adiantamento, se o usuário perder a passagem de um veículo do transporte coletivo, terá que esperar o próximo veículo.

### 2.2.6 Segurança

A segurança compreende a quantidade de acidentes envolvendo os veículos e também os atos de violência (furtos, roubos, assédios sexuais) nos veículos e nos pontos de parada. A questão da violência deve ser tratada como problema da segurança da comunidade, extrapolando o poder do transporte público (FERRAZ; TORRES, 2004).

Dois fatores são essenciais para garantir a segurança dos passageiros: as características do ponto de parada (iluminação, policiamento) e o comportamento dos operadores (modo como dirigem o veículo, se utiliza o telefone operando o veículo). O ideal seriam pontos adequadamente iluminados em localização com policiamento reforçado e motoristas que dirigissem seguindo as leis de trânsito e respeitando os limites de velocidade das vias.

### 2.2.7 Características dos veículos

A tecnologia e as condições de conservação dos veículos interferem na comodidade dos usuários do transporte público. Muitos veículos ultimamente oferecem tecnologias avançadas para operarem com tecnologias de redes sem fio (Wi-Fi) e ar condicionado, que fazem com que a viagem seja mais cômoda para os passageiros. As características principais dos veículos são: número de portas, largura do corredor, altura dos degraus e o estado de conservação (SANTOS, 2012).

A NBR:14022 (ABNT, 2009) cita as características construtivas e dimensionais do veículo, capacidade de transporte e demanda para uso do transporte coletivo com segurança e autonomia, total ou assistida dos serviços, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida, visando proporcionar a acessibilidade ao maior número de pessoas, independendo da idade, estatura e condição física ou sensorial. São estabelecidos padrões necessários de dimensionamento como quantidade de assentos preferenciais, largura de porta e corredores, sinalizações e comunicações internas e externas do veículo, entre outros padrões.

### 2.2.8 Características dos locais de parada

O ponto de parada é o local pré-estabelecido para embarque e desembarque de passageiros, sendo assim, é um ponto de grande importância, pois nele o usuário estabelece o primeiro

contato com o transporte (TCRP, 1996). Sua função principal é oferecer as informações necessárias para acessarem os veículos, promover acessibilidade, conforto e segurança para as pessoas que o utilizam. Na Figura 2 estão apresentadas as principais funções dos abrigos.

Figura 2 - Fatores que atuam nas funções do abrigo de ônibus



Fonte: BINS ELY, 1997.

Segundo a ANTP (1997), a implantação dos pontos deverá seguir as seguintes recomendações:

- Colocação nos locais convenientes, oferecendo segurança, e evitar alocá-los imediatamente após cruzamentos, em posições inadequadas em relação ao semáforo, em locais com rampas elevadas e próximos a garagens e estacionamentos;
- Para vias expressas utilizar baias para parada dos ônibus e quando seu volume for elevado, colocar pavimentos rígidos;
- Cobrir o ponto de parada para proteção contra intempéries, disponibilizar assentos de espera, pavimentar e iluminar a calçada;
- Dimensionar o ponto de parada para o volume máximo de demanda prevista para o local;
- Dispor de informações de horários e rotas;
- Utilização de propagandas como forma de resarcimento dos custos de implantação e manutenção dos abrigos.

O Manual de Sinalização Urbana: Regulamentação de Estacionamento e Parada (Companhia de Engenharia de Tráfego, 2001), mostra detalhadamente como sinalizar e localizar os pontos

de parada. Neste manual também é possível ver como é feito o detalhamento do dimensionamento.

Acerca da questão de acessibilidade das pessoas com deficiência, o ponto de parada deve ser estabelecido conforme os padrões e critérios de acessibilidade previstos na NBR 9050 e suas características construtivas devem ser compatíveis com a tecnologia veicular adotada. O ponto de parada no passeio público deve respeitar uma faixa livre mínima de 1200 mm em condições de segurança e conforto para circulação de pedestres e pessoas com deficiência em cadeira de rodas. Na falta de espaço suficiente, admite-se uma faixa livre de 900 mm. (ABNT, 2015).

### 2.2.9 Sistema de informações

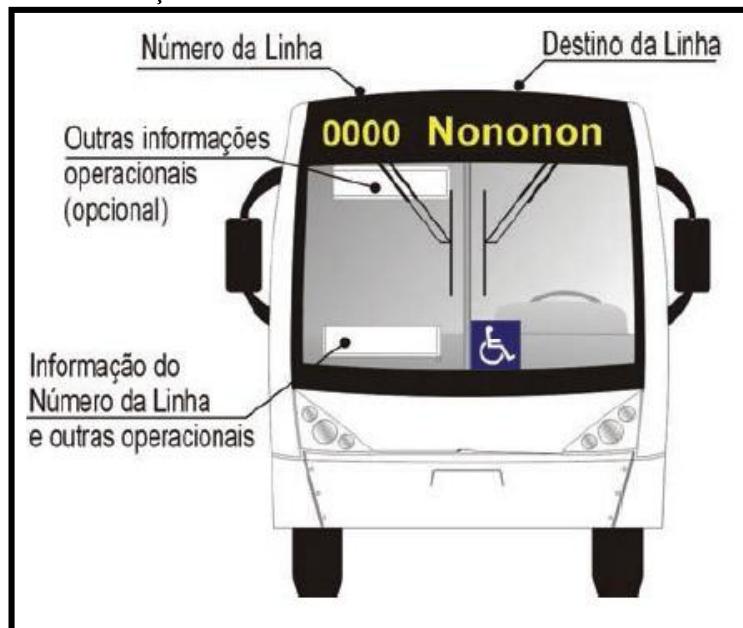
O sistema de informação é a forma com que o operador conversa com os usuários, fornecendo os dados necessários em relação ao transporte público. Estes informam os pontos de embarque e desembarque, horários e rotas, e podem ser passadas informações ao cliente de diversas formas como:

- Informações nos veículos;
- Informações nos pontos de parada;
- Informações em aplicativos e sites;
- Informações pela central de atendimento (telefone).

As informações são extremamente importantes ao sistema, pois atraem mais usuários, devido ao fato deste conhecer como fará o seu trajeto utilizando-se do transporte coletivo. Hoje em dia, com toda a tecnologia criada, é comum encontrar aplicativos que melhoram o sistema de informações do transporte público, fornecendo ao usuário uma amplitude de rotas e horários, como também a localização exata do veículo do transporte, evitando a espera excessiva nos pontos de ônibus.

É extremamente necessária também uma identificação das linhas nos veículos, para que o usuário no ponto de parada saiba qual o veículo utilizar. Nos veículos, é necessária a informação das linhas, origem/destino, informações de acessibilidade e pode-se utilizar de propagandas em espaços destinados a esse fim, geralmente no fundo dos veículos. A NBR:14022 (ABNT, 2015) especifica como devem ser feitas as informações nos veículos (Figura 3).

Figura 3 - Identificação visual frontal do destino e número da linha no veículo



Fonte: ABNT, 2015.

#### 2.2.10 Comportamento dos operadores

O modo como os operadores realizam seu trabalho é um ponto extremamente importante na avaliação da qualidade do transporte coletivo. A cordialidade com passageiros, como em qualquer outra prestação de serviço, faz com que o passageiro use ou deixe de usar determinado serviço.

Em relação ao motorista, além do modo como recebe os passageiros, é levado em consideração a maneira como opera o veículo. Se ele dirige seguindo as recomendações e velocidade das vias, confere se todos os passageiros embarcam e desembarcam antes de fechar as portas dos veículos, para somente nos locais apropriados e cumpre os horários de chegada/saída nos pontos. Este quesito comportamento dos operadores afeta diretamente os outros parâmetros da avaliação da qualidade do transporte público, como, por exemplo, da segurança (atropelamento de pedestres, acidentes envolvendo veículos), tempo de viagem e a confiabilidade (atraso e adiantamento das viagens).

#### 2.2.11 Estado das vias

O estado das vias é outro fator que diz respeito ao poder público, que tem o dever de manter as vias em bom estado de circulação, com vias pavimentadas, sinalizadas e, se possível, sem

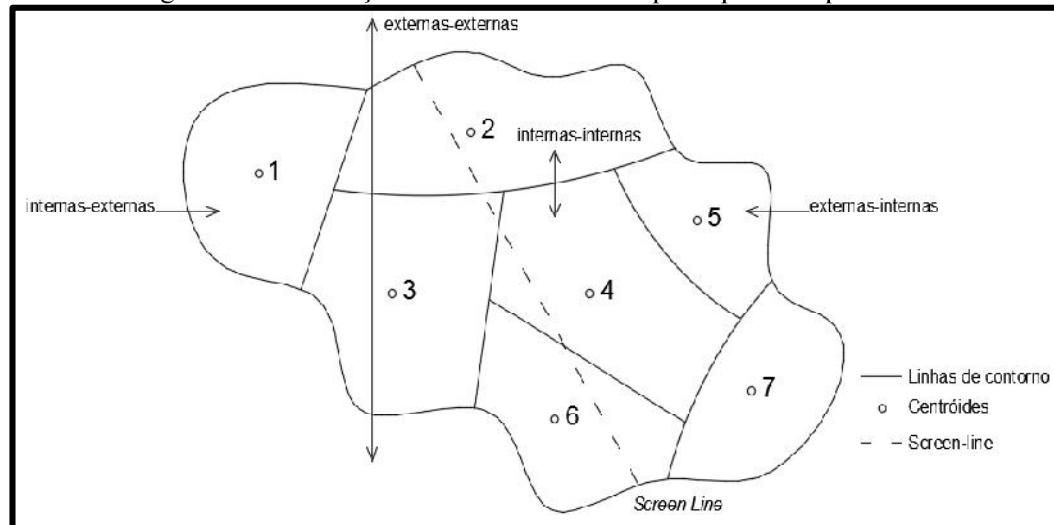
defeitos na pavimentação. O poder público que regulariza o transporte coletivo deve colocar rotas nas melhores vias de circulação possíveis, evitando lombadas, depressões e vias sem pavimentação.

## 2.4 PESQUISAS NO TRASNPORTE COLETIVO URBANO

A pesquisa de campo é a base para o planejamento de transportes, uma vez que apresenta uma variedade de informações utilizadas para a realização das análises. Para a obtenção de resultados adequados e confiáveis é necessário um eficaz planejamento de como os levantamentos serão realizados, além de um apropriado treinamento dos pesquisadores.

A primeira etapa da pesquisa é a delimitação da área de estudo pelo cordão externo (*cordon line*), devendo englobar todos os movimentos importantes da região e a divisão das zonas de tráfego. O polo principal da zona de tráfego é denominado centroide. Também é usual formar uma linha de pesquisa denominada *screen-line* que é uma linha que corta a área de estudo, contendo poucos pontos de interseções em ruas ou rodovias, podendo ser um rio, via terrea ou qualquer outro obstáculo natural. As viagens podem ter várias classificações, conforme está apresentado na Figura 4, juntamente com as demais definições.

Figura 4 - Delimitação da área em análise e principais componentes



Fonte: Adaptado de HUTCHINSON, 1979.

São vários tipos de pesquisas para o planejamento de transportes. As mais utilizadas para o transporte público, que é o objeto de estudo, serão explicadas a seguir.

### 2.4.1 Pesquisas de demanda

Antes de realizar as pesquisas em campo é necessário conhecer previamente o objeto de estudo, para isso é preciso fazer os seguintes levantamentos:

- Número e nome das linhas;
- Quadro de horários (se disponível);
- Rotas com localizações dos pontos iniciais e finais de cada linha;
- Pontos de embarque e desembarque durante os trajetos;
- Número de veículos por linha;
- Localização das garagens das empresas e de outros eventuais pontos onde se iniciam as operações.

Para as pesquisas deve-se tomar o cuidado de escolher um dia regular do transporte coletivo, sendo datas que não influenciem nos resultados (próximo a feriados, recessos), e também com boa condição meteorológica. Também deve-se tomar cuidado ao escolher a quantidade e treinar os pesquisadores para que seja feita a pesquisa de maneira uniforme sem interferência do entrevistador. Na planilha de resultados, recomenda-se anotar as seguintes informações: nome do pesquisador, informações da linha (número, sentido), data, condições meteorológicas.

Os métodos mais comuns de pesquisa de demanda são:

#### 2.4.1.1 Pesquisa de catracas

Esta pesquisa é realizada com a leitura das catracas dos ônibus. O objetivo da pesquisa é conhecer o número de passageiros transportados por linha ou o conjunto de linhas em um determinado período.

Inicialmente, o pesquisador anota o prefixo do primeiro veículo e a sua hora de chegada para o embarque. Após a descida de todos os passageiros, o pesquisador deve entrar no veículo e proceder a leitura da catraca, registrando o número na sua planilha. Isto deve ser feito antes do início da viagem seguinte e do embarque dos passageiros. O pesquisador deve, então, sair do veículo e anotar a hora de partida (GEIPOT, 1986).

Com a pesquisa de catracas, pode-se obter os seguintes dados para uma linha qualquer:

- Número total de passageiros transportados por viagem e sentido;
- Horários de partida e chegada nos terminais;
- Tempo de duração de viagem;
- Tempo de paralisação nos terminais;
- Número de viagens;
- Frota efetiva em operação.

#### 2.4.1.2 Pesquisa de contagem de passageiros (embarque/desembarque)

Com a pesquisa de embarque/desembarque (ou sobe/desce), objetiva-se conhecer a flutuação da demanda ao longo do percurso de uma linha ou conjunto de linhas, ou seja, o carregamento do veículo de ponto a ponto. Para alcançar o objetivo almejado é feito o levantamento de passageiros que sobem e descem em cada ponto de parada (GEIPOT, 1986).

A pesquisa pode ser realizada de diversas maneiras, com um pesquisador em cada porta anotando quantas pessoas sobem e descem por porta, com dois pesquisadores, sendo um para cada operação (embarque e desembarque), ou através de entrega e recolhimento de bilhetes aos passageiros anotando as estações em que os mesmos realizam as operações. Geralmente, coloca-se o horário que os ônibus chegam/saem dos pontos.

Os pesquisadores podem realizar o seu trabalho dentro ou fora dos veículos. Geralmente quando existem menos ônibus do que pontos de paradas, os pesquisadores viajam nos ônibus da linha anotando o número de passageiros que embarcam e desembarcam em cada ponto de parada, na situação reversa utiliza-se pesquisadores fazendo as contagens fora dos veículos, ou seja, nos pontos de parada (MERCEDES-BENZ DO BRASIL, 1987).

#### 2.4.2 Pesquisas de origem/destino

As Pesquisas de Origem e Destino (O/D) são essenciais para coleta de dados para o Planejamento dos Transportes, e tem como objetivo básico identificar as origens e os destinos das viagens realizadas pelos diferentes modos de transportes em um determinado sistema de vias, delimitadas pelo cordão externo. Possibilitam, ainda, conforme a amplitude do estudo que se tem em vista, a obtenção de informações de diversas outras características dessas viagens,

tais como: tipo e motivo da viagem, modo de transporte, valor e peso da carga transportada, números de passageiros, motivos das viagens, horários, frequência, quilometragens percorridas por ano (DNIT, 2006).

Ferreira (1999) classifica as pesquisas de origem e destino de diversas maneiras:

- Pesquisa domiciliar: Uma pesquisa de entrevista pessoal: É definida como aquela em que o entrevistador faz as perguntas e anota as respostas dadas pelo entrevistado em suas próprias residências.
- Pesquisa de abordagem: São aquelas onde os locais das entrevistas não são as residências dos entrevistados. A abordagem pode ocorrer dentro dos veículos de transporte, nos pontos de parada e nas linhas de cordão da via, e em outros locais de atividades como *shopping centers*, locais de trabalho, terminais de transporte como aeroportos, etc.
- Pesquisas de observação: São relativamente raras nas pesquisas de ciências sociais, são triviais em transporte e, mais particularmente, nas pesquisas de tráfego. Podem ser realizadas por contagens, pesquisas de desempenho de sistema, visualmente, inventários de pesquisas de transporte, etc.

Os tipos de pesquisas mais utilizados com fins de determinar origens e destinos das viagens são:

#### 2.4.2.1 Pesquisa domiciliar

A entrevista domiciliar é utilizada para conhecer os fatos básicos relacionados aos movimentos atuais para todas as viagens em um dia normal, dentro de uma área ou região delimitada pelo cordão externo. Neste método podem-se admitir outras pesquisas em paralelo no transporte público e nas vias (BRUTON, 1979).

Bruton (1979) relata que para garantir que uma amostra seja representativa torna-se necessário que as pessoas nela incluídas estejam distribuídas geograficamente por todas as zonas nas áreas de estudo. O tamanho da amostra dependerá da população total da cidade estudada e do grau

de precisão requerido. Recomenda-se que se utilizem as seguintes amostras para as populações (Tabela 4).

Tabela 4 - Tamanho de amostra recomendada para estudos com entrevistas domiciliares

<b>População da área (habitantes)</b>	<b>Tamanho da amostra recomendado</b>	<b>Tamanho de amostra mínimo</b>
Abaixo de 50.000	1 em cada 5 habitantes	1 em cada 10 habitantes
50.000-150.000	1 em cada 8 habitantes	1 em cada 20 habitantes
150.000-300.000	1 em cada 10 habitantes	1 em cada 35 habitantes
300.000-500.000	1 em cada 15 habitantes	1 em cada 50 habitantes
500.000-1.000.000	1 em cada 20 habitantes	1 em cada 70 habitantes
Acima de 1.000.000	1 em cada 25 habitantes	1 em cada 100 habitantes

Fonte: Bruton, 1979.

Como pode-se observar pelos dados apresentados na Tabela 4, as pesquisas domiciliares requerem uma grande amostra. Faz-se necessário o treinamento de um grande grupo de pesquisadores para que a pesquisa seja feita com eficiência, além de materiais tecnológicos para realização da mesma como *tablets*, entre outros. As pesquisas domiciliares geram custos elevados para a sua realização, além de serem feitas em um longo período de tempo, porém são as que obtêm a maior quantidade e resultados precisos.

Segundo o DNIT (2006), depois de selecionados os domicílios a serem pesquisados, cada um de seus residentes com idade superior a cinco anos é submetido a um questionário relativo às viagens realizadas no dia anterior. A escolha do dia anterior evita esforço de memória. Na aplicação do questionário deve-se procurar obter principalmente as seguintes informações:

- Endereço residencial e tipo de residência (casa própria, alugada, etc);
- Identificação dos residentes (nome, idade, etc);
- Origem e destino de cada viagem;
- Horário e duração da viagem;
- Motivo da viagem (passeio, trabalho, escola, lazer e outros);
- Modo da viagem (carro, ônibus, trem, a pé, metrô, etc);
- Números de carros e motos da unidade familiar;

#### 2.4.2.2 Pesquisas nos cordões externos e internos

As pesquisas no cordão externo da área de estudo são complementares às residenciais com o objetivo de determinar as viagens realizadas na área de pesquisa por pessoas não residentes na mesma. Estas pesquisas são feitas mediante entrevistas realizadas com motoristas dos veículos que são parados e questionados basicamente sobre as mesmas perguntas das entrevistas domiciliares. No processamento das pesquisas deve-se indentificar eventuais viagens detectadas nas entrevistas domiciliares, para eliminar duplicação de informações (DNIT, 2006; MELLO, 1975).

Além disso, faz-se contagens volumétricas do tráfego numa linha de controle que corte a área de pesquisa, *screen-line*, a fim de aferir os resultados obtidos na pesquisa domiciliar e na pesquisa no cordão externo (DNIT, 2006).

Torna-se necessário fazer contagens no Cordão Interno objetivando aferir os volumes de viagens obtidos das pesquisas O/D Domiciliar e Linha de Contorno através do comparativo com os fluxos reais observados entre as regiões da área de estudo, sendo necessária para sua realização a existência de alguma barreira física que proporcione um número mínimo de travessias entre tais regiões (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2002).

#### 2.4.2.3 Pesquisas por abordagem no transporte público

Existe uma variedade de técnicas para conseguir as informações destas viagens, sendo a mais utilizada a pesquisa por cartões entregues nos veículos durante as viagens. As pesquisas podem ser realizadas no transporte coletivo urbano, tomando-se o cuidado de não duplicar os resultados (BRUTON, 1979).

### 2.4.3 PESQUISAS DE OPINIÃO

A qualidade do serviço é refletida pela percepção que o passageiro tem do desempenho do sistema de transporte público. As pesquisas de opinião medem como os usuários do serviço consideram tanto a disponibilidade quanto o conforto e as facilidades oferecidas e depende, em grande parte, de decisões operacionais tomadas num sistema de transporte sobre onde, com que frequência, em que período do dia e com que características o serviço é oferecido (NTU, 2008).

Uma maneira de avaliar a qualidade percebida pelo ponto de vista dos passageiros é através da realização de pesquisas de opinião. Estas têm uma grande importância principalmente para as agências operadoras do transporte público, pois ajudam a verificar os pontos falhos da operação e, assim, corrigi-los, na busca de atrair mais usuários.

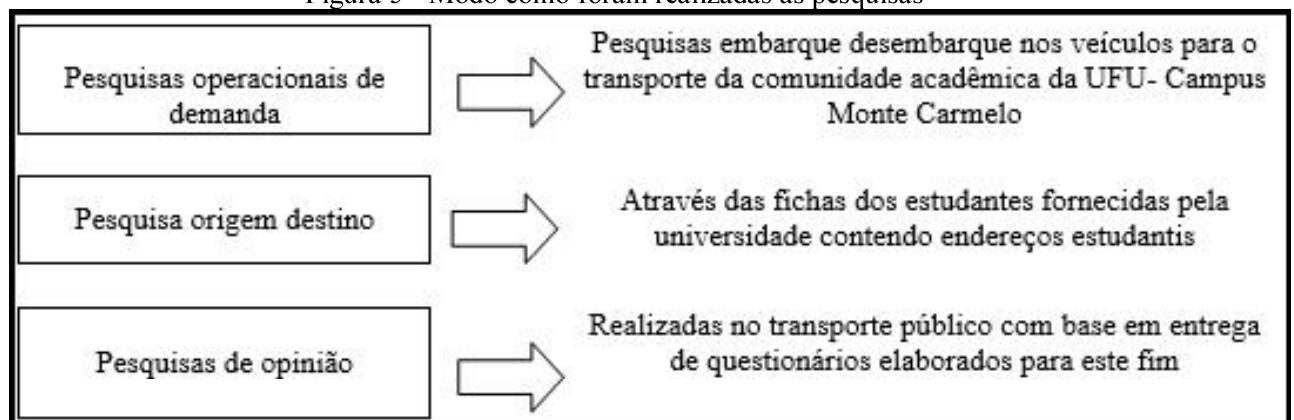
As pesquisas de opinião realizam-se de diversas formas, como, por exemplo, a distribuição de questionários com pesquisa de opinião nos próprios veículos do transporte, nos pontos de parada, através da internet, entre outras. Muitas agências disponibilizam estes questionários em suas páginas da internet como forma de realizar as pesquisas, e disponibilizam locais para eventuais reclamações quanto ao serviço, porém poucos passageiros sabem da existência deste recurso.

A ANTP (1995) cita cinco tipos de pesquisas de opinião no transporte público:

- Pesquisas de avaliação de serviço;
- Pesquisas de imagem do serviço;
- Pesquisas de caracterização socioeconômica;
- Pesquisa de expectativas;
- Pesquisas de impacto.

Na Figura 5 pode-se visualizar, em resumo, como serão realizadas as pesquisas utilizadas para o estudo de caso desta pesquisa.

Figura 5 - Modo como foram realizadas as pesquisas



Fonte: Autora, 2017

## 2.5 PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

De acordo com Meyer e Miller (2001), o planejamento do transporte urbano é o processo de:

1. Estabelecer uma visão de um sistema de transportes que se enquadre no desejo da sociedade;
2. Decifrar os tipos de decisões que precisam ser tomadas para alcançar essa visão;
3. Analisar oportunidades e limitações do futuro em relação à metas e medidas desejadas de desempenho do sistema;
4. Identificar as consequências a curto e longo prazo para a comunidade e para os usuários do sistema de transportes de escolhas alternativas projetadas para aproveitar essas oportunidades ou responder a essas limitações;
5. Relacionar as decisões alternativas com as metas, objetivos ou medidas de desempenho do sistema estabelecidos;
6. Apresentar as tomadas de decisões de forma clara, útil e objetiva;
7. Estabelecer prioridades e desenvolver um investimento no programa.

Santos (2016) relata que o processo de planejamento de transportes é complexo e pode ser aplicado a diversas situações com diferentes propósitos. Estes propósitos variam e são de pequeno e grande porte, como, por exemplo:

- Implantação de uma linha de ônibus;
- Aumento de calado de um porto;
- Construção de um terminal rodoviário;
- Implantação de uma plataforma logística;
- Implantação ou modernização de uma rede ferroviária nacional;
- Modernização de portos;
- Implantação de um metrô em uma grande cidade.

Para a realização do planejamento de transportes necessita-se primeiramente conhecer a região em estudo. É preciso assim, a realização de pesquisas como a de origem e destino, pesquisas no transporte público, uso do solo das áreas, verificando os dados da população e dos zoneamentos, para poder então conseguir a geração e atração, origem e destino das viagens e preferências modais.

Existem vários modelos que buscam fazer o planejamento de transportes. Um dos modelos largamente empregado no planejamento de transportes é o clássico modelo de quatro etapas (ou sequencial), que permite a estimativa de viagens das pessoas entre as diversas zonas de tráfego (matriz O-D) (LOPES, 2005).

Vasconcellos (2009) define a primeira fase de geração como a investigação da relação entre as viagens e as características socioeconômicas das pessoas e das regiões. A segunda fase de distribuição analisa a atração mútua entre as zonas. A terceira fase de divisão modal estuda a relação entre os modos de transporte escolhidos e suas características socioeconômicas e, por fim, a quarta etapa estuda quais os caminhos físicos escolhidos para realizar o deslocamento. Todas as etapas são relacionadas hipoteticamente para as quais as variáveis mais relevantes (renda, índice de motorização, empregos, população) são projetadas, e o resultado final é feito por meio de estudos de viabilidade econômico-financeira.

Ortúzar e Willunsen (2001) dizem que o fundamento conceitual implícito do modelo é que as decisões realizadas por cada viajante segue essa simples sequência: decisão sobre fazer ou não a viagem; aonde ir; qual modo de transporte usar e qual rota tomar, definindo assim, as etapas de planejamento como:

- Geração de Viagens: determina o número de viagens associadas com uma zona ou unidade e consiste em viagens produzidas e viagens atraídas para esta zona;
- Distribuição de Viagens: determina a alocação de viagens interzonais;
- Divisão Modal: determina o modo de transporte das viagens;
- Atribuição de redes: aloca todas as viagens por zona de origem e de destino na rede atual de transportes.

### 2.5.1 Geração de Viagens

A etapa de geração de viagens é aquela com a previsão dos tipos de viagens de pessoas ou veículos, geralmente em zonas de tráfego ou aglomerados de zonas de tráfego. Para Bruton (1979), as técnicas de previsão são desenvolvidas baseadas na hipótese de que a viagem é relacionada com três fatores básicos:

- 1) Padrão de uso de solo e desenvolvimento da área de estudo;

- 2) Características socioeconômicas da população estudada;
- 3) Natureza, capacidade e tamanho do sistema de transportes.

Hutchinson (1979) destaca a importância de classificar as viagens para o planejamento de transportes. As viagens podem, basicamente, ser classificadas entre residenciais e não residenciais. Viagens residenciais têm como base domicílios como terminal, sendo aquelas pendulares, comerciais e escolares. Já as não residenciais não têm o domicílio como origem ou destino como, por exemplo, entre o local de trabalho e comércio e as viagens de negócios entre dois locais de trabalho.

Geralmente, as análises de geração de viagens são compreendidas pelos termos produção e atração de viagens. Produção de viagens são as viagens geradas por zonas residenciais, que podem ser viagens-origens e viagens-destino. Já o termo atração de viagens são as viagens com bases residenciais para zonas não residenciais, como escola, emprego, lazer, compras, entre outros (HUTCHINSON, 1979).

Para Lopes (2005), a etapa de geração de viagens é um estágio do planejamento de transportes que se preocupa apenas com o número de viagens que começam ou terminam em cada zona de tráfego, sem se importar com as conexões entre origens e destinos. Os resultados são dispostos em uma matriz origem-destino, pois fazem a previsão da produção (origens) e da atração (destinos).

Bruton (1979) cita que os fatores principais que influem na geração de viagens são:

- Fatores do uso do solo e grau de urbanização;
- As residências: tamanho da família, propriedade de veículos, tipos de domicílios;
- Valor de mercado dos imóveis;
- Características socioeconômicas da população;
- Estrutura etária da população;
- Entre outros;

Para esta pesquisa, como está sendo elaborado um planejamento de transportes de forma a atender a comunidade acadêmica até a universidade, na etapa de geração e atração de viagens

foram pesquisados dados das residências dos estudantes para verificar as zonas com maior geração de viagem dos estudantes até as unidades do Campus da UFU em Monte Carmelo.

### 2.5.2 Distribuição de Viagens

O planejamento de transportes exige o conhecimento dos movimentos entre zonas, desde que seja possível determinar a frequência de viagens entre as mesmas. Com os valores da pesquisa Origem Destino é possível armar uma matriz de transferências interzonais (MELLO, 1975).

A distribuição de viagens está relacionada com a potencialidade de cada zona em gerar ou atrair viagens entre cada par de zonas de origem e destino, ou seja, seu objetivo é verificar o fluxo interzonal. Vale ressaltar que esta etapa não está necessariamente ligada aos meios de transportes utilizados para realizar uma viagem ou da rota escolhida, estas são outras etapas do modelo.

Uma vez definido o número de viagens produzidas e atraídas em cada Zonas de Tráfego da área de estudo, é possível determinar a origem e o destino dos movimentos interzonais futuros (distribuir as futuras viagens entre zonas de origem e destino). Para isto, torna-se necessário fazer uma previsão futura, utilizando desde a aplicação de simples fatores de crescimento passando pela atual matriz O/D das viagens, até sofisticados modelos matemáticos (LEMES, 2005).

Segundo Hutchinson (1979), para o transporte coletivo urbano, esta etapa tem o propósito de desenvolver um procedimento que sintetize as ligações entre zonas de tráfego, tanto para viajantes cativos do transporte coletivo quanto para os viajantes por escolha. A partir deste estágio do planejamento, os resultados das análises são específicos para um sistema de transporte proposto para o ano horizonte.

### 2.5.3 Divisão Modal

A divisão modal ou repartição modal pode ser definida como a distribuição das viagens entre os modos de transportes. Isto dependerá das características de cada meio de transporte, ou seja, das vantagens oferecidas por eles.

Vários motivos influenciam na escolha do modo de realização da viagem pelo usuário. Na Tabela 5 pode-se visualizar alguns dos fatores citados por alguns autores.

Tabela 5 - Fatores que influenciam na escolha modal

<i>Autor</i>	<i>Fatores</i>	<i>Descrição dos fatores</i>
Hutchinson (1979)	Características sócio econômicas dos viajantes	Renda domiciliar ou posse de automóvel diretamente, número de pessoas por domicílio, idade e sexo dos viajantes, propósito da viagem.
	Custo relativo e as características de serviço das viagens por automóvel e por transporte coletivo	Tempo de viagem (no interior e fora do veículo), custos de transporte (tarifas do coletivo, preço de estacionamento, etc), segurança, conforto e conveniência.
Bruton (1979)	Característica da viagem a ser realizada	Hora do dia que é feita, propósito da viagem, distância.
	Características da pessoa efetuando a viagem	Nível social, renda, propriedade de veículo
	Características do sistema	Tempo envolvido, custo, acessibilidade e conforto
Ortúzar e Willumsen (1990)	Características do viajante	Licença para direção, estrutura doméstica (casal, solteiro, aposentado...), renda, necessidade de usar um carro, densidade residencial.
	Características da viagem	O propósito da viagem (Ao trabalho é normalmente mais fácil de realizar transportes públicos); hora do dia em que a viagem é realizada (viagens mais tardias são mais difíceis de acomodar pelos transportes públicos).
	Características da instalação de transporte	Tempo de viagem, espera e tempo de caminhada, custos monetários, disponibilidade e custo de estacionamento, conforto e conveniência; viabilidade e regularidade; proteção, segurança.

Fonte: Autora, 2017.

O objeto de estudo desta pesquisa é o modal transporte coletivo para realização das viagens. Utilizou-se os resultados de pesquisas feitas nos veículos para analisar a demanda por este modo, o carregamento de cada setor para a determinação da quantidade de usuários por trecho da linha e da pesquisa de satisfação para verificar a frequência do uso do transporte coletivo, determinando usuários cativos ou não. Os dados das localizações dos estudantes foram importantes para a análise da quantidade de estudantes atendidos pelo sistema, dentro do raio

de 400 metros (distância máxima considerada como satisfatória para deslocamento a pé), verificando-se a necessidade de aumentar os trajetos dos veículos e atender o maior número estudantes para o transporte coletivo.

#### 2.5.4 Alocação de Tráfego

A fase final do processo de planejamento no modelo de quatro etapas é a alocação de tráfego, ou seja, das rotas. A alocação de tráfego busca atribuir um dado número de viagens a um provável sistema ou rede de transportes. É importante no processo de estimativa do volume de tráfego nas várias ligações do sistema para mostrar a situação do tráfego atual ou para a simulação da futura (BRUTON, 1979).

Hutchinson (1979) relata que o propósito desta etapa é desenvolver uma técnica que simule um modo pelo qual as viagens por automóvel ou por transporte coletivo entre as zonas distribuem-se sobre as ligações e suas respectivas redes de transporte. Recentemente vários métodos de alocação de tráfego em caminhos múltiplos vêm sendo desenvolvidos. Tais procedimentos conseguem adotar os melhores caminhos através do sistema de ruas para o tráfego em deslocamento.

Segundo Bruton (1979), assumindo as estimativas de viagens futuras ao sistema existente, os objetivos da atribuição de tráfego são:

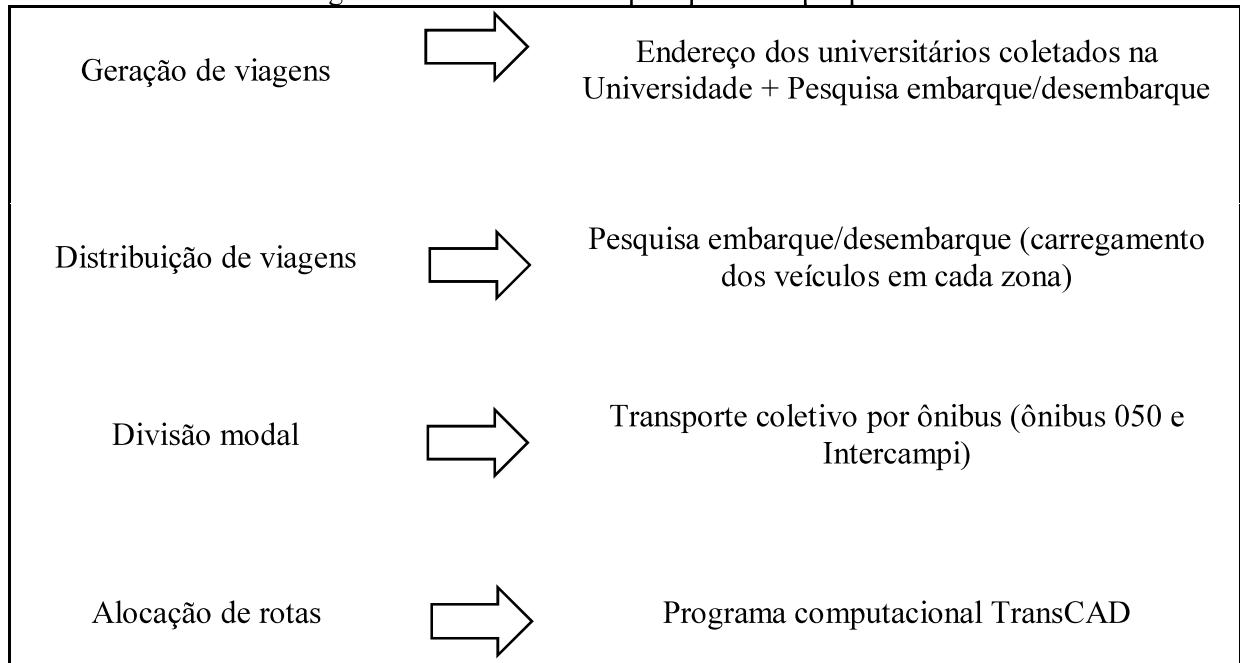
- 1) Verificar as deficiências do atual sistema de transporte;
- 2) Avaliar os efeitos de pequenos melhoramentos e extensões do sistema atual;
- 3) Determinar as prioridades de construção;
- 4) Testar as várias propostas de sistema de transportes;
- 5) Estabelecer os volumes horários.

No desenvolvimento do planejamento da rede de transporte, fatores como a taxa de geração de viagens, o comprimento das viagens, as características do solo, o custo de transportes têm que ser minuciosamente observados. Redes de transporte coletivo público são elaboradas principalmente para as redes viárias que não conseguem acomodar o excesso de veículos particulares (BRUTON, 1979).

Uma rede de transporte público deve ser bem planejada, para que busque atrair mais usuários e diminuir custos de transporte. As rotas do transporte devem ser devidamente alocadas em seus potenciais de passageiros para tentar reduzir ao máximo a distância de caminhada dos usuários. Também se deve ter o cuidado para que as rotas estejam circulando pelas vias de acesso mais rápidas da cidade e evitar ruas com altas declividades que possam dificultar o deslocamento dos veículos.

Está etapa será realizada por meio de simulações no programa computacional TransCAD, utilizando-se de todos os dados coletados durante as pesquisas. Dados como restrições de tempo, capacidade do veículo, lotações, entre outros, serão inseridos no programa para depois obter as melhores rotas baseadas nas variáveis de distância e tempo, utilizando-se da ferramenta de roteirização de veículos. As demais etapas do modelo de quatro etapas estão representadas conforme é mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Modelos de 4 etapas aplicado à pesquisa



Fonte: Autora, 2017

## 2.6 SIG APLICADO AO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES

Atualmente, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é o melhor instrumento de auxílio para solucionar problemas de organização de dados em modelos espaciais. Várias empresas e órgãos governamentais fazem planejamentos baseando-se em SIG, utilizando-se de seus

recursos e potencialidades com relação às ferramentas de gerenciamento, bancos de dados e processamento de dados (ROSE, 2001).

O SIG também é chave para ajudar no gerenciamento e planejamento de transportes existentes. Antigamente, o auxílio à tomada de decisões era feito com computadores de grande porte, com limitação em sua utilização, ferramentas complexas e com equipamentos caros, sendo assim, estas tarefas geralmente eram realizadas manualmente, demandando uma grande equipe e tempo. Porém, com a entrada de microcomputadores e novas tecnologias, o uso deles foi estendido às universidades e centros de pesquisas, permitindo assim o aprimoramento das pesquisas. O SIG começou a ser utilizado em empresas diminuindo tempo de planejamento e custos (SILVA, 1998).

Existem diversas definições para Sistemas de Informações Geográficas em pesquisas. Para Carrara (2007), SIG são sistemas de informações projetados particularmente para capturar, armazenar, manipular, atualizar, analisar, mapear os dados espaciais e, logo após, representá-los referenciados geograficamente. Também pode defini-lo como uma coleção organizada de *hardware, software, dados geográficos e de recursos humanos*.

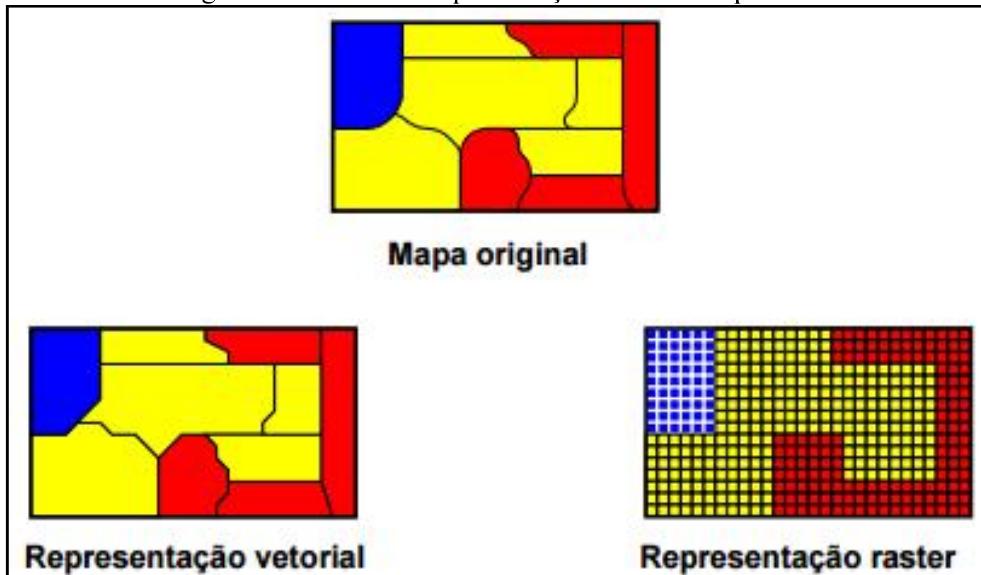
Segundo Dias (2004), os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas computacionais que auxiliam o usuário a realizar o tratamento da informação geográfica. Com estes sistemas é possível armazenar, em uma única base de dados, informações diferentes sobre determinado espaço geográfico. Estas informações poderão estar à disposição, sob as mais diversas formas como mapas, imagens, gráficos, tabelas, etc.

Os SIG auxiliam na realização de avaliações de custos e rotas. Os cálculos são embasados em informações geométricas e alfanuméricas que descrevem as características de malhas viárias, as quais podem ser de diferentes modais. Para que os programas possam gerar resultados precisos e confiáveis é indispensável uma atualização periódica de dados (SANTOS, 2016).

Segundo Silva (1998), o banco de dados é composto pela base de dados física e por programas que gerenciam esses dados, ou seja, organiza-os com a finalidade de agilizar a sua procura, manutenção e controle.

As estruturas de representação podem ser classificadas em raster ou vetorial. A estrutura raster (ou matricial) representa as entidades em células (*pixel*), com malhas de linhas verticais e horizontais e quanto menor o tamanho das células maior a precisão dos dados (melhor resolução). Já a estrutura vetorial, por outro lado, considera o espaço de forma contínua, reduzindo os dados espaciais a três formas básicas: pontos, linhas ou áreas. Geralmente, para transportes, utiliza-se o formato vetorial e levantamentos são representados por pontos e as ruas por linhas. Na Figura 7 observa-se um mapa sendo representado nas formas original, vetorial e raster (SILVA, 1998).

Figura 7 - Formas de representação de dados espaciais



Fonte: Silva, 1998.

### 2.6.1 TransCAD

TransCAD é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) projetado especificamente para o planejamento de transportes para armazenar, exibir, gerenciar e analisar dados de transporte. Incluem ferramentas de mapeamento, visualização e análises de transportes, módulos de aplicação para roteamento, previsão de demanda de viagens, transporte público, logística, localização do local e gerenciamento de território, entre outras características (CALIPER CORPORATION, 2016).

Para o planejamento de transportes, duas ferramentas no TransCAD são imprescindíveis: matrizes e redes. As redes são estruturas compostas de nós e arcos (geralmente utiliza-se os nós para representarem cruzamentos e os arcos, as ruas) nas quais, posteriormente, são alocados

fluxos de pessoas, veículos e cargas. Já matrizes podem estar relacionadas aos algoritmos de caminhos mínimos, considerando rotas com menores custos entre dois pontos de uma rede e baseado em valores de impedância dos diferentes arcos (CARRARA, 2007).

Para Rose (2001), o TransCAD possui vários procedimentos e ferramentas para solucionar problemas de roteirização de trânsito, como podemos citar: definição de rotas de entrega, zoneamento, locação de instalações, rotas de transporte público urbano, coleta de lixo, entre outros. As rotinas de caminhos mínimos, fornecidas pelo programa computacional, podem diminuir custos, distâncias e tempo de percurso.

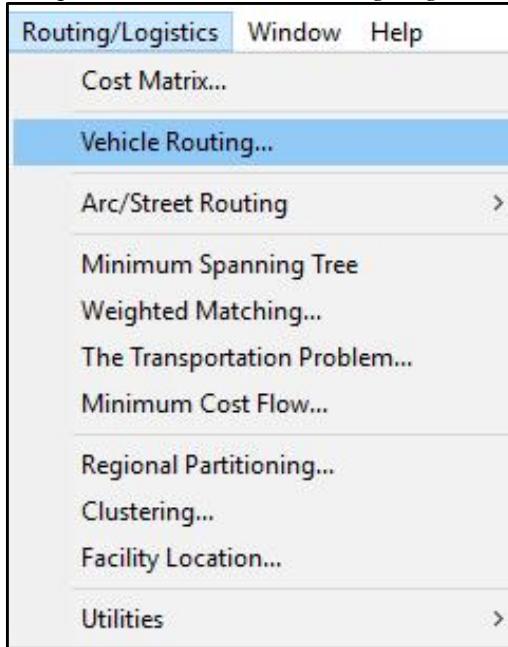
Várias ferramentas do programa ajudam no planejamento de transportes. Transporte público é uma especialidade do TransCAD, que tem uma representação realista baseada em SIG de sistemas de trânsito. O programa computacional possui estruturas de dados especiais para o manuseio de rotas de trânsito em toda sua complexidade natural. As rotas criadas podem ser armazenadas, exibidas, editadas e analisadas. As capacidades especiais de visualização para o trânsito facilitam a exibição e rotulagem de rotas sobrepostas. O TransCAD possui um conjunto de rotinas de roteamento de trânsito que incluem métodos avançados e baseados em cronogramas (CALIPER, 2016).

### 2.6.2 Roteirização com o TransCAD

A Roteirização de Veículos é uma ferramenta de apoio para a solução da distribuição de cargas de uma ou mais instalações para um conjunto de clientes, objetivando-se gerenciar estas operações de maneira eficaz, reduzindo-se os custos de operação e assegurando que coletas e entregas sejam realizadas sob-razoáveis níveis de serviço. Resolver este problema envolve determinar quantos veículos são necessários para servir os destinos, e desenvolver uma rota e programação para cada um (CARRARA, 2004).

Utiliza-se a logística de transportes para a redução do congestionamento, aumento da mobilidade, redução da poluição e barulho, contribuição para se alcançar as metas e melhorar as condições de vida da população (CRAINIC; RICCIARDI; STORCHI, 2004).

No programa computacional TransCAD, a roteirização de veículos é feita com a ferramenta Roteirização/ Logística, conforme é mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Ferramenta *Routing Logistics*

Fonte: Adaptado do TransCAD, 2017.

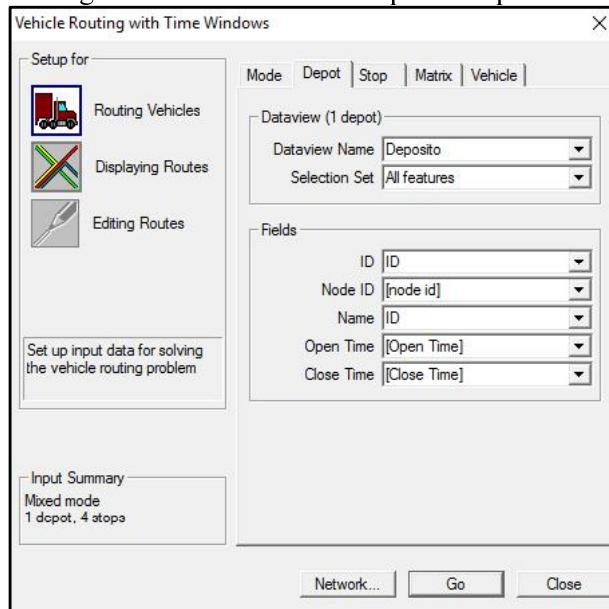
A primeira etapa para roteirização de veículos é a criação de camadas (*layers*), podendo ser dados geográficos de pontos, linhas ou áreas.

As camadas de ponto podem ser pontos de parada - *stops* (Figura 9) ou depósito -*depot* (Figura 10). Os ponto de parada são aqueles que serão visitados pelos veículos para coleta, entrega ou ambas as operações. Os depósitos são os pontos iniciais das viagens, com o veículo podendo ou não, retornar ao depósito após visitar os pontos de parada (*stops*). As informações necessárias para o preenchimento estas camadas são:

- Identificação (*ID*): número de identificação dos dados;
- Nome (*Name*): nome dado ao ponto ou depósito;
- Tempo de abertura (*Open Time*): relaciona-se à janela de tempo, e refere-se à hora de início da operação;
- Tempo de fechamento (*Close Time*): relaciona-se à janela de tempo, e refere-se à hora de encerramento das atividades;
- Demanda de entrega (*Delivery Demand*): demanda por entrega. (Somente para os *stops*);
- Demanda de coleta (*Pickup Demand*): demanda por coleta. (Somente para os *stops*);
- Tempo fixo (*Fixed Time*): tempo fixo para realizar a operação de coleta/entrega das cargas nas paradas; (Somente para os *stops*);

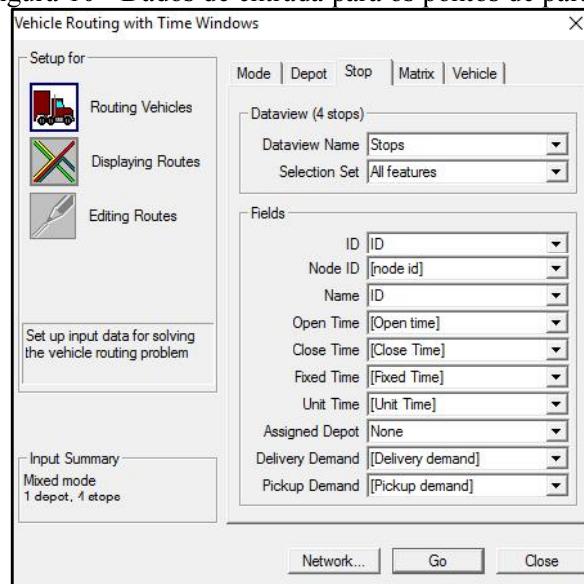
- **Tempo unitário (United time):** tempo por unidade na operação de coleta/entrega das cargas nas paradas; (Somente para os *stops*);
- **Identificação do nó (Node ID):** é o ID do nó mais próximo do layer georreferenciado da rede à posição do depósito ou ponto de parada ruas mais próximas ao depósito ou ponto de parada.

Figura 9 - Dados de entrada para o depósito



Fonte: Adaptado do TransCAD, 2017.

Figura 10 - Dados de entrada para os pontos de parada



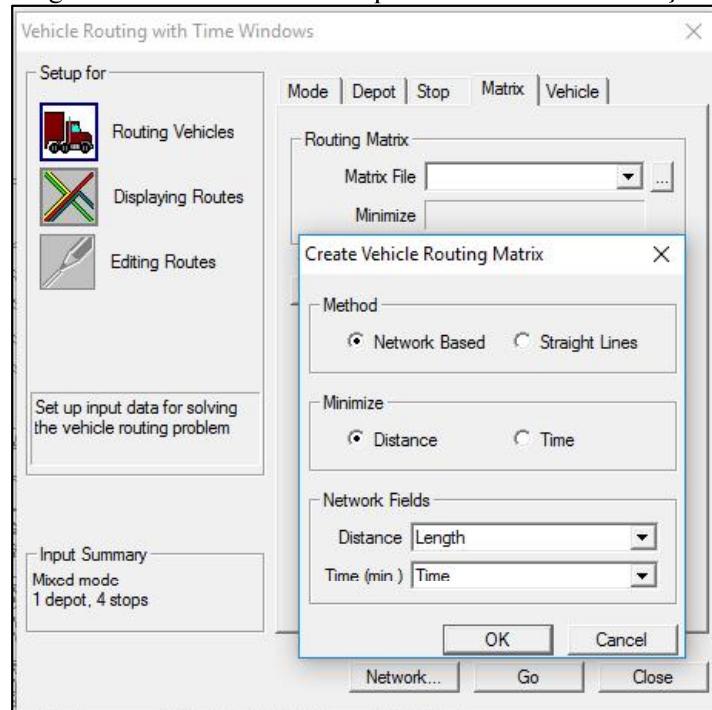
Fonte: Adaptado do TransCAD, 2017.

Já a criação dos dados de linha referem-se aos desenhos das vias em que serão feitas a roteirização. Neste caso faz-se necessárias as seguintes informações para a criação de uma rede *-network*.

- Identificação (ID): número de identificação dos dados;
- Distância (*Length*): comprimento da via;
- Velocidade (*Speed*): velocidade permitida da via
- Tempo (*Time*): Tempo gasto para o veículo percorrer a via, matematicamente, sendo este o comprimento da via dividido pela velocidade.

Na Figura 11 está exibida a caixa de ferramenta que mostra os dados de entrada para a matriz de roteirização dos veículos utilizando-se o network minimizando a distância ou tempo.

Figura 11 - Dados de entrada para a matriz de roteirização



Fonte: Adaptado do TransCAD, 2017.

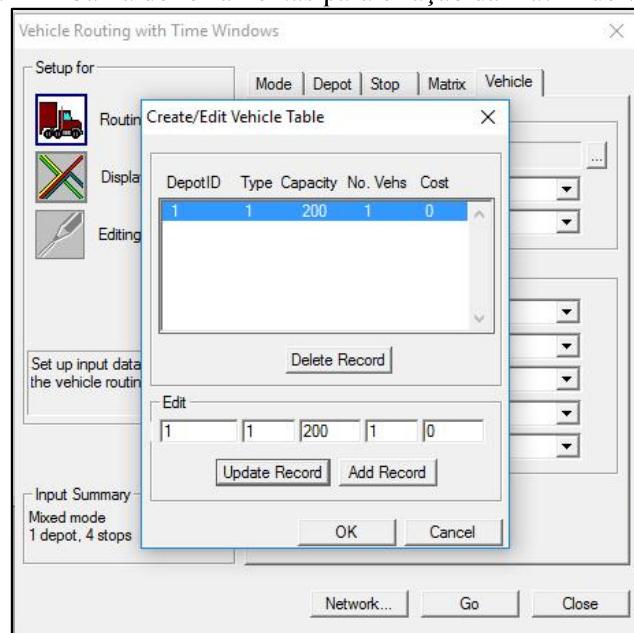
Outro passo importante para obter o relatório final é a criação da matriz de veículos. Para a criação desta matriz são necessários os seguintes dados:

- Identificação do depósito (*Depot ID*): refere-se ao ID do depósito ao qual o veículo pertence;

- Tipo (*Type*): corresponde ao código do tipo de veículo, o qual deve ser único para cada tipo de veículo dentro de cada depósito;
- Capacidade (*Capacity*): corresponde à capacidade do veículo;
- Número de veículos (*Number of Vehicles*): refere-se ao número de veículos disponíveis para realizar as operações;
- Custo (*Cost*): custo operacional unitário do veículo.

Na Figura 12 visualiza-se a caixa de ferramentas para criação da tabela de veículos.

Figura 12 - Caixa de ferramentas para criação da matriz de veículos



Fonte: Adaptado do TransCAD, 2017.

O relatório final do programa contém os seguintes dados:

- Arquivo de texto contendo o itinerário de cada veículo;
- Tabela de rotas - mostradas a sequência de paradas e o sentido percorrido pelos veículos
- Relatório de resumo (*Report file*) - contém uma lista de algumas discrepâncias nos dados de entrada, caso existam.

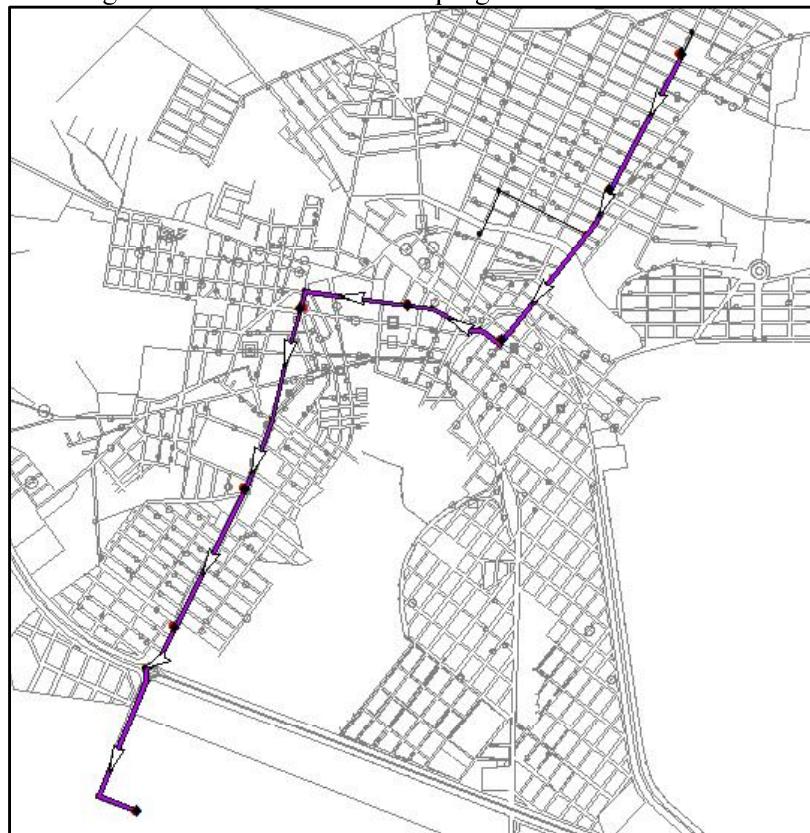
Modelos de saída de dados do programa com arquivos de texto mostrando o itinerário e a tabelas de rotas estão mostrados nas Figuras 13 e 14, respectivamente.

Figura 13 - Saída de dados do programa- Itinerário

Itinerary Report					
Route #	1	Tot Time:	0:26	Capacity	1000.0
Veh. Type:	1	Tot Dist:	3.4	Depart Load:	71.0
No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Delivery	Pickup
1		6:25am			
1 1		6:25am- 6:25am	0.0	--	1.0
2 2		6:27am- 6:28am	0.4	--	13.0
3 3		6:31am- 6:32am	0.5	--	4.0
4 4		6:33am- 6:34am	0.3	--	9.0
5 5		6:36am- 6:36am	0.3	--	12.0
6 6		6:39am- 6:40am	0.5	--	20.0
7 7		6:43am- 6:43am	0.4	--	12.0
8 8		6:47am- 6:51am	0.6	71.0	--
END					
Total			3.4	71.0	71.0

Fonte: Autora, 2017.

Figura 14 - Saída de dados do programa- Tabela de rotas



# CAPÍTULO 3

## METODOLOGIA

A primeira etapa da pesquisa foi levantar os dados do transporte coletivo público da cidade junto a prefeitura. Coletaram-se dados a respeito da quantidade de veículos disponíveis, horários e rotas realizadas. (Anexo A, página XX).

Coletaram-se dados junto a Universidade Federal de Uberlândia- Campus Monte Carmelo com relação as rotas e horários do veículo disponibilizado pela mesma para realizar o transporte entre unidades (INTERCAMPPI). A Universidade também forneceu uma lista contendo a localização das residências dos universitários.

### **PESQUISAS NO TRANSPORTE PÙBLICO**

Realizou-se ao longo do trabalho duas pesquisas no transporte coletivo: a de opinião do usuário quanto à qualidade do serviço ofertado e de embarque/desembarque para obter o levantamento do carregamento (lotação) dos veículos ao longo dos trechos da rota. Ambas as pesquisas foram realizadas simultaneamente com pesquisadores embarcados nos veículos que realizam o transporte na cidade.

Os dois veículos do transporte coletivo com uso exclusivo para os universitários foram analisados, um deles com a rota somente entre as unidades da Universidade (Intercampi) e outro com a rota parando em diversos pontos da cidade (050), porém com origem e destinos entre as Unidades. As datas das pesquisas foram 30/08/2016 e 27/09/2016, respectivamente, e ambas em uma terça-feira. Evitou-se datas próximas a feriados e recessos, que pudessem interferir na quantidade de universitários na cidade, visto que a maioria destes residem em outros municípios, preocupando-se também em realizar a pesquisa em dias com o clima adequado (não chuvosos ou frios), que influenciassem no uso do transporte coletivo.

Contou-se com 3 pesquisadores por data para as realizações das pesquisas. Dois destes pesquisadores ficavam nas portas dos veículos contando os passageiros que embarcavam e desembarcavam no transporte e anotando os horários de chegada e saída dos veículos e o terceiro pesquisador entregava e recolhia os questionários e utilizava-se o aplicativo de celular “Runtastic” para averiguar a velocidade em que os ônibus estavam circulando.

É importante ressaltar que anteriormente as datas da realização das pesquisas deste trabalho, a Prefeitura Municipal de Monte Carmelo juntamente com membros da Universidade Federal de Uberlândia realizaram pesquisas para formar o Plano de Mobilidade Urbana da cidade. Estas pesquisas englobaram: Contagens volumétricas, pesquisas rotativas de estacionamento, prioridade aos pedestres, bicicleta nas ruas, acessibilidade nas calçadas e pesquisas no transporte público e *Cordon Line*.

As pesquisas realizadas no transporte público que compoem o Plano de Mobilidade Urbana na cidade foram as de embarque/desembarque, opinião e de renda da população que utiliza do serviço. Portanto, quando realizou-se as pesquisas desta dissertação a população já estava ciente das pesquisas que estavam acontecendo na cidade.

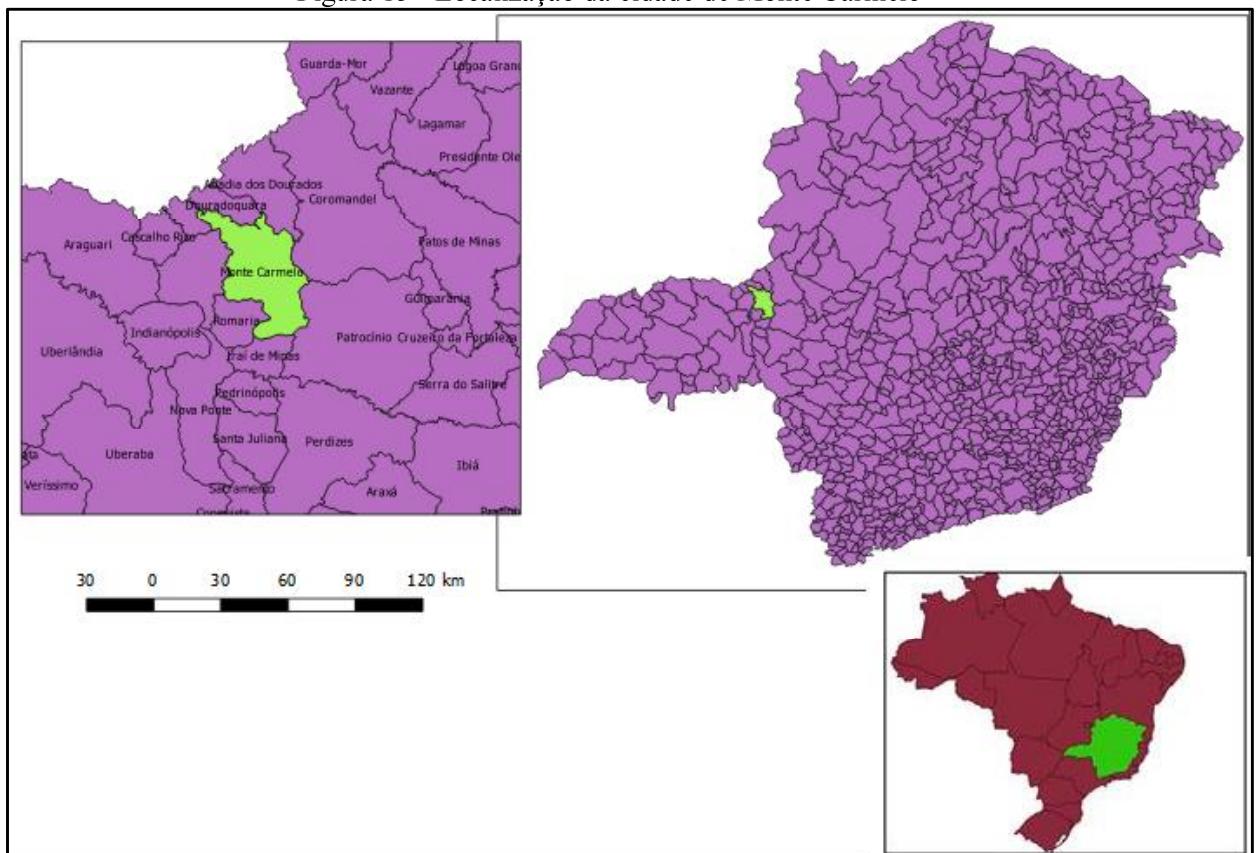
Destaca-se que enfoque da investigação do Plano de Mobilidade foi olhar a situação geral do trânsito na cidade e as pesquisas voltadas para as linhas regulares do transporte público. Já o enfoque desta pesquisa é a situação do transporte da comunidade acadêmica da cidade, abrangendo assim a linha InterCampi, excluída do Plano de Mobilidade.

# CAPÍTULO 4

## ESTUDO DE CASO

Monte Carmelo é uma cidade situada no estado de Minas Gerais com a população estimada de 48.086 habitantes para o ano de 2016, com unidade territorial com área de 1.343,035 km<sup>2</sup> em 2015, densidade demográfica em 2010 de 34,08 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016). A cidade fica localizada conforme apresentado no mapa da Figura 15.

Figura 15 - Localização da cidade de Monte Carmelo



Fonte: Adaptado de Qgis, 2017.

Segundo o DENATRAN (2015), a cidade possui um total de 29.479 veículos circulantes. Do total destes veículos, estima-se 15.341 automóveis, 5.042 caminhões, 307 ônibus, 8.383 motocicletas e 1.132 com outras classificações.

### 3.1 VEÍCULOS E ROTAS

Segundo reportagens do jornal Globo (2013), o transporte coletivo da cidade de Monte Carmelo é feito gratuitamente pela administração pública da prefeitura, medida está instituída em 1994, cujo custo mensal é de 60 mil reais pelo serviço. Várias empresas privadas já tentaram realizar o transporte, porém não obtiveram sucesso. Com isto, a prefeitura passou a realizar o transporte gratuitamente na cidade, devido à necessidade das pessoas de se locomoverem a bairros mais distantes.

A mesma reportagem traz informações fornecidas pela prefeitura sobre a precariedade do transporte, como bancos não estofados, veículos sujos, riscados e com janelas sem vidro, sendo que os próprios usuários são responsáveis por vandalismos. Estes aspectos também foram citados pelos moradores da cidade e usuários do transporte coletivo em entrevistas realizadas para esta pesquisa. Outras reclamações por parte dos usuários foram o intervalo de tempo em que os veículos passam, ou seja, sua frequência, e que os veículos não comportam o excesso de passageiros.

O secretário de Obras responsável pelo transporte público, Divino Batista Ramos, afirmou que o sistema está sobrecarregado e que faltam, pelo menos, mais dez veículos para suprir a necessidade da população e é preciso ampliar o sistema para que atenda aos bairros mais distantes (GLOBO, 2013).

Em 2014, a cidade ganhou uma nova frota, com a aquisição de cinco ônibus seminovos. O investimento no transporte público custou aproximadamente 500.000 reais para a prefeitura. Com este investimento, foi possível criar a quinta linha de ônibus que deve atender cerca de 2.000 universitários e, assim, ampliar às atuais linhas existentes, que trafegam pela cidade em apenas cinco horários diários (GLOBO, 2014). Em 2016, apesar da nova linha ser direcionada a atender a toda a comunidade acadêmica da UFU- Campus Monte Carmelo, verifica-se que o número de estudantes já superlota o único veículo destinado à universidade.

Ao todo, são seis veículos que realizam o transporte coletivo da cidade, sendo dois destinados exclusivamente para o uso da comunidade acadêmica UFU. Sendo que um veículo realiza somente o transporte entre as unidades da Universidade Federal de Uberlândia, classificados como Intercampi e o outro denominado 050 e possui diversos pontos de parada entre as mesmas.

A rota do veículo Intercampi passa por quatro pontos, sendo três destes pontos as unidades do campus da universidade, que são pontos estabelecidos como pontos de parada obrigatória do ônibus, e outro ponto acrescido pelo motorista de acordo com as necessidades dos usuários de determinado horário. O ônibus 050 conta com três percursos e passa por 14 pontos fixos estabelecidos como ponto de parada do ônibus e alguns pontos extras de forma a atender aos usuários. Ou seja, verifica-se que como não há fiscalização, os motoristas modificam o itinerário conforme vontade própria e necessidade dos usuários.

Os cronogramas com horários e rotas completas, informadas pela prefeitura e por aplicativo, estão anexados ao trabalho (ANEXO A, página 119).

### 3.2 ORIGEM/ DESTINO DOS UNIVERSITÁRIOS

Coletou-se juntamente à UFU as fichas dos estudantes contendo o endereço de suas residências, dentre os 724 estudantes, 498 estudantes declaravam o endereço em que residem na cidade de Monte Carmelo e o restante a cidade de origem. Esta coleta foi para identificar os bairros com maior origem das viagens, ou seja, os bairros com maior geração de viagens até o Campus da Universidade. Colocou-se o resultado obtido de forma sucinta na Tabela 6 apontando-se os bairros mais populosos.

Tabela 6 - Origem das viagens universitárias

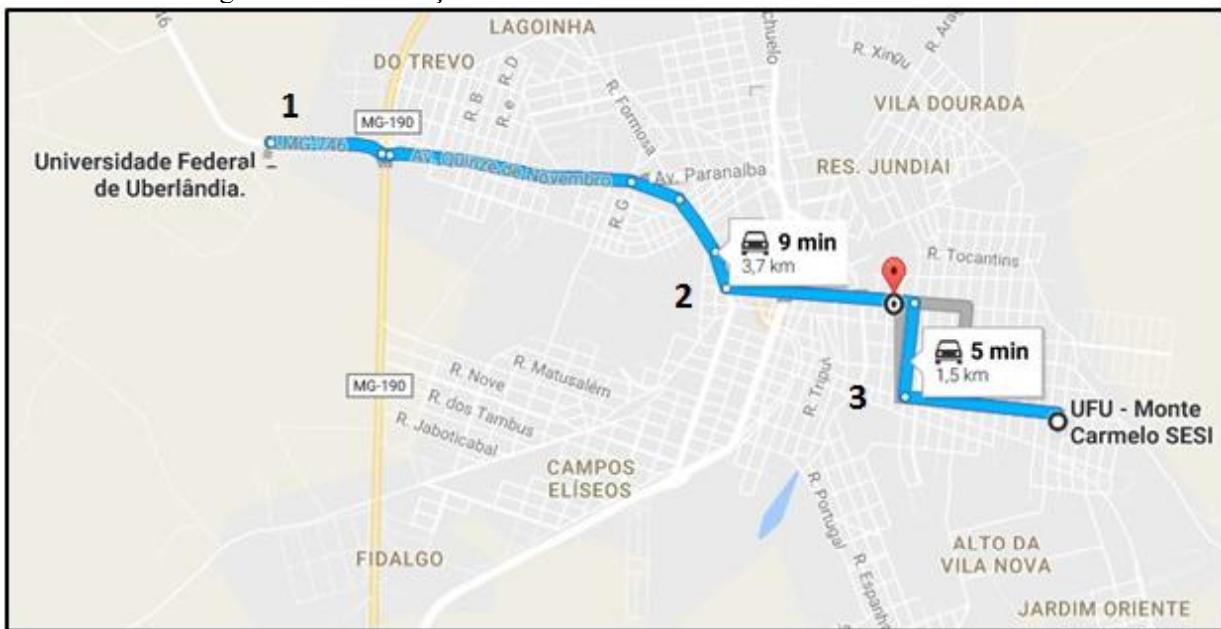
Bairro	Geologia	Sistemas de Informações	Engenharia Florestal	Agrimensura	Agronomia	Total
Vila Nova	6	14	18	34	3	<b>75</b>
Centro	18	21	3	17	3	<b>62</b>
Boa Vista	7	17	10	20	3	<b>57</b>
Batuque	4	10	2	9	6	<b>31</b>
Bairro do Carmo	4	3	1	11	3	<b>22</b>
Catulina Matos	0	7	4	7	3	<b>21</b>
Res. Lambari	0	2	2	5	3	<b>12</b>
Planalto	0	3	1	4	3	<b>11</b>
Outros	11	36	27	25	108	<b>207</b>
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>113</b>	<b>68</b>	<b>132</b>	<b>135</b>	<b>498</b>

Fonte: Autora, 2017.

Pode-se notar que a maioria das viagens têm origem no Bairro Alto da Vila Nova, representando 15,06% do total, seguido pelo Bairro Centro (12,45%) e o Bairro Boa Vista (11,45%).

Os três pontos de destino das viagens universitárias são as três unidades do campus da UFU. A unidade Araras, campus principal, abrange uma área de 242.001 m<sup>2</sup> e fica na Rodovia LMG 746, Km 1, em Monte Carmelo (MG). A expansão da UFU para Monte Carmelo começou em 2010 e suas atividades iniciaram-se em 2011. A universidade também utiliza outros prédios na cidade, para funcionamento de laboratórios, salas de professores e outras atividades. As unidades da UFU estão localizadas conforme é mostrado na Figura 16:

Figura 16 - Localização das unidades UFU e distância entre unidades



Fonte: Google Maps, 2017.

- Unidade 1: Rodovia LMG 746, Km 1 - Bairro Araras
- Unidade 2: Avenida Dona Clara, 647- Bairro Centro
- Unidade 3: R. Goiás, 2000 – Bairro Vila Nova

Como é possível observar, as três localizações ficam em distantes uma das outras, sendo que o campus principal e o campus do SESI ficam localizados em extremos do mapa. A distância entre o campus 1 e 2 é de 3,7 km e do campus 2 e 3 de 1,5 km, totalizando 5,2 km, isto faz com que os universitários necessitem ainda mais do transporte coletivo para seus deslocamentos diários.

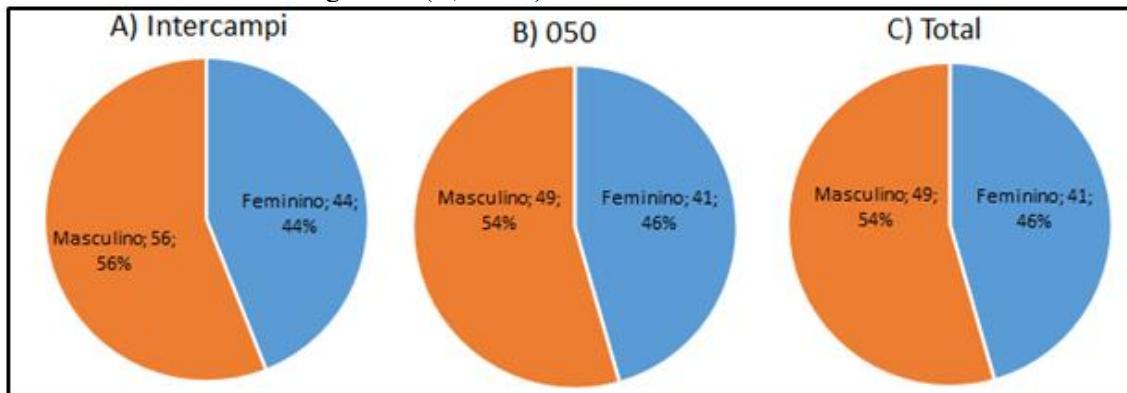
### 3.3 PESQUISAS NO TRANSPORTE PÚBLICO

#### 3.3.1 Pesquisa de Opinião

A pesquisa de opinião foi elaborada baseada nos fatores que influenciam na qualidade do transporte coletivo propostos por Ferraz e Torres (2004). Os quesitos analisados foram acessibilidade, tempo de espera, lotação, confiabilidade, segurança, sistema de informação, comportamento dos operadores, condição das ruas, veículos e pontos de parada, conforme apresentado no Apêndice A. O questionário foi previamente aplicado e analisado e feito de maneira informal para a melhor compreensão dos entrevistados.

Entrevistou-se ao total 190 pessoas, sendo 100 universitários no transporte Intercampi e 90 na rota do veículo 050. Na Figura 17 (A, B e C) mostra-se o sexo dos entrevistados nos dois veículos pesquisados e também no geral:

Figura 17 (A, B e C) - Sexo dos entrevistados



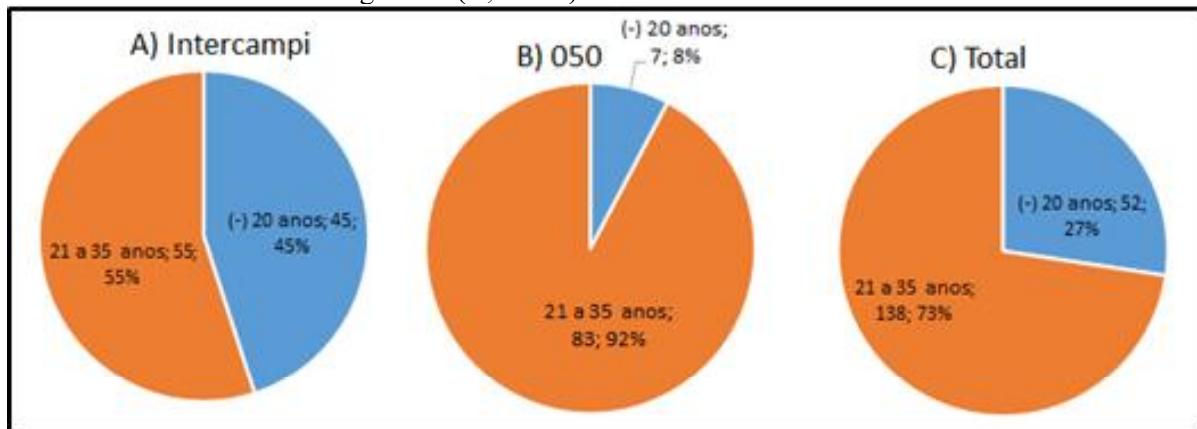
Fonte: Autora, 2017.

Pelos dados apresentados é notória uma participação equilibrada de ambos os sexos na entrevista. Apesar do veículo 050 receber mais passageiros, destaca-se um menor número de entrevistados deste veículo, devido ao fato da lotação frequente do veículo, o que dificultou que todos passageiros respondessem às perguntas, pois a maioria dos usuários estava em pé. Outra dificuldade ao realizar a pesquisa foi o curto tempo de viagem e ainda no recolhimento de todos os questionários.

Outro dado importante obtido na pesquisa foi a idade dos entrevistados. Como todos os entrevistados foram estudantes universitários o resultado da pesquisa foi previsível, obtendo-se

a maioria de estudantes jovens com idade entre 17 à 35 anos, conforme verifica-se na Figura 18.

Figura 18 (A, B e C) - Idade dos entrevistados

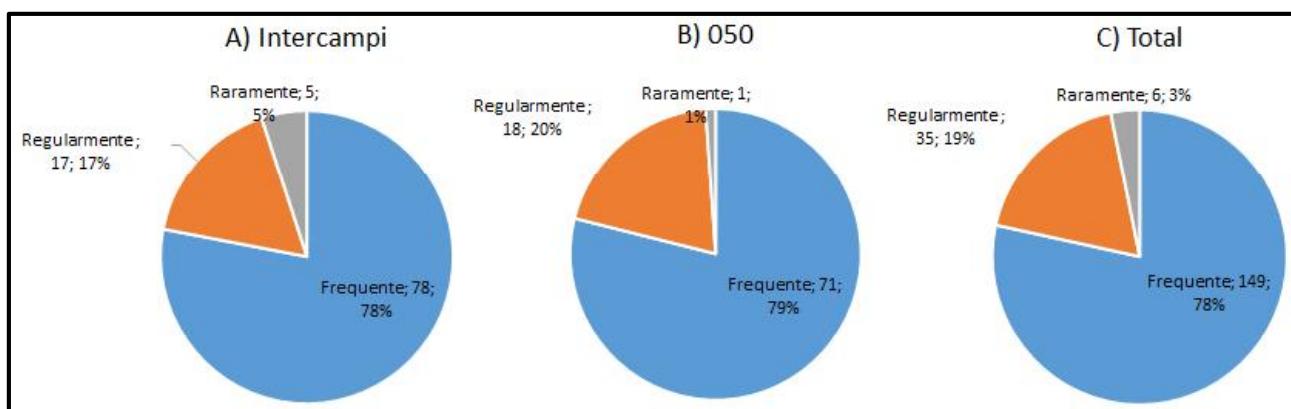


Fonte: Autora, 2017.

A pesquisa mostrou que a maioria dos estudantes estão na faixa etária entre 21 à 35 anos, conforme visualiza-se no Gráfico 2, como previsto. Ao total foram 27% dos universitários com menos de 20 anos e 73% de 21 à 35 anos e não foram encontrados resultados de pessoas com mais de 35 anos.

Os resultados obtidos para a frequência do uso do transporte público estão mostrados na Figura 19 (A, B e C).

Figura 19 (A, B e C) - Frequência de uso do transporte público



Fonte: Autora, 2017.

A maioria dos entrevistados relatou que utilizam o transporte público com frequência em ambos os veículos pesquisados totalizando-se 78%. Somente 3% dos universitários relataram pouco uso do transporte coletivo público.

Os demais dados obtidos na pesquisa de opinião serão mostrados e comentados no Capítulo 4- Qualidade do transporte público.

### 3.3.2 Pesquisa Embarque/ Desembarque

A pesquisa embarque/desembarque foi realizada em dois dias, um em cada veículo do transporte coletivo. Analisou-se o carregamento/lotação dos veículos durante todos os horários cumpridos pelos ônibus. Conforme dito anteriormente, utilizou-se dois pesquisadores, um em cada porta do veículo do transporte, anotando a quantidade de pessoas que subiam/desciam dos veículos. Analisou-se também os horários que os veículos chegavam e partiam das suas origens e a velocidade média e máxima do percurso.

Com os dados obtidos nesta pesquisa, verificou-se o carregamento dos veículos por trechos das rotas, possibilitando analisar os pontos de maiores demandas e também os horários de pico. Logo após obter o carregamento por trecho, analisou-se o nível de serviço operado, utilizando o quesito passageiros/assento, conforme sugerido pelo TCRP – *Transit Cooperative Research Program* de 2003.

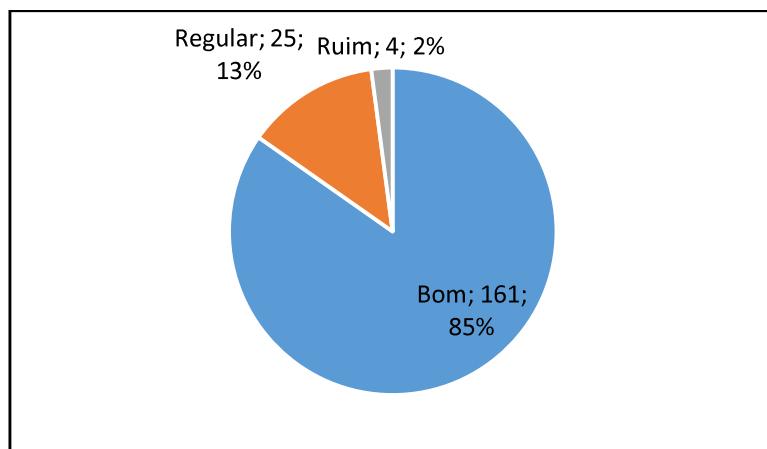
## 3.4 QUALIDADE DO TRANSPORTE PÚBLICO

Com os resultados das pesquisas de opinião e de análises em campo, verificou-se as deficiências do transporte público universitário da cidade. Realizou-se as análises baseando-se nos fatores propostos por Ferraz e Torres (2004).

### 3.4.1 Comportamento dos operadores

Analizando os questionários respondidos pelos usuários do transporte público, obteve-se o seguinte resultado para o comportamento dos operadores:

Figura 20 - Resultado do fator comportamento dos operadores



Fonte: Autora, 2017.

Conforme podemos visualizar na Figura 20, a maioria dos usuários considerou o fator comportamento dos operadores como bom, tendo aceitação de 85%. Somente 13% dos entrevistados consideraram este fator regular e 4% ruim.

Notou-se forte relação pessoal do motorista com os universitários, ou seja, por ser uma convivência diária e rotineira, o motorista conhece as necessidades de cada usuário e estabelece paradas extras no intuito de ajudar os universitários, parando o veículo mais próximo às suas residências.

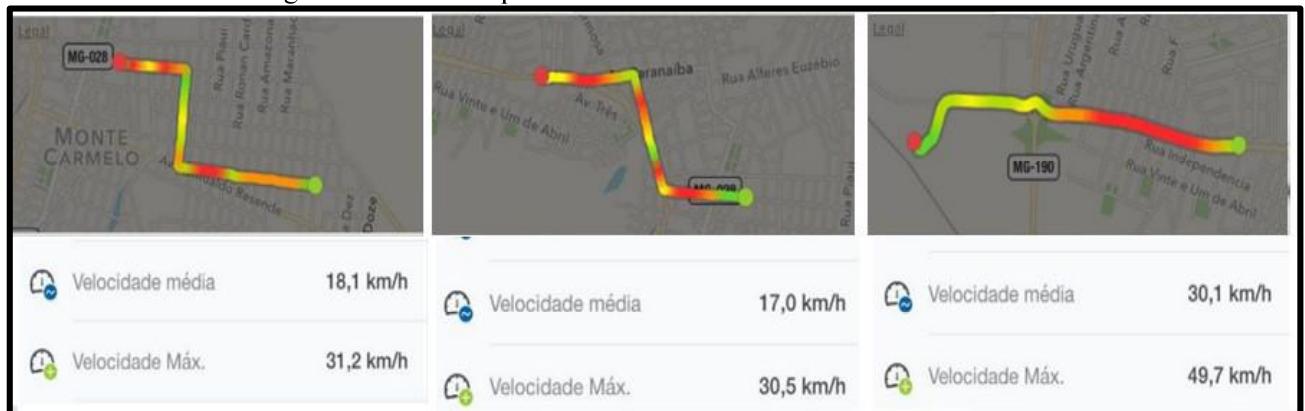
Acredita-se que o fator comportamento dos operadores influiu diretamente em outros fatores da análise da qualidade como confiabilidade e segurança. Durante a realização das pesquisas observou-se que o motorista do veículo 050 não controlava o horário de saída dos veículos, saindo muitas vezes com atrasos e parou diversas vezes em pontos de parada fora dos pontos estipulados no itinerário, para atender às necessidades pessoais de cada passageiro.

Para compensar as paradas extras no tempo de viagem, o motorista aumenta a velocidade desenvolvida no percurso do veículo, parando o veículo para os usuários embarcarem/desembarcarem no meio das ruas (aumentando o risco de acidentes) e, às vezes, passando em lombadas em alta velocidade. O motorista do veículo Intercampi cumpriu rigorosamente os horários e somente parou o veículo nos pontos de parada estabelecidos nas rotas.

É importante ressaltar que a maioria das vias das rotas do transporte público são classificadas como coletores, com duplo sentido de trânsito, uma faixa para cada sentido e velocidade máxima de 40 km/h. Além destas, o trajeto abrange uma via arterial (Avenida 15 de Novembro), com duas faixas para cada sentido de tráfego e canteiro central dividindo as vias, o trecho da rodovia LMG-746 e uma estrada de terra de acesso a Unidade Araras.

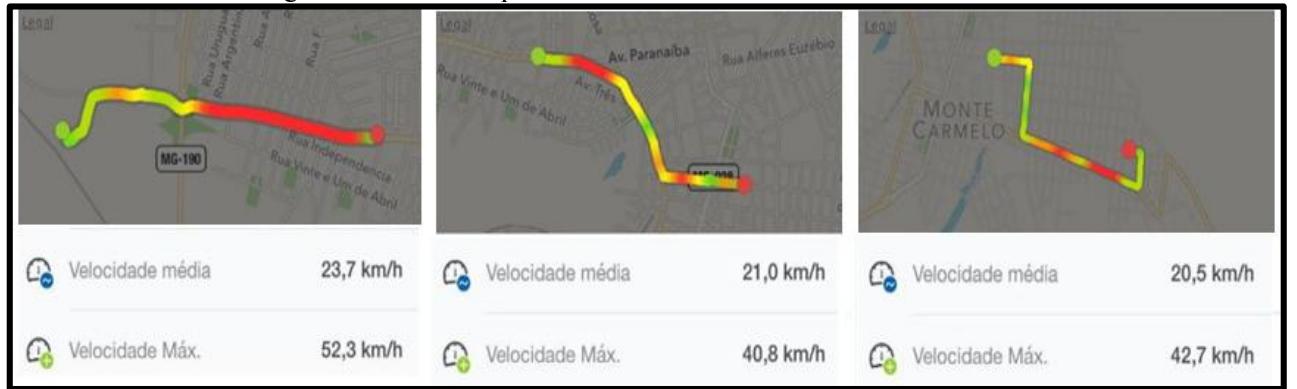
Nas Figuras 21 e 22, obtidas pelo aplicativo de celular “*Runstatic*” demonstra-se as velocidades máxima e média de percurso dos veículos da rota Intercampi.

Figura 21 - Intercampi- Percurso unidade Vila Nova/Araras



Fonte: Adaptado de *Runstatic*, 2017.

Figura 22 - Intercampi- Percurso unidade Araras/Vila Nova



Fonte: Adaptado de *Runstatic*, 2017.

Conforme mostrado nas Figuras 21 e 22, o veículo obteve velocidade média entre os três trechos, na ida e volta do veículo, de 21,73 km/h. É importante ressaltar que no trecho entre o ponto extra na Avenida 15 de Novembro e a Unidade Araras obteve-se velocidades médias e máximas altas, por ser um trecho com poucas paradas e retilíneo e ainda por ser uma via arterial e ter um trecho da rodovia, contribuindo para atingir altas velocidades. Na rota de volta para a

Unidade Vila Nova, o veículo atingiu velocidades máximas acima da regulamentada (40 km/h) em todos os trechos do percurso.

As Figuras 23 e 24 mostram as velocidades de trajeto dos veículos do transporte público 050 nas rotas Vermelhas e Amarela. É importante ressaltar que a velocidade média utilizada contém o tempo perdido nos pontos de parada e no trânsito em geral (semáforos, vias não preferenciais, lombadas, etc).

Figura 23 - Percurso 050- Rota Vermelha



Fonte: Adaptado de *Runstatic*, 2017.

Figura 24 - Percurso 050- Rota Vermelha



Fonte: Adaptado de *Runstatic*, 2017.

Como o veículo 050 parou diversas vezes fora do ponto, não foi possível fazer uma análise trecho a trecho como fez-se no trajeto Intercampi. Observa-se, conforme pode-se visualizar nas Figuras 16 e 17, que o motorista do veículo 050 conseguiu atingir altas velocidades, mesmo com um número elevado de paradas.

As velocidades médias obtidas em todas as rotas foram altas, devido aos veículos estarem sempre carregados de estudantes e o elevado número de paradas, comparando com o automóvel particular que teve a média de 22,0 km/h para realizar o mesmo trajeto.

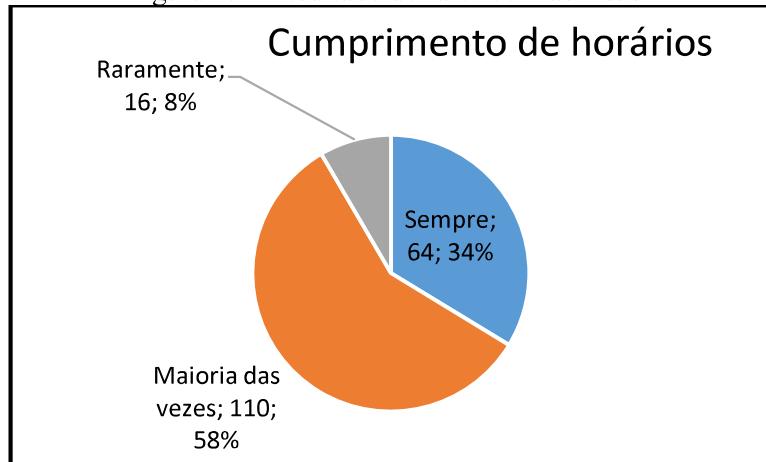
As altas velocidades podem ser justificadas pelos atrasos obtidos pelo não cumprimento dos horários de saída inicial do veículo, nos pontos e várias paradas não estabelecidas no itinerário, sendo assim, forma de compensar o tempo perdido e cumprir o horário de chegada. Observa-se que outro fator utilizado para “compensar” o tempo foi a parada nos pontos de embarque e desembarque feita incorretamente, sem parar junto ao meio fio, parando no meio da via e obstruindo o trânsito local.

Durante a realização da pesquisa verificou-se que os motoristas são muito cordiais e educados com os usuários, até mesmo parando os veículos de forma irregular para atender a necessidade de cada estudante (aumentando o número de paradas que o programado). Por isto, muitos responderam o questionário com receio de que pudesse ocorrer alguma penalidade para os motoristas, caso o questionário fosse respondido relatando os incidentes.

### 3.4.2 Confiabilidade

Obteve-se confiabilidade a partir da opinião dos usuários se os veículos cumprem os horários programados, ou seja, chegam/partem do ponto de parada nos horários programados.

Figura 25 - Resultado do fator confiabilidade



Fonte: Autora, 2017.

Como pode-se observar na Figura 25, somente 8% dos entrevistados relataram que raramente os ônibus não passavam nos horários programados, sendo considerado pela maioria dos usuários como regular (cumprem os horários na maioria das vezes (58%).

Para averiguar a confiabilidade dos veículos em campo, anotou-se todos os horários em que os ônibus chegavam aos pontos pelos dois pesquisadores e comparou-os com os horários informados nos panfletos disponibilizados para os universitários. A tolerância de atrasos e adiantamentos dos veículos considerados na pesquisa foram de 5 e 3 minutos respectivamente, conforme o modelo proposto por Ferraz e Torres (2004).

O veículo Intercampi cumpriu perfeitamente o horário programado em todos os pontos. Portanto, a confiabilidade deste pode ser considerada como excelente, atingindo 100% de confiança.

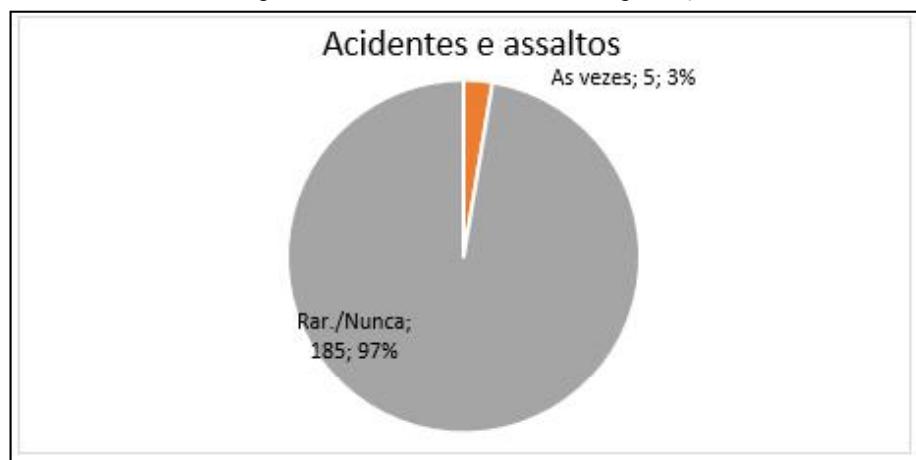
Para o ônibus 050 são no total 90 pontos de parada com horas programadas ao longo do dia conforme apresentado nos resultados da pesquisa sobe/desce (Tabela 9, páginas 83-88). Em 38 destes pontos os veículos passaram com atraso e em 3 pontos estavam adiantados, considerando as tolerâncias, representando 42,22% e 3,33%, respectivamente, dos veículos que passaram fora do horário correto. A soma dos pontos onde ocorre atrasos e adiantamentos totaliza 41 (45,6%), sendo este valor expressivamente maior que o limite proposto por Ferraz e Torres (2004), que é de 3%, para que o parâmetro de avaliação seja considerado como ruim.

A confiabilidade observada é diretamente relacionada com o comportamento dos operadores, pois os veículos estavam em perfeito estado, não ocorrendo nenhum tipo de incidente que justificasse o atraso, portanto, os atrasos e adiantamentos foram provocados por comportamento assumido pelos motoristas. Pode-se observar também que muitos atrasos que começavam na chegada ao ponto diminuíram gradativamente ao longo dos pontos até a chegada, compensados pelas altas velocidades assumidas pelo motorista como previamente citado.

### 3.4.3 Segurança

Na opinião dos entrevistados, a segurança foi um fator considerado bom, visto que, são relatados poucos ou raros acidentes e assaltos, conforme verifica-se pela Figura 26.

Figura 26 - Resultado do fator segurança



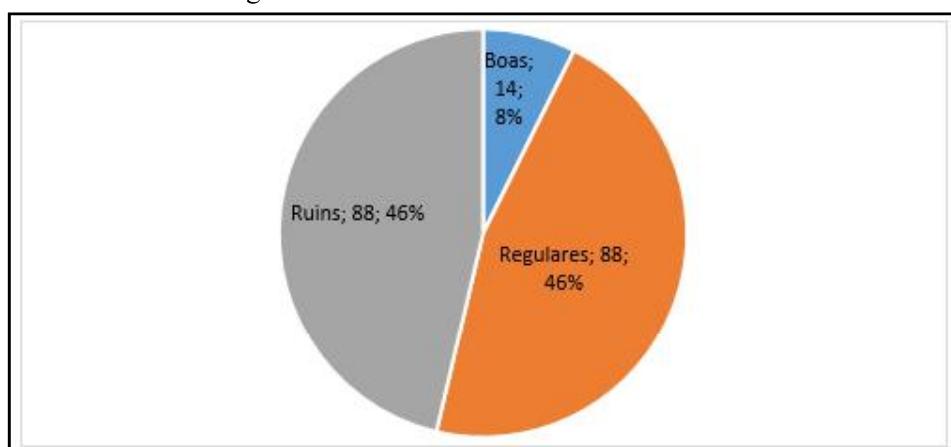
Fonte: Autora, 2017.

Em contrapartida ao resultado de opinião dos usuários, a segurança foi outro item influenciado diretamente pelo comportamento dos operadores. Conforme verificado, o modo de conduzir atualmente o veículo pelos motoristas oferece risco de acidentes envolvendo os usuários, principalmente com as paradas inadequadas distantes do meio-fio, que contribuem para o risco de atropelamentos ao subir/descer do veículo, tendo sido relatado em uma das observações colocadas por um entrevistado na pesquisa. As paradas inadequadas contribuem também para a ocorrência de acidentes no trânsito em geral.

#### 3.4.4 Estado das vias

Verifica-se pelas informações apresentadas na Figura 27 que poucos usuários consideraram o estado das vias como fatores positivos (8%), com reprovação de 46% dos entrevistados.

Figura 27 - Resultado do fator estado das vias



Fonte: Autora, 2017.

Em geral, o estado do pavimento das vias por onde circulam os veículos do transporte público estão regulares, com apenas algumas lombadas, devidamente sinalizadas, em sua maioria são vias pavimentadas e sem grandes manifestações patológicas no pavimento. Porém, o trecho de acesso a Unidade principal, Araras, situada na BR ainda está sem a pavimentação em seu trecho. É importante ressaltar que já existe o projeto de pavimentação e começou a ser executado.

A falta de pavimentação influí diretamente na velocidade desenvolvida pelos veículos, na conservação dos veículos, pois não é possível mantê-los limpos ao longo do dia e também contribui para que os usuários do transporte público se sujem durante o percurso. Nas Figuras 28, 29 e 30 é mostrado o trecho não pavimentado em questão.

Figura 28 - Trecho não pavimentado entre LMG-746 e o campus principal



Fonte: Google Maps, 2017.

Figura 29 - Trecho não pavimentado



Fonte: Autora, 2017.

Figura 30 - Trecho não pavimentado próximo ao campus principal

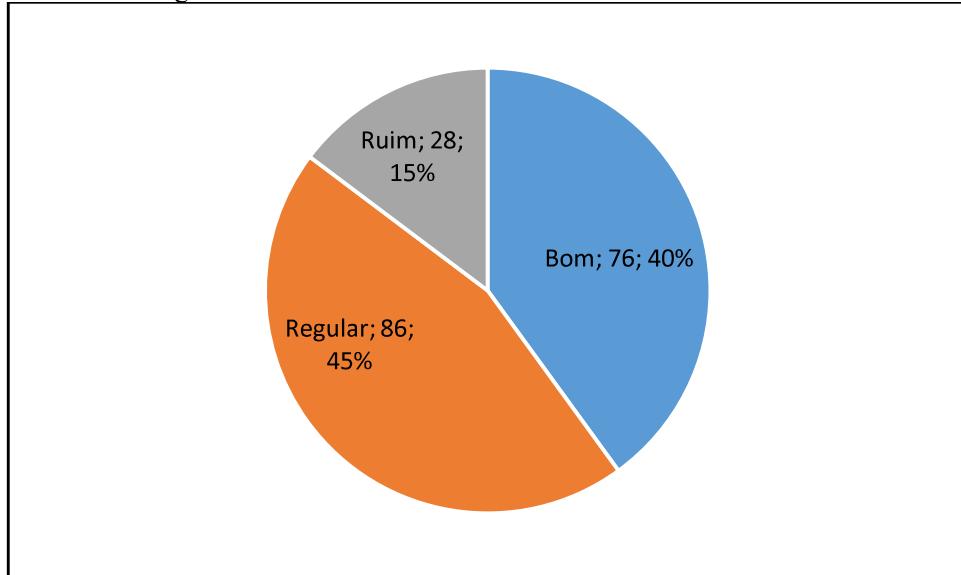


Fonte: Autora, 2017.

### 3.4.5 Características dos veículos

As características dos veículos foi um fator considerado na maior parte dos entrevistados como regular (45%), conforme pode se visualizar na Figura 31.

Figura 31- Resultado do fator características dos veículos



Fonte: Autora, 2017.

Os veículos de uso exclusivo do transporte público universitário foram recentemente comprados e encontram-se em ótimo estado de conservação, tanto internamente como externamente (Figuras 32 a 34).

Figura 32 - Foto do modelo de veículo utilizado na linha Intercampi



Fonte: Autora, 2017.

Figura 33 - Foto do interior dos veículos



Fonte: Autora, 2017.

Figura 34 - Foto do modelo de veículo utilizado na linha 050



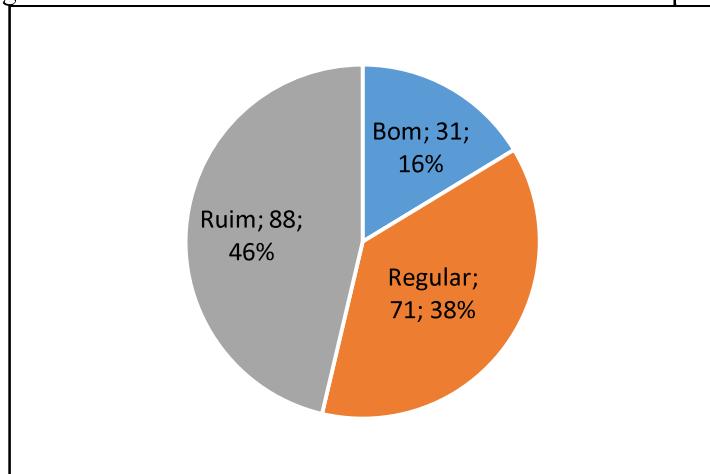
Fonte: Autora, 2017.

É possível observar-se na Figura 34, que mesmo os veículos sendo novos, se danificam e sujam muito durante o percurso devido ao trecho não pavimentado próximo ao campus principal da Universidade.

#### 3.4.6 Características dos locais de parada

Nos dados exibidos na Figura 35 é apresentada a opinião dos usuários em relação às características dos locais de parada.

Figura 35 - Resultado do fator características dos locais de parada



Fonte: Autora, 2017.

Os entrevistados consideraram, em geral, os pontos de paradas ruins (46%), sendo que 38% consideram como regulares e somente 16% como bons.

Verifica-se que na literatura, são exigências mínimas de um abrigo de usuários do transporte coletivo local que ofereçam assentos e cobertura, e que os pontos de parada sejam sinalizados. Também é importante que haja proibição de estacionamento de veículos por meio de sinalização para garantir que os motoristas consigam estacionar os veículos junto ao meio fio e, assim, garantir a segurança dos passageiros ao embarcar e desembarcar.

Conforme observou-se em campo, não há infraestrutura adequada em nenhum dos abrigos. Somente 4 pontos possuem placas sinalizando a parada de ônibus (Pontos de parada P6, P7, P9 e P10). Nos demais observou-se a presença de veículos estacionados nos locais de embarque e desembarque dos passageiros, forçando os ônibus a pararem distantes do meio-fio. Já a

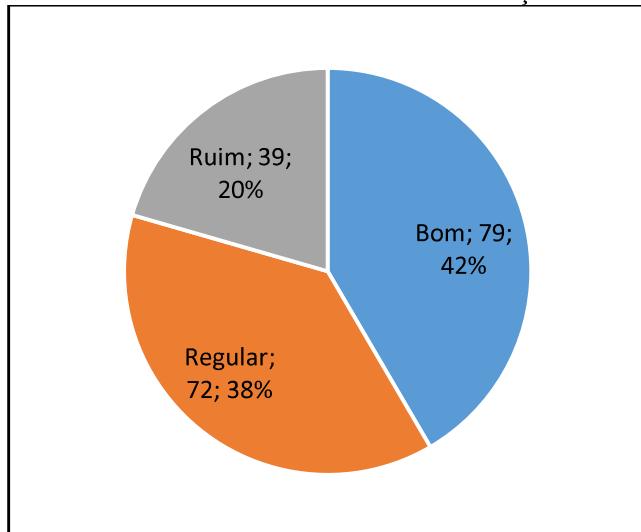
presença de assentos não existe em nenhum ponto, somente os de praças e estabelecimentos comerciais próximos. Em alguns pontos, o abrigo à intempéries é realizado pelas fachadas dos estabelecimentos comerciais.

As fotos dos pontos de parada estão anexadas ao trabalho no Apêndice B para melhor compreensão da atual situação dos pontos de parada.

### 3.4.7 Sistema de informações

Nota-se a prevalência de entrevistados que consideraram o sistema de informação aos usuários bom (42%) e 38 % consideram como regular e 20% como ruim (Figura 36).

Figura 36 - Resultado do fator sistema de informações aos usuários



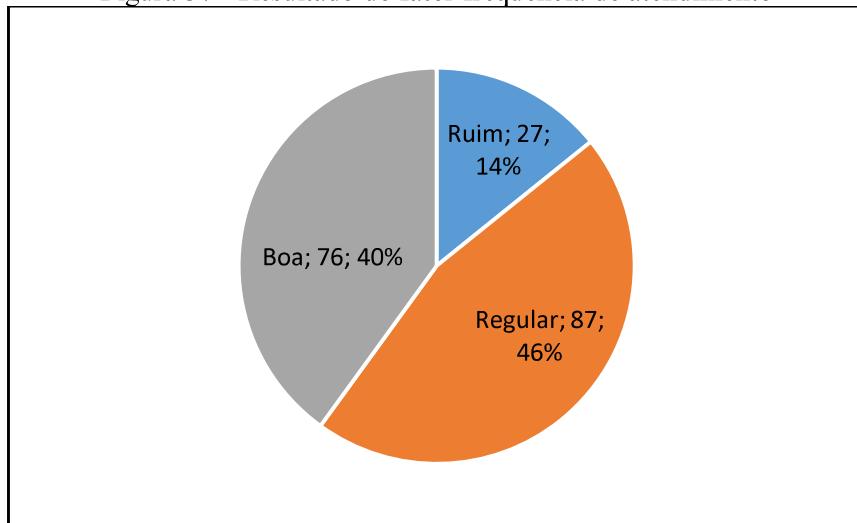
Fonte: Autora, 2017.

As informações a respeito das rotas, pontos de parada e horário do transporte coletivo foram facilmente obtida através da Prefeitura Municipal de Monte Carmelo. Os universitários chegaram a criar um aplicativo com os horários e pontos do coletivo, porém, tanto as informações obtidas pela Prefeitura quanto pelo aplicativo, nos itinerários não constavam os pontos e horários acrescidos nas viagens, ficando um pouco confusa as informações a respeito do transporte coletivo.

### 3.4.8 Frequência de atendimento e tempo de viagem

O resultado da frequência de atendimento do sistema de transporte coletivo foi obtido através do tempo de espera dos universitários pelos veículos do transporte coletivo no ponto (Figura 37).

Figura 37 - Resultado do fator frequência de atendimento



Fonte: Autora, 2017.

Observa-se que este fator foi avaliado como satisfatório em relação à opinião dos entrevistados, sendo que somente 14% consideraram o fator ruim (tempo de espera grande). Apesar de 86% dos entrevistados considerarem o fator satisfatório, observou-se que a necessidade do acréscimo de mais horários, por parte operadores, para atender a demanda dos usuários do transporte. O ideal seria adequar os horários que não existem nos itinerários.

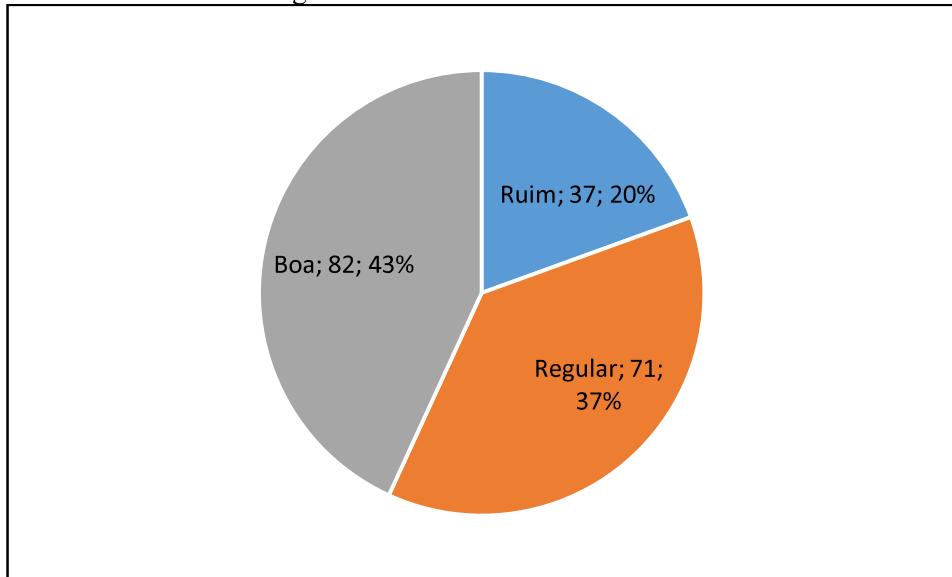
Verifica-se que o tempo de viagem foi satisfatório para a rota, onde os usuários gastam no máximo 25 minutos para percorrer os extremos do percurso.

Observou-se que em alguns horários nos veículos Intercampi e 050 embarcavam e desembarcavam passageiros e realizavam o mesmo trajeto. Nestes horários um veículo realizava a viagem completamente lotada e o outro com poucos passageiros.

### 3.4.9 Acessibilidade

A acessibilidade analisada relaciona-se com a distância percorrida pelo universitário até o acesso ao veículo. Na Figura 38 exibe-se o resultado encontrado.

Figura 38 - Resultado acessibilidade



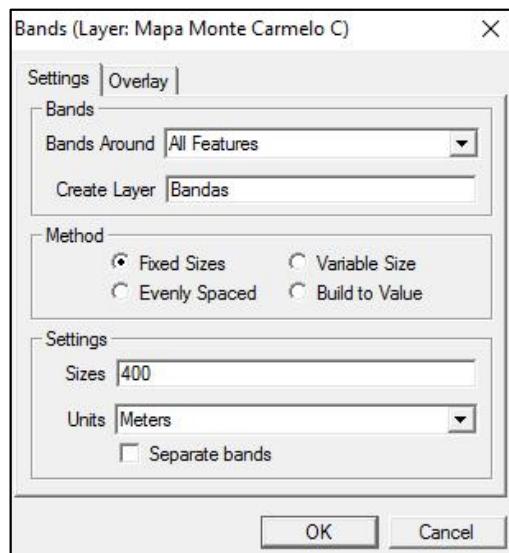
Fonte: Autora, 2017

Pode-se notar, através dos dados apresentados na Figura 38, que a distância a qual a maior parte dos universitários percorre é pequena (boa acessibilidade, 43%), cerca de 37% consideram a distância regular. Apenas 20% responderam que a distância de acesso aos veículos era grande (ruim acessibilidade).

Para a verificação da acessibilidade dos veículos do transporte coletivo necessitou-se do uso da ferramenta Bandas (*bands*) do programa computacional TransCAD. Primeiramente, alocou-se 488 universitários, distribuídos em 377 endereços diferentes.

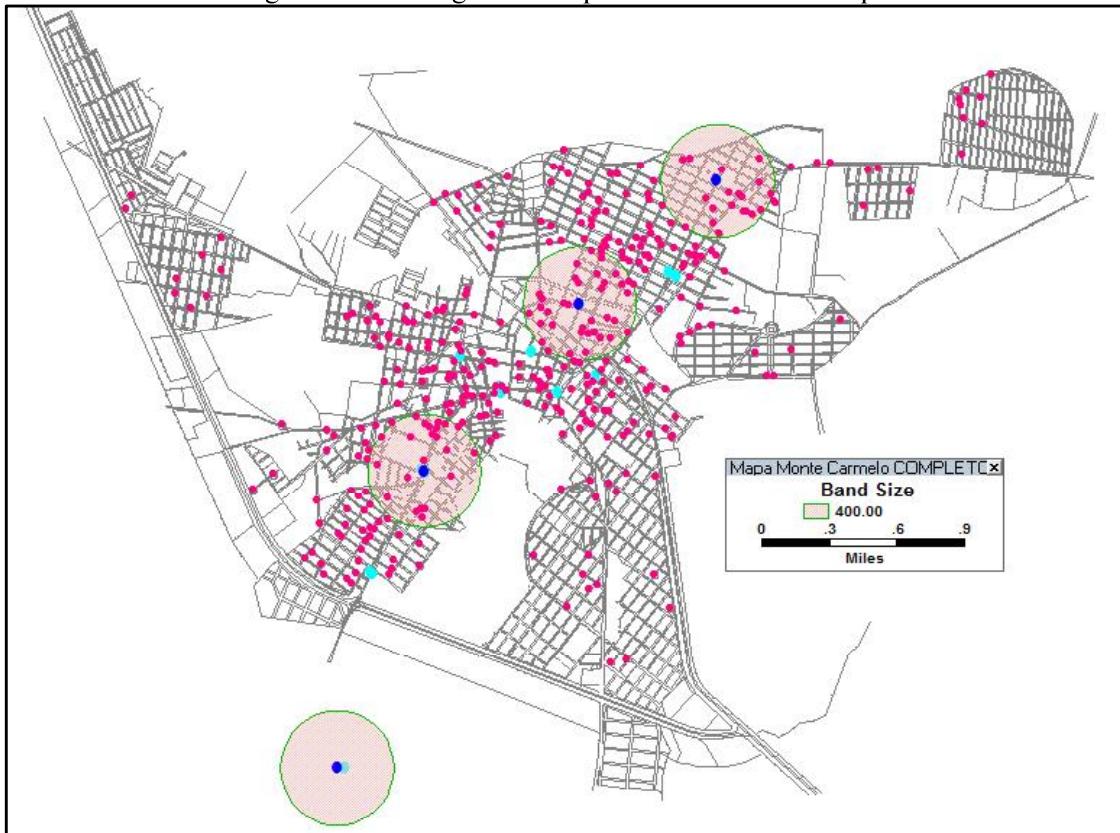
Com a ferramenta *bands* foi possível criar raios de 400 metros e verificar a quantidade de residências e universitários abrangidos por esse raio (Figura 39). Repetiu-se duas vezes o procedimento da ferramenta utilizando os pontos da Rota Intercampi (Figura 40) e com os pontos da Rota 050 (Figura 41).

Figura 39 - Caixa de ferramenta para criação de bandas de 400 metros com o TransCAD



Fonte: Adaptado de TransCAD, 2017.

Figura 40 - Abrangência dos pontos da rota Intercampi

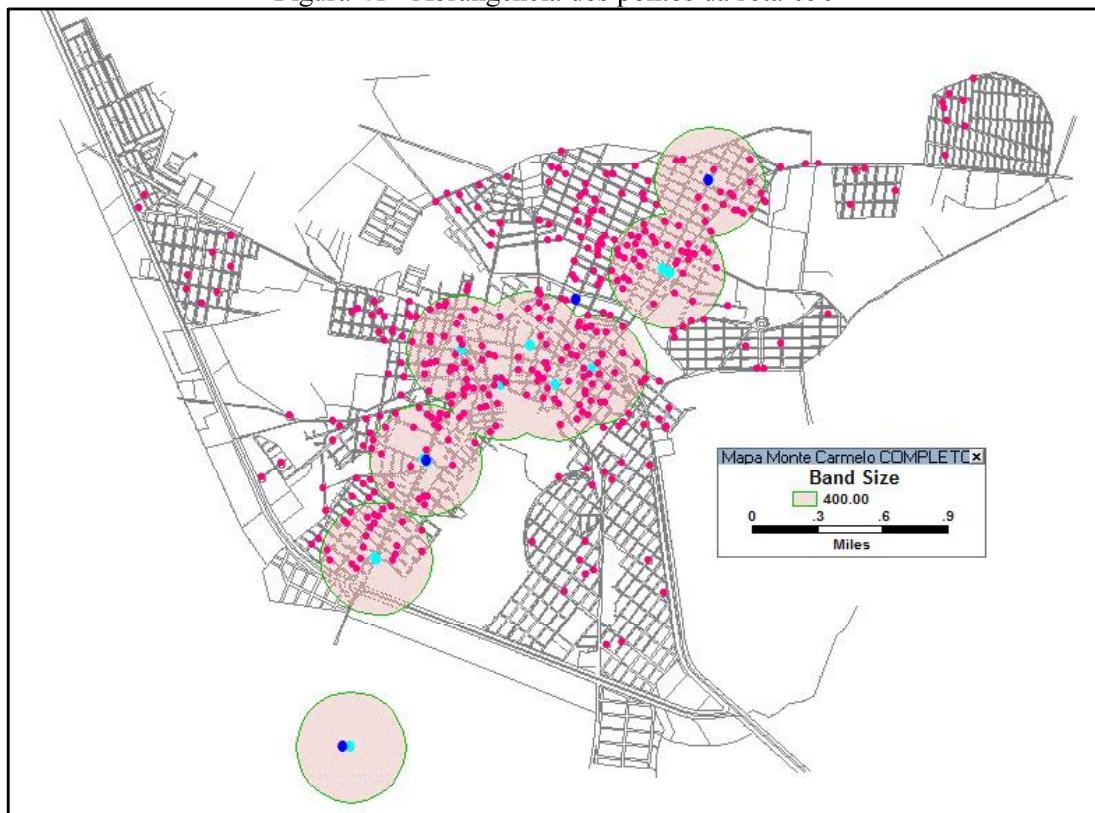


Fonte: Adaptado de TransCAD, 2017.

Podemos visualizar na Figura 40 uma pequena abrangência de residências (79; 21%) e universitários (106; 22%) pelo fato do veículo Intercampi ter a finalidade do deslocamento da comunidade acadêmica entre as Unidades, ou seja, espera-se que os passageiros já estejam em

alguns destes pontos realizando suas atividades e desejam deslocar-se para outra Unidade, não às suas residências.

Figura 41 - Abrangência dos pontos da rota 050



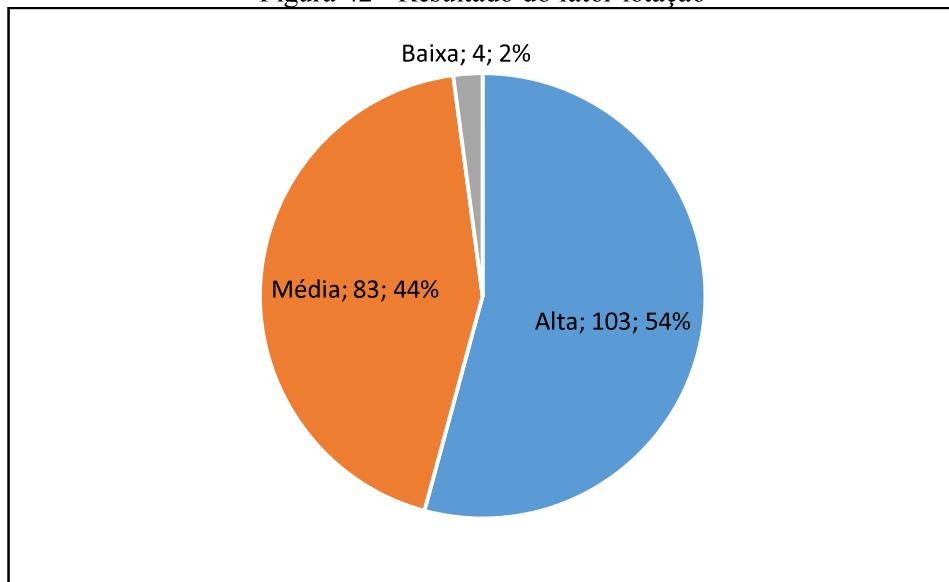
Fonte: Adaptado de TransCAD, 2017.

O veículo 050 em todas as suas rotas abrange a maioria dos estudantes (211; 60%) e residências (293; 56%), diferentemente do veículo Intercampi, pois sua finalidade é ter em sua rota pontos que facilite o deslocamento do universitário de suas residências até às unidades. Esse número pode ser considerado satisfatório para o sistema em questão, pois há somente um veículo realizando o transporte universitário no município de Monte Carmelo.

#### 3.4.10 Lotação

Avaliou-se a lotação como o pior fator da análise da qualidade do transporte público, segundo os entrevistados, sendo que 54% de usuários que consideraram a lotação alta e somente 2% consideraram como baixa (Figura 42).

Figura 42 - Resultado do fator lotação



Fonte: Autora, 2017.

Para a análise da lotação utilizou-se a Tabela 7, para verificar o nível de serviço operado em cada trecho das rotas através da quantidade de passageiros por assentos disponíveis.

Tabela 7 - Nível de Serviço para o transporte público por ônibus

Nível de serviço	$m^2/pass$	Pass./ass.	Comentário
A	> 1,2	0,00 - 0,50	Nenhum passageiro precisa sentar perto de outro
B	0,80 - 1,19	0,51 - 0,75	Passageiros podem escolher onde sentar
C	0,60 - 0,79	0,76 - 1,00	Todos passageiros podem sentar
D	0,50 - 0,59	1,01 - 1,25	Carga passageiros de pé confortável para o projeto
E	0,40 - 0,49	1,26 - 1,50	Cronograma de carga máxima
F	< 0,40	> 1,50	Lotações de esmagamento (sobrecarregado)

Fonte: Adaptado de TCRP, 2003.

Com base no critério de nível de serviço é possível verificar os pontos que estão com grande lotação e consequentemente frequência insuficiente, ou seja, o sistema de transporte coletivo

apresenta número insuficiente de atendimento nos pontos de parada que caracteriza a necessidade de um aumento no número de mais viagens, ou adequação das mesmas. O veículo Intercampi possui 38 assentos disponíveis, assim, os resultados obtidos para os níveis de serviço por trecho são os apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultado sobe/desce- Intercampi

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./ Assen.	Nível de Serviço
Vila Nova	06:40	06:41	00:01	4	0	4	0,11	A
Centro	06:50	06:49	00:01	18	0	22	0,58	B
Extra	06:55	06:55	00:00	8	0	30	0,79	C
Araras	07:00	07:00	00:00	0	30	0		
Araras	07:10	07:10	00:00	2	0	2	0,05	A
Extra	07:15	07:16	00:01	10	0	12	0,32	A
Centro	07:20	07:21	00:01	1	4	9	0,24	A
Vila Nova	07:30	07:30	00:00	0	9	0		
Vila Nova	07:40	07:39	00:01	2	0	2	0,05	A
Centro	07:50	07:50	00:00	15	0	17	0,45	A
Extra	07:55	07:55	00:00	0	0	17	0,45	A
Araras	08:00	07:59	00:01	0	17	0		
Araras	11:40	11:40	00:00	26	0	26	0,68	B
Extra	11:45	11:45	00:00	0	3	23	0,61	B
Centro	11:50	11:50	00:00	0	16	7	0,18	A
Vila Nova	12:00	11:59	00:01	0	7	0		
Vila Nova	12:45	12:46	00:01	15	0	15	0,39	A
Centro	12:55	12:56	00:01	28	6	37	0,97	C
Extra	13:00	13:01	00:01	15	0	52	1,37	E
Araras	13:05	13:05	00:00	0	52	0		
Araras	15:50	15:50	00:00	30	0	30	0,79	C
Extra	15:55	15:54	00:01	0	7	23	0,61	B
Centro	16:00	16:00	00:00	2	17	8	0,21	A
Vila Nova	16:10	16:10	00:00	0	8	0		

Fonte: Autora, 2017. (Continua)

Tabela 8 (continuação) - Resultado sobe/desce- Intercampi

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./ Assen.	Nível de Serviço
Vila Nova	16:20	16:21	00:01	2	0	2	0,05	A
Centro	16:30	16:30	00:00	1	0	3	0,08	A
Extra	16:35	16:36	00:01	0	1	2	0,05	A
Araras	16:40	16:41	00:01	0	2	0		
Araras	17:45	17:47	00:02	14	0	14	0,37	A
Extra	17:50	17:51	00:01	1	3	12	0,32	A
Centro	17:55	17:56	00:01	2	11	3	0,08	A
Vila Nova	18:05	18:07	00:02	0	3	0		

Fonte: Autora, 2017.

Pelos dados apresentados na Tabela 8, foi verificado que no trajeto o veículo operou com o nível de serviço A em maior parte de sua rota, em 16 trechos de 24, representando 66,67%. Seu horário com maior carregamento foi pós-período de almoço dos estudantes que voltavam para o campus principal (Araras), chegando a transportar 52 pessoas e trabalhando com o nível de serviço E.

A rota do veículo 050 é entre as unidades Vila Nova (P1) e Araras (P10), passa por 14 pontos estipulados pelo itinerário (Anexo A) e possui pontos de parada extras-fixos, ou seja, já é de rotina os operadores dos veículos embarcarem e desembarcarem estudantes, e pontos de paradas denominados como extras, sendo essas paradas aleatórias dos motoristas para atender à necessidade pessoal do passageiro.

Observou-se durante a realização da pesquisa que o veículo 050 partia dos pontos com vários atrasos e adiantamentos. Para realizar a quantificação destes pontos, levantando-se os atrasos maiores que 5 minutos (expressos com um asterisco “\*”) e adiantamentos maiores que 3 minutos (expressos com dois asteriscos “\*\*”), conforme os limites adotados por Ferraz e Torres (2004). Os resultados obtidos e os níveis de serviço encontrados obtidos entre cada trecho estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultado sobe/desce- 050

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./Assen.	Nível de Serviço
<b>Rota Vermelha</b>								
P1	06:25	06:32	00:07*	1	0	1	0,02	A
P2	06:29	06:35	00:06*	13	0	14	0,30	A
P3	06:32	06:36	00:04*	4	0	18	0,39	A
P4	06:36	06:38	00:02	9	0	27	0,59	B
P5	06:40	06:40	00:00	12	0	39	0,85	C
P6	06:44	06:43	00:01	20	0	59	1,28	E
P9	06:47	06:46	00:01	12	0	71	1,54	F
P10	06:50	06:49	00:01	0	71	0		
<b>Rota Amarela</b>								
P10		06:54		4	0	4	0,09	A
P8	E	06:56		1	0	5	0,11	A
P7	X	06:58		2	0	7	0,15	A
EXTRA-FIXO	T	06:59		7	0	14	0,30	A
P11	R	07:00		0	0	14	0,30	A
P12	A	07:02		4	0	18	0,39	A
P3-EXTRA-		07:04		0	0	18	0,39	A
P13				0	0	18	0,39	A
EXTRA		07:08		0	11	7	0,15	A
P1		07:08		0	7	0		
<b>Rota Azul</b>								
P1	08:15	08:29	00:14*	23	0	23	0,50	A
P2	08:18	08:31	00:13*	16	0	39	0,85	C
EXTRA		08:32		1	0	40	0,87	C
P3	08:21	08:34	00:13*	9	4	45	0,98	C
P12	08:23	08:36	00:13*	6	0	51	1,11	D
P14	08:25	08:37	00:12*	6	0	57	1,24	D
		08:39		10	0	67	1,46	E
P6	08:30	08:41	00:11*	12	0	79	1,72	F
P9	08:35	08:43	00:08*	1	0	80	1,74	F
P10	08:40	08:45	00:05	0	80	0		

Fonte: Autora, 2017. (Continua)

Tabela 9 (continuação) - Resultado sobe/desce- Rota 050

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./Assen.	Nível de Serviço
<b>Rota Amarela</b>								
P10	08:55	08:58	00:03	35	0	35	0,76	B
P8	08:58	09:01	00:03	0	3	32	0,70	B
EXTRA		09:02		0	3	29	0,63	B
P7	09:00	09:03	00:03	0	8	21	0,46	A
EXTRA-FIXO		09:04		0	1	20	0,43	A
P11	09:03	09:05	00:02	0	1	19	0,41	A
EXTRA		09:06		0	2	17	0,37	A
P12	09:05	09:07	00:02	1	0	18	0,39	A
EXTRA		09:08		0	1	17	0,37	A
P3-EXTRA-FIXO		09:10		0	4	13	0,28	A
EXTRA		09:11		0	4	9	0,20	A
P13	09:10	09:11	00:01	0	2	7	0,15	A
EXTRA		09:14		0	3	4	0,09	A
P1	09:15	09:14	00:01	0	4	0		
<b>Rota Azul</b>								
P1	09:15	09:32	00:17*	3	0	3	0,07	A
P2	09:18	09:34	00:16*	7	0	10	0,22	A
P3	08:20	09:36	01:16*	3	1	12	0,26	A
P12	09:22	09:38	00:16*	2	0	14	0,30	A
P14	09:25	09:40	00:15*	3	0	17	0,37	A
EXTRA-FIXO		09:41		6	0	23	0,50	A
P6	09:28	09:43	00:15*	7	0	30	0,65	B
P9	09:30	09:45	00:15*	1	0	31	0,67	B
P10	09:35	09:48	00:13*	0	31	0		
<b>Rota Amarela</b>								
P10	10:45	10:47	00:02	83	0	83	1,80	F
P8	10:48	10:51	00:03	0	3	80	1,74	F

Fonte: Autora, 2017. (Continua)

Tabela 9 (continuação)- Resultado sobe/desce- Rota 050

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./Assen.	Nível de Serviço
P7	10:50	10:53	00:03	0	22	58	1,26	E
EXTRA-FIXO		10:54		0	10	48	1,04	D
P11	10:53	10:56	00:03	0	7	41	0,89	C
EXTRA		10:57		0	9	32	0,70	B
P12	10:56	10:58	00:02	0	4	28	0,61	B
P3-EXTRA-FIXO		10:59		1	4	25	0,54	B
EXTRA		11:00		0	3	22	0,48	A
EXTRA		11:01		0	6	16	0,35	A
P13	11:02	11:03	00:01	0	4	12	0,26	A
EXTRA		11:04		0	6	6	0,13	A
EXTRA		11:05		0	1	5	0,11	A
EXTRA		11:06		0	3	2	0,04	A
P1	11:05	11:07	00:02	0	2	0		
<b>Rota Vermelha</b>								
P1	12:20	12:31	00:11*	2	0	2	0,04	A
P2	12:23	12:33	00:10*	9	0	11	0,24	A
P3	12:25	12:35	00:10*	5	0	16	0,35	A
P4	12:28	12:37	00:09*	4	0	20	0,43	A
P5	12:32	12:39	00:07*	9	0	29	0,63	B
P6	12:35	12:41	00:06*	5	0	34	0,74	B
EXTRA		12:42		1	0	35	0,76	C
P9	12:37	12:43	00:06*	2	0	37	0,80	C
P10	12:40	12:46	00:06*	0	37	0		
<b>Rota Amarela</b>								
P10	12:45	12:48	00:03	31	0	31	0,67	B
P8	12:48	12:50	00:02	1	0	32	0,70	B
EXTRA		12:51		0	1	31	0,67	B
P7	12:50	12:52	00:02	1	0	32	0,70	B
EXTRA		12:53		4	6	30	0,65	B

Fonte: Autora, 2017. (Continua)

Tabela 9 (continuação) - Resultado sobe/desce- Rota 050

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./Assen.	Nível de Serviço
EXTRA-FIXO		12:54		4	2	32	0,70	B
P11	12:54	12:55	00:01	0	2	30	0,65	B
P12	12:57	12:58	00:01	9	7	32	0,70	B
P3-EXTRA-FIXO		12:59		0	10	22	0,48	A
P13	13:03	13:02	00:01	0	6	16	0,35	A
EXTRA		13:04		0	8	8	0,17	A
P1	13:05	13:05	00:00	0	8	0		
<b>Rota Azul</b>								
P1	14:20	14:31	00:11*	22	0	22	0,48	A
P2	14:24	14:33	00:09*	0	0	22	0,48	A
EXTRA		14:33		15	0	37	0,80	C
EXTRA		14:35		0	3	34	0,74	B
EXTRA		14:35		1	0	35	0,76	C
P3	14:28	14:36	00:08*	4	4	35	0,76	C
P12	14:31	14:38	00:07*	6	0	41	0,89	C
EXTRA		14:39		0	2	39	0,85	C
P14	14:35	14:40		4	0	43	0,93	C
EXTRA-FIXO		14:41		2	1	44	0,96	C
P6	14:39	14:43	00:04	7	1	50	1,09	D
P9	14:42	14:44	00:02	0	1	49	1,07	D
P10	14:45	14:47	00:02	0	49	0		
<b>Rota Amarela</b>								
P10	14:55	15:01	00:06*	29	0	29	0,63	B
P8	14:59	15:03	00:04	1	1	29	0,63	B
P7	15:02	15:04	00:02	0	2	27	0,59	B
EXTRA-FIXO		15:05		1	7	21	0,46	A
P11	15:06	15:07	00:01	0	1	20	0,43	A
EXTRA		15:07		1	5	16	0,35	A

Fonte: Autora, 2017. (Continua)

Tabela 9 (continuação) - Resultado sobe/desce- Rota 050

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./Assen.	Nível de Serviço
P12	15:09	15:09	00:00	0	3	13	0,28	A
P3- EXTRA- FIXO		15:10		1	0	14	0,30	A
EXTRA		15:10		1	2	13	0,28	A
P13	15:16	15:13	00:03	0	2	11	0,24	A
P1	15:20	15:17	00:03	0	11	0		
<b>Rota Azul</b>								
P1	15:20	15:30	00:10*	27	0	27	0,59	B
P2	15:23	15:33	00:10*	0	1	26	0,57	B
EXTRA		15:35		3	2	27	0,59	B
P3	15:25	15:36	00:11*	2	10	19	0,41	A
P12	15:27	15:39	00:12*	1	5	15	0,33	A
P14	15:30	15:41		3	0	18	0,39	A
EXTRA FIXO		15:42		1	3	16	0,35	A
P6	15:35	15:43	00:08*	2	2	16	0,35	A
EXTRA		15:44		0	1	15	0,33	A
P9	15:37	15:46	00:09*	1	1	15	0,33	A
P10	15:40	15:48	00:08*	0	15	0		
<b>Rota Amarela</b>								
P10	17:00	17:01	00:01	41	0	41	0,89	C
P8	17:03	17:03	00:00	0	1	40	0,87	C
P7	17:05	17:05	00:00	4	4	40	0,87	C
EXTRA- FIXO		17:06		3	5	38	0,83	C
P11	17:09	17:07	00:02	0	1	37	0,80	C
EXTRA		17:09		0	6	31	0,67	B
P12	17:12	17:10	00:02	0	3	28	0,61	B
P3- EXTRA- FIXO		17:11		0	7	21	0,46	A
EXTRA		17:11		0	2	19	0,41	A

Fonte: Autora, 2017. (Continua)

Tabela 9 (continuação) - Resultado sobe/desce- Rota 050

Ponto	Horário	Horário Real	Adiantado/ atrasado	Sobe	Desce	Carregam.	Pass./Assen.	Nível de Serviço
EXTRA		17:12		0	1	18	0,39	A
EXTRA		17:13		0	1	17	0,37	A
P13	17:18	17:14	00:04**	0	8	9	0,20	A
EXTRA		17:18		0	1	8	0,17	A
P1	17:20	17:20	00:00	0	8	0		
<b>Rota Azul</b>								
P1		17:32		6	0	6	0,13	A
P2	E	17:34		0	0	6	0,13	A
P3	X	17:37		0	0	6	0,13	A
P12	T	17:39		0	0	6	0,13	A
P14	R	17:40		0	0	6	0,13	A
EXTRA FIXO	A	17:41		0	6	0		
P6		17:43		0	0	0		
P9		17:45		0	0	0		
P10		17:48		0	0	0		
<b>Rota Amarela</b>								
P10	18:35	18:32	00:03	33	0	33	0,72	B
P8	18:38	18:35	00:03	0	2	31	0,67	B
EXTRA		18:36		0	2	29	0,63	B
P7	18:40	18:37	00:03	8	0	37	0,80	C
EXTRA-FIXO		18:38		8	4	41	0,89	C
P11	18:43	18:39	00:04**	0	2	39	0,85	C
EXTRA		18:41		0	6	33	0,72	B
P12	18:45	18:42	00:03	0	6	27	0,59	B
P3- EXTRA-FIXO		18:43		0	8	19	0,41	A
EXTRA		18:45		0	2	17	0,37	A
P13	18:50	18:48	00:02	0	11	6	0,13	A
P1	18:55	18:51	00:04**	0	6	0		

Fonte: Autora, 2017.

Conforme apresentado na Tabela 9, para o veículo 050, no trajeto de ida para Unidade Araras, observa-se uma lotação nos veículos nos dois períodos da manhã entre 6h25min / 6h50min (Rota Vermelha) e 8h15min / 8h40 min (Rota Amarela), com o carregamento máximo de 71 e 80 universitários, respectivamente.

Já no sentido oposto, entre a Unidade Araras e o Vila Nova, verifica-se o maior carregamento do veículo (83 passageiros) entre as 10h45 e 11h00min, sendo o horário em que os usuários retornam para as residências para almoçar. Um fator que contribui para esse acúmulo de demanda em determinados horários refere-se ao fato de ser uma universidade, onde o início e o fim das atividades concentram-se em determinados horários.

Nota-se que um horário com bastante movimento de universitários está entre a Unidade Araras e o centro da cidade e ocorre entre 18h35min e 18h55min (Rota Amarela), porém como os dois veículos do transporte público saem no mesmo horário, o carregamento é dividido entre eles.

Observa-se com os resultados apresentados nas Tabelas 8 e 9 que o veículo Intercampi realiza várias viagens com o nível de serviço A enquanto o veículo 050 fica sobrecarregado, principalmente em horários de pico do período da manhã e do almoço. Os horários das rotas Intercampi poderiam ser ajustados de modo a auxiliar a diminuir a lotação das rotas 050 em alguns períodos, porém necessita-se de mais estudos para se conhecer a demanda horária entre as unidades.

Na Figura 43 é mostrada a lotação do veículo no horário das 18h35min em uma situação em que o veículo 050 chegou antes do Intercampi e, assim, grande parte dos usuários que aguardavam embarcaram, porém várias outras pessoas não conseguiram embarcar devido a superlotação.

Figura 43 - Lotação de esmagamento em veículo



Fonte: Autora, 2017.

Pode-se verificar excesso de carregamento no veículo observado na Figura 43, onde vários universitários embarcaram em uma situação de “esmagamento” e superlotação, ficando com partes do corpo para fora do veículo.

# CAPÍTULO 5

## SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS

Realizou-se a simulação de cenários atuais e futuros utilizando o programa computacional TransCAD. A ferramenta do programa utilizada para a otimização do transporte coletivo da comunidade acadêmica UFU- Campus Monte Carmelo foi a *Routing/logistics*.

O TransCAD é um *software* de simulação que utiliza de informações geográficas que são usadas em larga escala para a configuração de um sistema de transportes. O programa pode utilizar mapas criados no AutoCAD, porém sendo posteriormente convertidos para extensões DXF (SOLON, 2012).

Sendo assim, o primeiro passo para exportar o mapa para o TransCAD é salvar o mapa em extensão DXF, que é a extensão compatível entre os programas AutoCAD e TransCAD, e carrega-lo. É importante ressaltar que o TransCAD não lê camadas de texto. Após a exportação do mapa é necessário configurá-lo com as coordenadas para a região local. As coordenadas utilizadas no estudo de caso foram *Universal Transverse Mercator* (UTM), zona 23, Longitudes 48 Oeste à 22 Oeste, que são as coordenadas do município de Monte Carmelo. O sistema de unidades utilizado no mapa foi o de milhagens (milhas).

Assim, com o mapa devidamente exportado, a próxima etapa consiste na criação de camadas geográficas de pontos de depósito (*depot*), onde o veículo do transporte público inicia suas atividades, e paradas (*stops*), sendo os pontos de paradas dos veículos. A camada de linhas é utilizada para representar as ruas (*streets*).

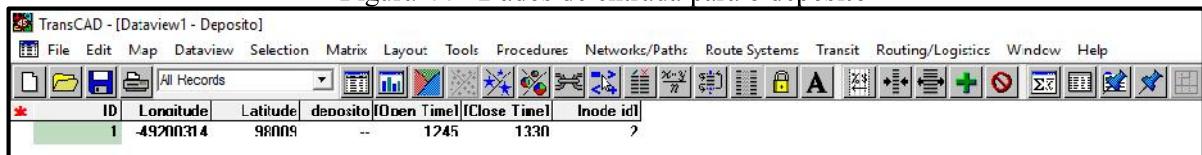
Após desenhar todas as camadas, é necessária a criação de banco de dados (*Dataview*) para cada camada. Para a camada de depósito inseriu-se dados de hora de abertura do ponto (*open time*) e encerramento das atividades (*close time*).

Para a camada dos pontos de parada, além destes dois dados, informou-se os dados de embarque de universitários (*Pickup demand*), desembarque (*Delivery demand*), tempo unitário de 3 segundos gasto por passageiro para subir/descer do veículo (*Unit time*) e o tempo de 15 segundos gastos para o motorista parar o veículo em cada ponto de parada (*Fixed time*), que foram tempos medidos em pesquisas de campo.

A identificação dos nós (*Node ID*) refere-se ao ponto mais próximo no arquivo georreferenciado, ou seja, o mapa da cidade salvo inicialmente em extensão DXF e exportado para o TransCAD.

Nas Figuras 44 e 45 estão exibidos exemplos de dados de entrada realizados no programa para a rota Intercampi no horário mais carregado dos veículos (12h45min).

Figura 44 - Dados de entrada para o depósito

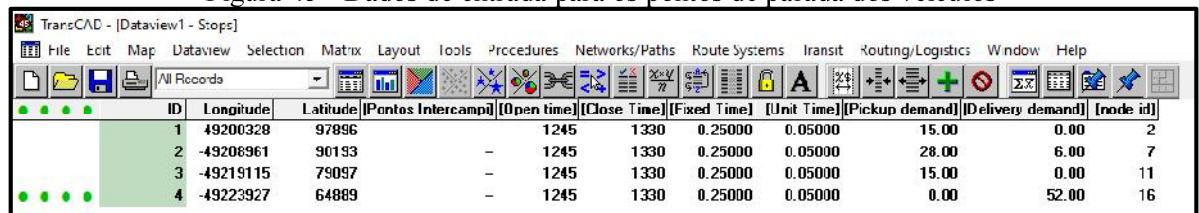


A screenshot of the TransCAD software interface showing a data view titled 'Deposito'. The table contains one record with the following data:

ID	Longitude	Latitude	deposito	Open Time	Close Time	Node id
1	-49200314	98009	--	1245	1330	?

Fonte: Autora, 2017.

Figura 45 - Dados de entrada para os pontos de parada dos veículos



A screenshot of the TransCAD software interface showing a data view titled 'Stops'. The table contains four records with the following data:

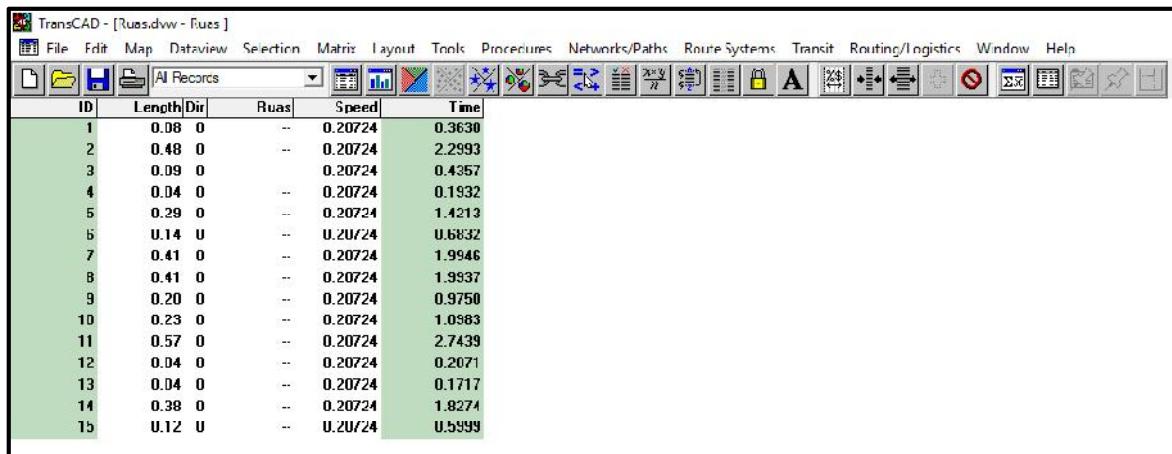
ID	Longitude	Latitude	Pontos Intercampi	Open time	Close Time	Fixed Time	Unit Time	Pickup demand	Delivery demand	Node id
1	49200328	97896	--	1245	1330	0.25000	0.05000	15.00	0.00	2
2	49208961	90193	--	1245	1330	0.25000	0.05000	28.00	6.00	7
3	49219115	75097	--	1245	1330	0.25000	0.05000	15.00	0.00	11
4	49223927	64889	--	1245	1330	0.25000	0.05000	0.00	52.00	16

Fonte: Autora, 2017.

Para a criação do banco de dados (*Dataview*) das ruas deve-se informar dados de sentido das ruas, velocidade, em milhas/minuto, e do tempo gasto para percorrer determinada rua utilizando-se da fórmula matemática distância/velocidade. A velocidade média utilizada no programa foi de 20 km/h, ou 0,20424 milhas/min., velocidade medida, de forma aproximada, em campo.

Na Figura 46 mostra-se os dados de entrada para as ruas.

Figura 46 - Dados de entrada para as ruas



ID	Length	Dir	Ruas	Speed	Time
1	0.08	0	--	0.20724	0.3630
2	0.48	0	--	0.20724	2.2993
3	0.09	0	--	0.20724	0.4357
4	0.04	0	--	0.20724	0.1932
5	0.29	0	--	0.20724	1.4213
6	0.14	U	--	0.20724	0.6832
7	0.41	0	--	0.20724	1.9946
8	0.41	0	--	0.20724	1.9937
9	0.20	0	--	0.20724	0.9750
10	0.23	0	--	0.20724	1.0983
11	0.57	0	--	0.20724	2.7439
12	0.04	0	--	0.20724	0.2071
13	0.04	0	--	0.20724	0.1717
14	0.38	0	--	0.20724	1.8274
15	0.12	U	--	0.20724	0.5999

Fonte: Autora, 2017.

*Network* é fundamental para se usar a capacidade analítica avançada do programa, sendo utilizada para analisar o fluxo de pessoas e cargas de um lugar para o outro e também para encontrar rotas, calcular distância e tempos de viagens, além de apoiar outras análises e aplicações de modelos. Assim, a *network* deve apresentar em sua base de dados os atributos que serão considerados para análises (distâncias, tempos, etc.) da rede.

Após a criação da rede de trabalho (*Networks*) realizou-se a roteirização de cada trajeto do veículo do transporte público utilizando a ferramenta *Routing/logistics*.

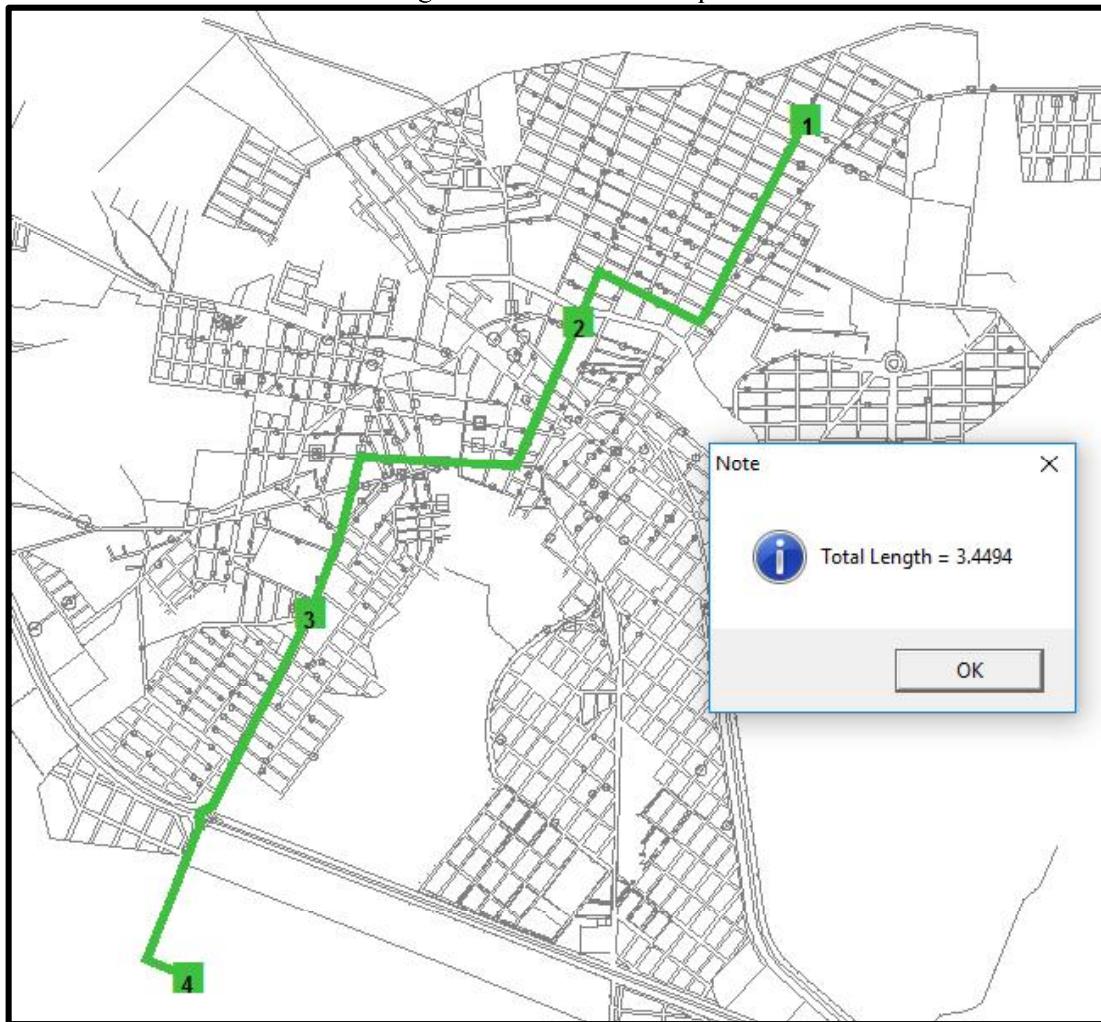
Nas Tabelas de 10 à 13 e nas Figuras de 17 à 50 são mostrados os resultados obtidos a partir da utilização do TransCAD para simular as rotas atuais do transporte coletivo público.

Tabela 10 - Itinerário Intercampi

Ponto	Horário de chegada	Horário de saída	Distância (milhas)	Distância (km)	Entrega	Coleta
Vila Nova	12:45	12:46	0	0,00	0	15
Centro	12:51	12:53	1	1,61	6	28
Novo	12:59	13:00	1,2	1,93	0	15
Araras	13:06	13:08	1,1	1,77	52	0
Total			3,4	5,47	58	58

Fonte: Autora, 2017.

Figura 47 - Rota Intercampi



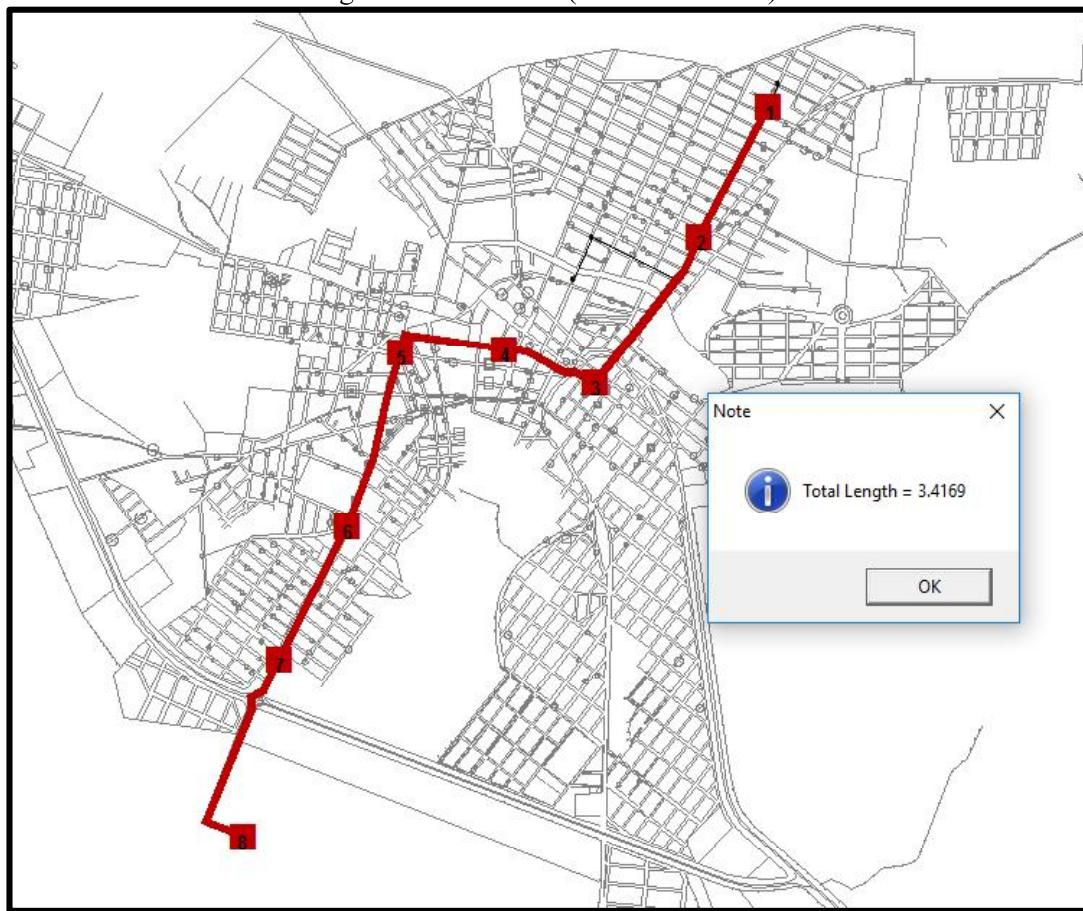
Fonte: Autora, 2017.

Tabela 11 - Itinerário 050 (Linha Vermelha)

Ponto	Horário de chegada	Horário de saída	Distância (milhas)	Distância (km)	Entrega	Coleta
P1	06:25	06:25	0	0,00	0	1
P2	06:27	06:28	0,4	0,64	0	13
P3	06:31	06:32	0,5	0,80	0	4
P4	06:33	06:34	0,3	0,48	0	9
P5	06:36	06:36	0,3	0,48	0	12
P6	06:39	06:40	0,5	0,80	0	20
P9	06:43	06:43	0,4	0,64	0	12
P10	06:47	06:51	0,6	0,97	71	0
Total			3,4	5,47	71	71

Fonte: Autora, 2017.

Figura 48 - Rota 050 (Linha Vermelha)



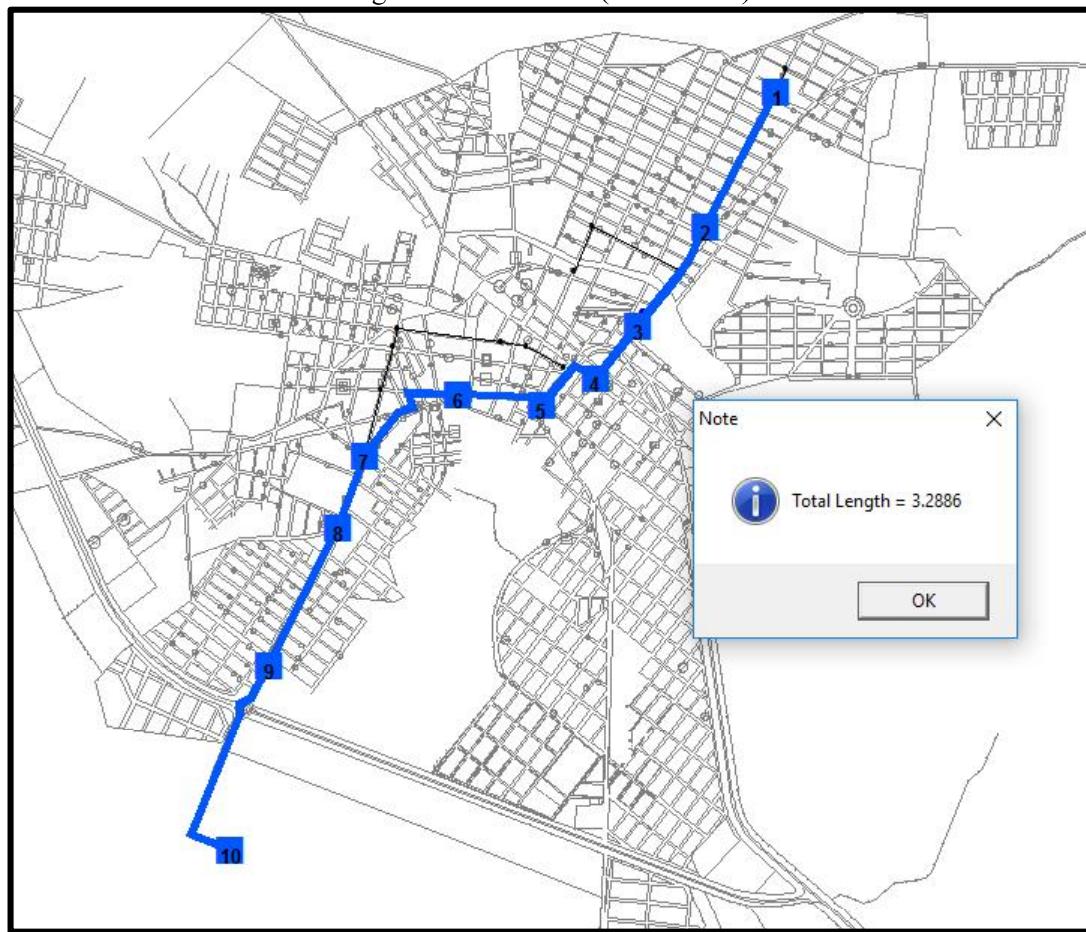
Fonte: Autora, 2017.

Tabela 12 - Itinerário 050 (Linha Azul)

Ponto	Horário de chegada	Horário de saída	Distância (milhas)	Distância (km)	Entrega	Coleta
P1	08:15	08:16	0	0,00	0	23
P2	08:19	08:20	0,4	0,64	0	16
EXTRA	08:21	08:22	0,3	0,48	0	1
P3	08:23	08:24	0,2	0,32	4	9
P12	08:25	08:25	0,2	0,32	0	6
P14	08:26	08:27	0,2	0,32	0	6
EXTRA	08:29	08:30	0,4	0,64	0	10
P6	08:31	08:32	0,2	0,32	0	12
P9	08:34	08:34	0,4	0,64	0	1
P10	08:38	08:42	0,6	0,97	80	0
Total			3,3	5,31	84	45

Fonte: Autora, 2017.

Figura 49 - Rota 050 (Linha Azul)



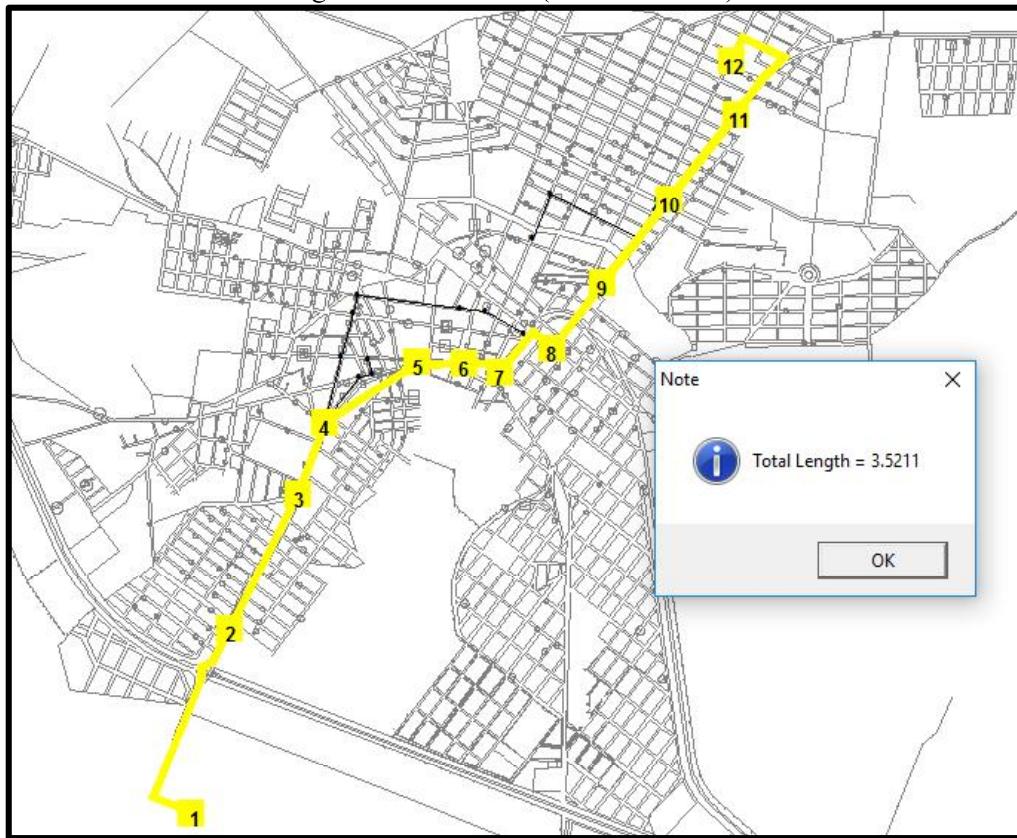
Fonte: Autora, 2017.

Tabela 13 - Itinerário 050 (Rota linha Amarela)

Ponto	Horário de chegada	Horário de saída	Distância (milhas)	Distância (km)	Entrega	Coleta
P10	10:45	10:49	0	0,00	0	83
P8	10:53	10:53	0,6	0,97	3	0
P7	10:55	10:57	0,4	0,64	22	0
EXTRA-FIXO	10:58	10:59	0,2	0,32	10	0
P11	11:00	11:01	0,3	0,48	7	0
EXTRA	11:01	11:02	0,1	0,16	9	0
P12	11:03	11:03	0,1	0,16	4	0
P3- EXTRA-FIXO	11:04	11:05	0,2	0,32	4	0
EXTRA	11:06	11:07	0,2	0,32	9	1
P13	11:08	11:09	0,3	0,48	4	0
EXTRA	11:10	11:11	0,3	0,48	10	0
P1	11:13	11:13	0,4	0,64	2	0
Total			3,5	5,63	84	84

Fonte: Autora, 2017.

Figura 50 - Rota 050 (Linha Amarela)



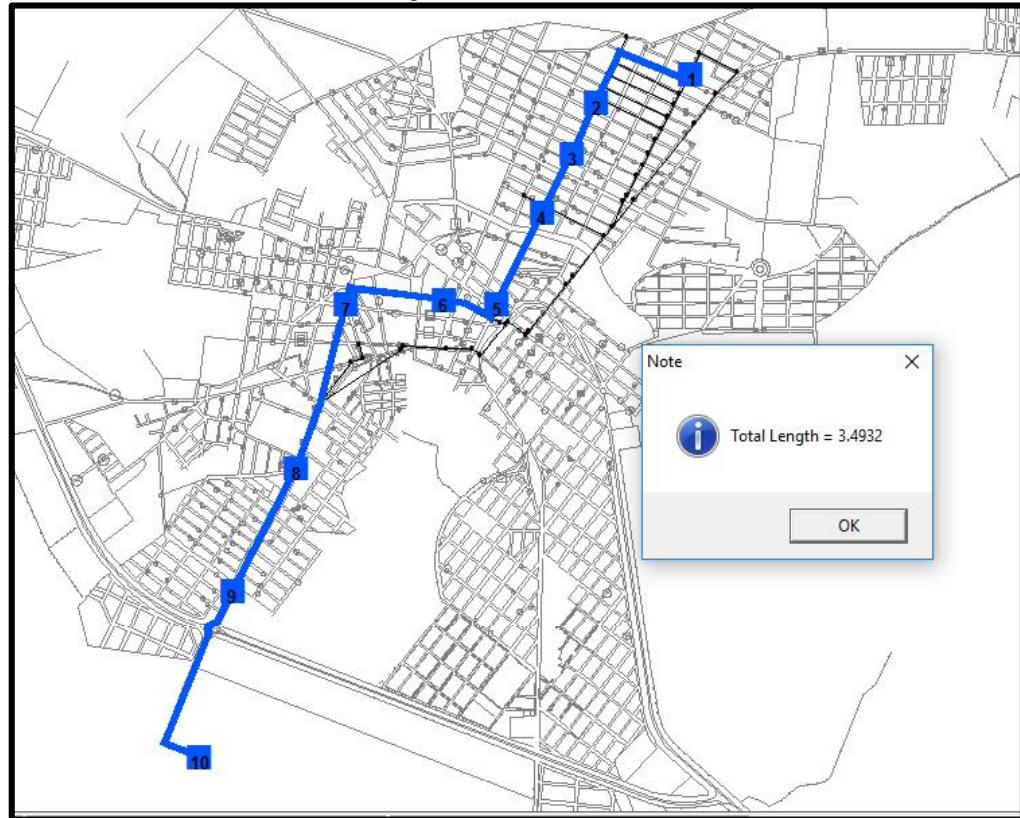
Fonte: Autora, 2017.

Para a definição do cenário futuro buscou-se uma rota para o transporte coletivo da comunidade acadêmica da UFU- Campus Monte Carmelo que tenha como pontos de paradas os locais já regularizados para o transporte coletivo da cidade, buscando assim, oferecer aos usuários melhores condições na qualidade do serviço prestado, como pontos de parada com cobertura contra intempéries, assento, sinalização e com espaço destinado à parada do veículo junto ao meio fio. Estes pontos encontram-se próximos ao trajeto atual do transporte dos universitários, localizados na Avenida Belo Horizonte.

Simulou-se o novo transporte com as mesmas condições da simulação atual, ou seja, considerando-se 1 minuto como o tempo para parar o veículo e realizar o embarque e desembarque dos universitários para cada ponto de parada e a velocidade média de 20 km/h como a velocidade comercial. O tempo de parada total estabelecido por ponto de parada foi a média encontrada nas simulações das rotas atuais, sendo a somatória do tempo fixo somado ao tempo unitário multiplicado pelo número de universitários que embarcam/desembarcam por ponto de parada.

Na Figura 51 e na Tabela 14 está demonstrado o trajeto otimizado para a nova rota do transporte público.

Figura 51 - Nova Rota



Fonte: Autora, 2017.

Tabela 14 - Itinerário Nova Rota

Ponto	Horário de chegada	Horário de saída	Distância (milhas)	Distância (km)
PN1	08:00	08:01	0	0,00
PN2	08:03	08:04	0,4	0,64
PN3	08:05	08:06	0,1	0,16
PN4	08:07	08:08	0,2	0,32
PN5	09:10	08:11	0,3	0,48
PN6	08:12	08:13	0,2	0,32
PN7	08:15	08:16	0,3	0,48
PN8	08:18	08:19	0,5	0,80
PN9	08:22	08:23	0,4	0,64
PN10	08:26	08:27	0,6	0,97
Total			3,5	5,63

Fonte: Autora, 2017.

Após a criação da nova rota foi possível fazer uma comparação com as rotas do trajeto do ônibus 050, conforme está apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Comparaçāo de Rotas

Rota	Quantidade de pontos	Distāncia (km)	Tempo (minutos)
Vermelha	8	5,47	00:26
Azul	10	5,31	00:27
Amarela	12	5,63	00:28
Nova	10	5,63	00:27

Fonte: Autora, 2017.

Conforme verifica-se, a nova rota manterá a distância da rota Amarela e terá um tempo de percurso aproximado às demais rotas. Portanto, a sugestão da nova rota para substituir as demais trará melhorias em relação quanto à qualidade ofertada aos universitários nos pontos de paradas e não acrescentará tempo significativo nos trajetos.

Na Figura 52 pode-se visualizar a abrangēcia da nova rota com a criação de bandas de 400 metros com o auxílio do *software* TransCAD.

Figura 52 - Acessibilidade da nova rota



Fonte: Autora, 2017.

A acessibilidade da nova rota abrange, em um raio de 400 metros, o total de 185 residências e 255 estudantes universitários. Estes números representam 49% das residências e 52% do total de universitários, respectivamente, considerando somente o percurso proposto, enquanto que, na situação atual, somando-se todas as rotas (Azul, Amarela e Vermelha), obtém-se uma abrangência de 211 (55,97%) residências e 293 (60,04%) universitários.

Ou seja, utilizando-se apenas a nova rota em substituição às rotas realizadas pelo ônibus 050 (Azul, Amarela e Vermelha), verifica-se que há uma redução de 26 residências (6,97%) e 38 estudantes universitários (8,04%) na abrangência em um raio de 400 metros a partir da localização dos pontos de paradas, considerando-se o deslocamento a pé ideal entre origem e ponto de parada para utilização do transporte público. Porém, a verifica-se que o valor da redução foi pequeno, considerando a redução de 3 trajetos em somente 1.

A nova rota seria uma solução parcial ao problema do transporte coletivo da cidade de Monte Carmelo, dentro dos recursos disponíveis atualmente. Trará benefícios em relação aos pontos de parada e redução dos trajetos dos veículos. Para melhor atender a população seriam necessárias outras pesquisas mais complexas de viabilidade da implantação de novos veículos, orçamento, pesquisas de viabilidade de implantação de tarifas e implantação de novos pontos de espera.

O ideal seria pelo menos mais um veículo para o transporte coletivo dos universitários para, que assim, todas as rotas (Azul, Amarela, Vermelha e a novo rota proposta) operassem na realização dos trajetos, atendendo a um maior número de universitários e tendo como vantagem o auxílio de outro veículo ao outro em horários de picos, fazendo com que nenhum dos veículos opere em situação de lotação, conforme se pode visualizar nas Tabelas 8 e 9 onde há nível de serviço E e F para o veículo 050. Porém, para garantir a segurança dos passageiros, faz-se necessário a regularização dos pontos de parada do veículo da rota 050.

# CAPÍTULO 6

## CONCLUSÃO

Conforme vimos, é necessário destacar a importância do transporte coletivo público diante da sociedade. Este modo de transporte é fundamental para a redução de congestionamentos, da poluição ambiental e sonora, de estresses no trânsito e de outros fatores, além de garantir mobilidade urbana para a população e principalmente para as pessoas de baixa renda que não têm acesso ao veículo individual, tornando-se modo de inclusão social.

O transporte público gratuito oferecido à comunidade acadêmica UFU- Monte Carmelo atualmente está tendo uma queda em sua qualidade, devido à ampliação de seu campus, e assim, um número maior de universitários que utilizam deste serviço, sendo que o transporte não tem estrutura para comportar maior número de usuários.

Resultados da pesquisa de opinião mostram que os principais déficits do transporte público, no ponto de vista dos usuários, são as frequentes lotações, as condição das ruas e dos pontos de parada. Em contrapartida, os entrevistados relataram que os pontos positivos do transporte são a segurança e comportamento dos operadores.

A pesquisa embarque/desembarque comprovou a lotação excessiva dos veículos em horários de pico relatados nas pesquisas de opinião. Por outro lado, verificou-se que o comportamento dos operadores é um fator a ser analisado na qualidade do transporte público da cidade. O não cumprimento dos horários, altas velocidades e paradas inadequadas são fatores que colocam em risco a segurança dos universitários. A falta de segurança é causada também pelos pontos de paradas irregulares que não possibilitam aos operadores parar os veículos junto ao meio fio para o embarque e desembarque dos universitários.

A via de acesso à unidade principal do campus, não pavimentada, faz com que os veículos não se mantenham limpos e em bom estado de conservação. Este foi outro déficit encontrado durante a realização da pesquisa, porém já se iniciou a pavimentação do trecho.

Para melhorar o transporte coletivo da cidade sugere-se uma nova rota, utilizando os pontos de paradas regulares da cidade, que passam pela Avenida Belo Horizonte, proporcionando melhores condições de trafegabilidade para os ônibus, por ter faixas de tráfego maiores e pontos de paradas sinalizados, sendo assim, garantindo a segurança dos universitários.

O programa computacional TransCAD mostrou-se eficaz para modelar cenários e otimizar rotas na pesquisa. Este *software* trabalha com roteirizações e logística que mostram rotas que otimizam distância e tempo de percurso, com as devidas restrições impostas, fazendo com que obtenha-se menores custos de operação.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugere-se a realização de estudos para inserção de novas rotas e veículos para atender a um maior número de universitários, visto que, a tendência do Campus UFU na cidade de Monte Carmelo é expandir com o acréscimo de novos cursos, atraindo mais usuários para o sistema. Portanto, faz-se necessário também estudos de viabilidade para implantação de tarifas, que podem ser implementadas através de parceria público/privado. Visto que a administração pública do município já subsidia o atual transporte coletivo da comunidade acadêmica da UFU e ainda há por parte da universidade o auxílio transporte que é de direito dos universitários de baixa renda que recebem bolsa-auxílio.

Outra sugestão para trabalhos futuros é realizar pesquisas de demanda do veículo Intercampi afim de analisar os horários de maior necessidade dos universitários, visto que cada campi tem uma demanda diferenciada de aula e uso de laboratórios, buscando otimizar os níveis de serviço, ou seja, transportar mais usuários dentro da sua capacidade.

Também sugere-se a ser realização de uma pesquisa de viabilidade para implantação de pontos de paradas contendo as exigências de sinalização, cobertura, assentos e informações, além da proibição de estacionamento de veículos nos locais de uso exclusivo do transporte público.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ANBT. NBR 14022:2009- Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ANBT. NBR 9050- **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS- NTU. **Grupo B- Componente das redes.** Sistema Redes. 3 p. 2004

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS- NTU. **Desempenho e qualidade nos sistemas de ônibus urbanos.** Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos. 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS- NTU. **Faixas exclusivas de ônibus urbano: experiências de sucesso.** Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos. 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS- NTU. Ônibus perde 3 milhões de passageiros por dia no Brasil. **Revista NTU Urbano**, v. 23, p.18-23, out. 2016. Disponível em: <<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636120575837109247.pdf>>. Acesso em: 8/09/2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS- ANTP. A opinião do usuário como indicador de qualidade. **Revistas dos Transportes Públicos**, São Paulo, p.69-82, 07 jul. 1995.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES PÚBLICOS- ANTP. **Transporte Urbano: Cidades com qualidade de vida.** 316 p. São Paulo, ANTP, 1997.

BINS ELY, V. H. M. **Avaliação de Fatores Determinantes no Posicionamento de Usuários em Abrigos de Ônibus a Partir do Método da Grade de Atributos.** Tese (Doutorado). Universidade Federal De Santa Catarina - Departamento De Engenharia De Produção E Sistemas Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Produção. Florianópolis, 1997.

BRUTON, M. J. **Introdução ao Planejamento dos Transportes.** São Paulo. Interciência, 1979.416p.

CALIPER CORPORATION. **Overview: About TransCAD.** Disponível em: <<http://www.caliper.com/tcovu.htm>>. Acesso em: 20/08/2016.

CALIPER CORPORATION. **Travel Demand Model with TransCAD.** 24 f. Newton, United States of America. [s.d.]

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Subvenção do transporte democratiza uso das vias públicas, diz empresário.** Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/TRANSPORTE-E-TRANSITO/504233-SUBVENCAO-DO-TRANSPORTE-DEMOCRATIZA-USO-DAS-VIAS-PUBLICAS,-DIZ-EMPRESARIO.html>>. Acesso em 8/09/2016.

CARRARA, C. M. **Uma aplicação do SIG para a localização e alocação de terminais logísticos em áreas urbanas congestionadas.** 2007. 246 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO- CET. **Manual de Sinalização Urbana: Regulamentação de Estacionamento e Parada.** Vol. 10. São Paulo. 2001.

CRAINIC, T. G.; RICCIARDI, N.; STORCHI, G. (2004) *Advanced freight transportation systems for congested urban areas.* 2004. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Transportation Research Part C 12 (2004) 119 – 137>. Acesso em 8/09/2016.  
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2004.07.002>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES- DNIT. **Manual de Estudos do Tráfego.** 388 p. Rio de Janeiro. 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. DENATRAN. **Frota de Monte Carmelo. 2015.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=314310&idtema=153&search=minas-gerais|monte-carmelo|frota-2015>>. Acesso em: 20/08/2016.

DIAS, T. C. S. **Disponibilização de Dados Geográficos na Internet: Um Estudo das Alternativas Tecnológicas Utilizando os Dados da Bacia Hidrográfica do alto Taquari, pantanal, MS.** Tese de Mestrado – NCE/IM/UFRJ – Rio de Janeiro – RJ, 2004.

FEDERAÇÃO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES DE PASSAGEIROS-FETRANSPOR. **Guia de Mobilidade Sustentável 2014.** Rio de Janeiro, 2014.

FERRAZ, A. C. P. e TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano.** São Paulo, Rima, 2004, 410 p.

FERRAZ, A. C. P. **Sobre a eficiência e a eficácia do transporte público nas cidades médias.** São Carlos, Tese (Livre-docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1990.

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.

GEIPOT – EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Instruções práticas para execução de pesquisas em ônibus urbanos.** Brasília, DF, 1986. 173 p.

GLOBO. Passageiros usam transporte coletivo gratuito em Monte Carmelo, MG. **Globo**, Rio de Janeiro. 24 de Junho de 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo->>

mineiro/noticia/2013/06/passageiros-usam-transporte-coletivo-gratuito-em-monte-carmelo-mg.html>. Acesso em: 28 nov. 2015.

GLOBO. Transporte coletivo ganha nova frota em Monte Carmelo, MG. **Globo**, Rio de Janeiro. 1 de Maio de 2014. Disponível em: <transporte coletivo ganha nova frota em Monte Carmelo, MG>. Acesso em: 28 nov. 2015.

GOOGLE MAPS. **Monte Carmelo**. Disponível em: <[https://www.google.com.br/maps?q=monte+carmelo+mg&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=0ahUKEwj2roXx96TSAhWNl5AKHVITA\\_kQ\\_AUICCgB](https://www.google.com.br/maps?q=monte+carmelo+mg&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ved=0ahUKEwj2roXx96TSAhWNl5AKHVITA_kQ_AUICCgB)>. Acesso em: 20/08/2017.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Plano diretor de transporte urbano da região metropolitana do rio de janeiro**. 60 p. Relatório 3 – Elaboração de Questionários e Planejamento da Pesquisa. Rio de Janeiro. 2002

HUTCHINSON, B. G. **Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transporte Urbano**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1979. 416 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Cidades- Monte Carmelo**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=314310>>. Acesso em: 20/08/2016.

LEMES, D. C. S. S. **Geração e análise do cenário futuro como um instrumento do planejamento urbano e de transportes**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

LOPES, S. B. **Efeitos da dependência espacial em modelos de previsão de demanda por transporte**. 2005. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

MARTINS, W. T. **Índice de avaliação da qualidade do transporte público por ônibus a partir da definição de serviço adequado.** 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MELLO, J. C. **Planejamento dos transportes.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.191 p.

MERCEDES-BENZ DO BRASIL. **Sistema de Transporte Coletivo Urbano por Ônibus: Planejamento e Operação.** Departamento de Sistemas de Trânsito e Transportes - Mercedes Benz do Brasil S.A, 1987. 85 p.

MEYER, M. D; MILLER, E. J. ***Urban Transportation Planning.*** New York: Mcgraw-hll, 2001. 642 p.

ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. ***Modelling Transport.*** New York: Ed. Wiley, 2001. 375 p.

PEREIRA, W.de A. Neto. **Modelo multicritério de avaliação de desempenho operacional do transporte coletivo por ônibus no município.** 2001. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

RAMOS, M. W. **Qualidades medida e percebida no sistema de transporte coletivo por ônibus: estudo de caso de belo horizonte.** 2013. 262 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotécnica e Transportes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RODRIGUES, M. A. **Análise do transporte coletivo urbano com base em indicadores de qualidade.** 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

RODRIGUES, M. O. **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos.** 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ROSE, A. **Uma avaliação comparativa de alguns sistemas de informação geográfica aplicados aos transportes.** 2001. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SANTOS, A. V. dos. **Método para alocação de áreas de descanso para o transporte de carga em redes rodoviárias.** 2016. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, J. P. dos. **Transporte coletivo público urbano na cidade de Santiago – RS:** estudo da percepção dos usuários quanto à acessibilidade e nível do serviço prestado. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SANTOS, R. G. **Propostas para melhoria contínua da qualidade do transporte público coletivo do distrito federal utilizando a escala servqual.** 2014. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SILVA, A. N. R. da. **Sistemas de informações geográficas para planejamento de transportes.** 1998. 124 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

SOLON, A. S. **Aplicação da logística urbana na modelagem e simulação de corredores do transporte público por ônibus.** Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

TCRP – Transit Cooperative Research Program – **Report 19. Guidelines for the Location and Design of Bus Stops.** Transportation Research Board, Washington, DC. 1996.

TCRP – Transit Cooperative Research Program – Report 100. **Transit Capacity and Quality of Service Manual**, 2nd Edition. Transportation Research Board, Washington, DC. 2003.

TCRP – Transit Cooperative Research Program – Report 165. **Transit Capacity and Quality of Service Manual**, 3rd Edition. Transportation Research Board, Washington, DC. 2013.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento:** reflexões e propostas. 4. ed. São Paulo: Annablume, 2009.

## APÊNDICE A

### PESQUISA DE OPINIÃO

SEXO:  Feminino  Masculino

IDADE:  Menos de 20 anos  De 21 a 35 anos

36 à 55 anos  Acima de 55 anos

USO DO TRANSPORTE PÚBLICO?  Frequentemente  Regularmente  Raramente

### RELAÇÃO SERVIÇO

Sua distância percorrida para pegar o ônibus é?

Grande  Média  Pequena

Como você considera o tempo de espera pelos ônibus no ponto?

Grande  Médio  Pequeno

Quantidade de pessoas dentro do ônibus (Lotação) é?

Grande  Médio  Pequeno

Os ônibus cumprem os horários?

Sempre  Na maioria das vezes  Raramente

Quanto a ocorrência de acidentes e assaltos envolvendo os veículos?

Frequentemente  Às vezes  Raramente

Como você considera as informações sobre horários e linhas de embarque nos pontos e veículos?

Boas  Regulares  Ruins

Sobre o atendimento dos motoristas e operadores?

Bom  Regular  Ruim

Como você considera as condições das ruas (pavimentação, buracos)?

Bom  Regular  Ruim

Como você considera a limpeza e manutenção dos veículos?

Bom  Regular  Ruim

Como você considera as condições dos pontos de espera?

Bons  Regulares  Ruins

Observações:

**OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!!**

## APÊNDICE B

### FOTOS DOS PONTOS DE PARADA DOS VEÍCULOS

Ponto de Parada P1 (Unidade Vila Nova)



Ponto de Parada P1 (Unidade Vila Nova)



Ponto de Parada P3



Ponto de Parada P4



Ponto de Parada P5



Ponto de Parada P6 (Superintendência Regional de ensino)



Ponto de parada P7- Novo ponto Intecampi (Unidade Boa Vista)



Ponto de Parada P8



Ponto de Parada P9



Ponto de Parada P10



Ponto de Parada P11



Ponto de Parada P12



Ponto de Parada P13



Ponto de Parada P14



Ponto de parada Intecampi (Unidade Centro)



## ANEXO A

Itinerário dos veículos- Intercampi



HORÁRIOS INTERCAMPY UFU CAMPUS MONTE CARMELO

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade VILA NOVA para Unidade ARARAS**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
6:40	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA
6:50	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
7:00	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade ARARAS para Unidade VILA NOVA**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
7:10	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746
7:20	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
7:30	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade VILA NOVA para Unidade ARARAS**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
7:40	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA
7:50	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
8:00	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade ARARAS para Unidade VILA NOVA**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
11:40	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746
11:50	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
12:00	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade VILA NOVA para Unidade ARARAS**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
12:45	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA
12:55	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
13:05	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade ARARAS para Unidade VILA NOVA**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
15:50	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746
16:00	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
16:10	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA

**SENTO DE TRÁFEGO: Unidade VILA NOVA para Unidade ARARAS**

HORÁRIO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE
17:45	UNIDADE ARARAS - UFU-LMG-746
17:55	UNIDADE CENTRO – AV. DONA CLARA, 647, CENTRO
18:05	UNIDADE VILA NOVA - RUA GOIÁS, 2000, VILA NOVA

## Itinerário dos veículos- 050

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA VERMELHA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus SESI para Campus NOVO			
HORÁRIO	Nº PONTO	PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
6:25	P1	SESI- RUA GOIÁS, 2000 VILA NOVA	
6:29	P2	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (Em frente a casa Paroquial na rua Goiás)	
6:32	P3	PONTO DA CARMEL VEÍCULO NA ROMUALDO REZENDE LOGO ANTES DO SINALEIRO	
6:36	P4	PONTO NA PRAÇA GETULIO VARGAS( PRAÇA DA PREFEITURA) PONTO LOCALIZADO EM FRENTE AO MELO VIANA NA RUA CASTRO ALVES.	
6:40	P5	PRAÇA 3 DE OUTUBRO (NA AV. JOÃO PINHEIRO)	
6:44	P6	PONTO EM FRENTE O CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR LOGO ANTES DA PORTARIA DO CONDOMÍNIO	
6:47	P9	EM FRENTE A CASA DO FAZENDEIRO ONDE JÁ EXISTE UM PONTO DE ONIBUS INTERMUNICIPAL	
6:50	P10	UFU (CAMPUS NOVO)	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AZUL
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus SESI para Campus NOVO			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
8:15	P1	SESI- RUA GOIÁS, 2000 VILA NOVA	
8:18	P2	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (Em frente a casa Paroquial na rua Goiás)	
8:21	P3	PONTO DA CARMEL VEÍCULO NA OLEGÁRIO MACIEL LOGO ANTES DO SINALEIRO	
8:23	P12	PONTO EM FRENTE AO DER DEPOIS DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
8:25	P14	PRAÇA LANDULFO CARDOSO (EM FRENTE POSTO ZEMA NA RUI BARBOSA)	
8:30	P6	PONTO EM FRENTE AO CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR LOGO ANTES DA PORTARIA DO CONDOMÍNIO	
8:35	P9	EM FRENTE A CASA DO FAZENDEIRO ONDE JÁ EXISTE UM PONTO DE ONIBUS INTERMUNICIPAL	
8:40	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AMARELA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus NOVO para Campus SESI			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
8:55	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	
8:58	P8	EM FRENTE AO DEPOSITO DA ELETROSOM	
9:00	P7	PONTO EM FRENTE A LOJA TICO TICO AO LADO DO SUPER SEU SUPERMERCADO	
9:03	P11	PRAÇA LANDULFO CADORSO ( EM FRENTE AO BISTRO RESTAURANTE E AO POSTO ZEMA, ANTES DO SINALEIRO)	
9:05	P12	PONTO EM FRENTE AO DER ANTES DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
9:10	P13	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (NA ROMUALDO REZENDE)	
9:15	P1	SESI	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AZUL
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus SESI para Campus NOVO			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
9:15	P1	SESI- RUA GOIÁS, 2000 VILA NOVA	
9:18	P2	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (Em frente a casa Paroquial na rua Goiás)	
9:20	P3	PONTO DA CARMEL VEÍCULO NA OLEGÁRIO MACIEL LOGO ANTES DO SINALEIRO	
9:22	P12	PONTO EM FRENTE AO DER DEPOIS DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
9:25	P14	PRAÇA LANDULFO CARDOSO (EM FRENTE POSTO ZEMA NA RUI BARBOSA)	
9:28	P6	PONTO EM FRENTE O CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR LOGO ANTES DA PORTARIA DO CONDOMÍNIO	
9:30	P9	EM FRENTE A CASA DO FAZENDEIRO ONDE JÁ EXISTE UM PONTO DE ONIBUS INTERMUNICIPAL	
9:35	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AMARELA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus NOVO para Campus SESI			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
10:45	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	
10:48	P8	EM FREnte AO DEPOSITO DA ELETROSOM	
10:50	P7	PONTO EM FREnte A LOJA TICO TICO AO LADO DO SUPER SEU SUPERMERCADO	
10:53	P11	PRAÇA LANDULFO CADORSO ( EM FREnte AO BISTRO RESTAURANTE E AO POSTO ZEMA, ANTES DO SINALEIRO)	
10:56	P12	PONTO EM FREnte AO DER ANTES DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
11:02	P13	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (NA ROMUALDO REZENDE)	
11:05	P1	SESI	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA VERMELHA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus SESI para Campus NOVO			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
12:20	P1	SESI- RUA GOIÁS, 2000 VILA NOVA	
12:23	P2	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (Em frente a casa Paroquial na rua Goiás)	
12:25	P3	PONTO DA CARMEL VEÍCULO NA OLEGÁRIO MACIEL LOGO ANTES DO SINALEIRO	
12:28	P4	PONTO NA PRAÇA GETULIO VARGAS( PRAÇA DA PREFEITURA) PONTO LOCALIZADO EM FREnte AO MELO VIANA NA RUA CASTRO ALVES.	
12:32	P5	PRAÇA 3 DE OUTUBRO (NA AV. JOÃO PINHEIRO)	
12:35	P6	PONTO EM FREnte O CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR LOGO ANTES DA PORTARIA DO CONDOMÍNIO	
12:37	P9	EM FREnte A CASA DO FAZENDEIRO ONDE JÁ EXISTE UM PONTO DE ONIBUS INTERMUNICIPAL	
12:40	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AMARELA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus NOVO para Campus SESI			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
12:45	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	
12:48	P8	EM FREnte AO DEPOSITO DA ELETROSOM	
12:50	P7	PONTO EM FREnte A LOJA TICO TICO AO LADO DO SUPER SEU SUPERMERCADO	
12:54	P11	PRAÇA LANDULFO CADORSO ( EM FREnte AO BISTRO RESTAURANTE E AO POSTO ZEMA, ANTES DO SINALEIRO)	
12:57	P12	PONTO EM FREnte AO DER ANTES DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
13:03	P13	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (NA ROMUALDO REZENDE)	
13:05	P1	SESI	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AZUL
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus SESI para Campus NOVO			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
14:20	P1	SESI- RUA GOIÁS, 2000 VILA NOVA	
14:24	P2	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (Em frente a casa Paroquial na rua Goiás)	
14:28	P3	PONTO DA CARMEL VEÍCULO NA OLEGÁRIO MACIEL LOGO ANTES DO SINALEIRO	
14:31	P12	PONTO EM FREnte AO DER DEPOIS DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
14:35	P14	PRAÇA LANDULFO CARDOSO (EM FREnte POSTO ZEMA NA RUI BARBOSA)	
14:39	P6	PONTO EM FREnte O CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR LOGO ANTES DA PORTARIA DO CONDOMÍNIO	
14:42	P9	EM FREnte A CASA DO FAZENDEIRO ONDE JÁ EXISTE UM PONTO DE ONIBUS INTERMUNICIPAL	
14:45	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AMARELA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus NOVO para Campus SESI			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
14:55	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	
14:59	P8	EM FREnte AO DEPOSITO DA ELETROSOM	
15:02	P7	PONTO EM FREnte A LOJA TICO TICO AO LADO DO SUPER SEU SUPERMERCADO	
15:06	P11	PRAÇA LANDULFO CADORSO ( EM FREnte AO BISTRO RESTAURANTE E AO POSTO ZEMA, ANTES DO SINALEIRO)	
15:09	P12	PONTO EM FREnte AO DER ANTES DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
15:16	P13	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (NA ROMUALDO REZENDE)	
15:20	P1	SESI	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AZUL
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus SESI para Campus NOVO			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
15:20	P1	SESI- RUA GOIÁS, 2000 VILA NOVA	
15:23	P2	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (Em frente a casa Paroquial na rua Goiás)	
15:25	P3	PONTO DA CARMEL VEÍCULO NA OLEGÁRIO MACIEL LOGO ANTES DO SINALEIRO	
15:27	P12	PONTO EM FREnte AO DER DEPOIS DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
15:30	P14	PRAÇA LANDULFO CARDOSO (EM FREnte POSTO ZEMA NA RUI BARBOSA)	
15:35	P6	PONTO EM FREnte O CONDOMÍNIO GOMES AGUIAR LOGO ANTES DA PORTARIA DO CONDOMÍNIO	
15:37	P9	EM FREnte A CASA DO FAZENDEIRO ONDE JÁ EXISTE UM PONTO DE ONIBUS INTERMUNICIPAL	
15:40	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AMARELA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus NOVO para Campus SESI			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
17:00	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	
17:03	P8	EM FREnte AO DEPOSITO DA ELETROSOM	
17:05	P7	PONTO EM FREnte A LOJA TICO TICO AO LADO DO SUPER SEU SUPERMERCADO	
17:09	P11	PRAÇA LANDULFO CADORSO ( EM FREnte AO BISTRO RESTAURANTE E AO POSTO ZEMA, ANTES DO SINALEIRO)	
17:12	P12	PONTO EM FREnte AO DER ANTES DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
17:18	P13	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (NA ROMUALDO REZENDE)	
17:20	P1	SESI	

PERÍODO DE TRANSPORTE			ROTA AMARELA
SENTIDO DE TRÁFEGO: Campus NOVO para Campus SESI			
HORÁRIO		PONTOS DE EMBARQUE DESEMBARQUE	
18:35	P10	UFU-LMG-746 (CAMPUS NOVO)	
18:38	P8	EM FREnte AO DEPOSITO DA ELETROSOM	
18:40	P7	PONTO EM FREnte A LOJA TICO TICO AO LADO DO SUPER SEU SUPERMERCADO	
18:43	P11	PRAÇA LANDULFO CADORSO ( EM FREnte AO BISTRO RESTAURANTE E AO POSTO ZEMA, ANTES DO SINALEIRO)	
18:45	P12	PONTO EM FREnte AO DER ANTES DA ESQUINA DA ROMUALDO REZENDE	
18:50	P13	PRAÇA NOSSA SENHORA DE FÁTIMA (NA ROMUALDO REZENDE)	
18:55	P1	SESI	