

Luã Brudna

**ESTUDO DE INFLUÊNCIA DO TRÁFEGO NA OPERAÇÃO DE UMA  
LINHA DE TRANSPORTE COLETIVO UTILIZANDO  
MICROSSIMULAÇÃO**

Florianópolis

2016

Luã Brudna

**ESTUDO DE INFLUÊNCIA DO TRÁFEGO NA OPERAÇÃO DE UMA  
LINHA DE TRANSPORTE COLETIVO UTILIZANDO  
MICROSSIMULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao Departamento de Engenharia Civil da Uni-  
versidade Federal de Santa Catarina para ob-  
tenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Hering Co-  
elho

Florianópolis

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Brudna, Luã

Estudo de influência do tráfego na operação de uma linha de transporte coletivo utilizando microssimulação / Luã Brudna ; orientador, Alexandre Hering Coelho - Florianópolis, SC, 2016.

81 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Microssimulação de tráfego. 3. Transporte público. 4. Pesquisa de tráfego. I. Coelho, Alexandre Hering. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

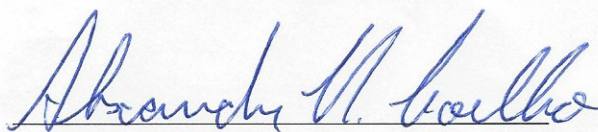
Luã Brudna

**ESTUDO DE INFLUÊNCIA DE TRÁFEGO NA OPERAÇÃO DE UMA  
LINHA DE TRANSPORTE COLETIVO UTILIZANDO  
MICROSSIMULAÇÃO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 30 de junho de 2016.

**Banca Examinadora**



Prof. Dr. Alexandre Hering Coelho

Prof. Dr. Amir Mattar Valente

Eng. Victor Marques Caldeira

Florianópolis

2016



## AGRADECIMENTOS

À minha mãe por sempre ter me apoiado durante essa jornada, pelo carinho e por acreditar no meu potencial.

Ao professor Dr. Alexandre Hering Coelho por sua dedicação em me orientar, pela disponibilidade de horários e pelos ensinamentos novos no tema abordado.

Ao professor Dr. Amir Mattar Valente por ter transmitido seus conhecimentos sobre a problemática de frota de ônibus vivenciada atualmente pelo município de Florianópolis, a qual serviu como base para a estruturação desse trabalho.

Por fim a todos meus amigos presentes na minha vida.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a análise operacional da linha de ônibus TITRI-UFSC 180 em relação ao incremento do tráfego utilizando a técnica de microssimulação. A linha em estudo opera no bairro Trindade do município de Florianópolis. Por meio de um plano de aquisição de dados de tráfego foram realizadas contagens, as quais foram utilizadas na modelagem do cenário atual. A infraestrutura e o sistema de controle de tráfego também foram abordados e modelados. Dados de frota de veículos do município, disponibilizados ao público, foram utilizados para projetar a demanda para o ano de 2036. Por meio das simulações, verificou-se um aumento de até 42% no tempo de percurso da linha em questão, não influenciando, porém, a frota de ônibus necessária para suprir a linha estudada por se tratar de uma linha com tempo de atendimento superior ao tempo de percurso. A microssimulação aplicada a análise operacional de linhas de transporte coletivo se demonstrou útil, sendo, porém, necessário cautela em sua utilização devido a comportamentos inesperados no modelo que possivelmente podem vir a ocorrer, além de ser imprescindível analisar a proximidade do modelo com a realidade.

Palavras-chave: microssimulação de tráfego, transporte público, pesquisa de tráfego.

## ABSTRACT

The following paper has as a primary objective the operational analysis of the TITRI-UFSC 180 bus line in relation to the traffic increment using microsimulation technique. The bus line operates in the Trindade neighbourhood, which is located in Florianópolis. Data was gathered following a data collection plan, which was then used for the modelling of the present scenario. The infrastructure and traffic light control were also accounted and modelled. Open source data of the number of vehicles in the city was used to statistically predict the traffic demand until the year of 2036. Through the simulations it was concluded that the total travel time of the studied bus line increased by 42%, which was not enough to justify having a larger number of buses during the mornings being operated because of its large amount of frequency time. The use of microsimulation technique applied to the operational analysis of public transportation proved to be very useful, while also demanding caution on its use because of possible errors and therefore being necessary to analyse the reliability of the proposed model.

Key-words: traffic microsimulation, public transport, traffic research.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da frota de automóveis por região brasileira (2001 a 2012)	16
Figura 2 - Planilha de contagem volumétrica manual . . . . .	18
Figura 3 - Movimentos interceptantes . . . . .	20
Figura 4 - Movimentos não-interceptantes . . . . .	20
Figura 5 - Movimentos convergentes . . . . .	21
Figura 6 - Movimentos divergentes . . . . .	21
Figura 7 - Nível de detalhamento de cada modelo . . . . .	22
Figura 8 - Área de estudos inserida no município de Florianópolis . . . . .	27
Figura 9 - Itinerário da linha TITRI-UFSC e seus pontos de parada . . . . .	29
Figura 10 - Visão geral das interseções a serem analisadas. . . . .	33
Figura 11 - Representação gráfica das interseções I1 a I6, rótula e transversal . .	34
Figura 12 - Representação gráfica das interseções I13 a I20 . . . . .	35
Figura 13 - 1º Conjunto de semáforos . . . . .	38
Figura 14 - 2º Conjunto de semáforos . . . . .	39
Figura 15 - 3º Conjunto de semáforos . . . . .	40
Figura 16 - 4º Conjunto de semáforos . . . . .	41
Figura 17 - 5º Conjunto de semáforos . . . . .	42
Figura 18 - Imagem satélite de ônibus transitando na Rua Delfino Conti . . . .	45
Figura 19 - Ilustração de veículos transitando pela Rua Delfino Conti . . . . .	45
Figura 20 - Modelagem da infraestrutura . . . . .	46
Figura 21 - Diagrama de luzes do 4º conjunto de semáforos (Figura 16) após entrada de dados no <i>AIMSUN</i> . . . . .	47
Figura 22 - Entrada de dados de estados de tráfego da classe de veículos Carros no <i>AIMSUN</i> . . . . .	48
Figura 23 - Fluxo de carros na rua Deputado Antônio Edu Vieira . . . . .	48
Figura 24 - Entrada de dados da linha TITRI-UFSC 180 no <i>AIMSUN</i> . . . . .	49
Figura 25 - Tempo médio de atraso por Km . . . . .	53
Figura 26 - Tempo médio de viagem por Km (ttime) . . . . .	54
Figura 27 - Quantidade média de veículos em fila (qmean) . . . . .	54
Figura 28 - Tempo médio de parada por Km (stime) . . . . .	55
Figura 29 - Consumo de combustível de todos os veículos simulados dos anos de 2016 a 2036 . . . . .	55
Figura 30 - Emissão de gás carbônico . . . . .	56
Figura 31 - Emissão de óxidos de nitrogênio . . . . .	56
Figura 32 - Tempo médio de percurso da linha TITRI-UFSC de 2016 a 2036 . .	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Qualidade do transporte coletivo por ônibus . . . . .	14
Tabela 2 - Exemplo de tabela de horários . . . . .	15
Tabela 3 - Classificação das contagens volumétricas . . . . .	17
Tabela 4 - Demanda caracterizada por estados de tráfego . . . . .	21
Tabela 5 - Comparativo de aplicações de alguns <i>softwares</i> simuladores . . . . .	25
Tabela 6 - Comparativo de modelos utilizados por diversos <i>softwares</i> simuladores	25
Tabela 7 - Tabela de horários da linha TITRI-UFSC 180 . . . . .	28
Tabela 8 - Contagens de movimentos - Carros + Motos . . . . .	36
Tabela 9 - Contagens de movimentos - Ônibus . . . . .	37
Tabela 10 - Contagens de movimentos - Caminhões . . . . .	37
Tabela 11 - Tabela de tempos luminosos do 1º conjunto de semáforos . . . . .	38
Tabela 12 - Tabela de tempos luminosos do 2º conjunto de semáforos . . . . .	39
Tabela 13 - Tabela de tempos luminosos do 3º conjunto de semáforos . . . . .	40
Tabela 14 - Tabela de tempos luminosos do 4º conjunto de semáforos . . . . .	41
Tabela 15 - Tabela de tempos luminosos do 5º conjunto de semáforos . . . . .	41
Tabela 16 - Tempo de parada nos pontos de ônibus . . . . .	43
Tabela 17 - Dados de frota de carros e motos, caminhões e ônibus de 2002 a 2015	50
Tabela 18 - Estimativa de crescimento da frota de carros e motos, caminhões e ônibus em Florianópolis de 2016 a 2036 . . . . .	51
Tabela 19 - Tempos de ciclo, tempos de atendimento e tempos restantes da linha TITRI-UFSC dos anos 2016 a 2036 . . . . .	59

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
2.1	QUALIDADE DO TRANSPORTE COLETIVO RODOVIÁRIO	13
2.1.1	Tempo de atendimento	14
2.1.2	Tempo de ciclo	15
2.2	O CRESCIMENTO DO TRANSPORTE INDIVIDUAL	16
2.3	ESTUDOS DE TRÁFEGO	16
2.3.1	Contagens de tráfego	16
2.4	INTERSEÇÕES	19
2.5	MODELOS DE TRÁFEGO	22
2.5.1	Modelos macroscópicos	23
2.5.2	Modelos mesoscópicos	23
2.5.3	Modelos microscópicos	23
2.6	FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO	24
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>30</b>
4.1	MODELO E SOFTWARE	30
4.2	COLETA DE DADOS	31
4.2.1	Plano de contagem	32
4.2.2	Sistema de controle de tráfego	38
4.2.3	Características da linha TITRI-UFSC 180	42
4.3	MODELAGEM DA ÁREA DE ESTUDO NO SIMULADOR	43
4.3.1	Modelagem da infraestrutura	44
4.3.2	Modelagem do sistema de controle	47
4.3.3	Modelagem da demanda	47
4.3.4	Modelagem da linha de transporte coletivo	49
4.4	PROJEÇÃO DE TRÁFEGO	50
4.5	WARM UP	51
4.6	EXECUÇÃO DAS REPLICAÇÕES	52
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>53</b>
5.1	DADOS GERAIS	53
5.2	DADOS DO TRANSPORTE PÚBLICO	57



5.3 ANÁLISE DA FROTA DE ÔNIBUS . . . . .	58
<b>6 CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>63</b>
<b>A PLANILHA DE CONTAGEM DE MOVIMENTOS NAS INTERSE- ÇÕES . . . . .</b>	<b>65</b>
<b>B PLANILHA DE CONTAGEM DOS TEMPOS SEMAFÓRICOS . . . . .</b>	<b>66</b>
<b>C DADOS DE VIAGEM DA LINHA TITRI-UFSC 180 . . . . .</b>	<b>67</b>
<b>D SCRIPT EM PYTHON PARA A REALIZAÇÃO DAS REPLICAÇÕES</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário de Florianópolis encontra-se atualmente sobrecarregado, sendo que os transportes coletivos continuam sendo pouco utilizados. Filas de carros acabam por dificultar o trabalho do transporte coletivo.

Para um planejamento adequado do transporte rodoviário de uma cidade, necessita-se fazer estudos sobre a demanda gerada pelas atividades sócio econômicas e a sua confrontação com os requisitos de infraestrutura.

Atualmente, vive-se em uma era em que as tecnologias computacionais e de sistemas de informações estão cada vez mais avançadas e eficazes, fazendo com que os estudos relacionados a transportes sejam mais sofisticados e de maior qualidade.

A simulação de tráfego é uma das ferramentas utilizadas atualmente para a condução dos estudos e projetos de tráfego, sendo, porém, ainda pouco conhecida e empregada no território brasileiro.

O custo elevado inicial para aquisição dos *softwares* de simulação é um dos principais empecilhos para a difusão desse tipo de tecnologia no Brasil. Além disso, poucas universidades brasileiras apresentam em seu escopo curricular, nos cursos de engenharia, disciplinas computacionais voltadas a uso de *softwares* de simulação de tráfego, dificultando a propagação de informações relacionadas a este tópico.

O presente trabalho explora uma ferramenta de simulação de tráfego relacionando-a com o transporte coletivo e, procurando-se demonstrar, por meio das simulações, o problema que Florianópolis enfrenta nos dias atuais, o qual consiste no crescimento das filas a cada ano e por consequência o aumento das frotas de ônibus para que as linhas de transporte coletivo continuem eficientes. Isso demanda mais recursos financeiros, os quais refletem em passagens de ônibus mais caras e que, conseqüentemente, desestimulam ainda mais o uso do transporte coletivo pela população em geral.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em estudar a influência do tráfego particular sobre a operação de uma linha de transporte coletivo da cidade de Florianópolis por meio de um modelo de simulação.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Definir um recurso computacional (*software*) adequado para modelar uma área de estudo, identificando os dados necessários para o desenvolvimento do modelo que represente o cenário atual de uma linha de transporte coletivo.
- Implementar uma regra de crescimento do tráfego do transporte particular e utilizá-lo para aumentar gradativamente a demanda sobre a infraestrutura.
- Monitorar e analisar os impactos causados pelo crescimento do transporte individual sobre a linha do transporte coletivo.
- Avaliar a aplicabilidade do modelo escolhido para a análise de características operacionais da linha de transporte coletivo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A teoria necessária para a realização deste trabalho será abordada nesta seção, e se resume em estudos de tráfego, modelo de demanda de tráfego, *software* de simulação e gerenciamento de linhas de transporte coletivo.

### 2.1 QUALIDADE DO TRANSPORTE COLETIVO RODOVIÁRIO

Atualmente o transporte coletivo se faz muito presente no dia a dia da população mundial. Segundo Rodrigues (2006, p. 1):

O transporte coletivo urbano por ônibus é um importante e necessário meio de integração entre as diversas áreas econômicas e sociais dos centros urbanos, desempenhando importante papel no desenvolvimento industrial, na expansão do comércio, nos programas de saúde, na educação, entre outras atividades.

Nota-se, porém, que na cidade de Florianópolis e em diversos municípios brasileiros o transporte coletivo ainda é pouco utilizado, principalmente por aqueles que possuem poder aquisitivo para comprar um automóvel.

Ao buscar-se o equilíbrio entre a geração de lucro pelas empresas operantes dos transportes coletivos e aos interesses dos usuários, deve-se realizar pesquisas com o objetivo de melhorar a qualidade do serviço prestado e, conseqüentemente, atrair um maior número de pessoas a utilizar o transporte coletivo.

Segundo Ferraz e Torres (2004, apud RODRIGUES, 2006, p. 24) existem doze fatores que determinam a qualidade do serviço de transporte coletivo, sendo que os autores criaram uma tabela relacionando esses fatores a parâmetros de avaliação. Alguns desses fatores são mostrados na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Qualidade do transporte coletivo por ônibus

Fatores	Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade	Distância de caminhada no início e fim de viagem (m)	<300	300-500	>500
Frequência	Intervalo entre atendimentos (min)	<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	>5
Segurança	Índice de acidentes (acidentes/100.000km)	<1	1 - 2	>2
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

Fonte: (FERRAZ; TORRES, 2004, apud RODRIGUES, 2006, p. 24) adaptado pelo autor

A frequência de tempo com que a linha opera, bem como seu tempo de viagem completa representado pelo tempo de ciclo são os dois fatores mais importantes para o desenvolvimento deste trabalho. Esses dois parâmetros são relevantes para a quantificação de ônibus necessários para o adequado funcionamento da linha.

### 2.1.1 Tempo de atendimento

O tempo de atendimento de operação da linha é dada pelo espaçamento temporal entre dois tempos de saída consecutivos da linha de ônibus em questão. Deve-se dar prioridade para tempos de atendimento múltiplos de 5, para que os horários se tornem de fácil memorização ao usuário e priorizar, também, tempos constantes durante os horários de pico e de grande quantidade de pessoas.

O tempo de atendimento tende a aumentar durante a noite para a maioria das linhas, já que a demanda de passageiros é menor. Geralmente as linhas regulares não operam à noite, abrindo espaço para linhas noturnas, as quais são muito importantes para a atratividade do transporte coletivo, principalmente nos finais de semana, os quais tendem a ter um maior número de pessoas transitando durante o período noturno.

A seguir, por meio da Tabela 2, a qual representa uma tabela de horários de uma linha imaginária, nota-se um tempo de atendimento de 20 minutos para os dias de semana nos períodos da manhã e da tarde, enquanto que nos finais de semana e a noite o tempo

passa a ser 30 minutos. Os tempos permanecem constantes, facilitando a memorização dos horários pelos usuários.

Tabela 2: Exemplo de tabela de horários

Hora	Seg-Sex	Sábado	Domingo
4	52	45	
5	12 32 52	15 45	45
6	12 32 52	15 45	15 45
7	12 32 52	15 45	15 45
8	12 32 52	15 45	15 45
9	12 32 52	15 45	15 45
10	12 32 52	15 45	15 45
11	12 32 52	15 45	15 45
12	12 32 52	15 45	15 45
13	12 32 52	15 45	15 45
14	12 32 52	15 45	15 45
15	12 32 52	15 45	15 45
16	12 32 52	15 45	15 45
17	12 32 52	15 45	15 45
18	12 32	15 45	15 45
19	12 32	15 45	15 45
20	15 45	15 45	15 45
21	15 45	15 45	15 45
22	15 45	15 45	15 45
23	15	15 45	15 45
0	15		

Fonte: Autor

### 2.1.2 Tempo de ciclo

É dado pelo tempo que o ônibus leva para percorrer todo o trajeto definido pela linha de ônibus, levando em conta também os tempos de parada em cada ponto de ônibus e o tempo de desembarque dos passageiros no final da linha. Ele é dependente da velocidade média do ônibus durante o percurso, a qual é afetada diretamente por congestionamentos e pelo embarque e desembarque de pessoas nos pontos de ônibus.

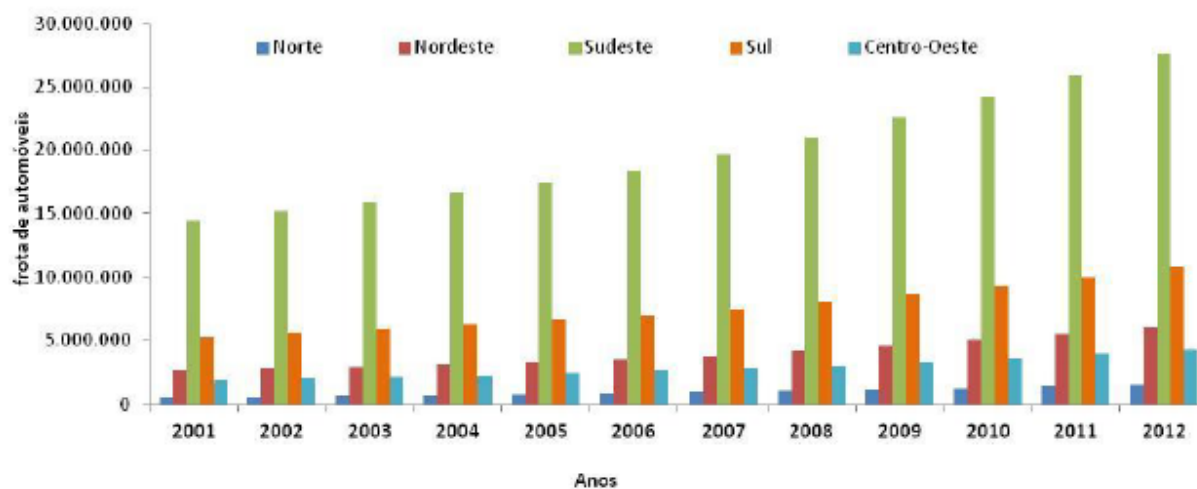
Conforme esse tempo aumenta, cresce o número de ônibus necessários para cumprir o mesmo tempo de atendimento pré estabelecido, acarretando em custos maiores para a companhia encarregada pelo transporte, a qual repassa esses custos ao usuário em forma de aumento nas passagens.



## 2.2 O CRESCIMENTO DO TRANSPORTE INDIVIDUAL

É notável o aumento de veículos motorizados individuais transitando pelas vias das cidades brasileiras, sendo um reflexo das políticas de incentivo governamentais, as quais no decorrer dos anos, priorizaram o transporte individual ao diminuir os preços dos automóveis por meio da isenção de impostos. Pode-se notar, por meio da Figura 1, o aumento da frota de automóveis do ano 2001 ao ano 2012, principalmente nas regiões sul e sudeste brasileiras.

Figura 1: Evolução da frota de automóveis por região brasileira (2001 a 2012)



Fonte: (RIBEIRO; RODRIGUES, 2013)

## 2.3 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Na engenharia de tráfego utiliza-se de pesquisas para levantamento de dados de campo, as quais podem ser feitas mediante entrevistas ou por observação direta. As entrevistas consistem na obtenção de informações por meio de perguntas orais ou escritas aos condutores. Já na observação direta procura-se registrar os fenômenos do trânsito sem perturbar os condutores dos veículos (DNIT/IPR, 2006).

### 2.3.1 Contagens de tráfego

Tem como principal objetivo determinar a quantidade, sentido e tipo de veículo que trafegam na área a ser estudada. São geralmente feitas nas interseções ou nos trechos entre elas. Por meio de informações contidas no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT/IPR (2006) pôde se construir a Tabela 3 classificatória de contagens de tráfego .

Tabela 3: Classificação das contagens volumétricas

Contagens	Utilidade e Objetivos
Globais	São feitas geralmente entre interseções, na qual o sentido dos veículos não é importante. São empregadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências de tráfego
Direcionais	São as contagens em que o sentido do fluxo dos veículos é importante, sendo utilizadas para cálculos de capacidade, estudos de acidentes, etc.
Classificatórias	Os tipos e classes de veículos são importantes para esse tipo de contagens. Tem como principal objetivo o dimensionamento estrutural e projeto geométrico das rodovias.

Fonte: (DNIT/IPR, 2006) adaptado pelo autor.

Segundo o DNIT/IPR (2006) as contagens de tráfego podem ser realizadas de várias formas sendo elas, por exemplo, as contagens manuais, por contadores portáteis de tubo pneumático, microondas, videoteipe, entre outras.

As contagens manuais são realizadas por pessoas em campo, com auxílio de fichas e contadores manuais. Utiliza-se de planilhas, para dar facilidade e rapidez ao processo. Atualmente não são mais as melhores opções por conta de imprecisões e erros humanos (DNIT/IPR, 2006). A Figura 2 apresenta um exemplo de planilha padrão utilizada nas contagens manuais.

O DNIT/IPR (2006) também cita métodos como o de contadores portáteis de tubo pneumáticos e o método utilizando as microondas e videoteipe, o qual consiste na filmagem de um ou mais pontos da rodovia, sendo que, posteriormente, é feita a contagem por meio das gravações, nas quais podem ser feitas por uma única pessoa. Além da simplificação de mão de obra, o DNIT/IPR (2006) cita algumas outras vantagens como por exemplo:

- Habilidade de se comprovar os dados levantados, por meio das gravações;
- Maior conforto para pessoa responsável pelas contagens, já que a mesma não está exposta às condições climáticas;
- Possibilidade de analisar os *replays* e coletar diversos outros dados;

Atualmente o método do videoteipe está sendo aprimorado, eliminando a necessidade de um pesquisador para a análise dos dados. O investimento inicial para o uso do videoteipe ainda é alto, já que é necessário realizar a compra, instalação e manutenção das câmeras. Deve-se notar também que atualmente não é mais utilizado fita de vídeo para armazenamento das gravações, descaracterizando o termo "teipe" do nome do método.

Figura 2: Planilha de contagem volumétrica manual

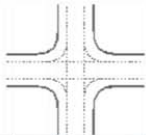
**CONTAGEM VOLUMÉTRICA**



















ESTADO: \_\_\_\_\_ RODOVA: \_\_\_\_\_ CÓD. PNV: \_\_\_\_\_ TRECHO: **A** \_\_\_\_\_ **B** \_\_\_\_\_

POSTO: \_\_\_\_\_ LOCAL DA CONTAGEM MARCO QUILOMÉTRICO: \_\_\_\_\_ DATA DA CONTAGEM: \_\_\_\_\_ HORAINÍCIO: \_\_\_\_\_ HORATÉRMINO: \_\_\_\_\_

SENTIDO: 

A	→	B
B	←	A



HORÁRIO		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	TOTAL	
		CARROS DE PASSEIO 																									
CAMIÔNETAS 																											
ÔNIBUS	2C 																										
	3C 																										
C A M I Ô N E T A S	2C 																										
	3C 																										
	4C 																										
	2S1 																										
	2S2 																										
	2S3 																										
	3S2 																										
	3S3 																										
	3S2S2 																										
	2C2 																										
2C3 																											
3C2 																											
3C3 																											
OUTROS 																											
<b>TOTAL</b>																											

Fonte: (DNIT/IPR, 2006, p. 105)

## 2.4 INTERSEÇÕES

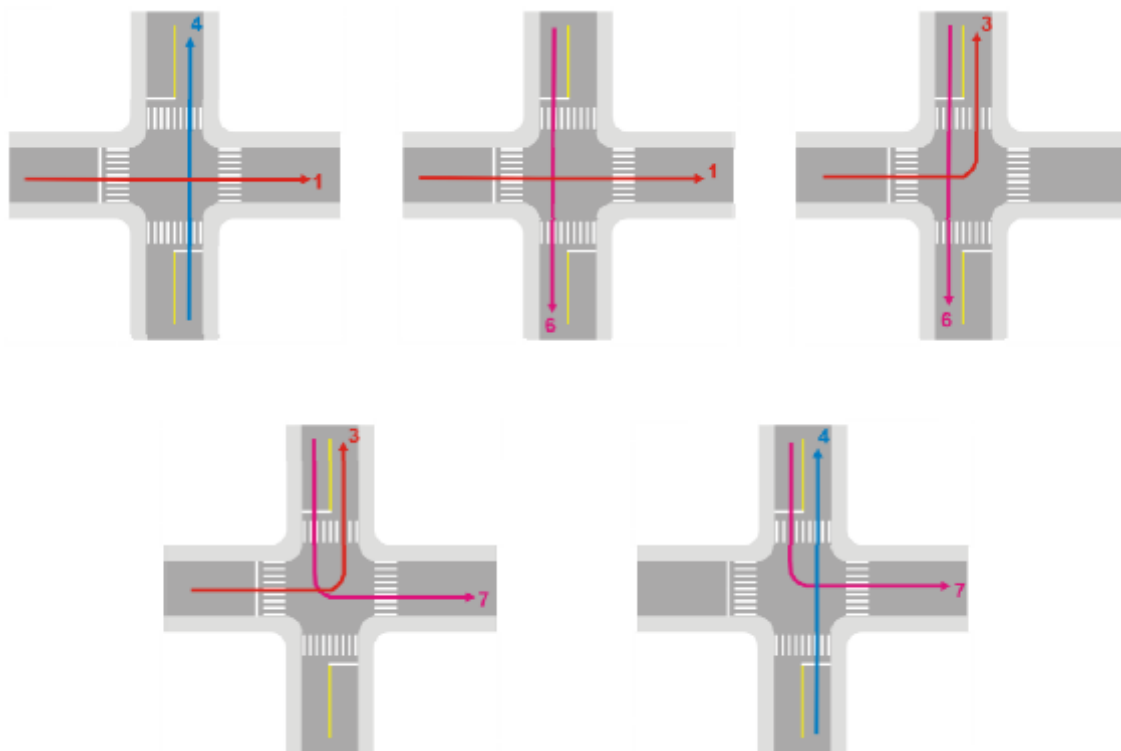
Interseções ocorrem em áreas que duas ou mais vias se cruzam ou se unem. São elementos de descontinuidade da rede, as quais necessitam de um tratamento especial para assegurar a circulação ordenada dos automóveis e manter o serviço da rodovia (DNIT, 2005).

Para o projeto de interseções e sua devida representação gráfica nos simuladores, necessita-se entender os movimentos dos quais os veículos nela fazem. O termo movimento é usado para identificar o fluxo de veículos com mesma origem e mesmo destino, sendo representado, geralmente, por um traço e seta (DENATRAN, 2014).

Segundo o DENATRAN (2014), pode-se classificar os movimentos em uma interseção em 4 categorias, sendo elas:

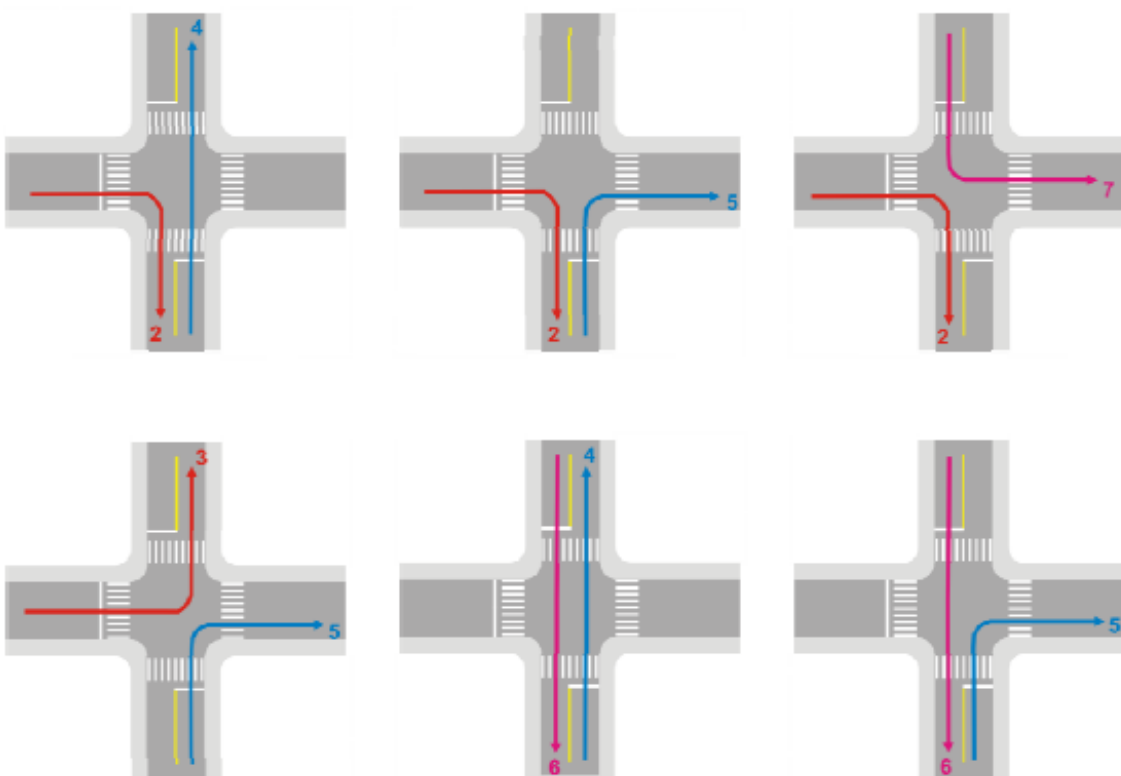
- a) **interceptantes:** Movimentos com origens diferentes e destinos diferentes, se cruzando em algum momento na interseção (Figura 3);
- b) **não-interceptantes:** Movimentos com origens diferentes e destinos diferentes, e nunca se cruzando na interseção (Figura 4);
- c) **convergentes:** Movimentos com origens diferentes porém com mesmo destino (Figura 5);
- d) **divergentes:** Movimentos com origens iguais e destinos diferentes (Figura 6);

Figura 3: Movimentos interceptantes



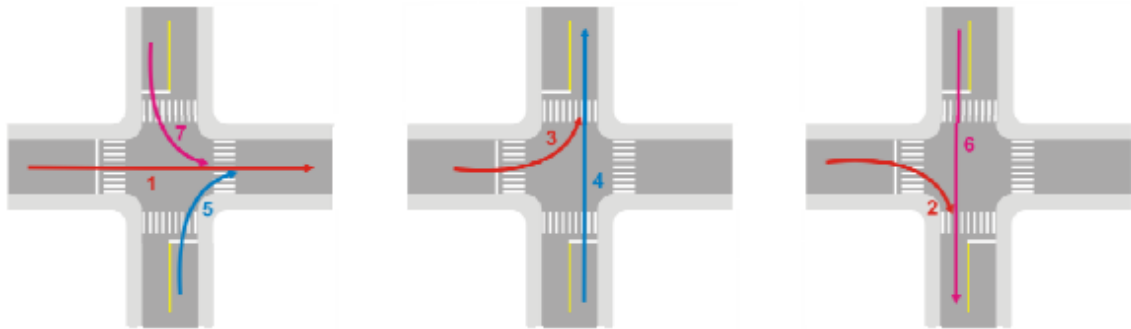
Fonte: (DENATRAN, 2014)

Figura 4: Movimentos não-interceptantes



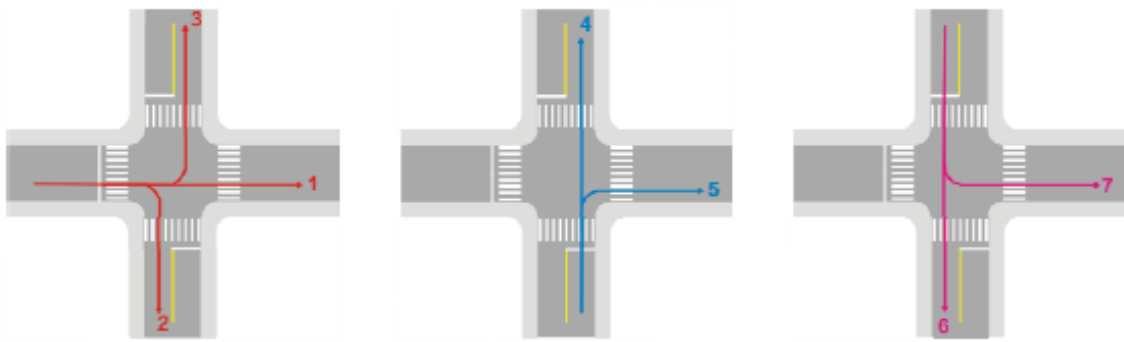
Fonte: (DENATRAN, 2014)

Figura 5: Movimentos convergentes



Fonte: (DENATRAN, 2014)

Figura 6: Movimentos divergentes



Fonte: (DENATRAN, 2014)

Para a microssimulação, torna-se muito importante a identificação dos movimentos divergentes nas interseções das áreas de estudo, já que após sua identificação, deve-se contabilizar cada um desses movimentos para caracterizar a demanda por meio de estados de tráfego quando não for possível a realização de pesquisas O/D.

Um exemplo disso pode ser demonstrado a partir da Figura 6, na qual arbitrou-se para cada movimento números aleatórios de passagens de veículos e gerou-se a Tabela 4, a qual seria usada para caracterização da demanda na simulação.

Tabela 4: Demanda caracterizada por estados de tráfego

Origem	Movimentos	Carros	%
Oeste	1	120	32,43243243
	2	200	54,05405405
	3	50	13,51351351
Sul	4	355	88,08933002
	5	48	11,91066998
Norte	6	96	16,5232358
	7	485	83,4767642

Fonte: Autor



Além dos movimentos divergentes, deve-se considerar os movimentos interceptantes e convergentes, já que eles geram conflito e cruzamentos dentro da interseção, sendo, para interseções de tráfego intenso, necessário a criação de soluções viáveis como rótulas ou semáforos. (DENATRAN, 2014).

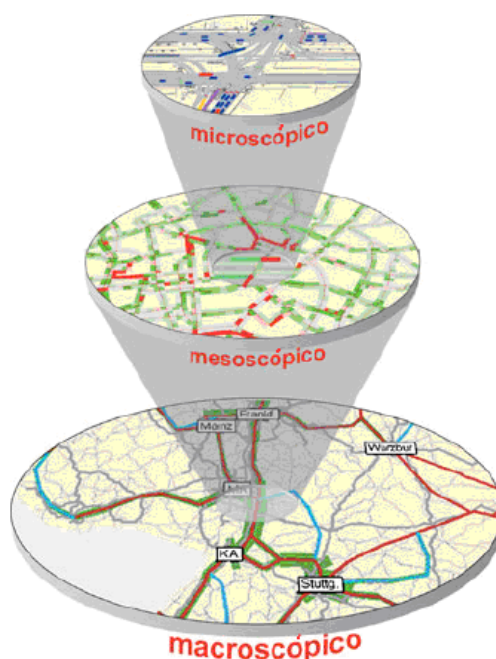
## 2.5 MODELOS DE TRÁFEGO

Os dados coletados por meio do estudo de tráfego podem ser utilizados e aplicados nos modelos de simulação de tráfego, os quais, segundo Vasconcelos (2004, p. 30):

[...] podem classificar-se quanto ao processo de escolha de trajectos (determinísticos/estocásticos), quanto à forma como são obtidas as soluções (analíticos/-simulação), quanto à opção relativamente à incorporação de efeitos dinâmicos do tráfego (estáticos/dinâmicos) ou ainda relativamente ao nível de detalhe dos elementos modelados. Neste caso, classificam-se como macroscópicos, mesoscópicos ou microscópicos.

Segundo Vilarinho (2008), de uma forma geral, o nível de detalhe dos modelos microscópicos é alto, já para os modelos mesoscópicos é intermediário, enquanto que os modelos macroscópicos possuem um nível de detalhe baixo. A Figura 7, dada a seguir ilustra as diferenças em detalhamento de cada modelo:

Figura 7: Nível de detalhamento de cada modelo



Fonte: (VILARINHO, 2008)

### 2.5.1 Modelos macroscópicos

É um modelo baseado analogamente aos princípios da hidrodinâmica, considerando o fluxo de tráfego como um fluido especial contínuo, o qual é caracterizado por um agregado de variáveis macroscópicas: densidade, volume e velocidade (BARCELÓ, 2010).

O modelo necessita de uma série de equações, tendo como ponto de partida a equação do fluxo contínuo dos fluidos, com a premissa de que o número de veículos entre dois pontos de contagem dentro de uma malha rodoviária sem entradas e saídas será conservado (GERLOUGH; HUBER, 1975).

### 2.5.2 Modelos mesoscópicos

Tem como característica um nível de detalhamento maior que o modelo macroscópico e menor que o modelo microscópico. Não distingue os veículos como elementos individuais, e sim como pelotões. (VILARINHO, 2008). Os pelotões de veículos atuam como se fossem uma entidade só, a velocidade de cada veículo no pelotão será a mesma e dependerá da densidade de veículos da via no momento em que os elementos do pelotão se inserem na mesma (BURGHOUT, 2005).

### 2.5.3 Modelos microscópicos

Tem principal finalidade reproduzir a dinâmica de cada veículo inserido na rede individualmente, baseando-se nas personalidades atribuídas aos condutores e aos seus respectivos veículos. Existem 3 sub-modelos (*car-following*, *lane-changing* e *gap-acceptance*), os quais fazem parte da simulação microscópica e a caracterizam (VASCONCELOS, 2004).

O sub-modelo *car-following* exhibe uma relação de estímulo e resposta entre dois veículos que ocupam a mesma faixa. O veículo que trafega na parte frontal é chamado de líder ou *leading-car*, enquanto que o automóvel que trafega logo atrás é chamado de seguidor ou *following-car* (NAZARETH; SOUSA; RIBEIRO, 2015). A interação entre os dois veículos acontece por meio do estímulo do líder ao acelerar ou frear e pela resposta do seguidor, acelerando ou freando da mesma forma (BURGHOUT, 2005).

Já o sub-modelo *lane-changing* representa a motivação e possibilidade de um condutor mudar de faixa, sendo que esta mudança pode ser obrigatória ou opcional. A primeira seria caso o condutor necessite mudar de direção, já a segunda seria, por exemplo,

pelo desejo de aumento de velocidade (VASCONCELOS, 2004).

Por fim o sub-modelo *gap-acceptance* controla a atitude do condutor que necessita fazer uma mudança de direção, porém se depara com uma via congestionada, necessitando aguardar. O tempo de espera para fazer a mudança de direção é representado pelo *gap-acceptance* (JONES et al., 2004).

A demanda de tráfego nos modelos microscópicos pode ser representada de duas formas. O primeiro método é feito pela modelagem do fluxo de veículos nas entradas da malha, bem como as porcentagens de movimentos para cada interseção. Já no segundo método deve-se dividir a malha em zonas e aplicar matrizes de origem-destino (Matrizes OD), geradas através de pesquisas em campo.

## 2.6 FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO

Em meados da década de 1960, logo após o surgimento dos primeiros computadores, começou o desenvolvimento da simulação por meio de *softwares*. Foi, porém, na década de 1990 que houve o maior crescimento e desenvolvimento de *softwares*, logo após o surgimento do PC (*Personal Computer*) (BRIGLIA; BERTINI, 2014), sendo inclusive a época em que começou-se o desenvolvimento do *software* AIMSUN, o qual é utilizado extensivamente neste trabalho.

Meingast, Pell e Schauer (2013) apontam que, atualmente, os avanços na utilização de simuladores de tráfego estão atrelados a fatores como o avanço da teoria de tráfego, melhorias da tecnologia computacional tanto em *hardware* quanto em *software*, além da exigência pela sociedade por análises detalhadas dos cenários atuais.

Os autores Nazareth, Sousa e Ribeiro (2015) e Ratrouf e Rahman (2008) disponibilizam informações dos *softwares* utilizados no mercado para a realização de simulações de tráfego, cada qual com aplicações diferentes e modelos de tráfego específicos. As Tabelas 5 e 6 ilustram a diversidade dos *softwares* de simulação.

Tabela 5: Comparativo de aplicações de alguns *softwares* simuladores

Nome	Aplicações
CORSIM	Ruas, rodovias, semáforos, incidentes, painéis de mensagem variável e animações 2-D
SimTraffic	Ruas, semáforos, pedestres, rotatórias e animações 3-D
AIMSUN	Ruas, estradas, semáforos, painéis de mensagem variáveis e animações 3-D
VISSIM	Ruas, rodovias, medição de rampa, pedestres, operações de trânsito e animações 3-D
PARAMICS	Ruas, rodovias, operações de trânsito, redes congestionadas e animações 3-D
DRACULA	Ruas, estradas, semáforos, painéis de mensagem variáveis
Transmodeler	Ruas, semáforos, pedestres, rotatórias, painéis de mensagem variável e animações 3-D

Fonte: (NAZARETH; SOUSA; RIBEIRO, 2015)

Tabela 6: Comparativo de modelos utilizados por diversos *softwares* simuladores

Nome	Modelo utilizado
CORSIM	Microscópico
SimTraffic	Microscópico
AIMSUN	Microscópico
VISSIM	Microscópico
PARAMICS	Microscópico
INTEGRATION	Mesoscópico
DynaMIT	Mesoscópico
MITSIMLAB	Microscópico
CORFLO	Macroscópico
SATURN	Microscópico
Micmac	Híbrido (Micro e Macro)
Hystra	Híbrido (Micro e Macro)
KRONOS	Macroscópico
KWaves	Macroscópico, discreto e determinístico

Fonte: (RATROUT; RAHMAN, 2008) e adaptado pelo autor

Segundo Briglia e Bertini (2014, p. 17, tradução nossa):

Modelos de simulação de tráfego descrevendo todos os modos de transporte são atualmente aplicados rotineiramente por profissionais e pesquisadores para analisar objetos que vão desde interseções individuais a extensivas malhas de 50 mil *links*.

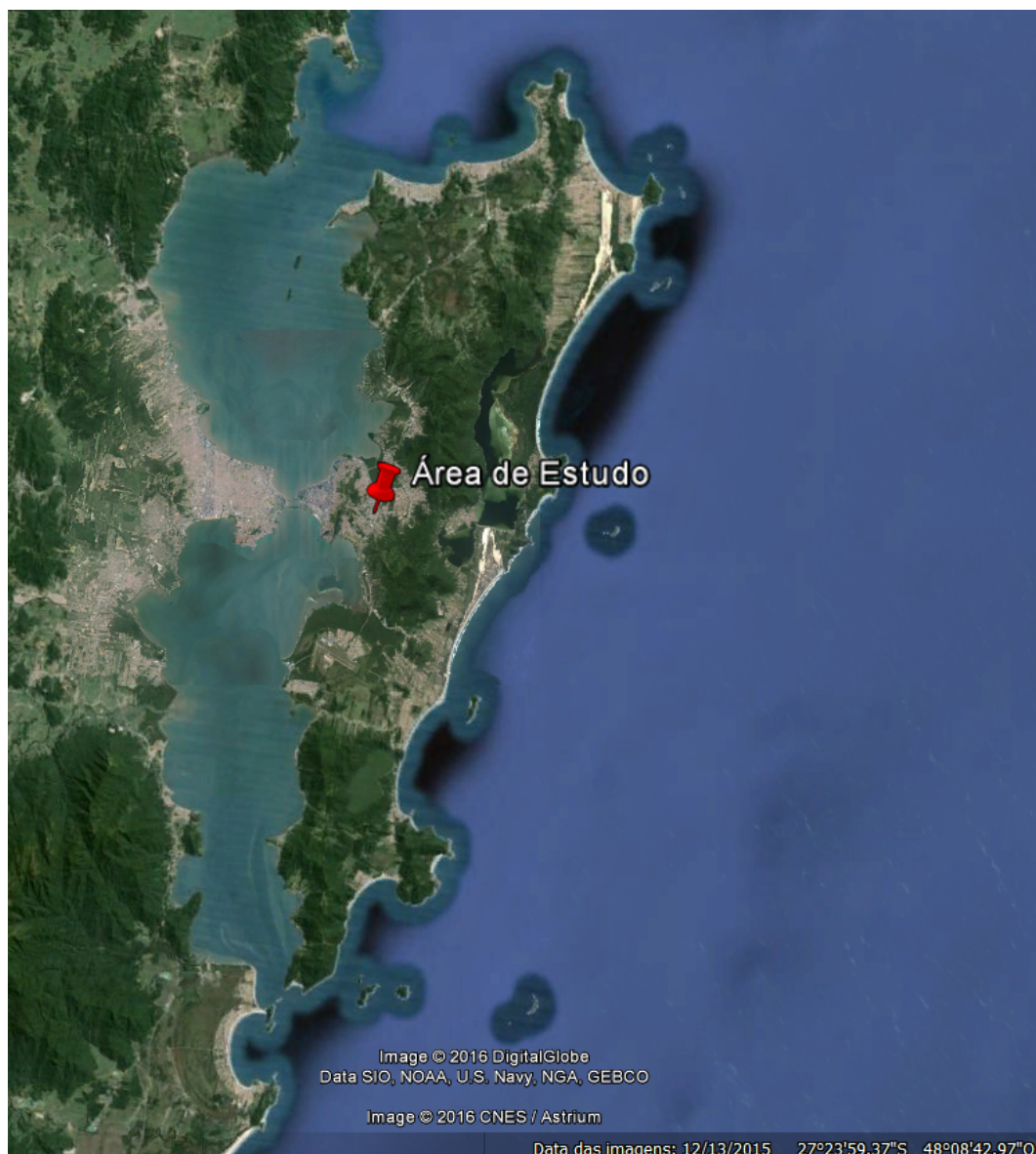
Dentre os *software* citados, destaca-se o *AIMSUN* (*Advances Interactive Micro-Simulation for Urban and Non-Urban Networks*), o qual é um *software* provindo da empresa TSS (*Transport Simulation Systems*), originada em Barcelona na Espanha (TSS, 2016). Segundo Jones et al. (2004, p. 2, tradução nossa) “sua interface amigável e seus

métodos simplificados de código fizeram do *AIMSUN* uma escolha cada vez mais popular entre os engenheiros de tráfego”.

### 3 ÁREA DE ESTUDO

Por meio de observações e estudo, escolheu-se uma área de estudo dentro do município de Florianópolis, a qual tivesse uma extensão relativamente pequena, estivesse próximo à UFSC, facilitasse as observações em campos e que possuísse poucas interseções, fazendo com que fosse viável a realização de contagens em campo por apenas uma pessoa. A área escolhida abrange desde o Terminal integrado da Trindade (TITRI), até a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A Figura 8 ilustra a localização da área em Florianópolis.

Figura 8: Área de estudos inserida no município de Florianópolis



Fonte: *Google Earth*

Para tal área de estudo, escolheu-se a linha TITRI-UFSC 180, localizada no bairro Trindade em Florianópolis. Os ônibus desta linha saem do Terminal Integrado da Trindade, passam pelas redondezas da UFSC e retornam ao mesmo terminal. O motivo principal de sua utilização é a necessidade dos moradores do bairro Trindade, que se encontram mais afastados da UFSC e próximos ao terminal, de irem até a universidade ou para que as pessoas que se encontram na UFSC possam chegar até o terminal e realizar transferências, já que o TITRI oferta linhas para diversas redondezas.

É uma linha alimentadora, com 5,6 km de extensão, um tempo de percurso de aproximadamente 16 minutos e tempo de atendimento de 56 minutos entre os horários das 8:15 às 9:11 da manhã (CONSÓRCIO FÊNIX, 2016). A sua tabela de horários esta representada pela Tabela 7 a seguir:

Tabela 7: Tabela de horários da linha TITRI-UFSC 180

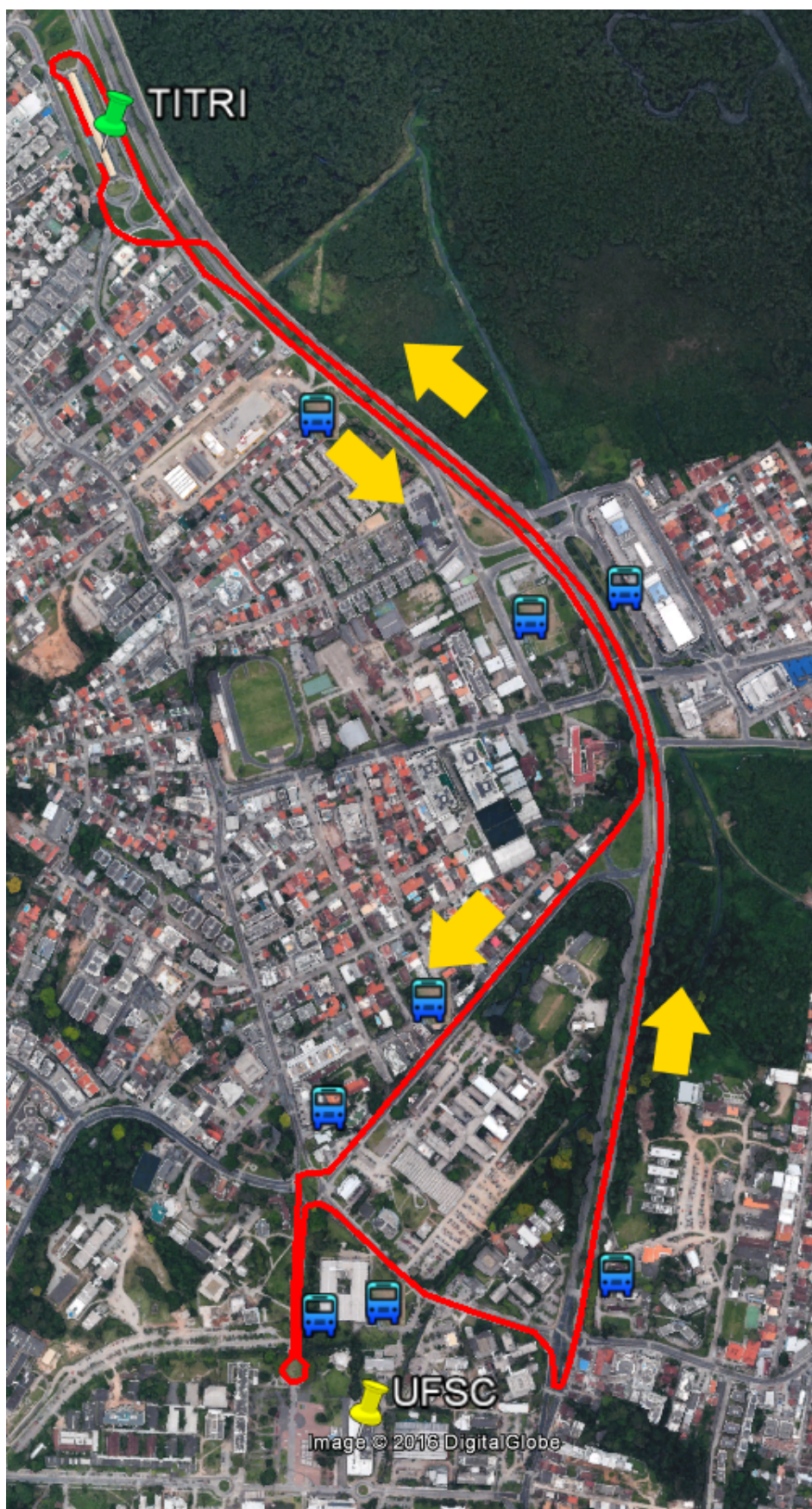
Hora	Seg-Sex	Sáb	Dom
7	40	11	20
8	15	53	-
9	11	40	20
10	21	33	-
11	20	33	20
12	-	-	-
13	22	23	20
14	24	33	-
15	03	33	20
16	10	03	-
17	20	33	-
18	-	03	-
19	25	33	25
20	24	-	-
21	05	33	20
22	09	03	-
23	07	01	20

Fonte: (CONSÓRCIO FÊNIX, 2016)

A Figura 9 apresenta o itinerário, bem como os pontos de parada da linha estudada.



Figura 9: Itinerário da linha TITRI-UFSC e seus pontos de parada



Fonte: *Google Earth*



## 4 MÉTODO

O capítulo tem por objetivo apresentar o método e as técnicas utilizadas para a realização do seguinte trabalho.

### 4.1 MODELO E SOFTWARE

Após escolhida a área de estudo, com a intenção de representar a malha viária envolvida em sua extensão real, foi decidido por utilizar algum *software* capaz disso. Se fosse utilizado um *software* para simulação genérica, ou seja, *softwares* não tão sofisticados a nível de interface e simulação, a malha poderia ser construída de forma que os trajetos fossem descritos somente por atributos. Mas como se preferiu representar a geometria, decidiu-se por usar da macrossimulação ou microssimulação de tráfego. Além disso, os *softwares* especializados em modelagens de transportes oferecem funcionalidades para análise mais específicas.

Após essa decisão, procurou-se *softwares* viáveis para utilização, os quais pudessem cumprir com o objetivo e escopo do trabalho. A versão estudantil do *software* VISUM foi testada. O mesmo utiliza o modelo de macrossimulação na análise de malha, o qual, em primeiro momento, se demonstrava ser mais adequado para a análise operacional proposta já que em simulações microscópicas o trabalho em campo seria extenso. Porém a versão estudantil do VISUM possuía algumas restrições, as quais impossibilitariam a análise, além de ser um *software* de poucos tutoriais e disponibilidade de informações de uso, dificultando, dessa forma, o aprendizado para sua utilização.

Por fim, julgou-se o *software* AIMSUN como melhor alternativa, já que o mesmo utiliza-se de modelos microscópicos, os quais são mais eficazes e detalhados para a análise da linha em questão. Em contrapartida o trabalho em campo seria mais extenso se comparado com os modelos macroscópicos. O AIMSUN estava disponível para uso pelo laboratório de transportes e logística (LabTrans) localizado na UFSC. Outro fator muito importante para a decisão do uso da microssimulação é o fato de que a modelagem dos dados de entrada pode ser feita por meio de estados de tráfego, os quais seriam mais adequados para o escopo deste trabalho, já que não haveria alteração de infraestrutura no cenário, somente da demanda.

Algumas limitações do *software* escolhido devem ser consideradas, já que interferem

na simulação e podem fazer com que o modelo proposto não represente a realidade em sua totalidade.

A versão do *AIMSUN* utilizada não oferecia, por exemplo, a opção para a modelagem de pedestres no *software*, fazendo com que o modelo final perdesse um pouco do seu realismo, já que os pedestres interferem em muito nas decisões dos condutores. Não existe, também, a disponibilidade de representação de motocicletas pelo *software*. Por conta disso decidi se fazer com que cada moto representasse 0,3 carros no modelo final.

Deve-se considerar também que a geometria das ruas é feita por interface gráfica, gerando, dessa forma, imperfeições no modelo. Além disso, os veículos necessitam de faixas bem definidas, fazendo com que, em algumas partes da malha, fosse necessário a modelagem de estradas não condizentes com a realidade. Além disso, o *AIMSUN* não disponibiliza ferramentas para criação de estacionamentos, dificultando a representação dos estacionamentos na área de estudo.

## 4.2 COLETA DE DADOS

A maioria dos dados a serem computados no *software* serão coletados em campo. Analisou-se quais dados seriam necessários para a realização da microsimulação, sendo eles:

1. Discretização e contagem por um período de uma hora dos movimentos divergentes realizados pelos veículos nas interseções do modelo;
2. Estimar por meio das contagens de movimentos nas interseções o fluxo de veículos de entrada na malha;
3. Contagem dos tempos luminosos dos grupos semafóricos criados devido aos movimentos convergentes e interceptantes;
4. Tempo de percurso da linha TITRI-UFSC;
5. Tempo de parada nos pontos de ônibus;

Devido a falta de dados disponíveis ao público e a dificuldade de obtê-los para um fluxo de veículos em 24h, definiu-se que para uma melhor aproximação, deveria-se fazer a contagem em horários de pico da manhã ou da tarde.

Para o presente trabalho, as contagens foram realizadas no período da manhã, entre as 7:00h e 10:00 de terças-feiras, quartas-feiras ou quintas-feiras, já que segundas-

feiras e sextas-feiras são considerados dias atípicos e não expressivos para a simulação em estudo. Cada contagem foi realizada em um intervalo de tempo de 1 hora.

#### 4.2.1 Plano de contagem

É muito importante ser feito um plano anteriormente às contagens, para que se tenha uma visão geral do que deverá ser realizado, bem como o estabelecimento de prazos.

Houve dificuldades, algumas vezes, de seguir a risca o plano de contagem inicialmente previsto, já que Florianópolis enfrentava um período de chuvas intenso durante a realização das contagens por conta do fenômeno El Niño no ano de 2015. Os dias em que efetivamente ocorreram as contagens foram, portanto, dias em que houvessem condições meteorológicas favoráveis.

Cada interseção foi analisada individualmente, obtendo-se, assim, um detalhamento maior das mesmas. Além das interseções, é importante analisar uma seção transversal, a qual esteja inserida na linha e que indique o estado atual em que se encontram os veículos passantes pelo percurso estudado.

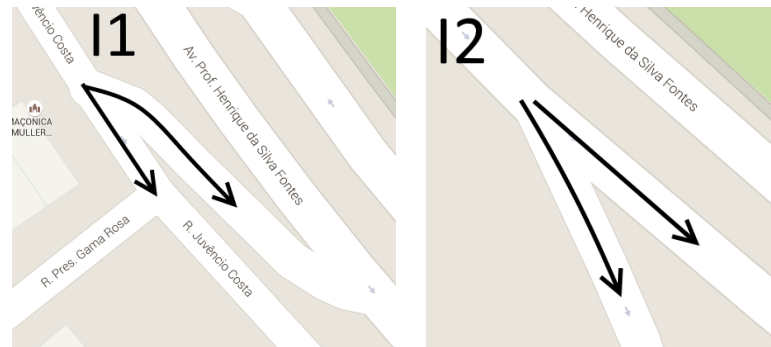
A Figura 10 apresenta uma visão geral das interseções que deveriam ser analisadas. Os movimentos possíveis dentro de cada interseção bem como os postos de contagem foram discretizados e apresentados pelas Figuras 11 e 12.

Figura 10: Visão geral das interseções a serem analisadas.



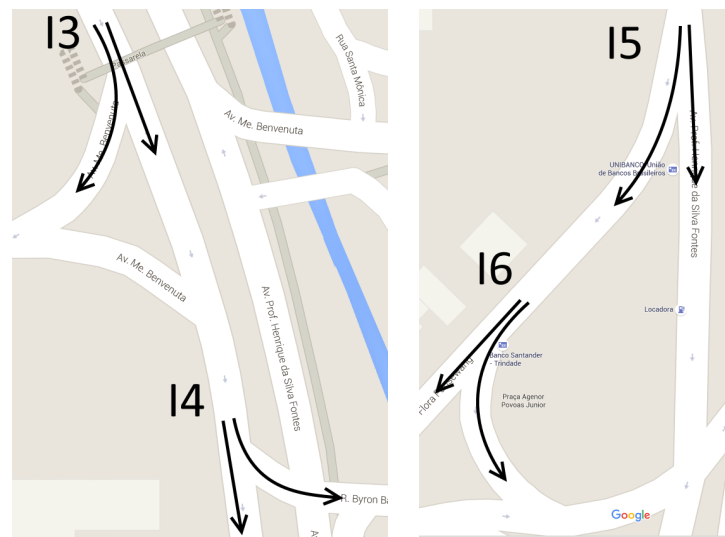
Fonte: *Google Maps*

Figura 11: Representação gráfica das interseções I1 a I6, rótula e transversal



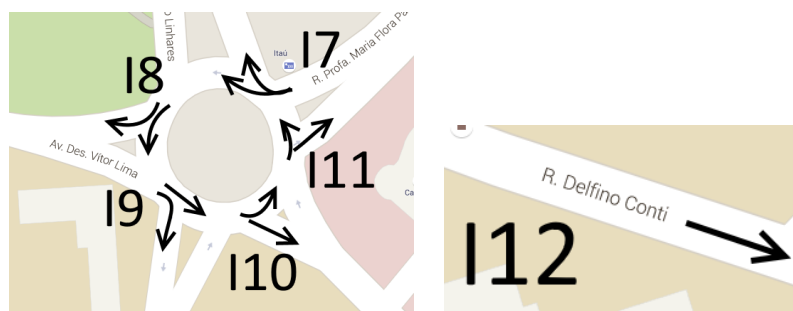
(a) Interseção I1

(b) Interseção I2



(c) Interseções I3 e I4

(d) Interseções I5 e I6

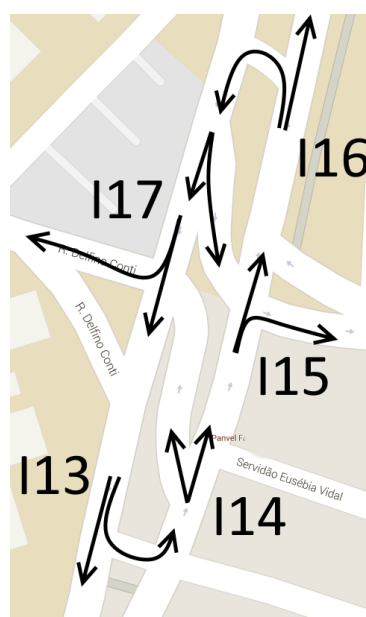


(e) Rótula I7 a I11

(f) Transversal I12

Fonte: *Google Maps* adaptado pelo autor

Figura 12: Representação gráfica das interseções I13 a I20



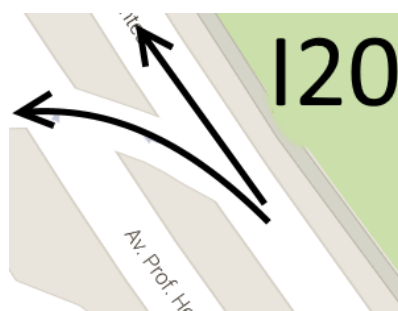
(a) Interseções I13 a I17



(b) Interseção I18



(c) Interseção I19



(d) Interseção I20

Fonte: *Google Maps* adaptado pelo autor

**Dados dos movimentos** Após a realização do plano de contagens, realizou-se, efetivamente, as contagens. As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam os dados coletados das contagens em campo realizadas.

Tabela 8: Contagens de movimentos - Carros + Motos

Data	Interseção	Esquerda		Centro		Direita	
		Nº de veiculos	%	Nº de veiculos	%	Nº de veiculos	%
10.11.15	I13	242	33,3	485	66,7	0	0,0
11.11.15	I6	9	1,0	872	99,0	0	0,0
11.11.15	I5	0	0,0	1123	56,3	872	43,7
11.11.15	I12	0	0,0	356	100,0	0	0,0
12.11.15	I2	0	0,0	1823	79,7	463	20,3
12.11.15	I3	0	0,0	1099	92,7	87	7,3
12.11.15	I4	505	31,5	1099	68,5	0	0,0
17.11.15	I9	0	0,0	982	71,5	391	28,5
17.11.15	I8	0	0,0	449	44,9	551	55,1
18.11.15	I11	0	0,0	692	55,1	563	44,9
18.11.15	I10	0	0,0	649	66,6	325	33,4
18.11.15	I7	0	0,0	668	56,3	518	43,7
19.11.15	I19	664	27,2	1751	71,8	23	0,9
19.11.15	I18	0	0,0	777	73,3	283	26,7
24.11.15	I15	0	0,0	466	56,8	354	43,2
24.11.15	I16	272	27,9	704	72,1	0	0,0
25.11.15	I1	94	31,5	204	68,5	0	0,0
25.11.15	I20	232	13,8	1444	86,2	0	0,0
01.03.16	I17	165	22,8	374	51,7	185	25,6
01.03.16	I14	85	8,9	869	91,1	0	0,0

Fonte: Autor

Tabela 9: Contagens de movimentos - Ônibus

Data	Interseção	Esquerda		Centro		Direita	
		Nº de veiculos	%	Nº de veiculos	%	Nº de veiculos	%
10.11.15	I13	9	34,6	17	65,4	0	0,0
11.11.15	I6	13	34,2	25	65,8	0	0,0
11.11.15	I5	0	0,0	10	28,6	25	71,4
11.11.15	I12	0	0,0	17	100,0	0	0,0
12.11.15	I2	0	0,0	32	91,4	3	8,6
12.11.15	I3	0	0,0	20	95,2	1	4,8
12.11.15	I4	1	4,8	20	95,2	0	0,0
17.11.15	I9	0	0,0	19	44,2	24	55,8
17.11.15	I8	0	0,0	18	81,8	4	18,2
18.11.15	I11	0	0,0	35	79,5	9	20,5
18.11.15	I10	0	0,0	14	43,8	18	56,3
18.11.15	I7	0	0,0	13	40,6	19	59,4
19.11.15	I19	8	24,2	25	75,8	0	0,0
19.11.15	I18	0	0,0	3	20,0	12	80,0
24.11.15	I15	0	0,0	3	42,9	4	57,1
24.11.15	I16	5	55,6	4	44,4	0	0,0
25.11.15	I1	38	76,0	0	0,0	12	24,0
25.11.15	I1	12	100,0	0	0,0	0	0,0
25.11.15	I20	6	42,9	8	57,1	0	0,0
01.03.16	I17	3	25,0	4	33,3	5	41,7
01.03.16	I14	2	20,0	8	80,0	0	0,0

Tabela 10: Contagens de movimentos - Caminhões

Data	Interseção	Esquerda		Centro		Direita	
		Nº de veiculos	%	Nº de veiculos	%	Nº de veiculos	%
10.11.15	I13	12	37,5	20	62,5	0	0,0
11.11.15	I6	1	6,3	15	93,8	0	0,0
11.11.15	I5	0	0,0	31	67,4	15	32,6
11.11.15	I12	0	0,0	13	100,0	0	0,0
12.11.15	I2	0	0,0	45	64,3	25	35,7
12.11.15	I3	0	0,0	24	82,8	5	17,2
12.11.15	I4	13	35,1	24	64,9	0	0,0
17.11.15	I9	0	0,0	22	91,7	2	8,3
17.11.15	I8	0	0,0	13	33,3	26	66,7
18.11.15	I11	0	0,0	17	54,8	14	45,2
18.11.15	I10	0	0,0	16	66,7	8	33,3
18.11.15	I7	0	0,0	11	45,8	13	54,2
19.11.15	I19	11	26,8	27	65,9	3	7,3
19.11.15	I18	0	0,0	30	83,3	6	16,7
24.11.15	I15	0	0,0	18	41,9	25	58,1
24.11.15	I16	5	13,5	32	86,5	0	0,0
25.11.15	I1	12	92,3	0	0,0	1	7,7
25.11.15	I1	1	50,0	1	50,0	0	0,0
25.11.15	I20	7	14,0	43	86,0	0	0,0
01.03.16	I17	3	30,0	5	50,0	2	20,0
01.03.16	I14	1	6,3	15	93,8	0	0,0

Fonte: Autor

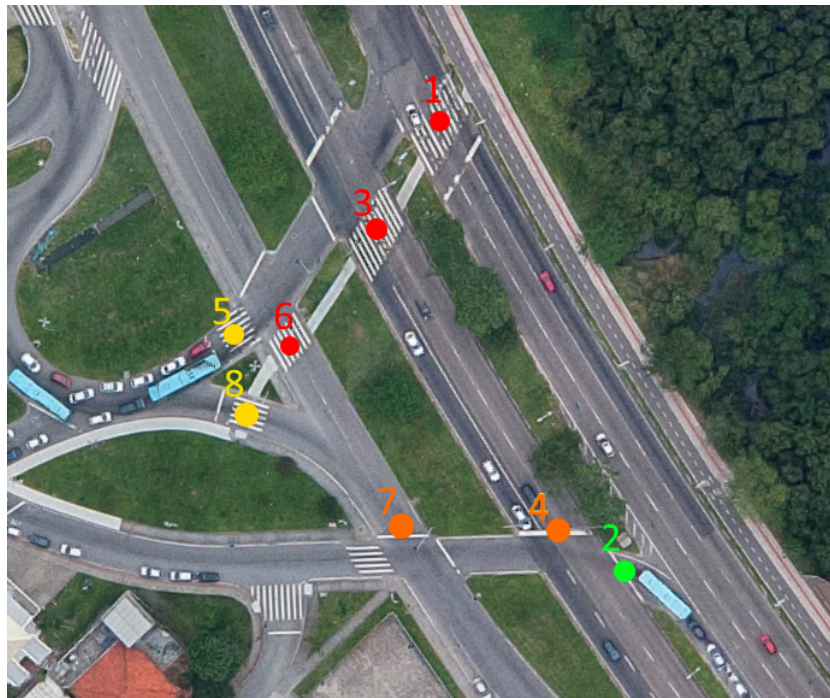


### 4.2.2 Sistema de controle de tráfego

Nota-se 5 sistemas de controle de tráfego na área de estudo, os quais necessitaram ser estudados individualmente em campo para se obter o diagrama de intervalos luminosos de cada um deles.

**Primeiro conjunto de semáforos:** Localiza-se próximo ao TITRI e possui 8 semáforos, os quais formam 4 grupos semaforicos. Os semáforos que dividem tempos de luzes iguais estão ilustrados a seguir pela Figura 13. O resultado da coleta em campo dos tempos luminosos é dado pela Tabela 11.

Figura 13: 1º Conjunto de semáforos



Fonte: *Google Earth* adaptado pelo Autor

Tabela 11: Tabela de tempos luminosos do 1º conjunto de semáforos

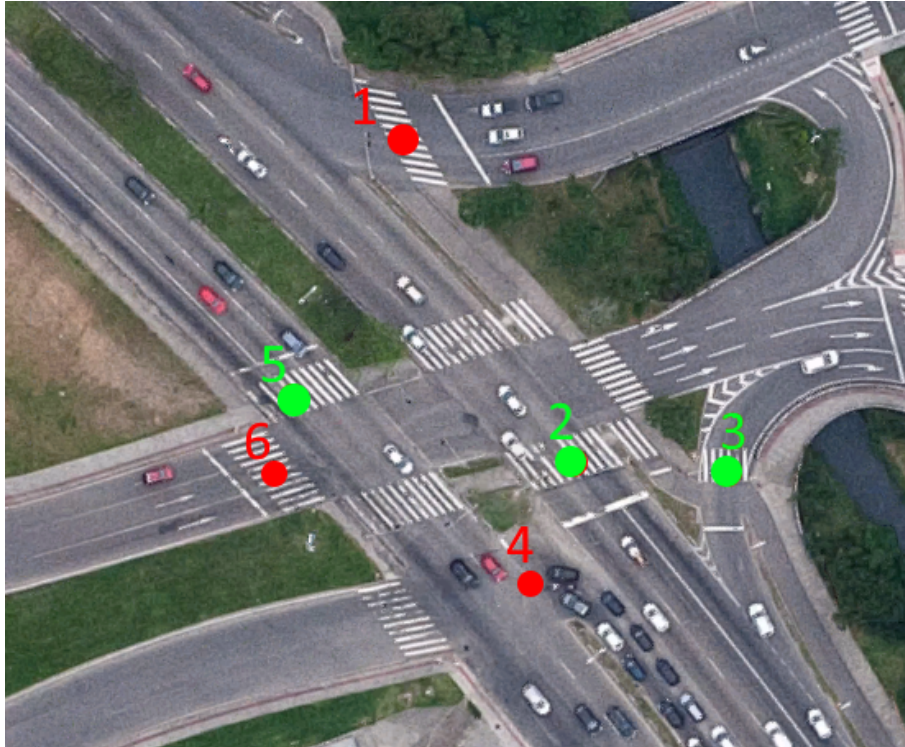
Grupo semaforico	Tempo de verde (s)	Tempo de amarelo (s)	Tempo de vermelho (s)
G1 (1,3,6)	84	3	48
G2 (4,7)	104	3	25
G3 (5,8)	41	3	91
G4 (2)	13	3	114

Fonte: Autor

**Segundo conjunto de semáforos:** Localiza-se próximo ao Shopping Iguatemi e possui 6 semáforos, os quais formam 2 diagramas de fases. A ilustração dos semáforos, bem

como os tempos luminosos podem ser verificados por meio da Figura 14 e Tabela 12 respectivamente.

Figura 14: 2º Conjunto de semáforos



Fonte: *Google Earth* adaptado pelo Autor

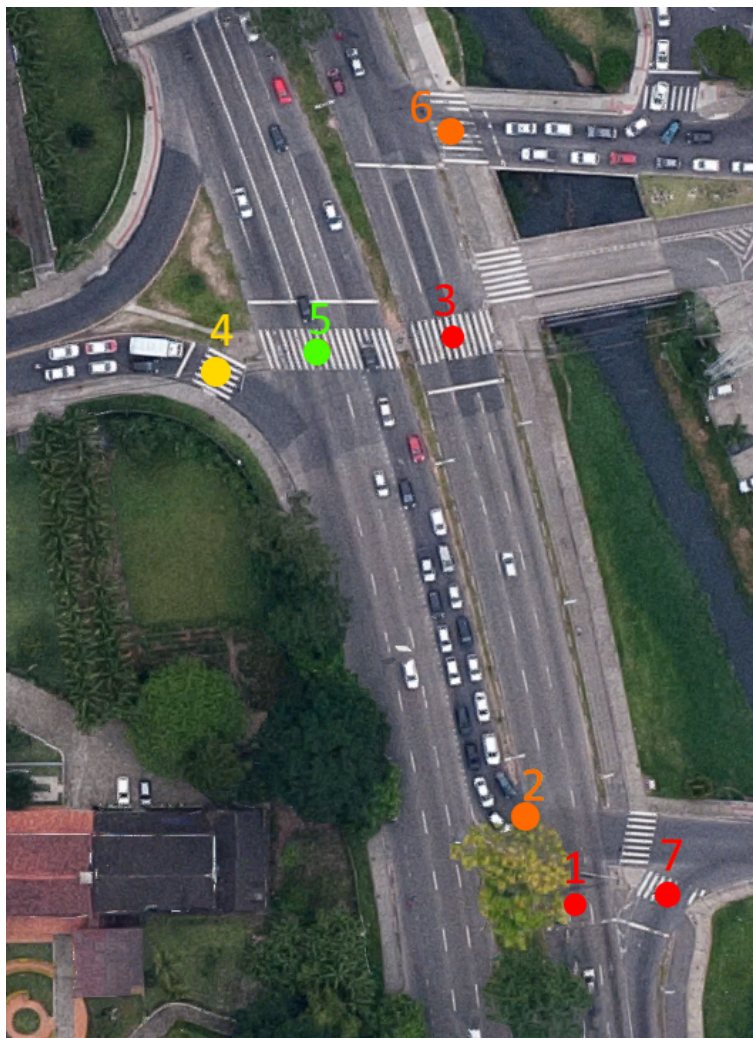
Tabela 12: Tabela de tempos luminosos do 2º conjunto de semáforos

Grupo semafórico	Tempo de verde (s)	Tempo de amarelo (s)	Tempo de vermelho (s)
G1 (1,4,6)	51	5	79
G2 (2,5,3)	70	5	60

Fonte: Autor

**Terceiro conjunto de semáforos:** Localiza-se próximo ao Shopping Iguatemi, dando acesso à Lagoa da Conceição. Possui 7 semáforos, os quais formam 4 diagramas de fases. A ilustração dos semáforos, bem como os tempos luminosos podem ser verificados por meio da Figura 15 e Tabela 13 respectivamente.

Figura 15: 3º Conjunto de semáforos



Fonte: *Google Earth* adaptado pelo Autor

Tabela 13: Tabela de tempos luminosos do 3º conjunto de semáforos

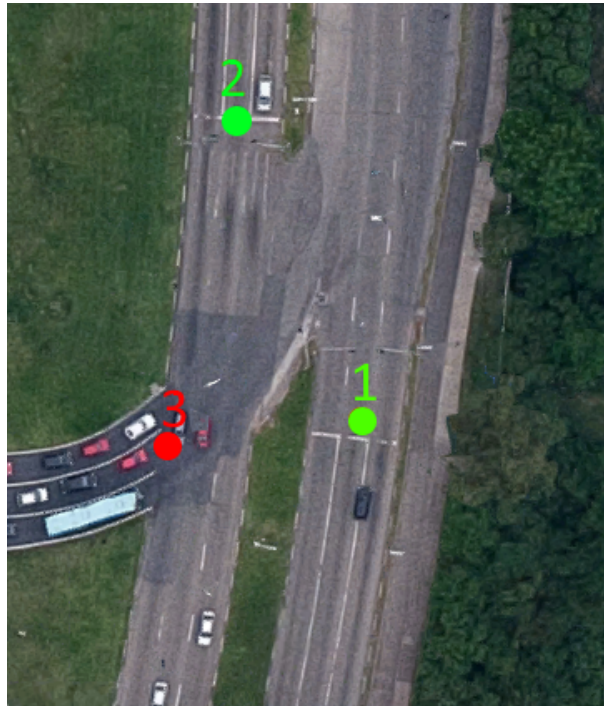
Grupo semafórico	Tempo de verde (s)	Tempo de amarelo (s)	Tempo de vermelho (s)
G1 (1,3,7)	61	5	69
G2 (6,2)	60	5	70
G3 (5)	82	5	48
G4 (4)	41	5	89

Fonte: Autor

**Quarto conjunto de semáforos:** Localiza-se entre a UFSC e o Shopping Iguatemi e possui 3 semáforos, os quais formam 2 diagramas de fases. A ilustração dos semáforos, bem como os tempos luminosos podem ser verificados por meio da Figura 16 e Tabela 14 respectivamente.



Figura 16: 4º Conjunto de semáforos



Fonte: *Google Earth* adaptado pelo Autor

Tabela 14: Tabela de tempos luminosos do 4º conjunto de semáforos

Grupo semafórico	Tempo de verde (s)	Tempo de amarelo (s)	Tempo de vermelho (s)
G1 (1,2)	70	5	60
G2 (3)	55	5	75

Fonte: Autor

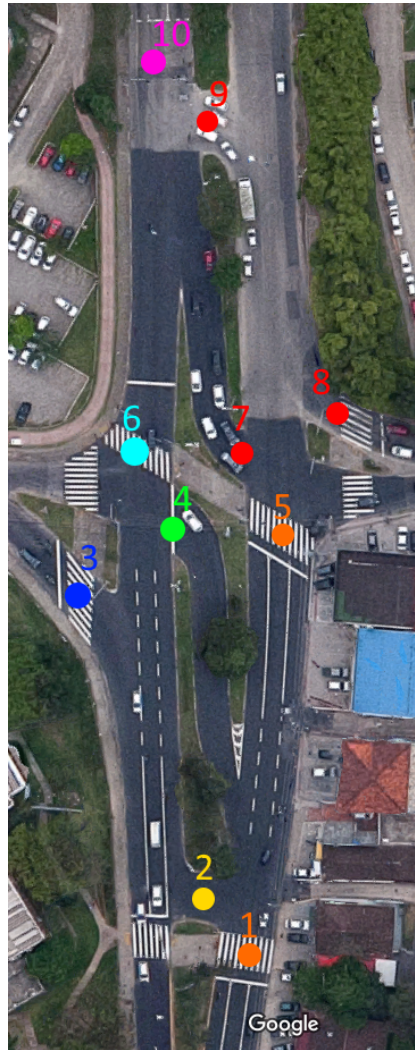
**Quinto conjunto de semáforos:** Localiza-se ao lado da UFSC, dando acesso ao bairro Córrego. Possui 10 semáforos, os quais formam 7 diagramas de fases distintos. A ilustração dos semáforos, bem como os tempos luminosos podem ser verificados por meio da Figura 17 e Tabela 15 respectivamente.

Tabela 15: Tabela de tempos luminosos do 5º conjunto de semáforos

Grupo semafórico	Tempo de verde (s)	Tempo de amarelo (s)	Tempo de vermelho (s)
G1 (7,8,9)	58	3	74
G2 (1,5)	53	3	74
G3 (2)	58	3	74
G4 (3)	29	3	103
G5 (4)	29	3	103
G6 (6)	82	3	50
G7 (10)	53	3	79

Fonte: Autor

Figura 17: 5º Conjunto de semáforos



Fonte: *Google Earth* adaptado pelo Autor

### 4.2.3 Características da linha TITRI-UFSC 180

Efetou-se uma viagem utilizando a linha TITRI-UFSC 180 para obtenção de dados de caracterização da linha e para posterior validação do modelo.

A viagem foi realizada no dia 15.03.2016 (terça-feira), após o início das atividades da UFSC, no horário das 9:11h da manhã. Utilizou-se do aplicativo *GPS Logger* disponível gratuitamente pela *Play Store* da plataforma *Android*, o qual faz uso do GPS de smartphones para computar dados como latitude, longitude, velocidade, etc. Os dados coletados podem ser visto no apêndice C.

Por meio da realização do percurso, foram identificados os seguintes itens:

- a) **Pontos de ônibus:** 5 pontos de parada de ônibus dos 8 existentes foram utilizados pela linha em questão no dia da viagem, sendo, portanto, utilizado na simulação

somente estes pontos já que os outros 3 são pouco utilizados;

- b) **Tempo de parada nos pontos:** Os tempos de parada anotados podem ser vistos por meio da Tabela 16. Os tempos de defasagem não foram medidos e deixou-se os valores padrão do AIMSUN de 5 segundos;
- c) **Tempo de ciclo:** O tempo de ciclo resultou num valor de 17 minutos e 20 segundos, o qual se aproxima muito com o valor de 16 minutos, já mencionado neste trabalho na Seção 3, o qual se encontrava exposto no *site* do Consórcio Fênix;
- d) **Quantidade de passageiros:** O número total de passageiros, incluindo os que embarcaram nos pontos de parada, foi igual a 13;

Tabela 16: Tempo de parada nos pontos de ônibus

Ponto de ônibus	Tempo (s)
Próximo ao Shopping Iguatemi	12
Próximo à rótula da UFSC	17
Próximo à Biblioteca Universitária (BU)	15
Próximo ao Córrego Grande	11
Em frente ao Shopping Iguatemi	26

Fonte: Autor

### 4.3 MODELAGEM DA ÁREA DE ESTUDO NO SIMULADOR

Posteriormente à coleta de dados, começou-se a modelagem da área estudada no *software* AIMSUN. Para isso, utilizou-se de uma imagem de alta resolução da área de estudo.

O georreferenciamento foi realizado para que a imagem estivesse na escala correta na hora da modelagem. Isso é necessário para que as ruas e componentes sejam modeladas corretamente, já que as mesmas são feitas visualmente no *AIMSUN* por meio de sua interface gráfica. O *software* escolhido para fazer o georreferenciamento foi o *ArcGIS*.

A ordem de modelagem dos componentes no *software* esta enumerada a seguir:

1. Ruas;
2. Interseções;
3. Semáforos;
4. Placas de pare e de preferência
5. Criação dos grupos semaforicos;

6. Entrada dos valores de tempo de verde, amarelo e vermelho para a formação dos diagramas de luzes a partir dos dados das Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15 (Figura 21);
7. Entrada de dados dos estados de tráfego conforme os dados das Tabelas 8, 9 e 10 nas interseções analisadas (Figura 22);
8. Entrada de valores estimados para o fluxo de veículos nos centróides da malha;
9. Criação da linha de ônibus TITRI-UFSC;
10. Entrada com os horários da linha conforme dados da Tabela 7 (Figura 24);
11. Alocação dos pontos de ônibus em seus respectivos locais;

As seções a seguir descrevem a etapa de modelagem de forma mais detalhada:

#### 4.3.1 Modelagem da infraestrutura

A modelagem da infraestrutura engloba as ruas, interseções, semáforos e sinalização de trânsito. Utilizando uma imagem satélite do *Google Earth* e somada a experiência em campo do orientando, foi possível modelar a infraestrutura viária da área em estudo, já que a visualização em campo proporcionou o conhecimento necessário para a modelagem correta das malha. Decidiu-se modelar somente as vias percorridas pela linha em estudo.

É importante ressaltar a limitação do *AIMSUN* quanto a modelagem das ruas, as quais eram feitas somente pela visualização da interface gráfica do *software*, fazendo com que algumas das vias possuíssem medidas próximas, porém não exatamente iguais a realidade.

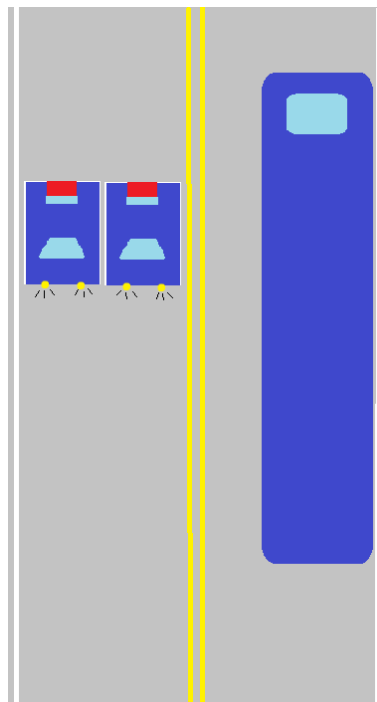
Outro limitante do *software* quanto a infraestrutura foi o fato do mesmo não possuir opções de customização quanto a quantidade de carros e ônibus transitando lado a lado em determinada via, mais precisamente em vias em que dois carros conseguem transitar lado a lado na mesma faixa, sendo, porém, inválido percorrer o mesmo trajeto com um ônibus e um carro lado a lado.

As ruas Delfino Conti, localizadas entre a rótula da UFSC e a rótula de entrada ao córrego grande, possuem essa peculiaridade. A Figura 18 ilustra o espaço que um ônibus ocupa nesta rua, sendo impossível, no espaço delimitado pela largura da faixa, que um carro transite ao lado do ônibus. A Figura 19 ilustra a problemática em questão.

Figura 18: Imagem satélite de ônibus transitando na Rua Delfino Conti

Fonte: *Google Earth*

Figura 19: Ilustração de veículos transitando pela Rua Delfino Conti

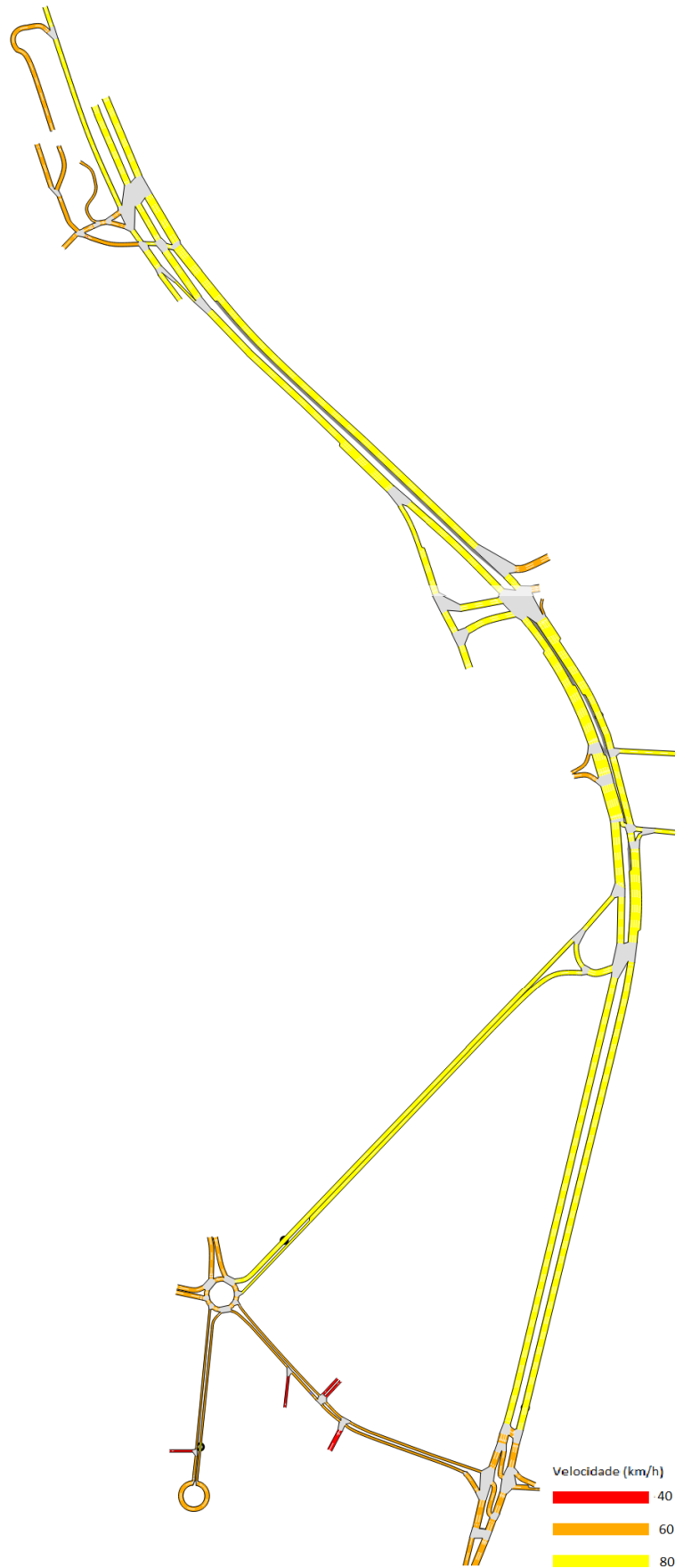


Fonte: Autor

Devido a impossibilidade de modelar a rua Delfino Conti em sua forma real, considerou-se que a rua em questão fosse de apenas duas faixas, não aceitando o trânsito de veículos lado a lado em mesma faixa. A malha modelada bem como as velocidades máximas permitidas por cada via, podem ser visualizada por meio da Figura 20.



Figura 20: Modelagem da infraestrutura

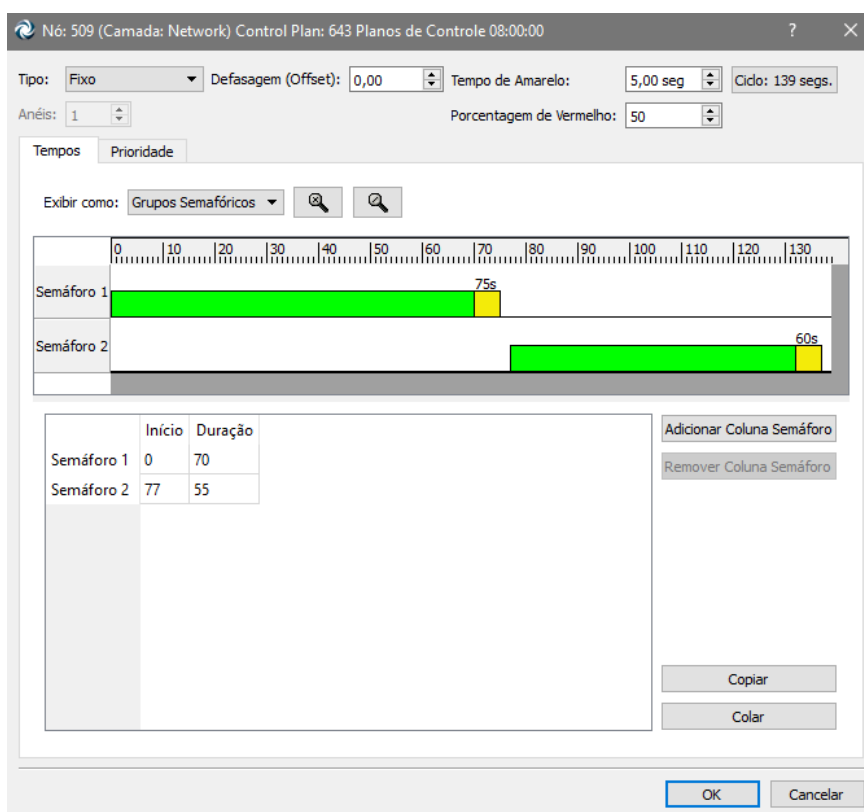


Fonte: AIMSUN

### 4.3.2 Modelagem do sistema de controle

A partir dos dados coletados em campo quanto ao sistema de semáforos da malha, criou-se os grupos semaforicos no modelo proposto e computou-se os tempos semaforicos de cada grupo. O *AIMSUN* criou, com os dados computados, os diagramas de luzes de cada sistema semaforico da malha. A Figura 21 apresenta a interface do *software* quanto ao plano de controle de um dos conjuntos semaforicos.

Figura 21: Diagrama de luzes do 4º conjunto de semáforos (Figura 16) após entrada de dados no *AIMSUN*

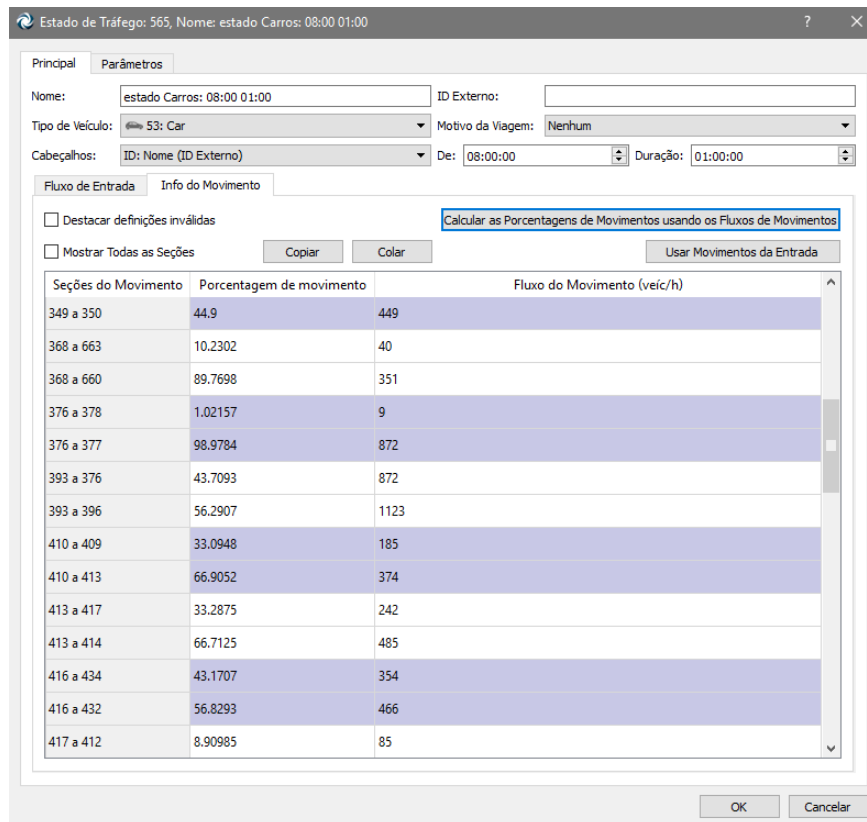


Fonte: *AIMSUN*

### 4.3.3 Modelagem da demanda

Após a modelagem da infraestrutura e do sistema de controle de tráfego, realizou-se a modelagem da demanda caracterizada por estados de tráfego. Ela consistiu na computação dos dados das Tabelas 8, 10 e 9 na aba "Info dos Movimentos" como pode ser visto na Figura 22. a entrada dos dados no *software* pode ser realizadas de duas formas. Ao entrar com os dados de movimentos no *software*, o mesmo calcula as porcentagens de movimentos para cada nó da malha.

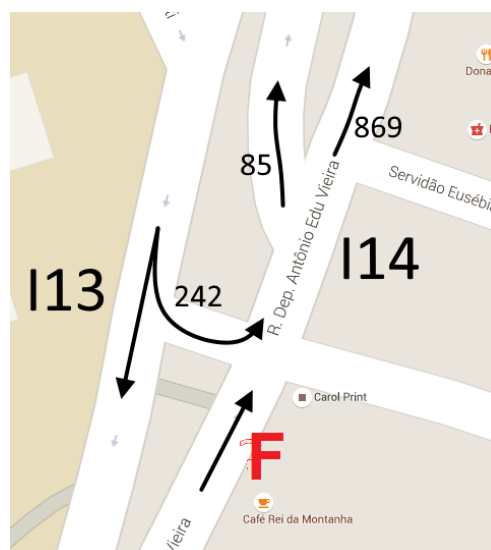
Figura 22: Entrada de dados de estados de tráfego da classe de veículos Carros no AIMSUN



Fonte: AIMSUN

A aba "Fluxo de Entrada" no programa contém os dados de fluxo de entrada de veículos na malha, os quais foram estimados por meio dos dados de contagens de movimentos divergentes. Um exemplo disso pode ser visualizado pela Figura 23, a qual apresenta o número de movimentos realizados por carros nas interseções 13 e 14.

Figura 23: Fluxo de carros na rua Deputado Antônio Edu Vieira



Fonte: Google Maps adaptado pelo Autor

A partir dos dados apresentados na Figura 23 pode-se estimar o fluxo de entrada de carros na rua Deputado Antônio Edu Vieira pela Equação 1, em que  $F$  é o número de carros entrando na malha:

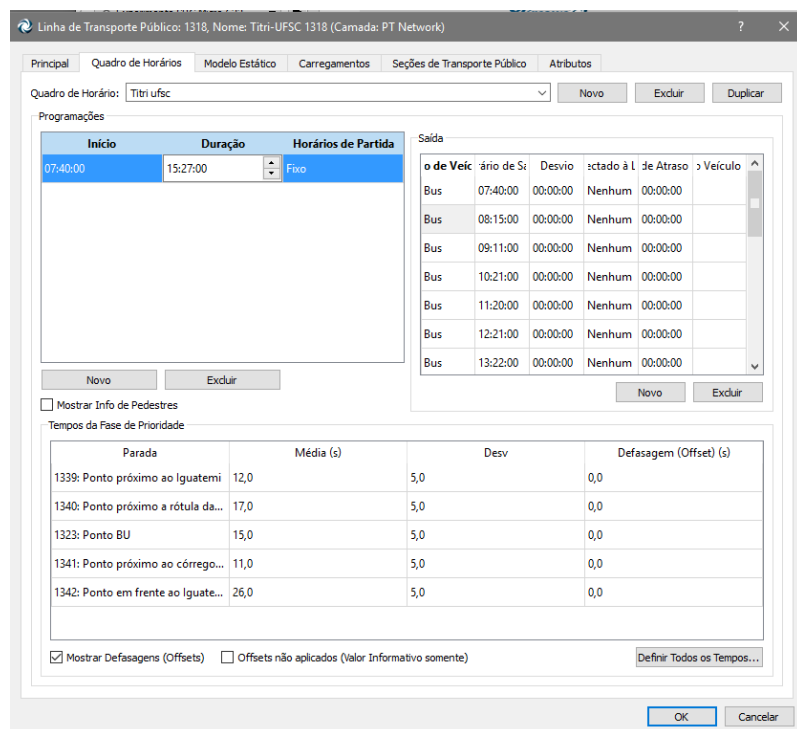
$$F = 869 + 85 - 242 \quad (1)$$

Portanto estima-se que o fluxo de entrada de carros na Rua Deputado Antônio Edu Vieira é de 712 carros por hora. Foi realizado esse procedimento para todas as interseções e classes de veículos. Considerou-se também que o fluxo de entrada na malha por meio dos estacionamentos fosse irrisório comparado com as outras entradas da malha, já que a maioria dos veículos estão entrando nos estacionamento no horário de pico da manhã.

#### 4.3.4 Modelagem da linha de transporte coletivo

Por último modelou-se a linha de transporte coletivo TITRI-UFSC. Primeiramente definiu-se o trajeto que deveria ser percorrido pelo ônibus na malha, já ilustrado anteriormente pela Figura 9. Após definido seu itinerário, entrou-se com os horários de partida da linha, os quais foram expostos anteriormente na Tabela 7. Por fim definiu-se os pontos de ônibus abrangidos pela linha e computou-se seus respectivos tempos de parada. A interface do *software* que abrange esta etapa da modelagem pode ser vista na Figura 24

Figura 24: Entrada de dados da linha TITRI-UFSC 180 no *AIMSUN*



Fonte: *AIMSUN*

## 4.4 PROJEÇÃO DE TRÁFEGO

Os dados de frota no município de Florianópolis foram retirados do *site* do DETRAN. Considerou-se a frota de 2015 como sendo a frota 100%. Os dados coletados podem ser observados conforme a Tabela 17 dada a seguir:

Tabela 17: Dados de frota de carros e motos, caminhões e ônibus de 2002 a 2015

Ano	Carros e motos		Caminhões		Ônibus	
	Nº de veículos	%	Nº de veículos	%	Nº de veículos	%
2002	135.715	51,4	15.669	38,2	1.058	51,3
2003	151.879	57,5	17.112	41,7	1.178	57,1
2004	158.434	60,0	18.092	44,1	1.261	61,2
2005	166.827	63,1	19.442	47,4	1.323	64,2
2006	176.744	66,9	20.663	50,3	1.425	69,1
2007	188.538	71,3	22.063	53,8	1.536	74,5
2008	200.165	75,7	23.465	57,2	1.591	77,2
2009	213.566	80,8	25.748	62,7	1.596	77,4
2010	225.042	85,2	28.122	68,5	1.680	81,5
2011	236.659	89,6	30.570	74,5	1.742	84,5
2012	245.337	92,8	33.301	81,1	1.914	92,8
2013	254.018	96,1	35.973	87,6	1.997	96,8
2014	259.843	98,3	38.880	94,7	2.193	106,4
2015	264.256	100,0	41.047	100,0	2.062	100,0

Fonte: (DETRAN, 2016)

Por meio desses dados, aplicou-se regressões lineares, resultando nas equações 2, 3 e 4, nas quais F é a frota dada em porcentagem em relação à frota de 2015 e A o ano:

$$F_{Carros e motos} = 100 \times \frac{10.309,7824 \times A - 20.501.696,3429}{264256} \quad (2)$$

$$F_{Caminhoes} = 100 \times \frac{1.972,0857 \times A - -3.934.495,086}{41047} \quad (3)$$

$$F_{Onibus} = 100 \times \frac{81,3186 \times A - 161.717,4286}{2062} \quad (4)$$

A partir das equações a cima e considerando a frota de 2015 como 100%, tem-se que a frota de veículos em Florianópolis cresce conforme a Tabela 18:

Tabela 18: Estimativa de crescimento da frota de carros e motos, caminhões e ônibus em Florianópolis de 2016 a 2036

Ano	Carros e motos		Caminhões		Ônibus	
	Nº de veículos	%	Nº de veículos	%	Nº de veículos	%
2016	282.825,0	107,0	41.229,7	100,4	2.221,0	107,7
2017	293.134,8	110,9	43.201,8	105,2	2.302,4	111,7
2018	303.444,6	114,8	45.173,9	110,1	2.383,7	115,6
2019	313.754,4	118,7	47.146,0	114,9	2.465,0	119,5
2020	324.064,1	122,6	49.118,1	119,7	2.546,3	123,5
2021	334.373,9	126,5	51.090,1	124,5	2.627,6	127,4
2022	344.683,7	130,4	53.062,2	129,3	2.708,9	131,4
2023	354.993,5	134,3	55.034,3	134,1	2.790,3	135,3
2024	365.303,3	138,2	57.006,4	138,9	2.871,6	139,3
2025	375.613,1	142,1	58.978,5	143,7	2.952,9	143,2
2026	385.922,8	146,0	60.950,6	148,5	3.034,2	147,1
2027	396.232,6	149,9	62.922,7	153,3	3.115,5	151,1
2028	406.542,4	153,8	64.894,7	158,1	3.196,9	155,0
2029	416.852,2	157,7	66.866,8	162,9	3.278,2	159,0
2030	427.162,0	161,6	68.838,9	167,7	3.359,5	162,9
2031	437.471,7	165,5	70.811,0	172,5	3.440,8	166,9
2032	447.781,5	169,4	72.783,1	177,3	3.522,1	170,8
2033	458.091,3	173,4	74.755,2	182,1	3.603,5	174,8
2034	468.401,1	177,3	76.727,3	186,9	3.684,8	178,7
2035	478.710,9	181,2	78.699,3	191,7	3.766,1	182,6
2036	489.020,7	185,1	80.671,4	196,5	3.847,4	186,6

Fonte: Autor

Pode-se notar a partir da Tabela 18 que é de se esperar que em 2036 a frota de veículos em Florianópolis seja quase 2 vezes maior do que a frota de 2015.

#### 4.5 WARM UP

*Warm up* consiste em um pré aquecimento da malha, fazendo com que os veículos transitem na malha por um determinado tempo, sendo que este tempo não será computado na simulação final. Seu objetivo é fazer com que a simulação não se inicie com uma rede sem veículos. Segundo os parâmetros da *Federal Highway Administration* (FHWA (2004)), deve-se utilizar um tempo de *Warm up* igual a 2 vezes o tempo em que um veículo leva para atravessar a malha de ponta a ponta em fluxo livre.

Para o seguinte trabalho, calculou-se que o tempo de *Warm up* deve ser de 10 minutos.

## 4.6 EXECUÇÃO DAS REPLICAÇÕES

Após a entrada de dados, realizou-se a simulação. O computador utilizado para a simulação possui as seguintes especificações:

- Processador Intel Core i7 2.8 GHz
- Memória RAM de 16GB 1333MHz DDR3
- Armazenamento 240GB *Solid State SATA Drive* (SSD)
- Sistema Operacional *Windows 7*

Simulou-se a partir dos dados das porcentagens de demandas, calculadas pelas equações 2, 3 e 4 e apresentadas na Tabela 18 para os anos de 2016 a 2036. Foram feitas 10 replicações por ano, obtendo-se uma média das 10 replicações para cada ano. Ao total, teve-se 200 replicações efetuadas em um tempo de processamento de aproximadamente 4 horas.

Utilizou-se de um *Script* computacional para a realização das simulações com o intuito de facilitar e agilizar seu processamento, além de se obter resultados mais precisos já que ele possibilita a execução de um maior número de replicações.

O Script foi elaborado pelo professor orientador deste trabalho, Dr. Alexandre Hering Coelho, sendo que pequenos ajustes foram feitos pelo orientando. A linguagem de programação utilizada é a Python 2.7, a qual é muito eficaz para simulações. O código está disponível no Apêndice D deste trabalho.

## 5 RESULTADOS

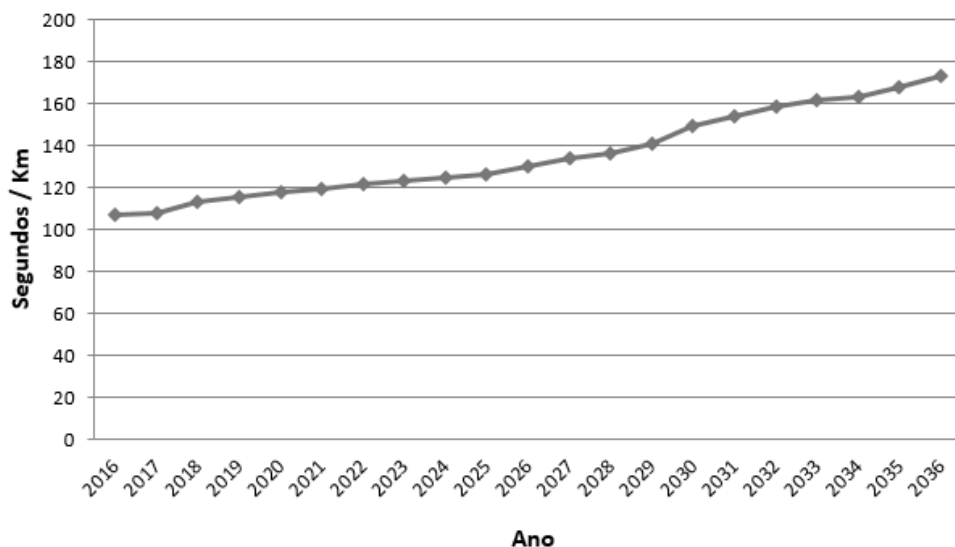
Após realizado as simulações, obteve-se diversos resultados relevantes para a análise proposta neste trabalho. Os gráficos produzidos a partir dos resultados coletados podem ser vistos nas seções a seguir:

### 5.1 DADOS GERAIS

Os dados gerais levam em conta todos os veículos transitantes e todas as partes do sistema modelado.

**Tempo médio de atraso por quilômetro:** O tempo de atraso por quilômetro representa o tempo médio que todos os veículos da malha levam para percorrer os seus trajetos menos o tempo em que eles levariam em fluxo livre, sem congestionamentos e semáforos. utilizando o ano de 2022 como exemplo, tem-se que, em média no sistema inteiro, os veículos levaram 2 minutos a mais para percorrer cada quilômetro se comparado com o tempo em fluxo livre. A Figura 25 ilustra o gráfico encontrado por meio dos resultados coletados.

Figura 25: Tempo médio de atraso por Km



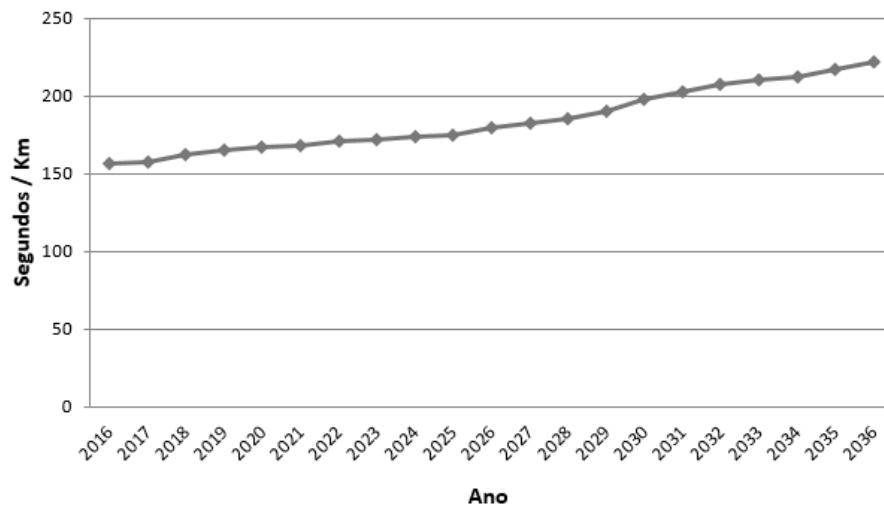
Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

**Tempo médio de viagem por quilômetro:** Representa o tempo médio que cada veículo precisou para percorrer um quilômetro na malha. A Figura 26 ilustra o gráfico



encontrado por meio dos resultados coletados.

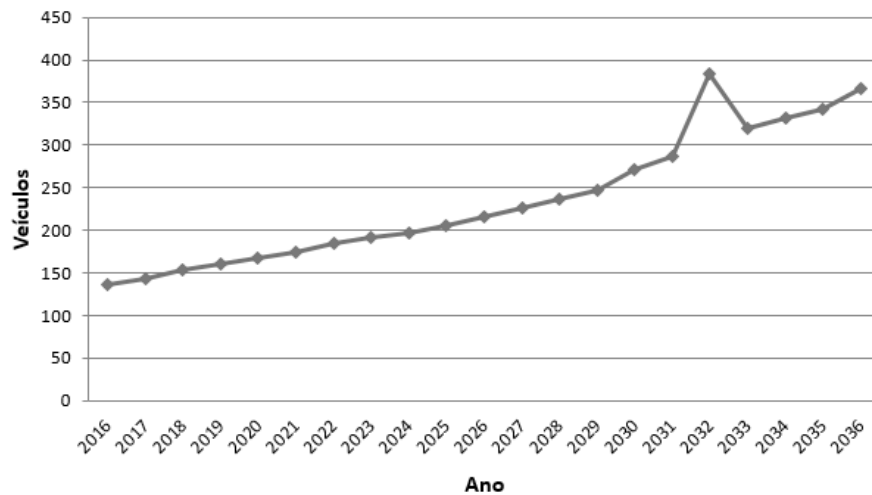
Figura 26: Tempo médio de viagem por Km (ttime)



Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

**Veículos em fila:** O gráfico da Figura 27 apresenta a quantidade média de veículos que tiveram que enfrentar filas devido a formação de congestionamento nas interseções da malha em estudo.

Figura 27: Quantidade média de veículos em fila (qmean)

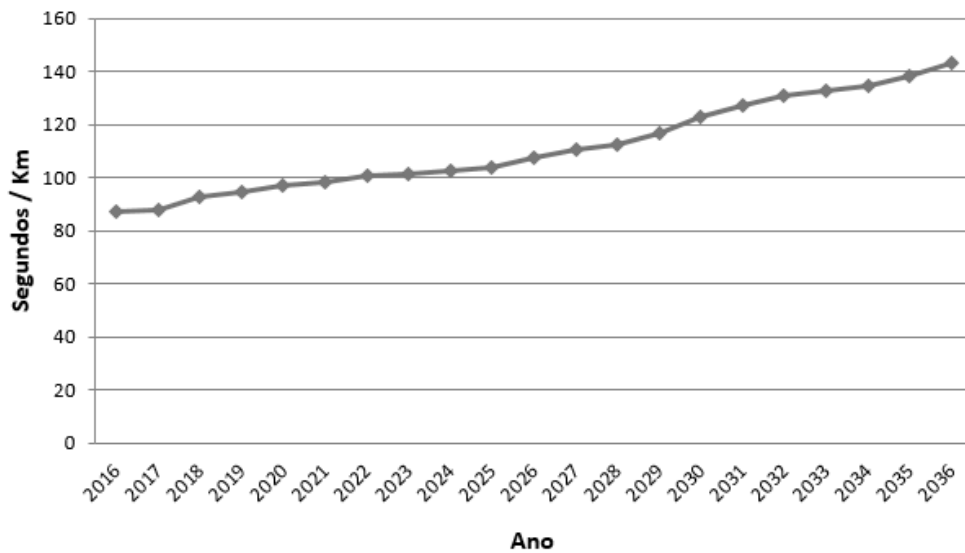


Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

O número de veículos em fila mais que duplicou em 20 anos de análise, contribuindo, dessa forma, com o atraso no tempo de ciclo da linha estudada, ilustrado na Seção 5.2 deste documento.

**Tempo médio de parada por quilômetro:** O tempo de parada, ilustrado na Figura 28, representa a média do tempo em que os veículos permaneceram estáticos na malha.

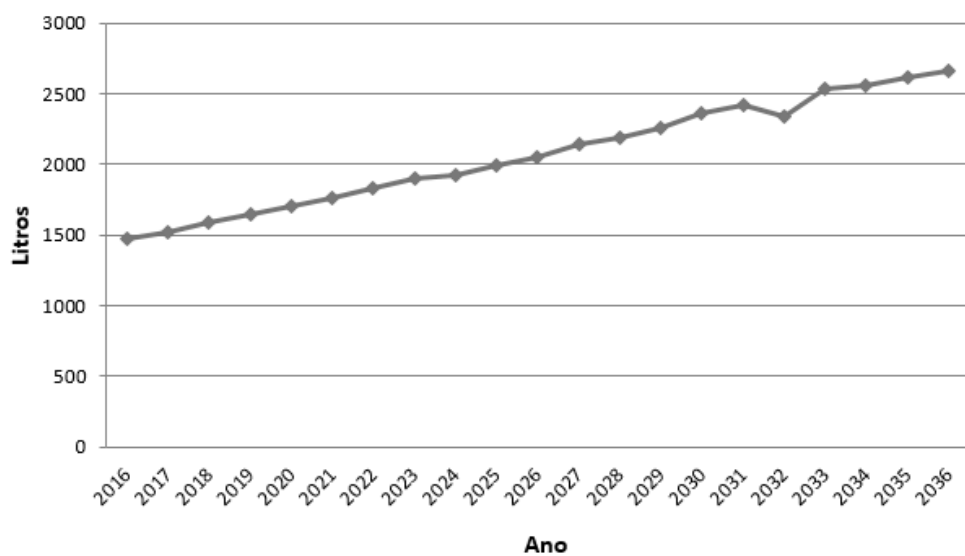
Figura 28: Tempo médio de parada por Km (stime)



Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

**Consumo de combustível:** O *AIMSUN* também dá o consumo total de combustível dos veículos que percorrem a malha em estudo. A Figura 29 apresenta o consumo encontrado para cada ano.

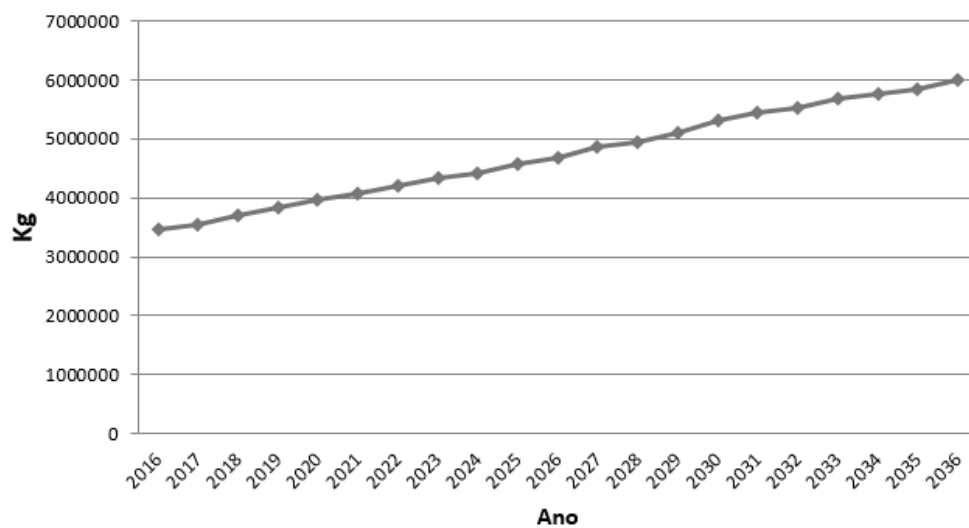
Figura 29: Consumo de combustível de todos os veículos simulados dos anos de 2016 a 2036



Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

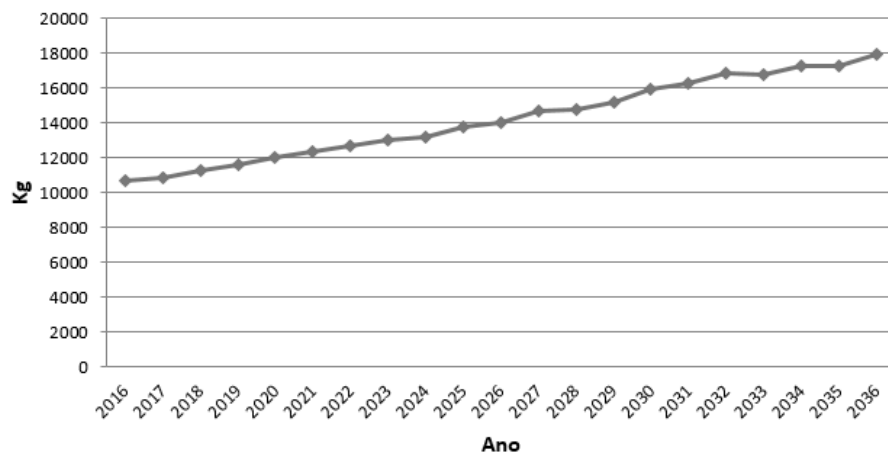
**Poluição ambiental:** O *AIMSUN* é capaz de calcular por meio das simulações a quantidade em quilos de emissão de gases poluentes à atmosfera como o gás carbônico e óxidos de nitrogênio. O aumento da frota de veículos, sem o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis ao meio ambiente e sem incentivos ao uso do transporte coletivos, ocasionam um aumento na emissão desses gases. Por meio dos gráficos ilustrados nas Figuras 30 e 31, evidencia-se este, em que a quantidade de gases emanados à atmosfera cresce gradativamente com o passar dos anos.

Figura 30: Emissão de gás carbônico



Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

Figura 31: Emissão de óxidos de nitrogênio

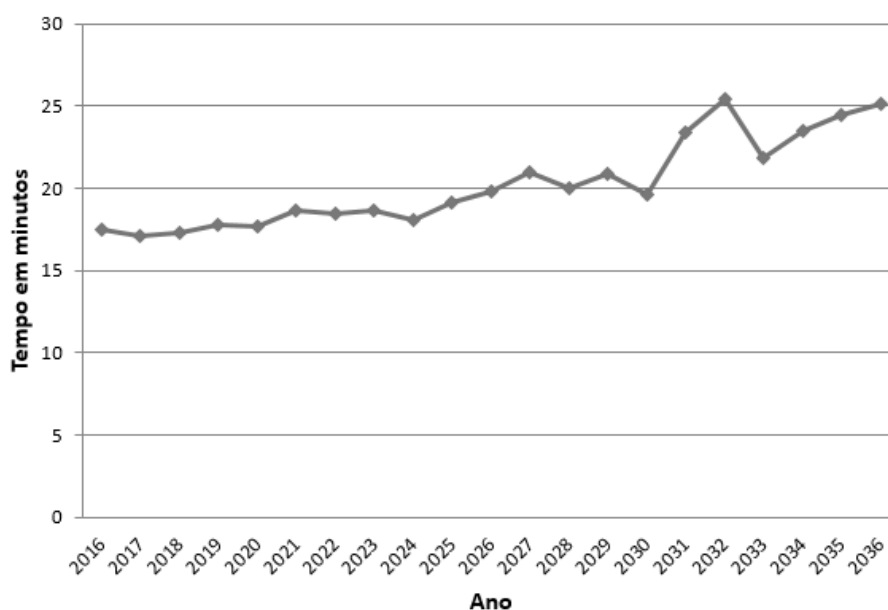


Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

## 5.2 DADOS DO TRANSPORTE PÚBLICO

Coletou-se por meio das replicações o tempo médio de percurso da linha TITRI-UFSC para cada ano, sendo este o dado mais importante e relevante para o escopo deste trabalho. É por meio dele que podemos analisar as implicações do crescimento do número de veículos em Florianópolis na frota de ônibus necessária para manter o tempo de atendimento da linha estudada. A Figura 32 apresenta o gráfico criado a partir dos dados temporais médios de percurso da linha em estudo.

Figura 32: Tempo médio de percurso da linha TITRI-UFSC de 2016 a 2036



Fonte: AIMSUN adaptado pelo autor.

A confiabilidade da simulação pode ser evidenciada pelo valor encontrado de 17 minutos e meio no ano de 2016, o qual se aproxima em muito com o valor de tempo de ciclo de 17 minutos e 20 segundos, encontrado a partir da viagem realizada pelo orientando, já descrita pela Seção 4.2.3. Por meio do gráfico pode-se visualizar que o tempo médio de percurso do ônibus aumenta gradativamente com o passar dos anos, o que já era esperado. Por meio das simulações e a interface gráfica do programa *AIMSUN* notou-se também que o crescimento da frota de veículos no município não tem um impacto tão grande no tempo de percurso nos primeiros anos. De 2016 a 2026 a frota de veículos aumentou em 1,5 vezes e, com isso, o tempo de percurso aumentou somente em apenas 2 minutos.

Somente a partir de 2030, ano em que a frota está 1,6 vezes maior do que a frota normal, é que o tempo médio de percurso aumenta de maneira mais expressiva.

Por meio da interface gráfico do *software* utilizado, pode-se perceber que os tempos de parada nos pontos de ônibus se demonstraram bastante decisivos no tempo de percurso, já que eles, junto com o nível de congestionamento, determinavam se o ônibus conseguiria passar pelos semáforos após o cruzamento do Córrego Grande em onda verde. É por isso que no gráfico nota-se algumas oscilações no tempo total.

Chegou-se a conclusão de que o pico encontrado no gráfico no ano de 2032 é devido a um congestionamento elevado em uma das simulações, o qual ocasionou um trancamento dos veículos em um cruzamento, fazendo com que o tempo de percurso da linha aumentasse exponencialmente na simulação em questão e tornando, dessa forma, a média do tempo de percurso das simulações do ano de 2036 maior do que deveria.

Outra evidência disso pode ser visualizada por meio dos gráficos ilustrados nas Figuras 27 e 29. Este representa a quantidade média de veículos em fila, a qual no ano de 2032 apresenta um pico e comprova o congestionamento anormal ocorrido no ano em questão. Aquela indica o consumo de combustível de todos os veículos transitantes da malha, apresentando um vale no ano de 2032 e indicando que os veículos permaneceram parados por um tempo anormal se comparado com os outros anos estudados.

### 5.3 ANÁLISE DA FROTA DE ÔNIBUS

Após a análise dos resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que até o ano de 2036 não seria necessário aumentar a frota de ônibus para cumprir com o tempo de atendimento de 56 minutos proposto pelo Consórcio Fênix para a linha TITRI-UFSC, já que o tempo de percurso encontrado para todos os anos simulados foi menor que 56 minutos, conferindo tempo suficiente para que o ônibus voltasse ao terminal a tempo de realizar a próxima viagem. Não foi possível verificar se o ônibus que realiza o trajeto estudado é utilizado para suprir outras linhas ou se é transportado para garagem para aguardar o próximo horário da linha TITRI-UFSC.

Para efeitos de análise, será suposto que o ônibus é utilizado para suprir a linha Cacupé, a qual também opera partindo do terminal TITRI. Seu tempo de percurso é aproximadamente de 34 minutos (CONSÓRCIO FÊNIX, 2016). Além disso levou-se em conta um tempo de espera no terminal de 3 minutos o qual será somado ao tempo de ciclo. Excluiu-se o fato de que o tempo de percurso da linha Cacupé também aumentaria com o passar dos anos. A Tabela 19 apresenta os tempos relevantes para esta análise.

Tabela 19: Tempos de ciclo, tempos de atendimento e tempos restantes da linha TITRI-UFSC dos anos 2016 a 2036

Ano	Tempo de ciclo (min)	Tempo de atendimento (min)	Frequência - Ciclo (min)
2016	20	56	36
2017	20	56	36
2018	20	56	36
2019	20	56	36
2020	21	56	35
2021	21	56	35
2022	21	56	35
2023	21	56	35
2024	21	56	35
2025	22	56	34
2026	22	56	34
2027	24	56	32
2028	23	56	33
2029	24	56	32
2030	23	56	33
2031	26	56	30
2032	28	56	28
2033	25	56	31
2034	26	56	30
2035	27	56	29
2036	28	56	28

Fonte: Autor

Por meio da Tabela 19, nota-se que a partir do ano de 2027 já não seria mais possível utilizar o mesmo ônibus para suprir as duas linhas com o tempo de atendimento de 56 minutos dado, já que a linha Cacupé leva aproximadamente 34 minutos para ser realizada e em 2027 a diferença entre os tempos de atendimento e de ciclo é menor que 34 minutos. A empresa operante das linhas teria que avaliar a situação, podendo adotar algumas dessas medidas:

- Aumentar o tempo de atendimento da linha TITRI-UFSC;
- Utilizar mais de um ônibus para suprir as duas linhas;
- Desvincular a linha Cacupé da linha TITRI-UFSC e encontrar uma outra linha operante do terminal TITRI que possua um tempo de percurso menor que 31 minutos para o ano de 2036;

Para a linha TITRI-UFSC seria aceitável a diminuição da frequência, devido a seu baixo nível de utilização. Porém para linhas de alta demanda, como por exemplo a linha UFSC Semi-Direto, não é possível mudar os tempos de atendimento da linha, sendo,

então, necessário o aumento da frota de ônibus na linha em questão, o qual não é desejável pela ótica e critério estudados.

## 6 CONCLUSÃO

A microsimulação foi a ferramenta escolhida para analisar a linha de ônibus proposta neste trabalho. Pesquisas de campo foram realizadas para coleta de dados de estados de tráfego, tendo-se, porém, estimado o número de veículos entrantes na malha proposta por meio dos dados de estados de tráfego coletados.

O modelo apresentou-se confiável. Por meio de visualização da interface gráfica, foi possível relacionar o que foi visto pelo orientando na coleta dos dados com o que estava sendo simulado, tendo, dessa forma, verificado o realismo do modelo simulado. Além disso, o tempo de ciclo verificado por meio da viagem descrita na Seção 4.2.3 e o tempo de ciclo simulado e ilustrado por meio da Figura 32 tiveram uma discrepância de apenas 15 segundos, validando, dessa forma, o modelo.

Por meio dos resultados obtidos através da execução das simulações no modelo proposto, pôde-se observar que o tempo de percurso da linha TITRI-UFSC é influenciado em até 42% pelo aumento do tráfego individual até o ano 2036. A operação dessa linha não é afetada por esse aumento, já que o tempo de atendimento da linha é grande o suficiente para comportar este aumento. Se considerado a utilização do ônibus para o suprimento de outras linhas, comprovou-se que, dependendo a linha, pode-se ter um aumento na frota necessária.

A microsimulação é uma das técnicas mais avançadas para análise de tráfego, e demonstrou-se eficaz no presente trabalho na análise operacional de uma linha de transporte coletivo. O uso da linguagem de programação Python atrelada ao *software* se demonstrou um facilitador para obtenção dos resultados. O *Script*, todavia, não é integrado a interface gráfica do programa, fazendo com que a verificação por comportamentos inesperados do modelo seja, em primeiro momento, apenas numérica, sendo necessário posteriormente uma simulação específica no programa simulador, a fim de se reproduzir o comportamento inadequado do modelo e estudar suas causas e consequências por meio da interface gráfica. Como foi visto na análise dos resultados gráficos, deve-se ter cautela ao usar os *software* de microsimulação, já que comportamentos inesperados podem ocorrer durante as replicações. Eles devem ser identificados e corrigidos para que o modelo torne-se confiável e representativo.

Sugere-se para trabalhos futuros coletar além dos estados de tráfego, os volumes de



---

fluxo de veículos nas entradas da malha. Coletar esses dados no horário de pico do período vespertino, o qual é o mais apropriado para dimensionamento da frota de ônibus dessa linha. Sugere-se também a instalação e análise de um corredor de ônibus, comparando os diversos resultados obtidos e verificando a eficiência do corredor para a operação da linha em estudo.

## REFERÊNCIAS

- BARCELÓ, J. *Fundamentals of Traffic Simulation*. [S.l.]: Springer, 2010.
- BRIGLIA, P.; BERTINI, R. *Traffic and Transportation Simulation Looking Back and Looking Ahead: Celebrating 50 Years of Traffic Flow Theory, A Workshop*. [S.l.]: Transportation Research Board, 2014.
- BURGHOUT, W. Mesoscopic simulation models for short-term prediction. *PREDIKT project report CTR2005*, v. 3, 2005.
- CONSÓRCIO FÊNIX. 2016. Disponível em: <<http://www.consorciofenix.com.br/horarios/titri-ufsc,180/#titinerario>>. Acesso em: 27.3.2016.
- DENATRAN. *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V - Sinalização Semafórica*. [S.l.], 2014. Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/resolucao4832014/\\_anexo.pdf](http://www.denatran.gov.br/download/resolucoes/resolucao4832014/_anexo.pdf)>. Acesso em: 31.3.2016.
- DETRAN. 2016. Disponível em: <<http://consultas.detrannet.sc.gov.br/Estatistica/Veiculos/>>. Acesso em: 15.4.2016.
- DNIT. *Manual de Interseções*. 2ª edição. ed. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/arquivos/\\_internet/ipr/ipr/\\_new/manuais/manual/\\_proj/\\_interc/\\_versao/\\_fianal/\\_2006.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos/_internet/ipr/ipr/_new/manuais/manual/_proj/_interc/_versao/_fianal/_2006.pdf)>. Acesso em: 31.3.2016.
- DNIT/IPR. *Manual de Estudos de Tráfego*. Rio de Janeiro, 2006.
- FERRAZ, A. C. C. P.; TORRES, I. G. E. *Transporte público urbano*. [S.l.]: RiMa Editora, 2004.
- FHWA. *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guide for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software*. [S.l.], 2004. Disponível em: <[http://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/tat/\\_vol3/vol3/\\_guidelines.pdf](http://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/tat/_vol3/vol3/_guidelines.pdf)>.
- GERLOUGH, D. L.; HUBER, M. J. *Traffic flow theory : a monograph*. 1975.
- JONES, S. L. et al. *Traffic simulation software comparison study*. [S.l.], 2004.
- MEINGAST, A.; PELL, A.; SCHAUER, O. Evaluation of market requirements and offered functionalities in traffic simulation systems supporting advanced traffic management systems. *University of Applied Sciences Upper Austria*, 2013.
- NAZARETH, V. S.; SOUSA, L. A. P. de; RIBEIRO, P. C. M. Análise comparativa entre simuladores de fluxo de tráfego. In: *XIII Rio de Transportes*. [S.l.: s.n.], 2015.
- RATROUT, N. T.; RAHMAN, S. M. A comparative analysis of currently used microscopic and macroscopic traffic simulation software. *The Arabian Journal for Science and Engineering, Volume 34, Number 1B*, 2008.
- RIBEIRO, L. C. de Q.; RODRIGUES, J. M. *Evolução da Frota de Automóveis e Motos no Brasil 2001 – 2012*. [S.l.], 2013.

RODRIGUES, M. O. *Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2006.

TSS. 2016. Disponível em: <<https://www.aimsun.com/>>. Acesso em: 27.3.2016.

VASCONCELOS, A. L. P. *Modelos de atribuição/simulação de tráfego: o impacto na qualidade dos resultados de erros no processo de modelação*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Coimbra, 2004.

VILARINHO, C. A. T. *Calibração de modelos microscópicos de simulação de tráfego em redes urbanas*. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

## A PLANILHA DE CONTAGEM DE MOVIMENTOS NAS INTERSEÇÕES

Interseção: I1

Data: \_\_\_\_\_

Horário: \_\_\_\_\_



Esquerda	Centro	Direita



## C DADOS DE VIAGEM DA LINHA TITRI-UFSC 180

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	N° de satélites
09:14:04	-27,584245	-48,522713	-33,726694	0,0	0	6	11
09:14:05	-27,584244	-48,522714	-33,71009	0,1	0	12	11
09:14:06	-27,584242	-48,522715	-33,514306	0,1	0	12	12
09:14:07	-27,584238	-48,522716	-33,267075	0,2	0	8	12
09:14:08	-27,584231	-48,522718	-32,96777	0,3	0	8	12
09:14:09	-27,584223	-48,52272	-32,669875	0,5	0	8	12
09:14:10	-27,584209	-48,522732	-32,367671	0,8	0	12	12
09:14:11	-27,584199	-48,522741	-32,053044	4,3	0	12	12
09:14:12	-27,584182	-48,522751	-31,743954	6,3	0	8	12
09:14:13	-27,584163	-48,522766	-31,475397	7,9	334,730591	12	12
09:14:14	-27,584138	-48,522785	-31,195427	8,9	333,539703	12	12
09:14:15	-27,584097	-48,522813	-30,893428	10,2	333,091278	12	12
09:14:16	-27,584057	-48,522845	-27,532304	11,5	327,503387	12	12
09:14:17	-27,583986	-48,522893	-24,298674	12,5	330,151428	12	12
09:14:18	-27,583934	-48,522927	-21,310322	13,4	333,361389	12	12
09:14:19	-27,583859	-48,522972	-18,32365	14,3	335,426239	12	12
09:14:20	-27,58381	-48,523004	-15,860315	15,0	335,320038	12	12
09:14:21	-27,583756	-48,523035	-13,456858	15,9	338,99295	12	12
09:14:22	-27,583548	-48,52312	-6,901488	26,3	343,452301	16	11
09:14:25	-27,583476	-48,523145	-5,238345	25,6	344,43045	16	10
09:14:26	-27,583414	-48,523169	-4,196035	23,6	342,275757	16	10
09:14:27	-27,583365	-48,523208	-3,219278	22,4	324,566406	8	11
09:14:28	-27,583325	-48,523257	-2,760659	22,3	311,949615	8	13
09:14:29	-27,583287	-48,523307	-2,414806	21,7	307,986603	8	13
09:14:30	-27,583266	-48,523362	-1,771727	19,4	290,246002	8	13
09:14:31	-27,583253	-48,523398	-1,708111	12,8	290,67691	8	13
09:14:32	-27,583253	-48,523398	-1,588781	0,0	290,67691	8	13
09:14:33	-27,583253	-48,523398	-1,573254	0,0	290,67691	12	12
09:14:34	-27,583253	-48,523398	-1,558246	0,0	290,67691	8	13
09:14:35	-27,583253	-48,523398	-1,432017	0,0	290,67691	8	12
09:14:36	-27,583253	-48,523398	-1,337109	0,0	290,67691	8	12
09:14:37	-27,583259	-48,523378	-1,264522	0,0	112,217461	8	12
09:14:38	-27,583266	-48,523367	-1,17841	4,5	112,778786	6	12
09:14:39	-27,583274	-48,523355	-1,077515	4,6	111,824257	6	12
09:14:40	-27,583282	-48,523345	-0,972891	4,6	119,144478	6	12
09:14:41	-27,583282	-48,523345	-0,865543	0,0	119,144478	6	12
09:14:42	-27,583282	-48,523345	-0,852271	0,0	119,144478	4	12
09:14:43	-27,583282	-48,523345	-0,747066	0,0	119,144478	6	12
09:14:44	-27,583282	-48,523345	-0,644654	0,0	119,144478	8	13
09:14:45	-27,58328	-48,523358	-0,535930	0,0	301,649567	6	13
09:14:46	-27,583258	-48,523377	-0,406644	0,0	321,785889	6	14
09:14:47	-27,583233	-48,523397	-0,261770	12,0	323,577881	8	14
09:14:48	-27,583213	-48,523404	-0,134539	11,7	340,016083	8	14
09:14:49	-27,583178	-48,523405	0,881465	17,5	355,558167	8	13
09:14:50	-27,583135	-48,523388	1,507372	20,6	18,191166	8	13
09:14:51	-27,583101	-48,523357	1,898175	19,5	39,943916	8	13
09:14:52	-27,583068	-48,523314	2,448882	22,5	54,847626	6	14
09:14:53	-27,583033	-48,523261	3,075171	24,4	58,264545	6	14
09:14:54	-27,583015	-48,523205	3,604085	24,4	77,266006	6	14
09:14:55	-27,582998	-48,523141	3,680524	20,9	81,124214	8	14
09:14:56	-27,582998	-48,523094	3,484272	15,7	100,911469	6	14
09:14:57	-27,583001	-48,523049	2,878611	16,1	103,49131	6	14
09:14:58	-27,583008	-48,523007	2,281509	16,7	106,826157	6	14
09:14:59	-27,58302	-48,522961	1,722491	18,8	110,053513	6	14
09:15:00	-27,583037	-48,522915	1,191857	19,9	113,744926	4	14
09:15:01	-27,583074	-48,522872	0,632057	23,1	136,447952	4	14
09:15:02	-27,583118	-48,522829	0,025860	23,2	139,36203	4	14
09:15:03	-27,583174	-48,522801	-0,295815	25,4	155,807312	4	13
09:15:04	-27,583246	-48,522766	-0,597224	30,0	156,886856	6	13
09:15:05	-27,583327	-48,522731	-1,019058	33,2	159,270981	6	11
09:15:06	-27,58341	-48,522699	-1,32913	34,2	160,890274	6	13
09:15:07	-27,583498	-48,522667	-1,610374	37,2	161,600586	6	14
09:15:08	-27,583588	-48,522634	-1,963606	39,0	160,83168	8	12
09:15:09	-27,583685	-48,522596	-2,125565	42,1	161,782379	8	11
09:15:10	-27,583791	-48,522553	-2,012282	45,4	160,902145	8	13
09:15:11	-27,583904	-48,522506	-1,816781	47,8	160,224274	8	13
09:15:12	-27,584019	-48,522456	-1,56884	49,4	159,719223	8	14
09:15:13	-27,584131	-48,522407	-1,30241	48,2	159,311615	8	14
09:15:14	-27,584244	-48,522359	-1,047961	49,3	159,157471	6	14
09:15:15	-27,584359	-48,522308	-0,809936	50,9	158,517166	6	15
09:15:16	-27,584477	-48,522255	-0,585457	52,9	157,802689	6	15
09:15:17	-27,584596	-48,522197	-0,266965	53,3	157,208252	6	15
09:15:18	-27,584722	-48,522136	0,193861	56,1	156,580414	6	15
09:15:19	-27,584856	-48,522067	0,616435	59,3	155,897446	8	15
09:15:20	-27,584981	-48,521998	1,087305	54,6	154,851639	8	15
09:15:21	-27,585112	-48,52192	1,630059	54,6	155,797119	8	13
09:15:22	-27,585235	-48,521839	2,147026	55,7	150,353241	8	12
09:15:23	-27,585357	-48,521754	2,472634	56,6	149,886475	8	12
09:15:24	-27,585478	-48,521668	2,865491	57,6	148,796143	8	12
09:15:25	-27,585595	-48,521578	3,135547	58,0	146,871323	8	13
09:15:26	-27,585703	-48,521488	3,3144	55,1	144,798019	8	12
09:15:27	-27,585797	-48,5214	3,630799	49,5	142,571106	6	14
09:15:28	-27,585881	-48,521316	3,814779	43,9	140,123108	6	14
09:15:29	-27,585954	-48,521234	4,036486	39,4	137,406921	6	14

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	N° de satélites
09:15:30	-27,586022	-48,521156	4,195076	36,2	135,860748	6	14
09:15:31	-27,586076	-48,521093	4,203856	28,3	135,391739	6	14
09:15:32	-27,586123	-48,521033	4,246971	26,8	134,386749	6	13
09:15:33	-27,586168	-48,520976	4,244411	27,1	134,02829	6	13
09:15:34	-27,586213	-48,520916	4,164758	29,4	133,377426	6	13
09:15:35	-27,586257	-48,520859	4,009806	29,0	132,874985	6	13
09:15:36	-27,5863	-48,520802	3,864562	28,1	133,333847	6	13
09:15:37	-27,586343	-48,520748	3,783639	26,5	133,064819	6	13
09:15:38	-27,586386	-48,520695	3,651998	26,1	133,890915	6	13
09:15:39	-27,586431	-48,520642	3,562005	27,2	134,737686	4	13
09:15:40	-27,586479	-48,520587	3,513083	27,2	135,10495	4	13
09:15:41	-27,586528	-48,520533	3,480453	27,2	135,685944	6	13
09:15:42	-27,586583	-48,520473	3,534472	30,4	135,335587	6	13
09:15:43	-27,58664	-48,520411	3,649968	30,3	134,389648	6	13
09:15:44	-27,586699	-48,520346	3,810017	33,3	134,780167	6	12
09:15:45	-27,586762	-48,520277	4,109787	35,8	134,382355	8	12
09:15:46	-27,586828	-48,520202	4,550724	37,7	133,788605	8	12
09:15:47	-27,586903	-48,520119	4,950613	43,0	133,941757	8	12
09:15:48	-27,586978	-48,520028	5,289896	45,9	132,7061	8	12
09:15:49	-27,587054	-48,519939	5,490917	46,2	132,14473	6	12
09:15:50	-27,58713	-48,519847	5,417666	46,8	132,564499	6	13
09:15:51	-27,587208	-48,519752	5,302554	46,5	132,840057	6	14
09:15:52	-27,587286	-48,519655	5,136212	46,6	132,358002	6	15
09:15:53	-27,587364	-48,519557	4,941344	46,6	132,05983	6	15
09:15:54	-27,587443	-48,519456	4,73026	47,2	131,791138	6	15
09:15:55	-27,587523	-48,519354	4,515457	48,3	131,64592	6	14
09:15:56	-27,587606	-48,519249	4,350515	50,0	131,447708	6	14
09:15:57	-27,58769	-48,51914	4,217995	50,9	131,839661	6	13
09:15:58	-27,587777	-48,51903	4,070363	51,6	130,90863	6	13
09:15:59	-27,587866	-48,518915	3,931014	54,5	131,238632	6	13
09:16:00	-27,587958	-48,518799	3,755683	55,4	132,019775	6	13
09:16:01	-27,588049	-48,518684	3,603477	54,3	131,678192	6	13
09:16:02	-27,588139	-48,51857	3,53359	53,6	131,218582	6	13
09:16:03	-27,588227	-48,518458	3,44937	51,9	131,443619	6	13
09:16:04	-27,588315	-48,518347	2,902603	51,8	131,954712	6	13
09:16:05	-27,588404	-48,518236	2,039872	51,5	132,122894	6	13
09:16:06	-27,58849	-48,518127	1,103199	52,5	131,373581	6	13
09:16:07	-27,588574	-48,518022	0,307185	49,5	131,526596	6	13
09:16:08	-27,588649	-48,517927	-0,338284	43,6	132,101761	12	11
09:16:09	-27,588717	-48,517842	-0,877869	39,0	132,33046	6	11
09:16:10	-27,588779	-48,517764	-1,21436	34,8	131,837921	6	11
09:16:11	-27,588833	-48,517696	-1,350926	30,2	132,355408	6	11
09:16:12	-27,588879	-48,517638	-1,413579	25,4	131,672577	6	11
09:16:13	-27,588916	-48,517592	-1,376863	19,5	131,081863	6	10
09:16:14	-27,588943	-48,517557	-1,370189	13,4	130,177139	6	11
09:16:15	-27,588959	-48,517536	-1,359496	8,3	130,240005	6	11
09:16:16	-27,588973	-48,517519	-1,348941	5,8	131,460007	6	11
09:16:17	-27,588985	-48,517503	-1,346462	6,0	129,164322	12	12
09:16:18	-27,588994	-48,517492	-1,39563	8,6	131,795319	8	13
09:16:19	-27,589005	-48,517481	-1,465011	9,1	131,114563	6	13
09:16:20	-27,589021	-48,517467	-1,545693	12,0	132,819122	8	13
09:16:21	-27,589045	-48,51744	-2,621569	15,6	132,22049	8	13
09:16:22	-27,589075	-48,517404	-3,782227	19,0	132,24353	8	13
09:16:23	-27,589107	-48,517366	-4,960863	18,9	133,159912	8	13
09:16:24	-27,589141	-48,517327	-5,969413	19,3	132,78804	6	13
09:16:25	-27,589179	-48,517284	-6,725383	21,4	132,2052	6	13
09:16:26	-27,589216	-48,517241	-7,159454	20,8	132,602905	6	13
09:16:27	-27,589252	-48,517196	-7,380467	21,1	131,810745	8	13
09:16:28	-27,589291	-48,517147	-7,489671	23,9	131,473007	8	13
09:16:29	-27,589335	-48,517093	-7,520377	27,2	132,032288	8	13
09:16:30	-27,589385	-48,517033	-7,738306	32,0	132,413513	6	13
09:16:31	-27,589439	-48,516966	-8,161296	33,9	132,3806	12	13
09:16:32	-27,589494	-48,516898	-8,240082	33,6	132,731201	12	13
09:16:33	-27,589555	-48,516826	-7,971439	35,0	133,407181	16	11
09:16:34	-27,589625	-48,516755	-7,739124	35,0	132,644928	16	11
09:16:35	-27,589703	-48,516679	-6,929068	41,8	137,449509	12	11
09:16:36	-27,589781	-48,516602	-6,359661	43,2	137,78064	12	11
09:16:37	-27,589864	-48,51652	-6,161671	45,2	138,28833	12	11
09:16:38	-27,589949	-48,516437	-5,782938	44,0	139,428619	16	11
09:16:39	-27,590032	-48,516359	-4,902125	41,9	140,982697	8	12
09:16:40	-27,590113	-48,516286	-4,095346	40,7	141,86792	8	12
09:16:41	-27,590197	-48,516218	-3,795099	40,0	143,105331	8	12
09:16:42	-27,590276	-48,51616	-3,868751	35,8	144,703461	8	13
09:16:43	-27,590348	-48,516112	-4,178412	31,1	146,453781	8	12
09:16:44	-27,590405	-48,516076	-4,654456	23,1	148,521317	8	11
09:16:45	-27,590442	-48,516056	-5,034152	15,8	149,459778	8	11
09:16:46	-27,590465	-48,516045	-5,057032	9,4	149,179947	8	11
09:16:47	-27,590465	-48,516045	-5,084374	0,0	149,179947	12	11
09:16:48	-27,590465	-48,516045	-5,112694	0,0	149,179947	12	11
09:16:49	-27,590465	-48,516045	-5,19619	0,0	149,179947	12	11
09:16:50	-27,590465	-48,516045	-5,329162	0,0	149,179947	12	11
09:16:51	-27,590465	-48,516045	-5,344247	0,0	149,179947	6	11
09:16:52	-27,590465	-48,516045	-5,474115	0,0	149,179947	8	12
09:16:53	-27,590465	-48,516045	-5,588772	0,0	149,179947	6	14
09:16:54	-27,590515	-48,516024	-5,689664	6,9	148,116608	6	14
09:16:55	-27,590537	-48,516008	-5,770268	10,6	149,094971	6	14
09:16:56	-27,590568	-48,515987	-5,855784	12,9	149,457855	6	14
09:16:57	-27,590599	-48,515966	-5,956439	12,5	149,393372	8	13
09:16:58	-27,590638	-48,515941	-7,320701	17,7	150,455002	8	13
09:16:59	-27,590686	-48,515911	-8,672604	21,8	150,07399	8	13
09:17:00	-27,590735	-48,515884	-9,804026	21,1	152,19075	12	12
09:17:01	-27,590787	-48,515854	-10,769456	23,5	152,06926	8	12
09:17:02	-27,590849	-48,515818	-10,975327	26,8	152,824707	8	11
09:17:03	-27,590923	-48,515775	-10,487486	32,6	153,263184	8	12
09:17:04	-27,590999	-48,515734	-9,630957	34,4	154,26532	8	12
09:17:05	-27,591077	-48,515692	-8,779575	34,4	154,697876	6	12
09:17:06	-27,591116	-48,515651	-7,820339	34,8	155,327942	6	12
09:17:07	-27,591246	-48,515611	-6,500219	34,8	154,647263	6	12
09:17:08	-27,591342	-48,515571	-4,753239	40,5	158,912537	8	12
09:17:09	-27,591451	-48,515527	-2,668826	47,8	159,47879	8	12
09:17:10	-27,591564	-48,515486	-0,296686	49,0	160,620743	8	12

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:17:11	-27,591675	-48,515441	0,797082	49,1	161,635117	8	12
09:17:12	-27,591785	-48,515401	1,837897	48,0	162,710739	12	12
09:17:13	-27,591896	-48,515362	2,333987	46,5	163,395172	8	13
09:17:14	-27,592016	-48,515321	2,445856	49,2	162,521805	6	13
09:17:15	-27,592151	-48,515278	2,078925	51,4	163,945053	8	13
09:17:16	-27,592297	-48,515239	1,443383	54,5	166,263947	8	13
09:17:17	-27,592444	-48,515207	0,598899	56,3	168,415512	8	13
09:17:18	-27,592584	-48,515188	-0,177378	52,5	171,675705	8	13
09:17:19	-27,592705	-48,515174	-0,183329	53,9	172,39325	12	13
09:17:20	-27,592811	-48,515168	0,364398	53,9	170,415329	12	13
09:17:20	-27,592811	-48,515168	0,364398	53,9	170,415329	12	12
09:17:22	-27,593017	-48,515202	1,771731	44,7	193,917175	12	12
09:17:23	-27,593129	-48,515265	1,945195	46,9	213,42308	8	12
09:17:24	-27,593242	-48,515347	1,29277	51,0	217,408905	8	13
09:17:25	-27,593335	-48,515433	0,791033	47,8	220,237	8	12
09:17:26	-27,593427	-48,515519	0,647007	48,4	220,847412	6	12
09:17:27	-27,593521	-48,515612	0,742954	50,1	221,373474	6	12
09:17:28	-27,593619	-48,515707	0,786662	52,2	221,401047	6	12
09:17:29	-27,59372	-48,515808	1,080783	55,2	222,228027	6	12
09:17:30	-27,593823	-48,515911	1,553812	55,8	221,682709	6	12
09:17:31	-27,593927	-48,516015	2,048245	55,4	221,491531	6	12
09:17:32	-27,594039	-48,516125	2,512196	58,6	222,003998	8	12
09:17:33	-27,594156	-48,516238	2,813719	62,8	221,004654	12	11
09:17:34	-27,594275	-48,51635	3,107712	62,2	222,230835	12	11
09:17:35	-27,594393	-48,516468	3,858762	65,4	222,890793	8	11
09:17:36	-27,594511	-48,516592	4,653199	67,2	223,178741	8	10
09:17:37	-27,59463	-48,516719	5,657527	68,4	222,691986	8	9
09:17:38	-27,594754	-48,516851	6,620776	69,8	222,287415	8	9
09:17:39	-27,594883	-48,516987	7,314984	71,3	222,875214	8	9
09:17:40	-27,595018	-48,517125	7,540469	71,0	222,094833	8	10
09:17:41	-27,595154	-48,517261	7,268429	69,4	222,634613	12	11
09:17:42	-27,595287	-48,517393	6,765117	68,8	222,718857	12	12
09:17:43	-27,595415	-48,517523	6,602377	67,8	223,588654	8	11
09:17:44	-27,595538	-48,517651	6,528727	66,6	223,198181	12	12
09:17:45	-27,595654	-48,517775	6,941779	64,6	222,700836	12	12
09:17:46	-27,595769	-48,517904	7,214901	64,8	224,957275	12	12
09:17:47	-27,595888	-48,518028	7,337561	64,0	223,368286	12	12
09:17:48	-27,596006	-48,518141	7,287118	61,5	221,210663	12	12
09:17:49	-27,596118	-48,518257	7,29397	60,7	224,03952	16	11
09:17:50	-27,596232	-48,518367	7,421318	60,7	221,954956	16	11
09:17:51	-27,596344	-48,518479	7,677301	59,8	222,608704	16	11
09:17:52	-27,596446	-48,518594	8,798409	58,6	223,471756	6	11
09:17:53	-27,596542	-48,518705	10,450302	57,4	223,908936	8	11
09:17:54	-27,59664	-48,518821	12,208455	56,3	224,247604	12	11
09:17:55	-27,596736	-48,51894	14,100147	56,2	223,758057	12	11
09:17:56	-27,596826	-48,519056	15,951085	53,8	224,58078	12	11
09:17:57	-27,596913	-48,519159	17,685594	50,0	223,39711	12	10
09:17:58	-27,596991	-48,519244	18,791117	42,4	222,932632	12	10
09:17:59	-27,597064	-48,519321	19,398333	38,5	224,185089	12	10
09:18:00	-27,597116	-48,519376	20,148304	26,0	223,342453	12	10
09:18:01	-27,597156	-48,519412	20,599124	18,1	223,630692	12	10
09:18:02	-27,597178	-48,51943	20,627274	12,0	224,596161	8	10
09:18:03	-27,597194	-48,519438	20,643327	5,7	221,813095	16	10
09:18:04	-27,597194	-48,519438	20,665179	0,0	221,813095	16	11
09:18:05	-27,597194	-48,519438	20,666286	0,0	221,813095	8	11
09:18:06	-27,597194	-48,519438	20,674071	0,0	221,813095	8	11
09:18:07	-27,597194	-48,519438	20,686131	0,0	221,813095	8	11
09:18:08	-27,597194	-48,519438	20,685526	0,0	221,813095	8	10
09:18:09	-27,597194	-48,519438	20,683552	0,0	221,813095	12	11
09:18:10	-27,597194	-48,519438	20,685679	0,0	221,813095	12	10
09:18:11	-27,597194	-48,519438	20,692216	0,0	221,813095	12	10
09:18:12	-27,597194	-48,519438	20,69998	0,0	221,813095	6	10
09:18:13	-27,597194	-48,519438	20,709339	0,0	221,813095	6	9
09:18:14	-27,597194	-48,519438	20,72063	0,0	221,813095	12	9
09:18:15	-27,597194	-48,519438	20,734467	0,0	221,813095	12	9
09:18:16	-27,597194	-48,519438	20,748029	0,0	221,813095	16	9
09:18:17	-27,597194	-48,519438	20,761981	0,0	221,813095	12	9
09:18:19	-27,597194	-48,519438	20,786749	0,0	221,813095	16	9
09:18:20	-27,597194	-48,519438	20,797073	0,0	221,813095	16	9
09:18:21	-27,597194	-48,519438	20,810876	0,0	221,813095	8	10
09:18:22	-27,597216	-48,519463	20,899498	4,5	231,282608	8	10
09:18:23	-27,597232	-48,519477	21,011362	7,3	215,54892	8	10
09:18:24	-27,597232	-48,519477	21,136579	0,0	219,237473	8	10
09:18:25	-27,597273	-48,519521	21,270033	11,0	222,384705	12	10
09:18:26	-27,597294	-48,519542	21,402287	10,7	218,843582	12	10
09:18:27	-27,597317	-48,519567	21,504167	12,7	219,651169	12	11
09:18:28	-27,597351	-48,5196	21,100064	15,9	220,923904	12	11
09:18:29	-27,597393	-48,519641	19,893157	20,9	221,446457	8	11
09:18:30	-27,597428	-48,519674	18,133707	19,6	221,312286	8	11
09:18:31	-27,597463	-48,519707	16,113029	19,6	221,919434	8	11
09:18:32	-27,5975	-48,519742	14,380052	20,0	220,499115	8	11
09:18:33	-27,597533	-48,519774	13,290283	17,4	220,23027	8	11
09:18:34	-27,597557	-48,519799	13,207616	12,4	222,937775	8	11
09:18:35	-27,59758	-48,519824	13,135866	12,0	225,037842	8	11
09:18:36	-27,597604	-48,519852	13,066336	12,9	226,254196	8	11
09:18:37	-27,597627	-48,519879	13,015338	13,4	227,189117	6	10
09:18:38	-27,59765	-48,519907	12,981294	13,4	228,180176	12	11
09:18:39	-27,59767	-48,519932	12,949913	12,3	227,113342	12	11
09:18:41	-27,597701	-48,519988	12,874701	11,5	240,409164	12	11
09:18:42	-27,59771	-48,520016	12,845006	11,2	249,942108	12	11
09:18:43	-27,597722	-48,520057	12,829435	12,9	254,317886	8	11
09:18:44	-27,597733	-48,520109	12,822913	14,7	259,701996	8	11
09:18:45	-27,597743	-48,520168	12,892951	16,6	263,992371	8	12
09:18:46	-27,597747	-48,520235	12,931987	22,3	269,341064	12	12
09:18:47	-27,597748	-48,520294	13,101497	22,4	270,048706	8	11
09:18:48	-27,597758	-48,520345	13,320741	20,6	258,069	8	11
09:18:49	-27,597779	-48,520383	13,43025	20,7	239,876328	16	11
09:18:50	-27,597804	-48,520409	13,834499	20,7	219,752563	6	11
09:18:51	-27,597824	-48,520417	13,867273	14,1	197,006317	12	11
09:18:56	-27,598026	-48,520391	14,877793	20,4	173,31871	16	9
09:18:57	-27,598074	-48,520387	14,692123	20,4	175,18956	16	8



Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	N° de satélites
09:18:58	-27,598147	-48,520384	14,407364	28,5	175,966751	16	10
09:18:59	-27,598257	-48,520384	13,900675	42,8	179,75589	16	10
09:19:01	-27,598488	-48,520395	12,646828	41,5	184,343491	16	10
09:19:02	-27,598604	-48,520404	12,264172	38,2	183,579208	12	10
09:19:03	-27,598754	-48,520418	11,938953	37,5	184,824081	12	10
09:19:04	-27,598893	-48,520433	11,610342	33,6	184,96434	12	10
09:19:05	-27,59899	-48,520445	11,488914	31,3	184,120224	12	10
09:19:06	-27,599097	-48,520459	11,435598	31,5	184,427841	8	10
09:19:07	-27,599195	-48,520473	11,387481	29,6	184,9841	8	10
09:19:08	-27,599292	-48,520489	11,394494	29,6	185,427963	8	10
09:19:09	-27,599367	-48,520505	11,421795	25,8	186,659332	12	9
09:19:10	-27,599429	-48,520519	11,375319	24,9	185,738586	12	9
09:19:11	-27,599489	-48,520528	11,205577	24,0	184,205566	8	10
09:19:12	-27,59955	-48,52054	11,135541	24,0	186,872162	16	10
09:19:13	-27,599604	-48,520551	10,990894	20,1	186,663315	8	9
09:19:14	-27,599631	-48,520558	10,973869	13,6	187,612686	8	9
09:19:15	-27,599659	-48,520562	10,958877	11,5	186,395187	16	11
09:19:16	-27,599693	-48,520566	10,956103	14,8	184,123779	16	11
09:19:17	-27,599735	-48,520573	10,935509	17,3	184,547592	12	11
09:19:18	-27,599782	-48,520582	10,762934	19,6	186,733902	12	11
09:19:19	-27,59984	-48,520582	10,588529	22,0	178,946472	8	11
09:19:20	-27,59991	-48,520589	10,47796	25,1	184,222733	12	11
09:19:21	-27,599974	-48,520594	10,439264	27,7	183,729279	12	11
09:19:22	-27,600025	-48,520593	10,35487	23,3	179,102631	12	11
09:19:23	-27,600066	-48,520596	10,414375	17,5	183,304306	8	11
09:19:24	-27,6001	-48,520616	10,497646	17,5	209,470215	8	11
09:19:25	-27,600132	-48,520653	10,653812	19,3	225,350021	8	11
09:19:26	-27,600164	-48,520693	10,794226	19,8	229,497147	12	11
09:19:27	-27,600197	-48,520728	10,911808	18,5	222,386856	8	11
09:19:28	-27,600239	-48,520754	10,956396	20,4	207,948151	8	12
09:19:29	-27,600286	-48,520766	10,942514	19,7	191,872818	8	11
09:19:30	-27,600334	-48,520765	10,905564	19,7	172,195953	8	10
09:19:31	-27,600361	-48,520753	10,893982	14,7	149,966003	12	9
09:19:32	-27,60038	-48,520727	10,875174	14,1	129,812424	12	10
09:19:33	-27,600392	-48,52069	10,868869	14,7	109,913879	16	11
09:19:34	-27,600394	-48,520656	10,874094	14,7	95,032738	16	11
09:19:35	-27,600385	-48,520624	10,821413	15,4	76,328438	16	11
09:19:36	-27,600362	-48,52059	10,594501	19,2	56,240208	16	11
09:19:37	-27,60032	-48,520559	10,405842	22,4	35,341717	16	10
09:19:38	-27,600281	-48,520548	10,113916	18,8	17,063538	16	10
09:19:39	-27,600249	-48,520554	9,888374	18,1	357,654938	12	10
09:19:40	-27,600226	-48,520566	9,516777	15,7	343,564728	12	10
09:19:41	-27,600211	-48,520582	9,492664	12,8	326,505188	12	10
09:19:43	-27,600193	-48,5206	9,447583	0,0	320,700165	16	9
09:19:44	-27,600193	-48,5206	9,443095	0,0	320,700165	12	8
09:19:45	-27,600152	-48,520633	9,331461	11,4	324,181061	16	8
09:19:46	-27,600112	-48,520639	9,171243	13,5	354,247192	12	9
09:19:47	-27,60006	-48,520636	6,97642	20,8	4,555503	12	9
09:19:48	-27,600017	-48,52063	4,938851	18,3	6,602672	12	11
09:19:49	-27,599976	-48,520623	3,388416	18,3	6,602672	12	11
09:19:50	-27,599927	-48,520615	1,854818	23,1	7,584102	8	11
09:19:51	-27,599886	-48,520606	0,566173	19,5	6,698323	8	11
09:19:52	-27,599852	-48,520596	-0,756476	15,7	5,286737	8	11
09:19:53	-27,599828	-48,52059	-0,879333	9,2	6,364405	8	11
09:19:54	-27,599808	-48,520585	-1,013908	6,6	6,867363	12	10
09:19:55	-27,59979	-48,520579	-1,119364	6,6	6,21317	12	10
09:19:56	-27,59979	-48,520579	-1,12603	0,0	6,21317	12	9
09:19:57	-27,59979	-48,520579	-1,128364	0,0	6,21317	12	9
09:19:58	-27,59979	-48,520579	-1,127303	0,0	6,21317	8	9
09:19:59	-27,59979	-48,520579	-1,124477	0,0	6,21317	6	10
09:20:00	-27,59979	-48,520579	-1,122462	0,0	6,21317	8	10
09:20:01	-27,59979	-48,520579	-1,114148	0,0	6,21317	12	10
09:20:02	-27,59979	-48,520579	-1,097084	0,0	6,21317	8	10
09:20:03	-27,59979	-48,520579	-1,072113	0,0	6,21317	8	10
09:20:04	-27,59979	-48,520579	-1,043564	0,0	6,21317	6	10
09:20:05	-27,59979	-48,520579	-1,012166	0,0	6,21317	6	10
09:20:06	-27,59979	-48,520579	-0,978511	0,0	6,21317	8	10
09:20:07	-27,59979	-48,520579	-0,943798	0,0	6,21317	8	10
09:20:08	-27,59979	-48,520579	-0,909099	0,0	6,21317	12	10
09:20:09	-27,59979	-48,520579	-0,875250	0,0	6,21317	12	10
09:20:11	-27,59979	-48,520579	-0,816099	0,0	6,21317	12	8
09:20:12	-27,59979	-48,520579	-0,791646	0,0	6,21317	8	9
09:20:13	-27,59979	-48,520579	-0,585125	0,0	6,21317	8	9
09:20:14	-27,599757	-48,520573	-0,438536	7,4	359,732086	8	10
09:20:15	-27,599737	-48,520572	-0,320465	8,3	1,141148	8	10
09:20:16	-27,599717	-48,520571	-0,211387	8,2	0,407306	12	10
09:20:17	-27,59969	-48,52057	-0,099638	9,3	358,254395	8	10
09:20:18	-27,599659	-48,52057	0,005934	10,0	356,857605	8	10
09:20:19	-27,599614	-48,520572	1,100419	16,4	356,780457	8	10
09:20:20	-27,599561	-48,520574	1,994483	22,0	358,52356	8	10
09:20:21	-27,599505	-48,520574	2,426131	20,3	359,163544	8	10
09:20:22	-27,599449	-48,520569	2,617819	20,3	1,841972	8	10
09:20:23	-27,599391	-48,520558	2,493212	20,3	0,141302	8	10
09:20:24	-27,599318	-48,520547	2,061225	25,6	1,106022	8	10
09:20:25	-27,599243	-48,520537	1,532589	28,0	2,729172	16	9
09:20:26	-27,599176	-48,520527	0,580422	26,8	3,404154	16	9
09:20:27	-27,599105	-48,520517	-0,534650	28,4	3,736749	16	8
09:20:28	-27,599016	-48,520505	-1,721534	34,9	5,017696	16	8
09:20:29	-27,598921	-48,520494	-2,99012	37,5	4,590919	12	9
09:20:30	-27,598828	-48,520484	-4,411696	39,1	5,250437	12	9
09:20:31	-27,598732	-48,520474	-5,642135	40,0	4,621088	12	10
09:20:32	-27,598623	-48,52047	-4,988238	39,8	2,004414	12	10
09:20:33	-27,598517	-48,520464	-3,733533	36,7	4,141567	12	10
09:20:34	-27,598425	-48,520456	-2,374233	32,5	6,04758	12	10
09:20:35	-27,598337	-48,520454	-0,808998	31,9	3,10291	16	10
09:20:36	-27,598268	-48,520447	0,623828	25,0	6,785262	16	10
09:20:37	-27,598227	-48,520433	1,895347	16,3	17,486586	16	10
09:20:38	-27,598205	-48,520418	2,019437	11,3	30,263885	16	10
09:20:39	-27,598186	-48,520397	2,14369	11,1	39,148254	16	10
09:20:40	-27,598167	-48,520378	2,284236	8,2	37,668644	16	10
09:20:41	-27,598146	-48,520347	2,438977	13,1	47,617264	12	10

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:20:42	-27,598128	-48,520303	4,1452	17,3	57,459351	12	10
09:20:43	-27,598109	-48,520251	5,907005	18,1	68,079735	12	9
09:20:44	-27,598101	-48,520196	7,514062	20,3	80,429817	12	11
09:20:45	-27,59811	-48,520137	8,875899	22,9	98,546021	12	11
09:20:46	-27,598133	-48,520079	10,05435	24,3	112,122009	12	12
09:20:47	-27,598167	-48,520013	10,923751	29,5	119,094078	12	11
09:20:50	-27,598291	-48,519823	12,384786	34,4	126,957169	16	9
09:20:51	-27,598352	-48,519747	12,539271	36,2	132,198181	16	9
09:20:52	-27,598419	-48,519669	12,699748	37,9	133,79776	16	10
09:20:53	-27,598499	-48,519586	12,906843	42,6	136,750732	16	10
09:20:54	-27,59858	-48,519501	13,146381	43,3	137,048401	12	11
09:20:55	-27,598662	-48,519414	13,226077	41,1	137,445786	12	11
09:20:56	-27,598745	-48,519327	13,197763	40,4	136,569336	12	11
09:20:57	-27,598815	-48,519252	13,13542	35,7	136,684387	12	11
09:20:58	-27,598877	-48,519188	13,075911	34,1	137,257004	12	11
09:20:59	-27,598934	-48,519132	13,048865	32,7	138,276047	16	11
09:21:00	-27,598987	-48,519078	12,942594	30,8	137,875061	16	11
09:21:01	-27,59903	-48,519033	12,790763	26,8	136,997879	16	11
09:21:04	-27,599153	-48,518887	12,45164	31,5	132,047211	16	10
09:21:05	-27,599202	-48,518819	12,29134	34,3	129,70433	16	9
09:21:06	-27,599252	-48,518736	11,993007	38,4	124,737999	16	9
09:21:07	-27,5993	-48,518644	11,342653	38,2	120,493523	16	10
09:21:08	-27,599342	-48,51854	10,753216	39,2	114,140617	12	10
09:21:09	-27,599383	-48,518422	10,29988	42,7	111,649323	12	10
09:21:10	-27,599423	-48,518307	10,11573	43,0	110,348351	12	10
09:21:11	-27,59947	-48,518177	10,041553	47,0	110,874565	12	11
09:21:12	-27,59952	-48,518042	9,696631	47,4	110,144638	8	12
09:21:13	-27,599575	-48,517906	9,259772	46,9	111,820572	8	12
09:21:14	-27,599613	-48,517789	9,076508	44,3	108,407715	8	12
09:21:17	-27,599725	-48,517471	9,603314	38,4	108,755928	12	9
09:21:18	-27,599756	-48,517388	9,786289	33,3	108,751259	12	12
09:21:19	-27,599782	-48,517319	9,780753	26,1	109,476311	12	12
09:21:20	-27,599806	-48,517261	9,508759	19,8	108,754318	12	11
09:21:21	-27,599826	-48,517214	9,463667	14,7	109,58905	12	12
09:21:22	-27,599845	-48,517175	9,387116	8,9	110,129814	12	12
09:21:23	-27,599861	-48,517151	9,290257	0,6	113,391312	12	12
09:21:24	-27,599861	-48,517151	9,279621	0,0	113,391312	12	12
09:21:25	-27,599861	-48,517151	9,268444	0,0	113,391312	16	12
09:21:26	-27,599861	-48,517151	9,258409	0,0	113,391312	16	12
09:21:27	-27,599863	-48,517146	9,248636	0,0	113,391312	12	12
09:21:28	-27,599868	-48,517133	9,240929	0,0	113,391312	12	11
09:21:29	-27,599868	-48,517133	9,234742	0,0	113,391312	8	11
09:21:30	-27,599868	-48,517133	9,228734	0,0	113,391312	16	11
09:21:31	-27,599868	-48,517133	9,223239	0,0	113,391312	16	11
09:21:32	-27,599868	-48,517133	9,219059	0,0	113,391312	16	11
09:21:33	-27,599868	-48,517133	9,215961	0,0	113,391312	6	11
09:21:34	-27,599868	-48,517133	9,213284	0,0	113,391312	8	10
09:21:35	-27,599868	-48,517133	9,211574	0,0	113,391312	6	11
09:21:36	-27,599868	-48,517133	9,209918	0,0	113,391312	8	11
09:21:37	-27,599868	-48,517133	9,209392	0,0	113,391312	8	11
09:21:38	-27,599868	-48,517133	9,208771	0,0	113,391312	8	11
09:21:39	-27,599868	-48,517133	9,207506	0,0	113,391312	16	11
09:21:40	-27,599868	-48,517133	9,206295	0,0	113,391312	16	11
09:21:41	-27,599868	-48,517133	9,204612	0,0	113,391312	6	12
09:21:42	-27,599868	-48,517133	9,202439	0,0	113,391312	8	12
09:21:43	-27,599868	-48,517133	9,199801	0,0	113,391312	8	12
09:21:44	-27,599868	-48,517133	9,195646	0,0	113,391312	8	12
09:21:45	-27,599868	-48,517133	9,191251	0,0	113,391312	8	12
09:21:46	-27,599868	-48,517133	9,186877	0,0	113,391312	12	12
09:21:47	-27,599868	-48,517133	9,182883	0,0	113,391312	12	12
09:21:48	-27,599868	-48,517133	9,180421	0,0	113,391312	6	12
09:21:49	-27,599868	-48,517133	9,17906	0,0	113,391312	12	12
09:21:50	-27,599868	-48,517133	9,177676	0,0	113,391312	16	12
09:21:51	-27,599868	-48,517133	9,175056	0,0	113,391312	16	11
09:21:52	-27,599868	-48,517133	9,172069	0,0	113,391312	12	10
09:21:53	-27,599868	-48,517133	9,168982	0,0	113,391312	12	9
09:21:54	-27,599868	-48,517133	9,16614	0,0	113,391312	8	12
09:21:55	-27,599868	-48,517133	9,1632	0,0	113,391312	16	12
09:21:56	-27,599868	-48,517133	9,1604	0,0	113,391312	16	12
09:21:57	-27,599868	-48,517133	9,158762	0,0	113,391312	16	12
09:21:58	-27,599868	-48,517133	9,156368	0,0	113,391312	16	12
09:21:59	-27,599868	-48,517133	9,153305	0,0	113,391312	6	12
09:22:00	-27,599868	-48,517133	9,149879	0,0	113,391312	6	12
09:22:01	-27,599868	-48,517133	9,145727	0,0	113,391312	12	11
09:22:02	-27,599868	-48,517133	9,141271	0,0	113,391312	8	12
09:22:03	-27,599868	-48,517133	9,136502	0,0	113,391312	8	12
09:22:04	-27,599868	-48,517133	9,131483	0,0	113,391312	16	12
09:22:05	-27,599868	-48,517133	9,125771	0,0	113,391312	16	12
09:22:06	-27,599868	-48,517133	9,120606	0,0	113,391312	16	11
09:22:07	-27,599868	-48,517133	9,115142	0,0	113,391312	16	10
09:22:08	-27,599868	-48,517133	9,109607	0,0	113,391312	16	10
09:22:09	-27,599868	-48,517133	9,103923	0,0	113,391312	16	11
09:22:10	-27,599868	-48,517133	9,098165	0,0	113,391312	16	11
09:22:11	-27,599868	-48,517133	9,092644	0,0	113,391312	16	11
09:22:12	-27,599868	-48,517133	9,087181	0,0	113,391312	8	12
09:22:13	-27,599868	-48,517133	9,081697	0,0	113,391312	16	11
09:22:14	-27,599868	-48,517133	9,075937	0,0	113,391312	16	12
09:22:15	-27,599868	-48,517133	9,070044	0,0	113,391312	16	11
09:22:16	-27,599868	-48,517133	9,064174	0,0	113,391312	16	11
09:22:22	-27,599868	-48,517133	9,024332	0,0	113,391312	8	9
09:22:23	-27,599868	-48,517133	9,018211	0,0	113,391312	16	10
09:22:24	-27,599897	-48,517052	8,960892	5,3	110,969017	16	12
09:22:25	-27,59991	-48,517017	8,901997	8,0	111,331978	12	13
09:22:26	-27,599927	-48,516979	8,838114	12,1	115,419762	12	13
09:22:27	-27,599945	-48,516945	8,778657	11,6	119,506546	12	13
09:22:28	-27,599972	-48,516906	8,426413	15,8	126,838882	12	13
09:22:29	-27,600011	-48,516868	8,176814	18,2	137,625977	12	13
09:22:30	-27,600064	-48,516831	7,780937	24,7	145,00174	8	13
09:22:31	-27,600114	-48,516799	7,398477	22,9	147,78775	8	12
09:22:32	-27,600164	-48,516777	7,001307	20,7	153,059601	8	12
09:22:33	-27,600221	-48,51676	6,613757	20,7	159,491974	8	12

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:22:34	-27,600286	-48,516749	6,267561	24,6	168,527359	12	12
09:22:35	-27,600372	-48,516744	6,030031	33,6	176,546021	12	11
09:22:36	-27,600463	-48,516757	6,12855	33,6	185,809692	12	11
09:22:37	-27,60055	-48,516768	5,628619	30,9	189,678009	12	8
09:22:38	-27,600595	-48,516774	5,396458	17,0	188,350494	12	10
09:22:39	-27,600625	-48,516772	5,401672	11,9	178,952484	16	10
09:22:40	-27,600663	-48,516758	5,438331	14,9	161,974869	16	10
09:22:41	-27,600691	-48,516732	5,484228	12,7	137,652588	16	11
09:22:42	-27,600706	-48,516699	5,540709	12,3	114,957169	12	11
09:22:43	-27,600701	-48,516675	5,608344	12,6	87,680626	12	11
09:22:44	-27,600682	-48,516655	6,3543	15,2	60,195236	12	11
09:22:45	-27,600654	-48,516635	6,896469	18,2	40,420856	12	11
09:22:46	-27,600619	-48,51662	7,234009	18,9	25,709946	8	11
09:22:47	-27,600579	-48,516607	7,515447	18,9	16,197662	12	11
09:22:48	-27,600522	-48,516584	7,788548	21,2	15,614323	8	11
09:22:49	-27,600457	-48,516555	8,082968	21,2	19,12422	16	10
09:22:50	-27,600414	-48,516537	8,112266	14,6	18,367729	8	9
09:22:51	-27,600386	-48,516524	8,154186	10,7	22,618237	8	9
09:22:52	-27,600374	-48,516519	8,221686	3,8	22,661728	12	10
09:22:53	-27,60037	-48,516518	8,300327	0,5	22,46788	16	11
09:22:54	-27,60037	-48,516518	8,306965	0,0	22,46788	8	10
09:22:55	-27,60037	-48,516518	8,312759	0,0	22,46788	8	11
09:22:56	-27,60037	-48,516518	8,31681	0,0	22,46788	8	12
09:22:57	-27,60037	-48,516518	8,31945	0,0	22,46788	8	12
09:22:58	-27,60037	-48,516518	8,319882	0,0	22,46788	8	12
09:22:59	-27,60037	-48,516518	8,319762	0,0	22,46788	8	12
09:23:00	-27,60037	-48,516518	8,320248	0,0	22,46788	8	12
09:23:01	-27,60037	-48,516518	8,321263	0,0	22,46788	8	12
09:23:02	-27,60037	-48,516518	8,322336	0,0	22,46788	8	12
09:23:03	-27,60037	-48,516518	8,323556	0,0	22,46788	8	12
09:23:04	-27,60037	-48,516518	8,324277	0,0	22,46788	8	12
09:23:05	-27,60037	-48,516518	8,324415	0,0	22,46788	8	12
09:23:06	-27,60037	-48,516518	8,324625	0,0	22,46788	6	12
09:23:07	-27,60037	-48,516518	8,324801	0,0	22,46788	6	12
09:23:08	-27,60037	-48,516518	8,324276	0,0	22,46788	6	12
09:23:09	-27,60037	-48,516518	8,323062	0,0	22,46788	6	12
09:23:10	-27,60037	-48,516518	8,321283	0,0	22,46788	8	12
09:23:11	-27,60037	-48,516518	8,319592	0,0	22,46788	12	12
09:23:12	-27,60037	-48,516518	8,318065	0,0	22,46788	8	12
09:23:13	-27,60037	-48,516518	8,316867	0,0	22,46788	8	11
09:23:14	-27,600371	-48,516521	8,315097	0,0	22,46788	8	10
09:23:15	-27,600376	-48,516527	8,293992	0,0	19,604143	8	10
09:23:16	-27,600365	-48,516524	8,266635	0,0	19,952948	8	12
09:23:17	-27,600347	-48,51652	8,23639	9,8	18,519896	8	12
09:23:18	-27,600326	-48,516515	8,208389	10,2	17,67325	8	12
09:23:19	-27,600291	-48,516508	8,186411	14,9	15,485049	8	12
09:23:20	-27,600246	-48,516497	7,944339	20,2	15,184887	8	12
09:23:21	-27,600197	-48,516484	7,680586	20,5	15,0876	6	12
09:23:22	-27,60014	-48,51647	7,466591	23,4	14,139247	6	12
09:23:23	-27,600072	-48,516452	7,299142	27,9	14,874022	6	12
09:23:24	-27,599995	-48,51643	7,121066	31,1	15,117558	6	12
09:23:25	-27,599915	-48,516406	6,717899	34,8	15,053596	6	12
09:23:26	-27,59983	-48,516382	6,212794	35,9	15,351146	6	12
09:23:27	-27,599747	-48,516357	5,773064	35,2	15,160595	6	12
09:23:28	-27,599657	-48,516331	5,376172	37,2	14,426044	12	12
09:23:29	-27,599561	-48,516302	5,068289	39,7	14,669115	8	12
09:23:30	-27,599464	-48,516279	4,720797	43,2	12,130177	8	12
09:23:31	-27,599359	-48,516254	4,348022	45,9	12,596153	8	12
09:23:32	-27,59925	-48,516222	3,97138	47,6	13,771383	8	11
09:23:33	-27,599137	-48,516185	3,605412	47,9	15,200753	6	11
09:23:34	-27,599015	-48,516149	3,208064	48,8	14,810584	8	11
09:23:35	-27,598893	-48,51612	2,909182	49,3	11,884815	8	11
09:23:36	-27,59877	-48,516087	2,411662	50,7	13,182311	8	12
09:23:37	-27,598646	-48,516053	1,963208	51,5	13,119625	12	12
09:23:38	-27,598521	-48,516018	1,96214	54,5	12,448552	6	12
09:23:39	-27,598399	-48,515984	2,117403	50,7	12,757757	6	12
09:23:40	-27,598268	-48,515953	2,54046	52,1	12,083625	6	11
09:23:41	-27,598135	-48,515921	3,031169	52,0	12,231547	6	11
09:23:42	-27,598002	-48,515889	3,584389	52,7	12,979105	6	11
09:23:43	-27,597864	-48,515854	4,194229	52,7	12,204454	6	11
09:23:44	-27,597725	-48,515814	4,842993	54,7	12,636444	6	11
09:23:45	-27,597581	-48,515774	5,557152	57,0	12,780286	12	11
09:23:46	-27,597436	-48,515737	6,218711	57,9	12,032642	12	11
09:23:47	-27,597292	-48,515694	6,805321	58,1	14,566322	16	11
09:23:48	-27,597146	-48,515658	7,265788	59,8	12,126866	6	11
09:23:49	-27,597002	-48,515623	7,541952	59,6	12,629691	8	11
09:23:50	-27,59686	-48,515588	7,662516	58,7	12,853153	8	11
09:23:51	-27,596717	-48,515553	7,480818	58,7	12,277037	8	11
09:23:52	-27,596575	-48,51552	6,923379	57,7	12,914216	8	11
09:23:53	-27,596435	-48,515487	6,185742	57,7	12,519476	6	11
09:23:54	-27,596293	-48,515454	5,367662	58,0	11,891387	8	11
09:23:55	-27,596149	-48,51542	4,57114	59,8	12,240012	8	11
09:23:56	-27,595999	-48,515385	3,995813	60,4	12,215755	8	11
09:23:57	-27,595852	-48,51535	3,517387	59,3	11,790802	8	12
09:23:58	-27,595705	-48,515316	3,246059	59,7	12,355075	12	12
09:23:59	-27,595561	-48,515281	3,086268	58,6	12,966076	12	12
09:24:00	-27,595416	-48,515245	2,940554	59,0	12,996657	6	12
09:24:01	-27,59527	-48,515209	2,755928	57,7	12,070747	6	12
09:24:02	-27,595127	-48,515173	2,497865	56,7	12,593431	6	11
09:24:03	-27,594984	-48,515134	2,225613	57,5	13,315777	6	9
09:24:04	-27,594842	-48,5151	1,926053	56,5	12,218241	6	11
09:24:05	-27,594712	-48,515065	1,558831	51,6	13,230771	8	11
09:24:06	-27,594593	-48,515036	1,131827	46,5	12,093104	8	11
09:24:07	-27,594491	-48,515011	0,628444	41,7	12,243213	8	12
09:24:08	-27,594401	-48,514989	0,030290	37,4	12,193245	8	12
09:24:09	-27,594321	-48,514969	-0,468506	32,3	12,571025	6	12
09:24:10	-27,594253	-48,514954	-0,760164	25,4	10,84297	12	12
09:24:11	-27,594204	-48,514945	-0,956921	19,0	9,598802	8	12
09:24:12	-27,594168	-48,514945	-0,951591	13,0	359,985229	8	12
09:24:13	-27,594144	-48,514943	-0,916175	5,8	0,409836	16	10
09:24:14	-27,594144	-48,514943	-0,911546	0,0	0,409836	8	11

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:24:15	-27,594144	-48,514943	-0.908157	0,0	0.409836	8	10
09:24:16	-27,594144	-48,514943	-0.904759	0,0	0.409836	8	10
09:24:17	-27,594144	-48,514943	-0.902344	0,0	0.409836	8	9
09:24:18	-27,594144	-48,514943	-0.899758	0,0	0.409836	16	10
09:24:19	-27,594144	-48,514943	-0.893657	0,0	0.409836	16	10
09:24:20	-27,594144	-48,514943	-0.880233	0,0	0.409836	16	10
09:24:21	-27,594144	-48,514943	-0.861156	0,0	0.409836	16	10
09:24:22	-27,594144	-48,514943	-0.836043	0,0	0.409836	12	10
09:24:23	-27,594144	-48,514943	-0.800922	0,0	0.409836	12	10
09:24:24	-27,594144	-48,514943	-0.765732	0,0	0.409836	12	10
09:24:25	-27,594144	-48,514943	-0.732567	0,0	0.409836	12	10
09:24:26	-27,594144	-48,514943	-0.700251	0,0	0.409836	12	11
09:24:27	-27,594144	-48,514943	-0.670548	0,0	0.409836	12	11
09:24:28	-27,594144	-48,514943	-0.643418	0,0	0.409836	12	11
09:24:29	-27,594144	-48,514943	-0.617761	0,0	0.409836	6	11
09:24:30	-27,594144	-48,514943	-0.590727	0,0	0.409836	8	11
09:24:31	-27,594144	-48,514943	-0.562262	0,0	0.409836	8	11
09:24:32	-27,594144	-48,514943	-0.531681	0,0	0.409836	16	10
09:24:33	-27,594144	-48,514943	-0.500014	0,0	0.409836	16	10
09:24:34	-27,594144	-48,514943	-0.467590	0,0	0.409836	16	10
09:24:35	-27,594144	-48,514943	-0.435160	0,0	0.409836	12	10
09:24:36	-27,594144	-48,514943	-0.402907	0,0	0.409836	8	10
09:24:37	-27,594144	-48,514943	-0.366726	0,0	0.409836	6	10
09:24:38	-27,594144	-48,514943	-0.331805	0,0	0.409836	8	11
09:24:39	-27,594144	-48,514943	-0.299175	0,0	0.409836	8	11
09:24:40	-27,594144	-48,514943	-0.268128	0,0	0.409836	8	11
09:24:41	-27,594144	-48,514943	-0.238716	0,0	0.409836	8	11
09:24:42	-27,594144	-48,514943	-0.213418	0,0	0.409836	6	11
09:24:43	-27,594144	-48,514943	-0.191663	0,0	0.409836	8	11
09:24:44	-27,594144	-48,514943	-0.174664	0,0	0.409836	6	11
09:24:45	-27,594144	-48,514943	-0.159654	0,0	0.409836	6	11
09:24:46	-27,594144	-48,514943	-0.147352	0,0	0.409836	6	11
09:24:47	-27,594144	-48,514943	-0.136323	0,0	0.409836	6	11
09:24:48	-27,594144	-48,514943	-0.124265	0,0	0.409836	12	10
09:24:49	-27,594144	-48,514943	-0.110962	0,0	0.409836	12	10
09:24:50	-27,594144	-48,514943	-0.095361	0,0	0.409836	8	10
09:24:51	-27,594144	-48,514943	-0.076887	0,0	0.409836	6	10
09:24:52	-27,594144	-48,514943	-0.057500	0,0	0.409836	6	10
09:24:53	-27,594144	-48,514943	-0.038634	0,0	0.409836	6	10
09:24:54	-27,594144	-48,514943	-0.019720	0,0	0.409836	6	10
09:24:55	-27,594144	-48,514943	-0.001843	0,0	0.409836	6	10
09:24:56	-27,594144	-48,514943	0.014120	0,0	0.409836	6	10
09:24:57	-27,594144	-48,514943	0.027081	0,0	0.409836	6	10
09:24:58	-27,594144	-48,514943	0.037219	0,0	0.409836	6	10
09:24:59	-27,594144	-48,514943	0.049361	0,0	0.409836	6	10
09:25:00	-27,594144	-48,514943	0.063817	0,0	0.409836	12	10
09:25:01	-27,594144	-48,514943	0.081182	0,0	0.409836	12	10
09:25:02	-27,594144	-48,514943	0.099637	0,0	0.409836	12	10
09:25:03	-27,594144	-48,514943	0.118478	0,0	0.409836	16	10
09:25:04	-27,594144	-48,514943	0.133332	0,0	0.409836	8	10
09:25:05	-27,594144	-48,514943	0.146936	0,0	0.409836	6	10
09:25:06	-27,594144	-48,514943	0.159513	0,0	0.409836	8	10
09:25:07	-27,594144	-48,514943	0.171270	0,0	0.409836	6	10
09:25:08	-27,594144	-48,514943	0.179313	0,0	0.409836	6	10
09:25:09	-27,594144	-48,514943	0.182146	0,0	0.409836	6	10
09:25:10	-27,594144	-48,514943	0.184100	0,0	0.409836	6	11
09:25:11	-27,594144	-48,514943	0.183545	0,0	0.409836	6	11
09:25:12	-27,594144	-48,514943	0.181975	0,0	0.409836	6	11
09:25:13	-27,594144	-48,514943	0.183249	0,0	0.409836	6	11
09:25:14	-27,594144	-48,514943	0.185218	0,0	0.409836	8	11
09:25:15	-27,594144	-48,514943	0.236016	0,0	0.409836	16	11
09:25:16	-27,594069	-48,514948	0.339975	11,3	8,97779	16	11
09:25:17	-27,594029	-48,514947	0.472304	13,3	7,712112	12	11
09:25:18	-27,593982	-48,514942	1,923981	16,9	6,97492	12	11
09:25:19	-27,593928	-48,514938	3,291803	20,9	6,204429	8	12
09:25:20	-27,593877	-48,514935	4,365195	19,9	5,511637	8	12
09:25:21	-27,593825	-48,514932	5,521688	20,9	5,95629	8	12
09:25:22	-27,593767	-48,514923	5,558485	24,6	7,70075	8	12
09:25:23	-27,593706	-48,51492	5,113969	26,5	3,26807	8	12
09:25:24	-27,593646	-48,514915	4,523327	26,7	3,235593	8	12
09:25:25	-27,593578	-48,514908	4,176743	28,4	3,482668	8	12
09:25:26	-27,593519	-48,514903	4,003699	28,4	3,162971	8	11
09:25:28	-27,59339	-48,514898	3,447565	28,4	0,330957	12	10
09:25:29	-27,593322	-48,514899	3,263428	28,0	359,710205	12	11
09:25:30	-27,593265	-48,5149	3,273095	23,9	358,635132	12	12
09:25:31	-27,593208	-48,514902	3,285608	23,9	359,788452	12	12
09:25:32	-27,593153	-48,514902	3,397688	23,0	359,601379	16	12
09:25:35	-27,592949	-48,514934	2,440515	31,8	350,759369	16	10
09:25:37	-27,592783	-48,514951	2,236753	32,2	354,981079	16	11
09:25:38	-27,592697	-48,514965	2,103398	31,3	350,663696	16	8
09:25:39	-27,592606	-48,514976	1,976524	33,5	352,490204	16	11
09:25:40	-27,592515	-48,514983	1,868106	35,1	353,346497	16	11
09:25:41	-27,592427	-48,514993	1,789972	35,1	348,271729	16	11
09:25:42	-27,592342	-48,515008	1,800491	34,3	350,194824	16	11
09:25:43	-27,592254	-48,515025	1,712002	36,1	348,08902	16	11
09:25:44	-27,592165	-48,515044	1,47753	36,1	344,398407	16	10
09:25:46	-27,591968	-48,515089	1,745209	40,6	347,565369	16	9
09:25:51	-27,591462	-48,515231	3,412258	42,8	340,759216	16	11
09:25:52	-27,591383	-48,515262	3,713026	34,0	341,335876	16	12
09:25:53	-27,591311	-48,515295	3,926223	32,1	337,657104	16	12
09:25:54	-27,59124	-48,515329	3,985704	32,6	338,183289	16	12
09:25:55	-27,591181	-48,515358	4,105813	30,5	338,280212	12	12
09:25:56	-27,591126	-48,515385	4,141708	27,8	337,442169	12	12
09:26:00	-27,590964	-48,515469	4,352011	0,0	335,0755	16	8
09:26:01	-27,590941	-48,515483	4,365564	13,9	324,22226	16	8
09:26:04	-27,590954	-48,515475	4,366698	0,0	324,22226	16	10
09:26:05	-27,590954	-48,515475	4,364015	0,0	324,22226	16	10
09:26:06	-27,590954	-48,515475	4,360871	0,0	324,22226	12	11
09:26:07	-27,590954	-48,515475	4,357323	0,0	324,22226	12	11
09:26:08	-27,590954	-48,515475	4,353919	0,0	324,22226	12	11
09:26:09	-27,590954	-48,515475	4,34981	0,0	324,22226	12	10

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:26:10	-27,590954	-48,515475	4,344964	0,0	324,22226	8	10
09:26:13	-27,590987	-48,515453	4,272804	0,0	330,280304	12	9
09:26:14	-27,590972	-48,515462	4,203361	0,0	330,572632	12	10
09:26:15	-27,590955	-48,515474	4,132265	0,0	327,827637	12	10
09:26:16	-27,590927	-48,515487	3,394529	15,0	332,538452	12	10
09:26:17	-27,59089	-48,515511	2,791012	21,0	328,118195	8	10
09:26:18	-27,590843	-48,515546	2,269703	24,0	325,632416	8	10
09:26:19	-27,590797	-48,51558	1,883952	22,5	325,516052	8	10
09:26:20	-27,590759	-48,515608	1,568666	21,5	323,751801	12	10
09:26:21	-27,590719	-48,515634	1,279961	23,9	327,33017	12	11
09:26:22	-27,590676	-48,515664	1,106726	24,0	325,153809	12	11
09:26:23	-27,590632	-48,515696	1,142238	22,3	324,320282	16	11
09:26:24	-27,590579	-48,515738	1,220892	22,3	320,09079	16	12
09:26:25	-27,590527	-48,515784	1,557898	24,1	321,712158	16	12
09:26:26	-27,590463	-48,515843	1,878483	27,6	318,623291	8	10
09:26:27	-27,590396	-48,515911	2,212147	32,4	316,141205	8	10
09:26:28	-27,590323	-48,515976	2,516872	32,4	317,358612	12	9
09:26:29	-27,590251	-48,51602	2,786921	28,7	323,219116	12	7
09:26:30	-27,590183	-48,51605	3,237748	24,9	327,791321	12	10
09:26:31	-27,590126	-48,516078	3,689636	22,0	324,68631	12	11
09:26:32	-27,590072	-48,516114	4,029022	22,0	323,489044	12	12
09:26:33	-27,590022	-48,516148	4,517702	21,5	325,946869	12	13
09:26:34	-27,589988	-48,516172	4,537013	13,8	325,748322	12	13
09:26:35	-27,58996	-48,516191	4,550553	11,6	328,913055	12	13
09:26:36	-27,589944	-48,516207	4,535559	10,6	312,883698	12	13
09:26:37	-27,589931	-48,516215	4,523362	6,8	316,445282	12	12
09:26:38	-27,589923	-48,516219	4,515186	4,4	317,830414	12	11
09:26:39	-27,589913	-48,516221	4,539515	4,9	332,622894	12	11
09:26:40	-27,589906	-48,516217	4,543188	0,0	332,622894	12	11
09:26:41	-27,589906	-48,516217	4,546545	0,0	332,622894	16	10
09:26:42	-27,589906	-48,516217	4,544257	0,0	332,622894	16	10
09:26:43	-27,589906	-48,516217	4,540673	0,0	332,622894	16	10
09:26:44	-27,589906	-48,516217	4,539666	0,0	332,622894	16	11
09:26:45	-27,589906	-48,516217	4,537246	0,0	332,622894	16	11
09:26:46	-27,589906	-48,516217	4,534223	0,0	332,622894	16	10
09:26:47	-27,589906	-48,516217	4,533584	0,0	332,622894	12	10
09:26:48	-27,589906	-48,516217	4,534692	0,0	332,622894	12	10
09:26:49	-27,589906	-48,516217	4,53595	0,0	332,622894	12	10
09:26:50	-27,589906	-48,516217	4,538301	0,0	332,622894	12	10
09:26:51	-27,589906	-48,516217	4,541641	0,0	332,622894	8	9
09:26:52	-27,589906	-48,516217	4,544313	0,0	332,622894	8	9
09:26:53	-27,589906	-48,516217	4,54713	0,0	332,622894	12	9
09:26:54	-27,589906	-48,516217	4,550048	0,0	332,622894	12	9
09:26:55	-27,589906	-48,516217	4,552162	0,0	332,622894	12	9
09:26:56	-27,589906	-48,516217	4,555105	0,0	332,622894	8	9
09:26:57	-27,589905	-48,516215	4,557934	0,0	332,622894	12	9
09:26:58	-27,589904	-48,516213	4,559899	0,0	332,622894	16	9
09:26:59	-27,589904	-48,516213	4,561833	0,0	332,622894	16	8
09:27:00	-27,589904	-48,516213	4,563077	0,0	332,622894	16	8
09:27:01	-27,589904	-48,516213	4,565333	0,0	332,622894	12	8
09:27:02	-27,589904	-48,516213	4,565563	0,0	332,622894	12	8
09:27:05	-27,589904	-48,516213	4,559816	0,0	332,622894	16	8
09:27:06	-27,589904	-48,516213	4,559608	0,0	332,622894	16	9
09:27:07	-27,589904	-48,516213	4,561228	0,0	332,622894	16	10
09:27:08	-27,589904	-48,516213	4,563699	0,0	332,622894	16	9
09:27:09	-27,589904	-48,516213	4,566586	0,0	332,622894	16	10
09:27:10	-27,589904	-48,516213	4,570695	0,0	332,622894	16	10
09:27:11	-27,589904	-48,516213	4,574544	0,0	332,622894	16	10
09:27:12	-27,589904	-48,516213	4,57851	0,0	332,622894	16	11
09:27:13	-27,589904	-48,516213	4,581987	0,0	332,622894	16	11
09:27:14	-27,589904	-48,516213	4,586148	0,0	332,622894	12	11
09:27:15	-27,589904	-48,516213	4,586999	0,0	332,622894	16	11
09:27:16	-27,589904	-48,516213	4,58881	0,0	332,622894	16	11
09:27:17	-27,589904	-48,516213	4,589228	0,0	332,622894	12	11
09:27:18	-27,589904	-48,516213	4,590024	0,0	332,622894	16	11
09:27:19	-27,589904	-48,516213	4,591473	0,0	332,622894	16	11
09:27:20	-27,589904	-48,516213	4,616532	0,5	320,571411	16	11
09:27:21	-27,589901	-48,516215	4,662245	0,0	320,805481	16	11
09:27:22	-27,589876	-48,516236	4,706127	12,3	321,654968	16	11
09:27:23	-27,589849	-48,516259	4,73825	12,9	322,380859	8	11
09:27:24	-27,589817	-48,516286	4,771361	13,9	322,734314	8	11
09:27:25	-27,589776	-48,516322	5,161655	18,0	320,97702	8	11
09:27:26	-27,589728	-48,516365	5,557997	23,1	319,854828	8	10
09:27:27	-27,589681	-48,516407	6,005546	22,7	319,42038	8	10
09:27:28	-27,589629	-48,516454	6,579262	25,2	319,519073	12	10
09:27:29	-27,589577	-48,516503	7,019537	26,8	318,438293	6	10
09:27:30	-27,589517	-48,516564	7,282116	32,9	317,328247	8	11
09:27:31	-27,589452	-48,516632	7,434537	32,9	316,800842	12	11
09:27:32	-27,589383	-48,516703	7,079952	35,9	317,16748	16	10
09:27:33	-27,589316	-48,516782	6,933491	38,5	314,341339	16	8
09:27:34	-27,589244	-48,516869	6,744421	42,1	313,808258	12	9
09:27:35	-27,589167	-48,516971	6,543093	46,6	312,878113	12	10
09:27:36	-27,589091	-48,517078	6,376163	46,4	310,266449	12	11
09:27:37	-27,589003	-48,517199	5,987618	46,4	311,730286	12	11
09:27:38	-27,588917	-48,517312	5,706577	45,9	313,060883	12	11
09:27:39	-27,588832	-48,517426	5,7822	48,0	310,913147	12	11
09:27:40	-27,588742	-48,517545	6,051846	52,9	311,519318	16	11
09:27:41	-27,588654	-48,51766	6,514545	52,9	311,255524	16	11
09:27:42	-27,58856	-48,517777	6,644195	57,1	311,428284	12	11
09:27:43	-27,588464	-48,517891	6,915536	59,0	312,410217	12	11
09:27:44	-27,588363	-48,518016	7,029875	61,6	311,777222	12	11
09:27:45	-27,588259	-48,518144	7,049823	63,6	311,751251	12	11
09:27:46	-27,58816	-48,518266	7,102982	61,6	313,3526	8	11
09:27:47	-27,588063	-48,518386	6,909834	61,2	312,036469	8	11
09:27:48	-27,587966	-48,518511	6,720427	62,7	311,478882	8	11
09:27:49	-27,587864	-48,518641	6,555288	63,5	311,115387	8	12
09:27:50	-27,587762	-48,518776	6,386885	65,5	311,722229	12	12
09:27:51	-27,587659	-48,518915	6,264538	65,2	311,903229	8	11
09:27:52	-27,587555	-48,519054	6,124724	66,0	311,824707	12	11
09:27:53	-27,587448	-48,519194	6,004472	65,9	312,04422	12	12
09:27:54	-27,587337	-48,519333	5,968894	64,3	311,142822	12	12

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:27:55	-27,587224	-48,519469	5,838058	64,3	311,873077	12	11
09:27:57	-27,587009	-48,51973	5,827242	61,0	312,273529	8	11
09:27:58	-27,586907	-48,519863	5,775687	62,2	310,867065	12	11
09:27:59	-27,58681	-48,519985	5,631056	58,7	312,036224	12	11
09:28:00	-27,586711	-48,5201	5,607458	59,1	314,515991	8	11
09:28:01	-27,58662	-48,520207	5,543112	55,6	314,778107	8	11
09:28:02	-27,586527	-48,520308	5,585482	51,5	316,195435	8	11
09:28:03	-27,586444	-48,520396	5,590191	45,4	315,856384	8	11
09:28:04	-27,586367	-48,520484	5,618497	41,5	314,836212	8	11
09:28:05	-27,586299	-48,520574	5,555645	37,8	310,076782	8	12
09:28:06	-27,586242	-48,520651	5,549341	31,5	310,063568	8	12
09:28:07	-27,586188	-48,52071	5,362852	27,8	316,743042	8	12
09:28:08	-27,586136	-48,520761	5,175844	26,5	319,149109	12	12
09:28:09	-27,586094	-48,520801	5,3083	24,8	321,022705	8	12
09:28:10	-27,586053	-48,520838	5,356049	23,8	322,029999	8	11
09:28:11	-27,586013	-48,520876	5,423055	23,8	321,276001	12	11
09:28:12	-27,585966	-48,520918	5,512206	23,4	322,409912	16	10
09:28:14	-27,585878	-48,521001	5,49837	19,2	322,562134	12	10
09:28:15	-27,585842	-48,521029	5,385837	16,1	325,656952	12	11
09:28:16	-27,585814	-48,521052	5,378276	12,9	323,440643	12	11
09:28:17	-27,585794	-48,52107	5,350907	9,2	322,75943	12	10
09:28:18	-27,585783	-48,521079	5,31841	4,6	323,73172	12	11
09:28:19	-27,585774	-48,521086	5,284401	0,6	324,355499	12	11
09:28:20	-27,585774	-48,521086	5,281468	0,0	324,355499	12	11
09:28:21	-27,585774	-48,521086	5,277721	0,0	324,355499	12	11
09:28:22	-27,585774	-48,521086	5,274738	0,0	324,355499	8	11
09:28:23	-27,585774	-48,521086	5,269306	0,0	324,355499	8	11
09:28:24	-27,585774	-48,521086	5,266577	0,0	324,355499	16	11
09:28:25	-27,585774	-48,521086	5,264999	0,0	324,355499	12	11
09:28:26	-27,585774	-48,521086	5,263273	0,0	324,355499	12	8
09:28:27	-27,585774	-48,521086	5,26081	0,0	324,355499	12	9
09:28:28	-27,585774	-48,521086	5,257949	0,0	324,355499	8	11
09:28:29	-27,585774	-48,521086	5,254977	0,0	324,355499	12	12
09:28:30	-27,585774	-48,521086	5,250852	0,0	324,355499	16	12
09:28:31	-27,585774	-48,521086	5,245547	0,0	324,355499	16	12
09:28:32	-27,585773	-48,521086	5,239391	0,0	324,355499	16	11
09:28:33	-27,585773	-48,521086	5,233358	0,0	324,355499	16	12
09:28:34	-27,585773	-48,521086	5,227109	0,0	324,355499	12	12
09:28:35	-27,585773	-48,521086	5,221188	0,0	324,355499	8	12
09:28:36	-27,585773	-48,521086	5,215024	0,0	324,355499	8	12
09:28:37	-27,585773	-48,521086	5,208586	0,0	324,355499	8	12
09:28:38	-27,585773	-48,521086	5,20223	0,0	324,355499	4	12
09:28:39	-27,585773	-48,521086	5,197609	0,0	324,355499	12	12
09:28:40	-27,585773	-48,521086	5,194282	0,0	324,355499	12	11
09:28:42	-27,585773	-48,521086	5,187908	0,0	324,355499	8	10
09:28:43	-27,585773	-48,521086	5,184345	0,0	324,355499	8	10
09:28:44	-27,585773	-48,521086	5,181845	0,0	324,355499	12	10
09:28:45	-27,585773	-48,521086	5,179915	0,0	324,355499	12	9
09:28:46	-27,585773	-48,521086	5,178276	0,0	324,355499	12	10
09:28:47	-27,585773	-48,521086	5,175468	0,0	324,355499	12	10
09:28:48	-27,585773	-48,521086	5,171402	0,0	324,355499	8	11
09:28:49	-27,585773	-48,521086	5,166405	0,0	324,355499	12	11
09:28:50	-27,585773	-48,521086	5,161246	0,0	324,355499	12	11
09:28:51	-27,585773	-48,521086	5,155671	0,0	324,355499	12	10
09:28:56	-27,585773	-48,521086	5,132847	0,0	324,355499	12	9
09:28:57	-27,585773	-48,521086	5,131756	0,0	324,355499	12	9
09:28:58	-27,585773	-48,521086	5,13186	0,0	324,355499	12	9
09:28:59	-27,585773	-48,521086	5,131211	0,0	324,355499	12	10
09:29:00	-27,585773	-48,521086	5,129116	0,0	324,355499	12	11
09:29:01	-27,585773	-48,521086	5,127217	0,0	324,355499	12	11
09:29:02	-27,585773	-48,521086	5,125661	0,0	324,355499	8	10
09:29:03	-27,585773	-48,521086	5,123255	0,0	324,355499	8	11
09:29:04	-27,585773	-48,521086	5,120631	0,0	324,355499	12	11
09:29:05	-27,585773	-48,521086	5,1175	0,0	324,355499	12	11
09:29:06	-27,585773	-48,521086	5,114134	0,0	324,355499	12	11
09:29:07	-27,585773	-48,521086	5,113511	0,0	324,355499	16	11
09:29:08	-27,585773	-48,521086	5,113797	0,0	324,355499	16	9
09:29:09	-27,585773	-48,521086	5,114173	0,0	324,355499	16	10
09:29:10	-27,585773	-48,521086	5,114896	0,0	324,355499	16	10
09:29:11	-27,585773	-48,521086	5,116004	0,0	324,355499	16	10
09:29:12	-27,585773	-48,521086	5,117312	0,0	324,355499	16	10
09:29:13	-27,585773	-48,521086	5,118041	0,0	324,355499	16	10
09:29:14	-27,585773	-48,521086	5,116669	0,0	324,355499	12	10
09:29:15	-27,585773	-48,521086	5,114589	0,0	324,355499	8	10
09:29:16	-27,585773	-48,521086	5,111556	0,0	324,355499	16	10
09:29:17	-27,585773	-48,521086	5,107033	0,0	324,355499	16	10
09:29:18	-27,585773	-48,521086	5,103225	0,0	324,355499	16	10
09:29:19	-27,585773	-48,521086	5,100495	0,0	324,355499	8	10
09:29:20	-27,585773	-48,521086	5,098486	0,0	324,355499	16	10
09:29:21	-27,585773	-48,521086	5,095688	0,0	324,355499	16	9
09:29:22	-27,585773	-48,521086	5,091878	0,0	324,355499	16	9
09:29:25	-27,585773	-48,521086	5,081464	0,0	324,355499	16	9
09:29:26	-27,585773	-48,521086	5,077173	0,0	324,355499	16	9
09:29:27	-27,585773	-48,521086	5,070891	0,0	324,355499	16	11
09:29:28	-27,585773	-48,521086	5,063184	0,0	324,355499	16	11
09:29:29	-27,585773	-48,521086	5,054704	0,0	324,355499	12	11
09:29:30	-27,585773	-48,521086	5,046253	0,0	324,355499	8	11
09:29:31	-27,585773	-48,521086	5,038004	0,0	324,355499	8	11
09:29:32	-27,585773	-48,521086	5,030348	0,0	324,355499	8	11
09:29:33	-27,585773	-48,521086	5,022695	0,0	324,355499	8	11
09:29:34	-27,585773	-48,521086	5,015281	0,0	324,355499	12	11
09:29:35	-27,585779	-48,521081	5,007337	0,0	324,355499	16	11
09:29:36	-27,585779	-48,521081	4,998601	0,0	324,355499	16	11
09:29:37	-27,585779	-48,521081	4,866967	0,0	324,355499	8	11
09:29:38	-27,585761	-48,521095	4,740935	14,1	323,557892	16	11
09:29:39	-27,585718	-48,521128	3,4707	21,0	324,564209	16	11
09:29:40	-27,585673	-48,521161	2,63308	21,0	324,283569	16	11
09:29:41	-27,585628	-48,521217	2,448477	25,9	316,325195	16	12
09:29:42	-27,585599	-48,521305	1,858901	29,2	289,873291	12	11
09:29:43	-27,585574	-48,521402	1,04505	32,4	286,434784	12	12
09:29:44	-27,585573	-48,521509	0,277896	34,5	268,423035	12	11

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

Hora	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Velocidade (km/h)	Azimute (°)	Precisão (m)	Nº de satélites
09:29:45	-27,585573	-48,521609	-0.188060	33,4	268,746887	12	13
09:29:46	-27,585569	-48,521706	0.001876	32,4	267,578979	16	13
09:29:47	-27,585565	-48,521798	-0.000677	30,9	267,179901	8	13
09:29:48	-27,585563	-48,521884	0.030513	29,7	267,68103	8	13
09:29:49	-27,585559	-48,521968	0.314408	28,0	268,907623	8	13
09:29:50	-27,585556	-48,522047	0.109429	23,2	271,047668	8	13
09:29:51	-27,585552	-48,522105	-0.658908	16,4	273,924805	8	13
09:29:52	-27,585546	-48,522149	-0.759818	12,9	277,778473	8	13
09:29:53	-27,585541	-48,522165	-0.831675	9,8	278,69751	12	13
09:29:54	-27,585535	-48,522172	-0.880380	0,0	291,286438	16	12
09:29:55	-27,585535	-48,522172	-0.953689	0,0	291,286438	16	12
09:29:56	-27,585536	-48,522192	-1,034745	12,9	282,716919	16	12
09:29:57	-27,585531	-48,522235	-1,204619	12,6	281,876038	16	12
09:30:01	-27,585463	-48,522461	-5,15491	18,7	290,464966	12	11
09:30:02	-27,585428	-48,522514	-5,320181	19,2	303,929504	12	11
09:30:03	-27,585386	-48,522573	-5,133632	21,6	306,465088	12	11
09:30:04	-27,585334	-48,522632	-4,406006	25,1	310,251495	8	11
09:30:05	-27,58527	-48,522678	-3,078935	27,1	323,983185	8	11
09:30:06	-27,585203	-48,522725	-1,744526	30,6	326,738739	8	11
09:30:07	-27,585132	-48,522767	-0.816325	29,8	330,019318	8	11
09:30:08	-27,585063	-48,522802	-0.036721	27,8	333,014587	6	11
09:30:09	-27,584998	-48,522829	0.619552	26,3	335,65863	6	11
09:30:10	-27,584939	-48,522838	1,391218	23,2	348,362854	6	11
09:30:11	-27,584887	-48,52283	2,350237	22,1	6,087253	6	11
09:30:12	-27,584835	-48,52281	3,330051	21,5	18,881245	6	11
09:30:13	-27,584782	-48,522786	3,989392	22,0	21,860456	6	12
09:30:14	-27,58473	-48,522757	4,387712	21,1	24,172726	6	14
09:30:15	-27,584684	-48,522731	4,585919	18,3	24,985653	6	13
09:30:16	-27,584641	-48,52271	4,403107	18,9	21,126274	6	13
09:30:17	-27,584603	-48,522707	3,950414	17,0	1,666885	6	13
09:30:18	-27,584567	-48,522704	3,611588	15,1	358,948029	6	13
09:30:19	-27,584523	-48,522713	3,145784	17,6	347,850311	6	13
09:30:20	-27,584487	-48,522721	3,093968	13,6	346,308472	16	12
09:30:21	-27,58446	-48,522728	3,020755	10,0	345,863495	16	11
09:30:22	-27,58445	-48,522732	2,919244	4,1	345,777771	8	10
09:30:23	-27,58445	-48,522732	2,906713	0,0	345,777771	12	9

Fonte: Autor por meio do aplicativo para *Android GPS Logger*

## D SCRIPT EM PYTHON PARA A REALIZAÇÃO DAS REPLICAÇÕES

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2
3 # =====
4 # =====
5
6 # Alexandre Hering Coelho
7 # Abril de 2016
8
9 # =====
10 # =====
11
12 # imports dos modulos de python puro
13 import sys
14 import os
15 import datetime
16 import time
17 import math
18 import sqlite3 as lite
19
20 # imports de outros modulos necessarios para o funcionamento do Aimsun
    via script
21 sys.path.append("C:\\Python27\\Lib")
22 sys.path.append("C:\\Python27\\Lib\\site-packages")
23
24 # imports obrigatorios do Aimsun
25 from PyANGBasic import *
26 from PyANGKernel import *
27 from PyANGConsole import *
28 from PyANGAimsun import *
29
30 # =====
31 # =====
32
33 # Variaveis
34
35 demanda_id = 619

```



```
36 average_id = 625
37 tp_line_id = 1318
38
39 ano_ini = 2016
40 ano_fim = 2036
41
42 diretorio_TCC = "F:"
43
44 aimsun_file = "%s\\aimsun\\TCCAimsun.ang" % diretorio_TCC
45
46 output_PT_file = "%s\\outputs\\output_PT.csv" % diretorio_TCC
47 output_SYS_file = "%s\\outputs\\output_SYS.csv" % diretorio_TCC
48 output_EMIS_file = "%s\\outputs\\output_EMIS.csv" % diretorio_TCC
49
50 # =====
51 # =====
52
53 sqlite_file = aimsun_file[ 0: len( aimsun_file ) - 3 ] + "sqlite"
54
55 out_PT = open( output_PT_file, "w" )
56 out_SYS = open( output_SYS_file, "w" )
57 out_EMIS = open( output_EMIS_file, "w" )
58
59 out_PT.write( "ano,ttime\n" )
60 out_SYS.write( "ano,dtime,ttime,qmean,stime,nstops,fuelc\n" )
61 out_EMIS.write( "ano,co2,nox,voc\n" )
62
63 start_time = datetime.datetime.now() # registrando o momento do inicio
        do processamento
64
65 console = ANGConsole()
66
67 if console.open( aimsun_file ):
68
69     plugin = GKSystem.getSystem().getPlugin( "GGetram" )
70     model = console.getModel()
71
72     average = model.getCatalog().find( average_id )
73     replications = average.getReplications() # lista de replicacoes
```

```
74
75     demanda = model.getCatalog().find( demanda_id )
76     itens_de_demanda = demanda.getSchedule() # lista de itens (
77         estados de trafego) no objeto de demanda
78
79     for ano in range( ano_ini, ano_fim + 1 ):
80
81         # esses "fatores" sao os proprios multiplicadores da
82         demanda
83
84         fator_carro = ( 100.0 / 264256.0 ) * ( 10309.7824 * (
85             float (ano) ) - 20501696.3429 )
86
87         fator_onibus = ( 100.0 / 2062.0 ) * ( 81,3186 * ( float
88             (ano) ) - 161717,4286 )
89
90         fator_caminhao = ( 100.0 / 41047.0 ) * ( 1972,0857 * (
91             float (ano) ) - 3934495,0857 )
92
93     for item in itens_de_demanda:
94         nome_veiculo = item.getTrafficDemandItem().
95             getVehicle().getName()
96
97         if nome_veiculo == "Car":
98             item.setFactor( str( fator_carro ) )
99
100        elif nome_veiculo == "Bus":
101            item.setFactor( str( fator_onibus ) )
102
103        elif nome_veiculo == "Truck":
104            item.setFactor( str( fator_onibus ) )
105
106        else:
107            print "ERRO: tipo de íveculo ão
108                encontrado no modelo"
109
110            sys.exit( 1 )
111
112
113     # Executando as 10 replicacoes
114     average.resetReplications()
115     for replication in replications:
116         simulator = plugin.createSimulator( model )
117         if simulator.isBusy() == False:
118             simulator.addSimulationTask(
119                 GKSimulationTask(replication,
120                     GKReplication.eBatch ) )
```

```
104         print "simulando replicacao %s..." % str
           ( replication.getId() )
105         simu_start_time = datetime.datetime.now
           ()
106         simulator.simulate()
107         print "Tempo de processamento = " + str(
           datetime.datetime.now() -
           simu_start_time )
108     else:
109         print "simulador busy... terminando"
110         sys.exit( 1 )
111
112
113     # media
114     plugin.calculateResult( average )
115
116
117     # acessar os resultados no SQLite na tabela do PTLines
118
119     con = lite.connect( sqlite_file )
120     with con:
121         cur = con.cursor()
122
123         # dados da tabela MITP
124         cur.execute( "SELECT ttime FROM MIPT WHERE did=%
           s AND oid=%s AND sid=0 AND ent=0" % (
           average_id, tp_line_id ) )
125         result = cur.fetchall()
126         ttime = result[0][0]
127         out_PT.write( "%s,%s\n" % ( ano, ttime ) )
128
129         # dados da tabela MISYS
130         cur.execute( "SELECT dtime,ttime,qmean,stime,
           nstops,fuelc FROM MISYS WHERE did=%s AND sid
           =0 AND ent=0" % average_id )
131         result = cur.fetchall()
132         dtime = result[0][0]
133         ttime = result[0][1]
134         qmean = result[0][2]
```

```
135         stime = result[0][3]
136         nstops = result[0][4]
137         fuelc = result[0][5]
138         out_SYS.write( "%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s\n" % ( ano ,
            dtime , ttime , qmean , stime , nstops , fuelc ) )
139
140         # dados da tabela MISYSIEM
141         cur.execute( "SELECT CO2,NOx,VOC FROM MISYSIEM
            WHERE did=%s AND sid=0 AND ent=0" %
            average_id )
142         result = cur.fetchall()
143         co2 = result[0][0]
144         nox = result[0][1]
145         voc = result[0][2]
146         out_EMIS.write( "%s,%s,%s,%s\n" % ( ano , co2 ,
            nox , voc ) )
147
148 out_PT.close()
149 out_SYS.close()
150 out_EMIS.close()
151
152
153 print "Tempo de processamento total = " + str( datetime.datetime.now() -
    start_time )
```