

**Volume V**  
**Simulações microscópicas  
de tráfego**



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Departamento de Automação e Sistemas

Estudo e Proposição de Métodos em Planejamento de  
Transportes Aplicados à Região Metropolitana de  
Florianópolis

Projeto FAPESC 2015TR1929

## EXECUÇÃO



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA**



**OBSERVATÓRIO  
DA MOBILIDADE URBANA  
UFSC**

## INTERVENIENTE



## RECURSOS



Florianópolis, setembro de 2017.



<b>1. Introdução</b>	<b>7</b>
<b>2. Rua Deputado Antônio Edu Vieira</b>	<b>9</b>
2.1 Caracterização e delimitação da área de estudo	9
2.1.1 Características do fluxo de veículos e de pedestres	11
<b>2.2 Dados de modelagem e calibração</b>	<b>12</b>
2.2.1 Dados geométricos	12
2.2.2 Dados de controle	12
2.2.3 Dados de demanda de veículos privados	13
2.2.4 Dados de fluxo de veículos coletivos	15
2.2.5 Dados de travessias de pedestres	15
2.2.6 Dados de velocidade	16
2.2.7 Dados de fluxo de saturação de interseções semaforizadas	19
<b>2.3 Resultados</b>	<b>19</b>
<b>3. Ponte Hercílio Luz</b>	<b>21</b>
3.1 Caracterização e delimitação da área de estudo	21
3.1.1 Características do fluxo de veículos	23
<b>3.2 Dados de modelagem</b>	<b>24</b>
3.2.1 Dados geométricos	24
3.2.2 Dados de controle	24
3.2.3 Dados de demanda de veículos privados	25
3.2.4 Dados de fluxo de veículos coletivos	26
<b>3.3 Resultados</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Análises Futuras</b>	<b>30</b>
<b>Referências</b>	<b>32</b>



---

## 1. Introdução

Os simuladores de tráfego têm por seu objetivo tentar representar a realidade dos eventos que ocorrem no tráfego urbano das cidades. As simulações permitem que sejam testados cenários onde mudanças reais tem um custo elevado e não se sabe da sua real efetividade. Um modelo de tráfego bem modelado e calibrado, pode fornecer indicadores muito próximos da realidade fazendo com que a tomada de decisão seja facilitada.

A partir da premissa de que é necessário planejar antes de executar, propõe-se utilizar um simulador de tráfego para modelar dois projetos importantes que estão em andamento na em Florianópolis. Um deles é a duplicação de Rua Deputado Antônio Edu vieira e a outra é a reabertura da ponte Hercílio Luz. Em ambos os casos a simulação foi executada para tentar prever o comportamento do tráfego nos locais. A relevância desses projetos decorre do papel que desempenham na integração de linhas estruturadoras do transporte público da região metropolitana. Portanto, cabe estudá-los em detalhes para se obter avaliações da capacidade viária para o transporte coletivo que irão ofertar.

A Rua Deputado Antônio Edu Vieira, uma das principais ruas de acesso à Universidade Federal de Santa Catarina de veículos que vem da parte insular de Florianópolis, ao longo dos anos vem sofrendo com congestionamentos diários atualmente sem horário pré-definido, havendo relatos de estudantes que levam mais de 1 hora para percorrer um trecho de 150 metros e quase 2 horas para chegar até o terminal de integração do centro o TICEN dentro de um ônibus. A proposta com a duplicação é que esse tempo de viagem seja reduzido e que as pessoas comecem a optar mais pelo transporte coletivo.

Após seu fechamento por completo há 26 anos a ponte Hercílio Luz na sua reabertura programada para 2018 vem sendo tratada como uma possível solução para os congestionamentos constantes que ocorrem no acesso à Ilha de Florianópolis. Sabe-se hoje que o número de veículos que entram na ilha é muito elevado e que a melhor opção seria a uma migração desses usuários para o transporte coletivo. Com a reabertura da ponte há uma suposição de melhoria nas condições de tráfego atual, mas também o efeito pode ser contrário, a ponte pode passar a ser um incentivo ainda maior para o uso de automóveis. Assim um modelo de simulação de tráfego pode mostrar os impactos no aumento do número de automóveis com a ponte reaberta e também qual o impacto se não fossem permitidos automóveis na ponte, mas somente o transporte coletivo e não-motorizado.

Esse volume está dividido em três capítulos. O Capítulo 1 trata da introdução

da microsimulação e onde ela será aplicada; o Capítulo 2 trata da simulação realizada na Rua Deputado Antônio Edu Vieira e por fim o Capítulo 3 trata da simulação para a reabertura da ponte Hercílio Luz.

---

## 2. Rua Deputado Antônio Edu Vieira

Esta seção apresenta a concepção e formulação de um modelo de microsimulação de tráfego criado para avaliar as mudanças viárias, propostas pelo PLAMUS [1] e projetadas pela PROSUL, na área de entorno ao Campus Reitor João David Ferreira Lima, da UFSC. A simulação tem um maior enfoque na Rua Deputado Antônio Edu Vieira, na qual é prevista uma obra de duplicação.

Para a modelagem e simulação, foi usado o software Aimsun , versão 8.3.1. Classificado como um microsimulador de tráfego, o software permite a simulação veículo por veículo, através dos modelos de entrada de veículos, de seguimento veicular e de troca de faixas.

Dois cenários foram criados para o estudo. (i) Cenário atual, contendo as configurações viárias vigentes e o fluxo de ônibus, veículos e pedestres observado em contagens efetuadas pelo PLAMUS, PROSUL e Observatório da Mobilidade; (ii) Cenário Futuro, abrangendo os mesmos fluxos observados, porém com a configuração viária prevista no projeto de duplicação do trecho. A avaliação é feita através da comparação entre as medidas de eficácia obtidas em cada um dos cenários.

Denota-se que ambos os cenários simulam o período entre 16:00 e 20:00 de um dia comum de semana. Escolhido por contemplar a hora pico das contagens e expandido de modo que os horários de início e fim da simulação fossem de tráfego não saturado, assim permitindo a melhor representação da demanda.

Esta seção limita-se a apresentar apenas as etapas de concepção e modelagem do cenário atual. Tendo em vista que o procedimento para criação do cenário futuro, assim como a avaliação comparativa entre eles, está documentado no relatório final do projeto de pesquisa da FAPESC intitulado “Estudo da integração do transporte coletivo metropolitano da Grande Florianópolis” [2]

O restante desta seção apresenta o seguinte formato; a subseção 3.1 dimensiona e caracteriza a área de estudos. A seguir, a seção 3.2 possui informações gerais e referências dos dados utilizados no modelo, assim como a forma em que esses dados foram inseridos no modelo microscópico de simulação. Na seção 3.3 apresenta-se os resultados obtidos.

### 2.1 Caracterização e delimitação da área de estudo

A área de estudo, representada na Figura 1, está localizada no bairro Trindade, na

cidade de Florianópolis – SC. Possui no total 22 km de vias, sendo grande parte asfaltada. Possui uma altitude mínima de 5 m em relação ao mar e máxima de 28 metros. Conta com aproximadamente 96 interseções entre ruas, sendo que, destas, 6 são semaforizadas.

A Tabela 1 apresenta informações referentes às principais vias circundantes a área de estudo. Analisando-a juntamente com a Figura 1 pode-se observar que as ruas Deputado Antônio Edu Vieira e João Pio Duarte Silva representam um gargalo no sistema viário, pois são vias de baixa capacidade rodeadas por vias com maior capacidade. Além disso, por serem vias coletoras, apresentam também conexão com estacionamentos em lotes, assim como interseções não semaforizadas em nível, o que geram interferências no tráfego, causadas por conversões dos lotes para as vias e das vias para os lotes.

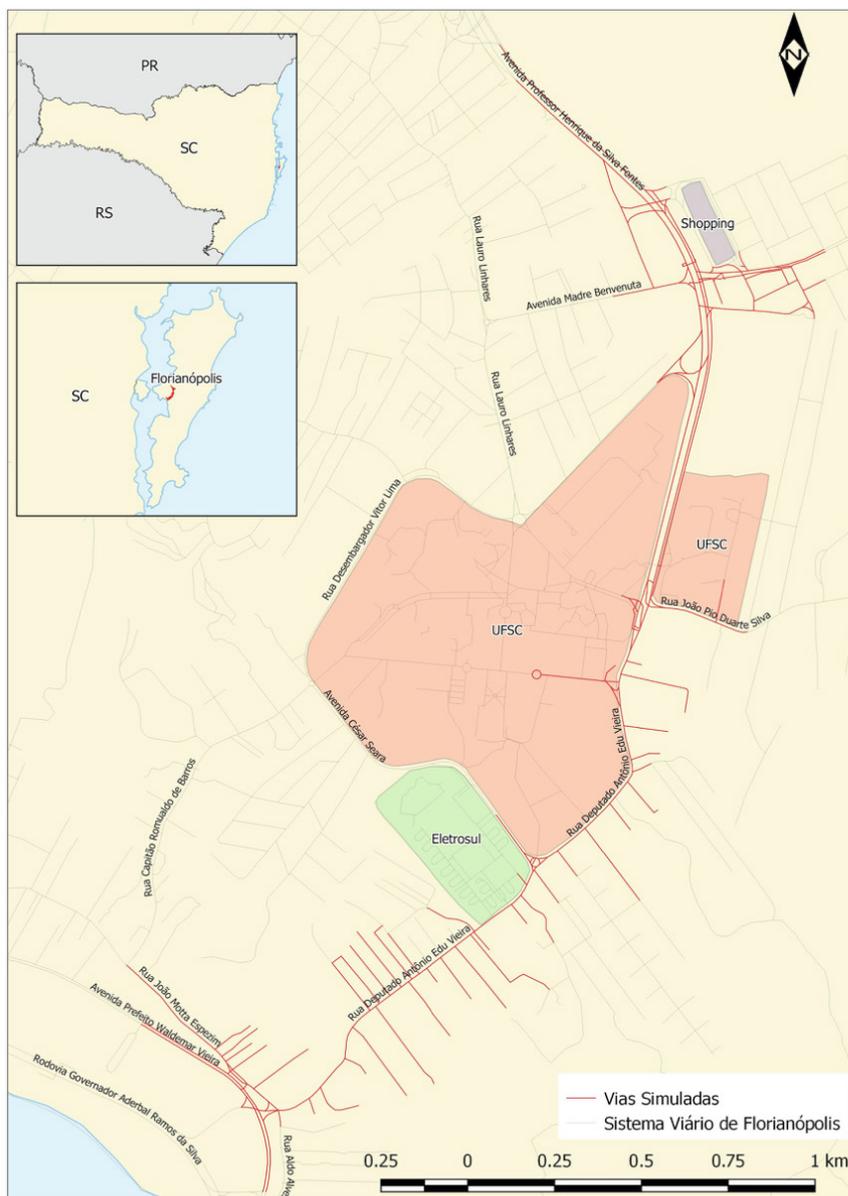


Figura 1. Mapa da área de estudo.

Tabela 1. Dados das vias simuladas.

Nome	N. faixas	Classificação
Av. Prof. Henrique da Silva Fontes	3 em cada sentido	Arterial
R. Deputado Antônio Edu Vieira	1 em cada sentido	Coletora
R. João Pio Duarte Silva	1 em cada sentido	Coletora
R. João Motta Espezim	2 em cada sentido	Arterial
Rod. Gov. Aderbal Ramos da Silva	3 em cada sentido	Arterial

O local se caracteriza também por conectar o Centro, a região sul, a região norte e o litoral leste da ilha de Santa Catarina, tornando uma área de passagem para várias viagens durante o dia. Além disso, a região conta com fortes pólos geradores de viagem, como, a UFSC, a Eletrosul e o Shopping Iguatemi.

Em relação aos pedestres, as vias apresentam calçadas estreitas, normalmente ocupadas por carro estacionados. Travessias de pedestres estão dispostas ao longo das principais ruas e também nas interseções semaforizadas. Existem também 25 linhas de ônibus que adentram a área de estudo, tendo em vista que esta comporta 25 pontos de ônibus.

A área de estudos escolhida foi delimitada de maneira a conter os locais de maior acúmulo de filas. As quais, em sua maioria, são formadas pelas interseções da Rua Deputado Antônio Edu Vieira com Rua João Pio Duarte Silva, Rua Deputado Antônio Edu Vieira com Rua João Motta Espezim e pela rotatória próxima a Eletrosul.

### 2.1.1 Características do fluxo de veículos e de pedestres

O fluxo veicular local é restringido principalmente pelas características viárias apresentadas. Além disso, a demanda por viagens veiculares dentro da área estudada é caracterizada principalmente por sua flutuação durante o dia. As contagens de fluxo feitas pelo PLAMUS, PROSUL e Observatório da Mobilidade indicaram que a hora pico da tarde da área de estudo acontece das 17:45h às 18:45h. Período que também representa a maior demanda do dia.

Tendo em vista que a capacidade viária do local é menor que a demanda do horário de pico, o tráfego passa a um estado saturado, em que pode ser observado um tráfego mais lento, a formação de filas excessivas e o aumento do número de paradas dos veículos. De acordo com as contagens e observações de campo, o

tráfego costuma voltar à normalidade entre às 19:30h e às 20:00h.

Em relação às linhas de ônibus, cerca de 43 ônibus costumam adentrar a malha viária delimitada na hora pico. Sendo que, destes, 12 são normalmente veículos articulados.

Já o tráfego de pedestres nas faixas de travessias não semaforizadas, contabilizado pelo Observatório da Mobilidade, é de cerca de 1100 travessias na hora pico, distribuídas em nove faixas de pedestres. Demais informações sobre as contagens estão apresentadas no Volume IV.

## **2.2 Dados de modelagem e calibração**

Nesta subseção estão catalogados os dados usados para a construção do modelo de simulação. A distribuição de informações se encontra determinada, de forma que, cada divisão contém dados de diferentes categorias.

### **2.2.1 Dados geométricos**

Os dados geométricos necessários para a simulação, como o tamanho, número de faixas e velocidade máxima das vias, as conversões permitidas, placas de preferência, raios das curvas e localização dos pontos de ônibus foram extraídos do OpenStreetMaps , GoogleMaps , GoogleEarth e arquivos shapefiles. Em alguns casos se fez necessária idas a campo para relatar se as condições previstas nas fontes de dados estavam corretas.

A malha viária do modelo foi criada através de uma ferramenta de importação presente no Aimsun, que possibilita a inserção de dados provenientes do OpenStreetMaps. Entretanto, algumas características tiveram de ser corrigidas (número de faixas, conversões permitidas, raios de curvatura e velocidade máxima). Em contrapartida, as placas de trânsito, as lombadas, os greides de elevação e os pontos de ônibus tiveram de ser alocados e configurados manualmente.

### **2.2.2 Dados de controle**

Os dados referentes aos tempos semaforicos das seis interseções semaforicas presentes no estudo foram todos coletadas em saídas a campo. O método de coleta e os resultados destas saídas de campo estão apresentados no Volume

IV. Estes dados foram diretamente inseridos no modelo de microssimulação através da determinação dos conjuntos de movimentos de cada um dos grupos semafóricos e pela inserção do tempo de ciclo e do tempo de verde de cada um dos estágios.

### 2.2.3 Dados de demanda de veículos privados

A demanda por viagens dentro da malha viária foi estimada através das contagens de fluxo de veículos executadas em abril de 2014 pelo PLAMUS, em maio de 2016 e abril de 2013 pela PROSUL e em setembro de 2016 pelo Observatório da Mobilidade. A Figura 2 apresenta, de forma espacial os pontos de contagem. Os valores de fluxo obtidos são categorizados por tipo de veículo e por movimentos

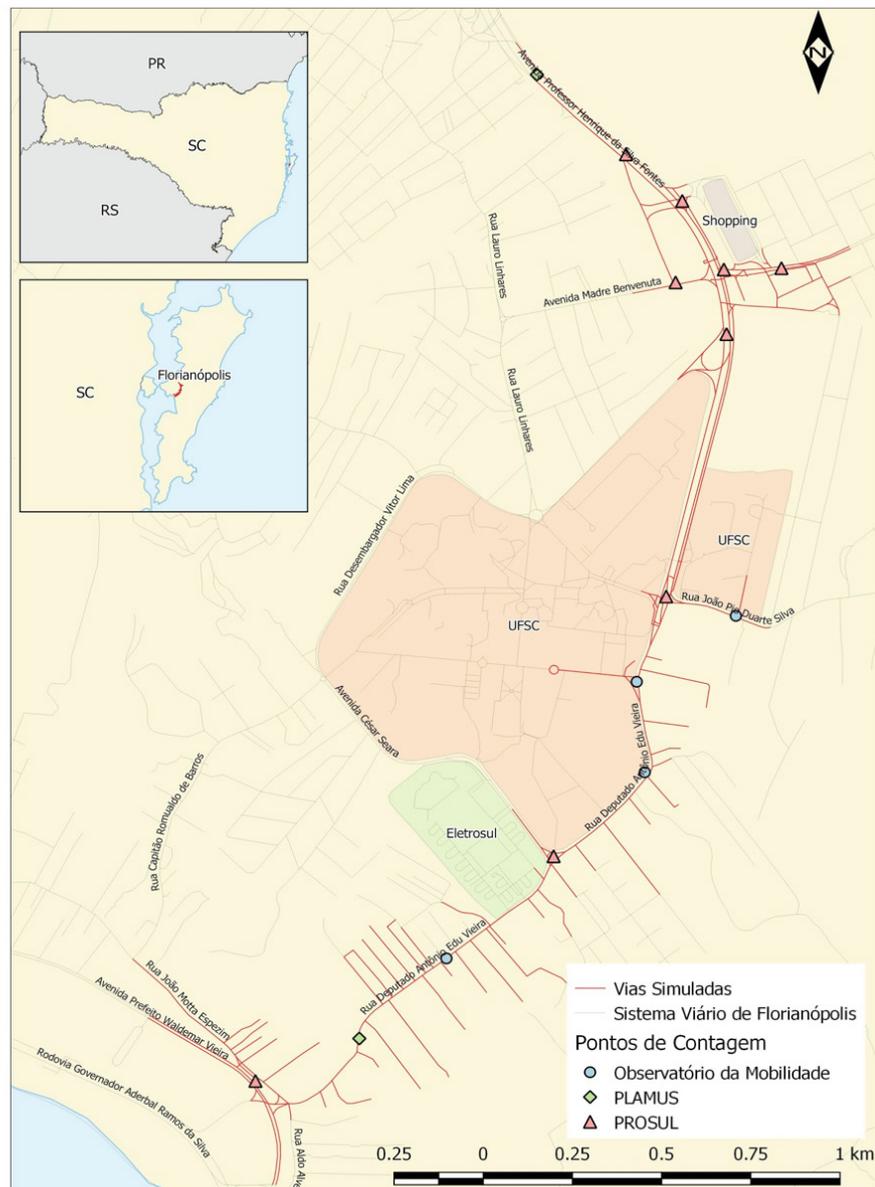


Figura 2. Mapa dos pontos de contagem.

de conversões.

Manuais de microsimulação [3] recomendam que os dados de tráfego sejam todos coletados no mesmo dia e horário, para que os fluxos sejam mutuamente correspondentes. No entanto, devido ao custo elevado de uma contagem para os pontos necessários, optou-se por trabalhar com os dados antigos, e complementá-los com as contagens necessárias. Estas últimas, foram efetuadas pelo Observatório da Mobilidade e estão documentadas e apresentadas no Volume IV.

Esta escolha segue a premissa que os fluxos de veículos não sofreram grande variação no intervalo de tempo compreendido entre contagens, tendo em vista que a malha viária local apresentava, visualmente, as mesmas filas e congestionamentos.

A demanda do modelo microscópico de simulação foi delineada por estados de tráfego, que possuem como parâmetros os valores de fluxo de entrada de veículos, em todas as vias que fornecem acesso a área de estudo, e as porcentagens de conversão, para cada um dos possíveis movimentos pertencentes à malha viária modelada. No total, foram criados dezesseis estados de tráfego para a inserção dos dados de contagem. Cada um representando quinze minutos do tempo de simulação.

Os dados de fluxo inseridos no Aimsun foram todos convertidos para unidades de carros de passeio através da multiplicação dos valores contabilizados em campo pelos fatores expressos na Tabela 2. Portanto, a simulação modela o fluxo misto visto na realidade através de veículos de passeio, com comportamento dinâmico padrão do software.

Com o objetivo de modelar melhor o tráfego congestionado real que ocorre na Rua João Pio Duarte, que se encontra a leste na Figura 1, foi criado um metering. Este, tem como princípio limitar o fluxo de veículos saindo da simulação, para que represente o fluxo medido em campo. Além disso, o metering também foi usado como parâmetro de calibração das velocidades observadas em campo, processo detalhado na Seção 2.2.6.

Tabela 2. Fatores de conversão para unidade de carro de passeio

Unidades de carro de passeio (UCP)					
Carro	Moto	Van	Ônibus	Caminhão 2 eixos	Caminhão 3+ eixos
1	1/6	1	2	2	2.5

### 2.2.4 Dados de fluxo de veículos coletivos

Os dados referentes aos itinerários das linhas de transporte coletivo que passam no interior da malha viária no período de simulação foram coletados nos websites da empresa Consórcio Fênix, empresa que opera o transporte coletivo na cidade, e no website da MOBFlóripa, portal de mobilidade urbana.

Entretanto, os dados de partidas dos ônibus eram referentes aos horários de saída dos terminais. Para cálculo do instante de chegada dos ônibus na área de estudo se utilizou um cálculo simples para estabelecer a velocidade média de percurso do veículo, calculada através dos horários de partida e chegada das linhas. O número de entradas na malha viária pode ser observado na Figura 3.

Estes dados foram inseridos no modelo através da criação de linhas de transporte coletivo virtuais, cujo trajeto replicava o das suas congêneres reais. Entretanto, pela falta de dados referentes ao tempo de parada dos ônibus nos pontos, optou-se por modelar um cenário fictício em que os ônibus eram obrigados a parar em todos os pontos que passam e esperar 15 segundos. Este valor foi recomendado pelo HCM 2000 [4], para ser usado em casos onde não exista nenhuma informação sobre o tempo de parada dos ônibus.

Foram simulados dois tipos de veículos coletivos: (i) ônibus convencionais e; (ii) ônibus articulados. Sendo que, ambos possuem as mesmas configurações gerais padrão do software. Se diferenciando unicamente na geometria.

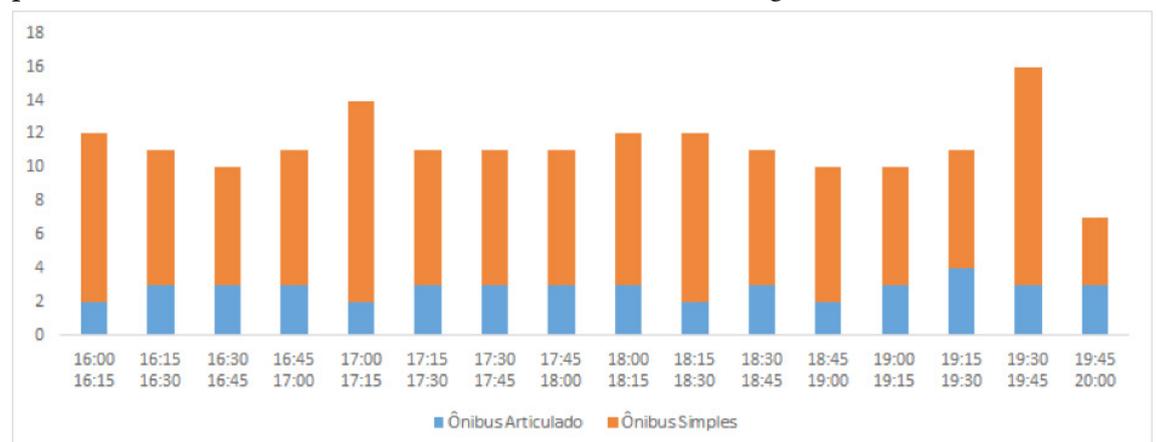


Figura 3. Número de ônibus que adentram a área estudada, das 16:00 - 20:00 de um dia de semana

### 2.2.5 Dados de travessias de pedestres

Dados referentes às travessias de pedestres foram obtidos através de contagens feitas pelo Observatório da Mobilidade. Informações sobre os métodos executados e os resultados encontrados estão documentadas no Volume IV.

Para simulação das travessias de pedestre foram criadas 2 pares de vias com 3 faixas cada, como pode ser observado na Figura 4. Placas de pare e de preferência foram adicionadas para simular a dinâmica de negociação entre veículos e pedestres.

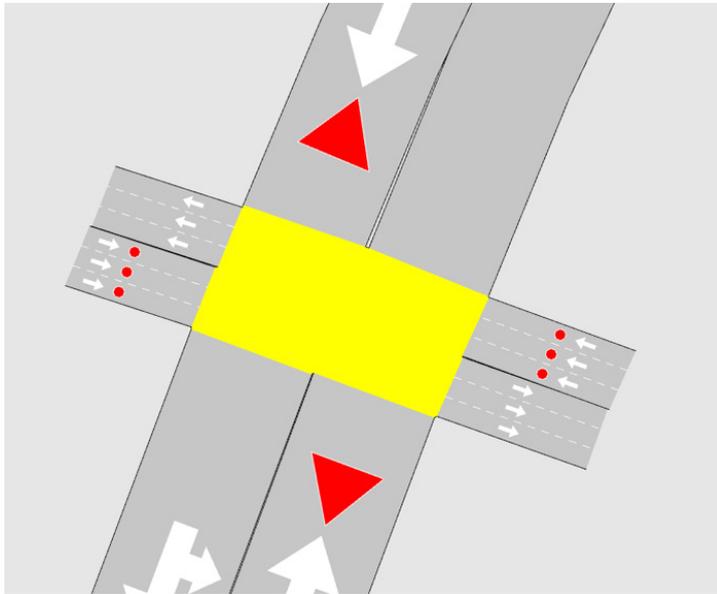


Figura 4. Exemplo de travessia de pedestre no software Aimsun

Os pedestres foram simulados como veículos fictícios, com os mesmos parâmetros dinâmicos dos carros privados. As diferenças se encontram apenas nas dimensões do veículo, que passam a ter tamanho de uma pessoa média, e de velocidade máxima, que passou a ser a velocidade média de caminhada de um adulto (6 km/h).

### 2.2.6 Dados de velocidade

Um carro sonda foi utilizado para a coleta de dados de velocidade na principal via da área de estudo. Os dados referentes ao método de coleta, assim como seus resultados estão disponíveis no Volume IV.

No modelo microscópico esses dados foram utilizados como parâmetros de calibração do modelo, de modo que os veículos simulados teriam de replicar, da maneira mais próxima possível, as curvas de trajeto obtidas em campo. A comparação dessas curvas foi feita de modo visual, sendo que, os fluxos nominais do metering, em cada um dos intervalos de 15 minutos contidos no tempo de simulação, foram usados como parâmetros de calibração. Gráficos comparando os trajetos obtidos em campo com os trajetos simulados podem ser observados na Figuras Figura 5 e Figura 6.

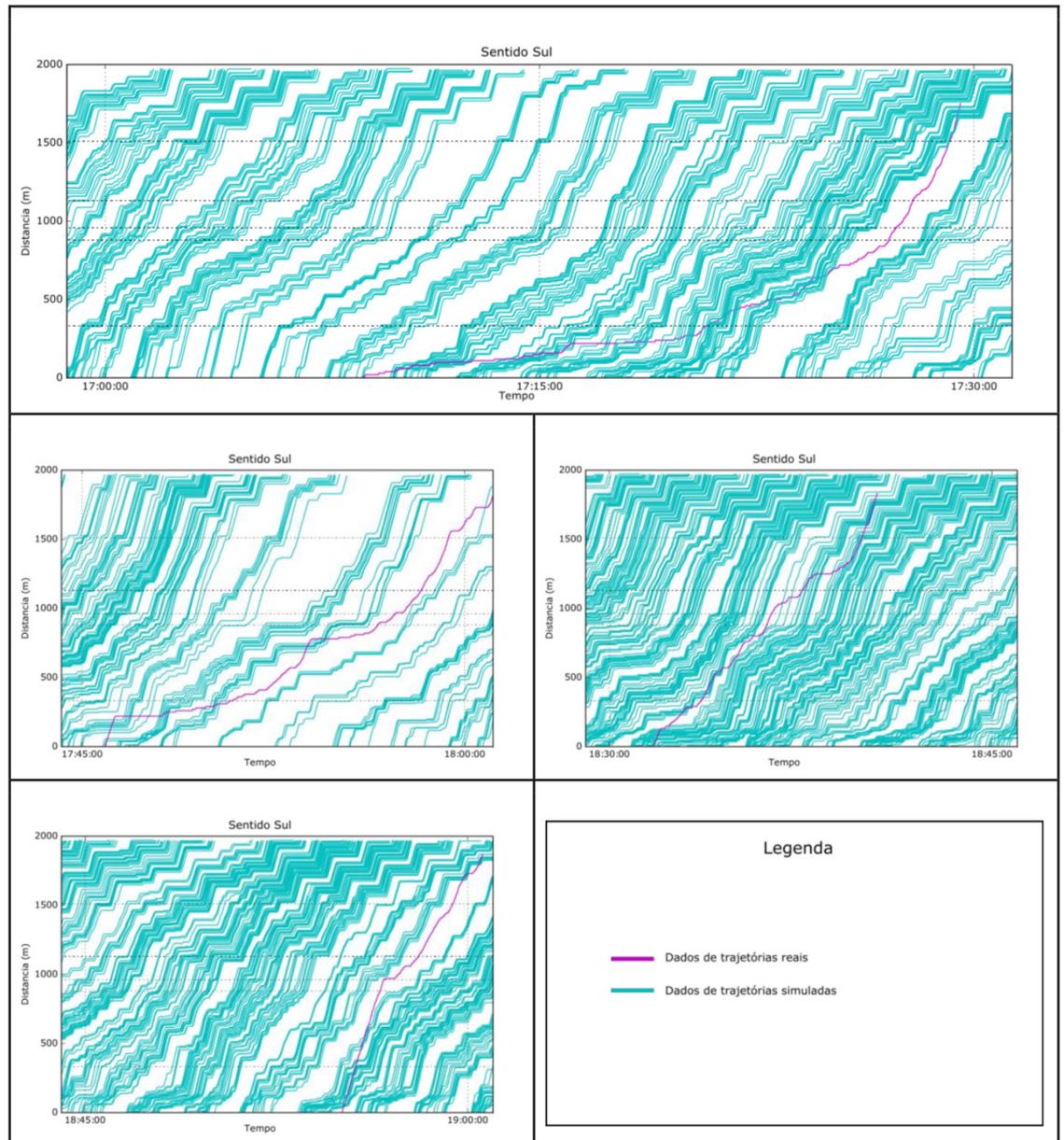


Figura 5. Diagrama espaço- tempo das trajetórias de veículos simulados percorrendo a Rua Deputado Antônio Edu Vieira no sentido sul.

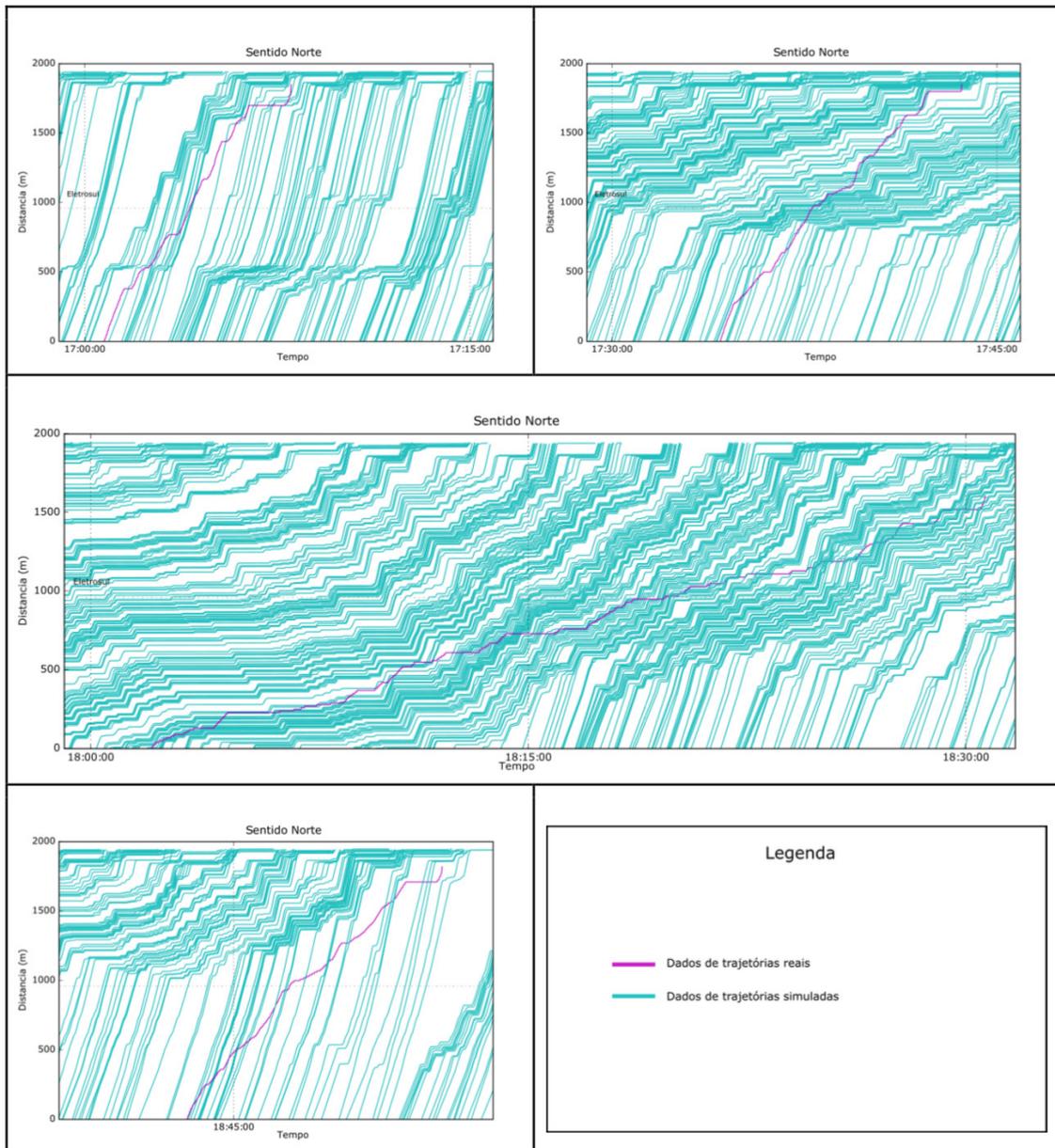


Figura 6. Diagrama espaço- tempo das trajetórias de veículos simulados percorrendo a Rua Deputado Antônio Edu Vieira no sentido norte.

### **2.2.7 Dados de fluxo de saturação de interseções semaforizadas**

O fluxo de saturação da interseção das ruas Deputado Antônio Edu Vieira e João Motta Espezim foi calculado através do método apresentado no Volume IV. Onde também podem ser encontradas informações sobre os valores obtidos.

Afim de replicar os de fluxo de saturação encontrados em campo, optou-se por modificar os valores de tempo de reação de motorista ao semáforo e tempo de reação de motorista ao veículo em frente. Aumentados apenas para a interseção que foi estudada.

## **2.3 Resultados**

Como resultado, temos um modelo de microssimulação calibrado, nos aspectos mencionados, e funcional, criado a partir de dados antigos e reutilizados, pequenas contagens e saídas de campo. Apesar de simples, acredita-se que o modelo, quando comparado com o modelo do cenário futuro, fornecerá dados para uma avaliação rudimentar do sistema viário projetado.



---

### 3. Ponte Hercílio Luz

Esta seção apresenta o modelo de tráfego baseado em microssimulação, para desenvolver um modelo base para analisar os cenários futuros dos impactos da reabertura da ponte Hercílio Luz para o tráfego. A simulação propõe-se a ilustrar o comportamento das principais vias de acesso a ponte Hercílio Luz.

Para a modelagem e simulação, foi usado o software Aimsun, versão 8.3.1. Classificado como um microssimulador de tráfego, o software permite a simulação veículo por veículo, através dos modelos de entrada de veículos, de seguimento veicular e de troca de faixas.

Para realização do estudo de caso usa-se a simulação microscópica. Opta-se pela simulação microscópica com o simulador Aimsun na versão 8.3.1 devido a capacidade deste em simular interações individuais entre automóveis e ônibus, aspectos de semaforização, além de disponibilizar os modelos de entrada de veículos, de seguimento veicular e de troca de faixas.

Inicialmente foi desenvolvido um cenário base sem a ponte Hercílio Luz, para analisar os indicadores de tráfego atuais. A partir desse modelo são propostas alterações para mudança no deslocamento do tráfego para a ponte Hercílio Luz. Com essas mudanças espera-se ter uma ideia dos benefícios da ponte aberta para automóveis ou se ela deve ser somente aberta para transporte coletivo e veículos não motorizados.

O período de simulação compreende o intervalo entre 06:30 às 09:30 da manhã de um dia comum da semana. Esse período é o horário de pico característico da região onde são registrados os maiores picos de congestionamentos para acesso à Ilha de Florianópolis.

O capítulo é dividido como segue: A seção 3.1 dimensiona e caracteriza a área de estudos. A seção 3.2 possui informações gerais e referências dos dados utilizados no modelo, assim como a forma em que esses dados foram inseridos no modelo microscópico de simulação. Na seção 3.3 apresenta-se os resultados obtidos e por fim na seção 3.4 as análises futuras que podem ser feitas com o modelo.

#### 3.1 Caracterização e delimitação da área de estudo

A área de simulação compreende a ligação entre 2 municípios, São José e Florianópolis ilustrada pela Figura 7. Florianópolis é subdividido em Continente e Ilha onde a ligação é realizada por duas pontes ativas e uma desativada. A ponte

Governador Colombo Machado Salles é a ponte que permite o acesso da Ilha para o continente e a ponte Governado Pedro Ivo Campos a ponte que permite o acesso do continente para a Ilha, e a ponte Hercílio Luz atualmente desativada e objeto deste estudo.

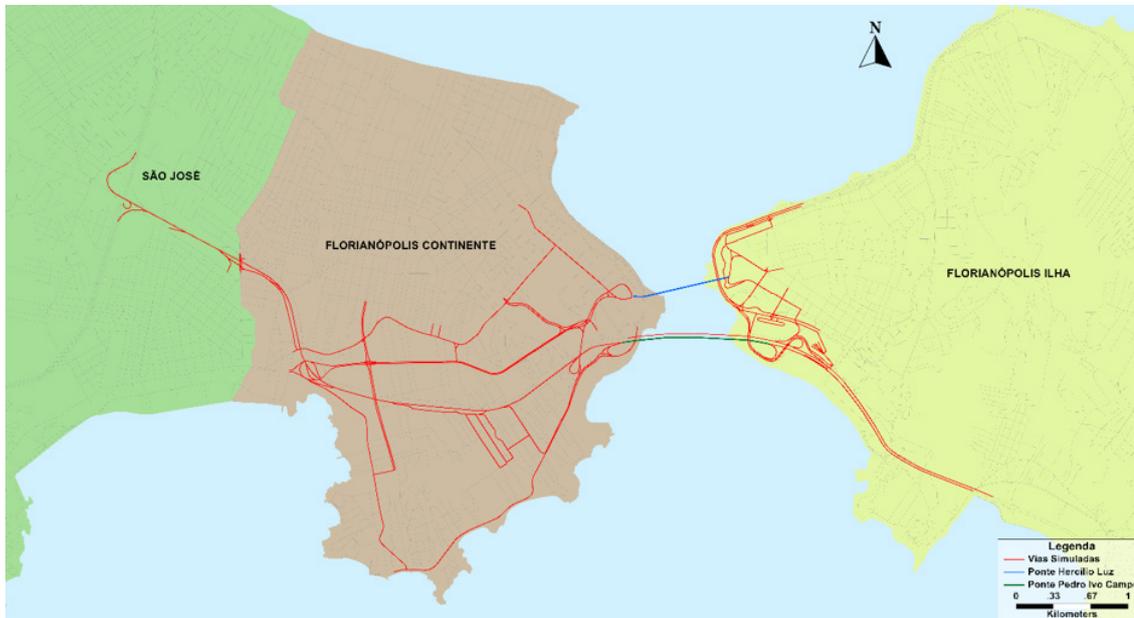


Figura 7. Área que compreende a simulação ilustrando o município de São José, Florianópolis subdivido em continente e ilha, além das vias simuladas e o destaque para as pontes.

A Tabela 3 ilustra as principais vias utilizadas para acesso a ilha. A principal via de acesso é a BR-282 mais conhecida como Via Expressa. A via expressa é conectada com a principal via de acesso dos municípios conturbado a BR-101. No sentido Sul que liga Palhoça a São José possui uma entrada para a Via Expressa e no sentido Norte que liga Biguaçu a São José a segunda entrada. Ao longo dos seus

Tabela 3. Dados das vias simuladas.

Nome	N. faixas	Classificação
Ponte Gov. Colombo Machado Salles	4 sentido único	Expressa
Ponte Gov. Pedro Ivo Campos	4 sentido único	Expressa
BR-282 (Via Expressa)	2 em cada sentido	Expressa
Av. Gov. Ivo Silveira	2 em cada sentido	Arterial
R. Santos Saraiva	1 em cada sentido	Coletora
R. Eurico Gaspar Dutra	3 sentido único	Arterial
R. Patrício Caldeira	2 em cada sentido	Arterial
R. João Meirelles	1 em cada sentido	Coletora

5.6 km de extensão a via expressa possui 5 acessos, onde o tráfego dos bairros, utilizam para acessa-la.

### 3.1.1 Características do fluxo de veículos

O fluxo veicular nas principais vias precisam ser analisados separados e em alguns casos em setores devido as suas características próprias. Para analisar a BR-282 ela será dividida em 4 trechos como ilustra a Figura 8. No trecho 1 a restrição se dá devido ao acesso de veículos da BR-101 vindo do sentido Sul, e a excessiva troca de faixas; no trecho 2 a restrição se dá devido ao alto fluxo de veículos vindo da Av. Gov. Ivo Silveira e a constante troca de faixas; no trecho 3 a restrição é devida a veículos que tentam escapar do congestionamento indo para a marginal e utilizando o último acesso para retornar a BR-282; e no trecho 4 na cabeceira da ponte a restrição se dá devido ao entrelaçamento na entrada da ponte.

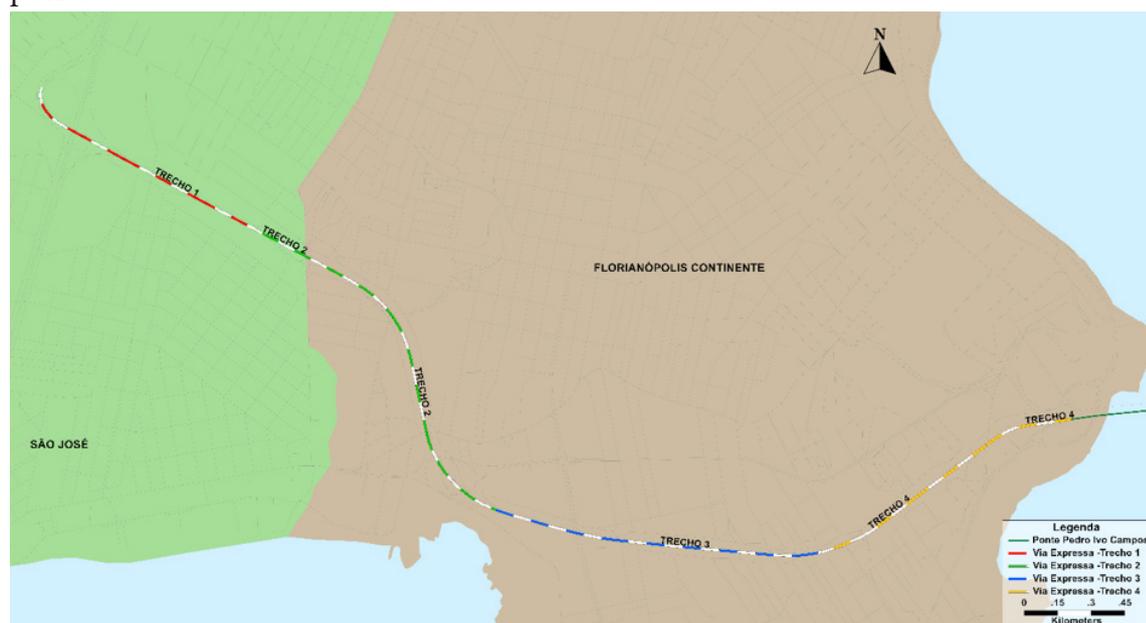


Figura 8. Ilustração dos trechos ao longo da BR-282 (Via Expressa) que sofrem restrição devido ao alto fluxo de tráfego.

Foram realizadas contagem de tráfego pelo PLAMUS [1] em 2014 e pelo observatório da mobilidade da UFSC em 2016, na época do estudo do PLAMUS o horário de pico se dava entre 06:30 e 09:30 o que se confirmou com o estudo do observatório da mobilidade da UFSC o que se confirmou.

Analisando as Av. Gov. Ivo Silveira e Av. Eurico Gaspar Dutra, a restrição se dá devido ao congestionamento na alça de acesso à via expressa.

O tráfego de transporte coletivo conta com 48 linhas que circulam utilizando

a AV. Eurico Gaspar Dutra, 59 linhas pela AV. Gov. Ivo Silveira, 33 linhas entre serviços Expressos e executivos pela Via Expressa, 4 linhas pela Av. Eng. Max de Souza. As linhas possuem ônibus padrão e articulados.

### 3.2 Dados de modelagem

Nesta seção estão catalogados os dados usados para a construção do modelo de simulação. Cada etapa da modelagem precisa de dados específicos para implementação da mesma.

#### 3.2.1 Dados geométricos

Os dados geométricos das vias foram obtidos através de aplicativos disponíveis online como Google Maps para informações como número de faixas, conversões permitidas, já para as placas de velocidades, de parada e de preferência foi utilizado o Google Street View combinado com idas a campo quando a informação estivesse indisponível ou não estivesse clara.

A malha viária utilizada foi a mesma modelada por Paradedda [5]. Como a malha viária é de 2014, surgiram mudanças que precisaram ser corrigidas na malha de 2017, e as mesmas foram feitas manualmente.

#### 3.2.2 Dados de controle

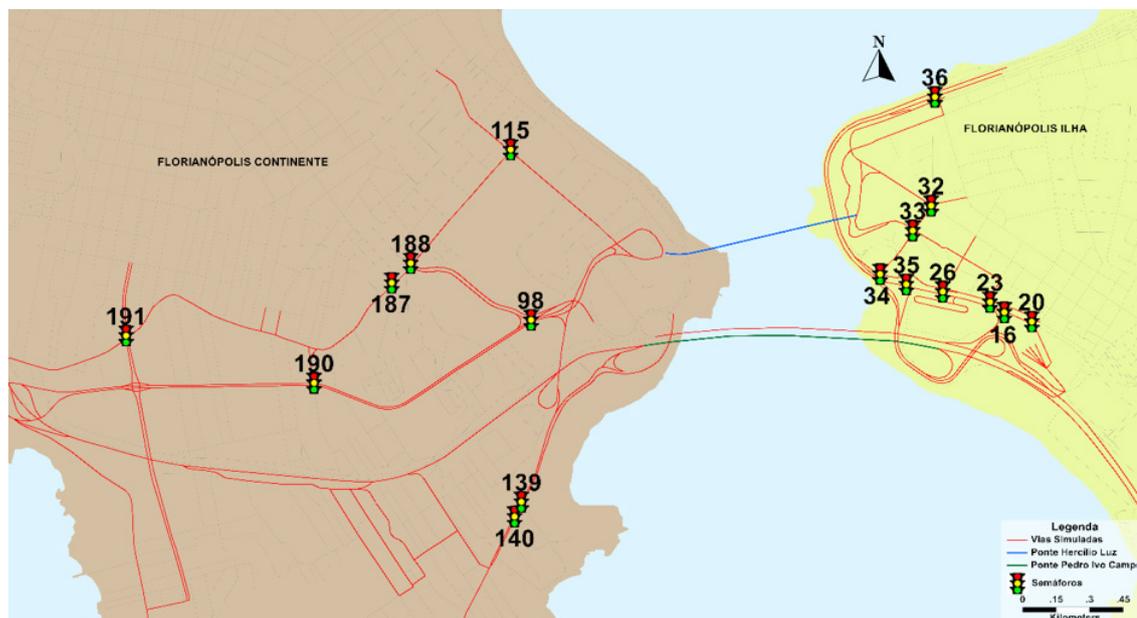


Figura 9. Ilustração da posição dos semáforos.

Os dados referentes aos semáforos utilizados foram obtidos através da prefeitura municipal de Florianópolis (PMF), que forneceu para o PLAMUS as tabelas de tempo e a localização de cada semáforo instalado em Florianópolis. A Figura 9 ilustra a localização dos semáforos utilizados na simulação para cada conjunto de movimento determinado pela PMF. Os ciclos e tempos de verdes podem ser encontrados dentro do arquivo da malha viária do simulador, ou através de planilhas fornecidas pela PMF.

### 3.2.3 Dados de demanda de veículos privados

A demanda por viagens utilizada para simulação foi baseada nas contagens de fluxo de veículos realizadas pelo PLAMUS em abril de 2014 combinado com as contagens realizadas pelo Observatório da Mobilidade UFSC em outubro de 2016. A Figura 10, ilustra os pontos de contagens. A partir dessas contagens foram estimadas matrizes origem destino para cada hora de simulação, ou seja, 06:3 às 07:30, 07:30 às 08:30 e 08:30 às 9:30. Com essas matrizes foi estimada a demanda de tráfego para o período completo de simulação. A escolha de rota é definida pela porcentagem da rota escolhida, um veículo que parte do ponto de origem pode ter no máximo até 5 caminhos para escolher seguir, onde essa escolha foi feita através de um percentual manualmente, dando um percentual maior para aquelas rotas que continham vias principais.

A Tabela 4, ilustra o período e os pontos de contagens em que estava o pesquisador junto com as informações do número de veículos que foi contado no determinado ponto.

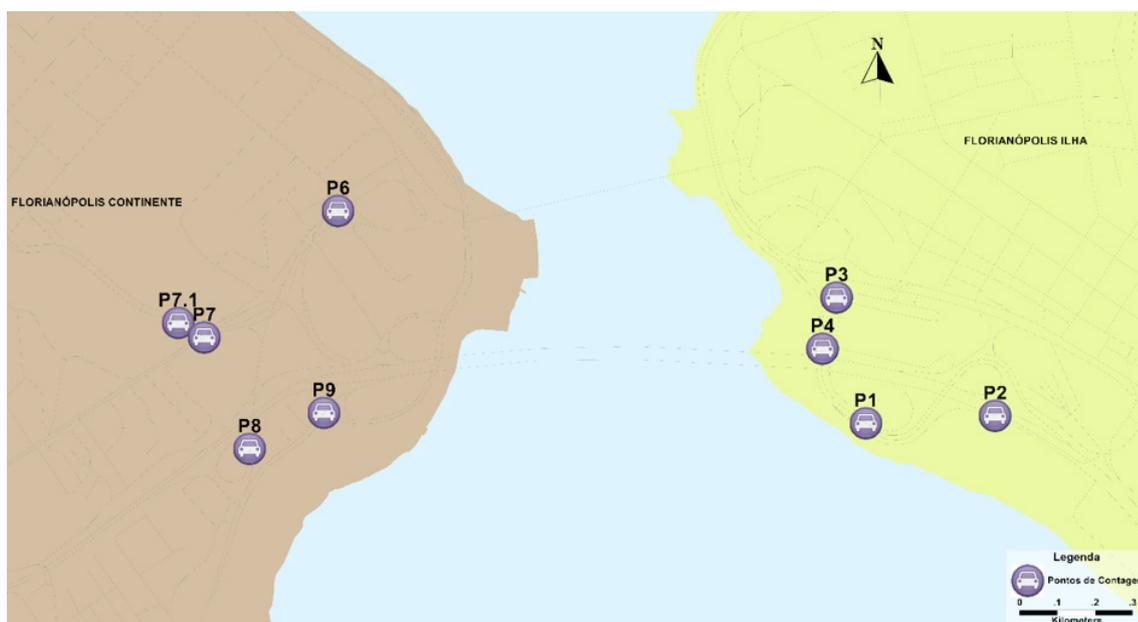


Figura 10. Ilustração da posição dos pontos da contagem realizada pelo Observatório da Mobilidade UFSC em outubro de 2016.

Tabela 4. Contagens do número de automóveis que passam por um determinado ponto.

Período	P1	P2	P3	P4	P6	P7	P7.1	P8	P9
6:30-6:45	515	325	283	195	424	184	138	564	226
6:45-7:00	998	745	638	328	557	170	139	585	417
7:00-7:15	1058	758	710	428	688	112	117	533	401
7:15-7:30	1048	625	765	375	581	127	100	588	421
7:30-7:45	1060	830	739	395	612	101	82	532	500
7:45-8:00	1005	743	768	343	563	99	100	542	441
8:00-8:15	1040	623	716	468	545	92	77	503	434
8:15-8:30	1088	633	778	348	585	109	102	560	452
8:30-8:45	1048	658	744	433	590	110	118	565	412
8:45-9:00	1105	503	789	390	578	91	108	494	431
9:00-9:15	1035	640	742	380	580	102	133	543	444
9:15-9:30	1045	603	652	170	594	150	137	532	426
<b>Total Geral</b>	<b>12045</b>	<b>7686</b>	<b>8324</b>	<b>4253</b>	<b>6897</b>	<b>1447</b>	<b>1351</b>	<b>6541</b>	<b>5005</b>

Os dados dessa tabela foram utilizados para determinar as matrizes Origem/Destino no microsimulador. Pela tabela pode ser observado que as contagens estão no intervalo de 15 minutos, para a matriz Origem/Destino os dados foram agrupados em intervalo de 1 hora.

### 3.2.4 Dados de fluxo de veículos coletivos

Os dados do fluxo do transporte coletivo, foram obtidos nos sítios das empresas Jotur , Biguaçu , Estrela , Santa Terezinha e Consórcio Fênix . O horário de entrada do veículo no período de simulação é diferente dos dados de partidas dos ônibus que estavam contidas nos sítios das empresas, assim para cálculo do instante de chegada dos ônibus na área de estudo foi utilizado um cálculo simples para estabelecer a velocidade média de percurso do veículo, calculada através dos horários de partida e chegada das linhas. Como o número de linhas é muito elevado foi utilizado um Script em linguagem de programação Python para inserir todas as informações dos ônibus no simulador, o Script encontra-se disponível com o arquivo da malha viária.

### 3.3 Resultados

Como parâmetros de análises iniciais, compara-se os resultados das contagens de 10 replicações simuladas com as contagens observadas. A Figura 11 e Figura 12, representam um dos principais pontos de controle por estarem localizados na saída da ponte Gov. Pedro Ivo Campos. Com esses pontos é possível ter um controle de que a matriz gerada para alimentar o modelo está coerente com os dados, a quantidade de veículos que está passando pelos pontos na simulação é próxima aquela observada. Assim basta calibrar os outros pontos para que o número de veículos que passam pelos pontos seja a mais próxima possível. Se compararmos todos os gráficos as diferenças entre simulado e observados estão

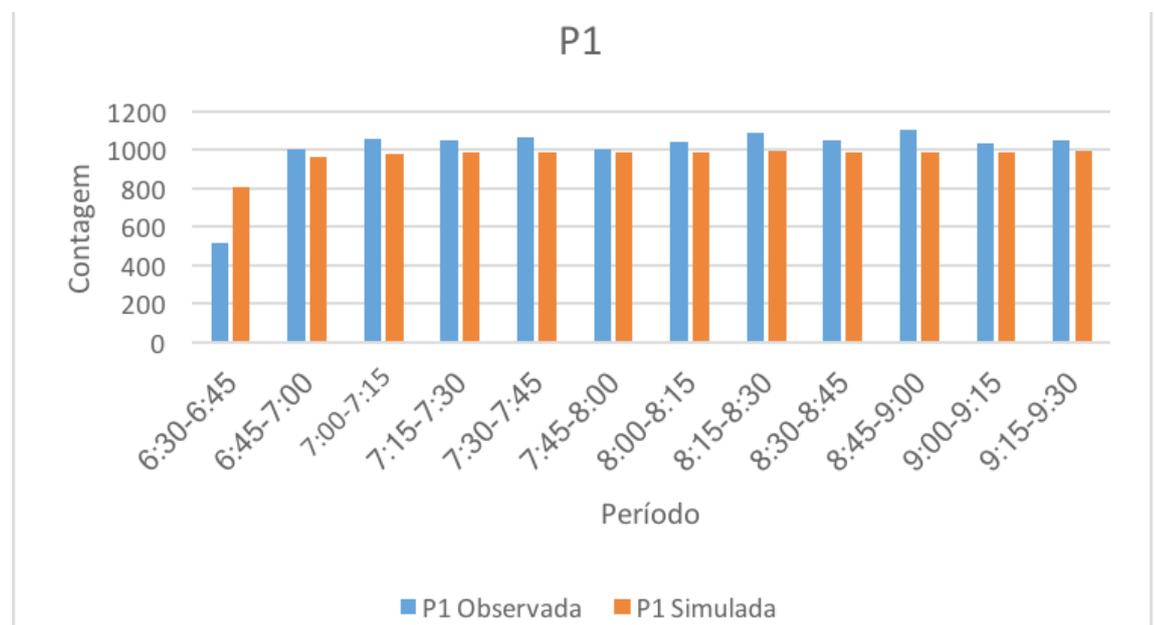


Figura 11. Ponto 1: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

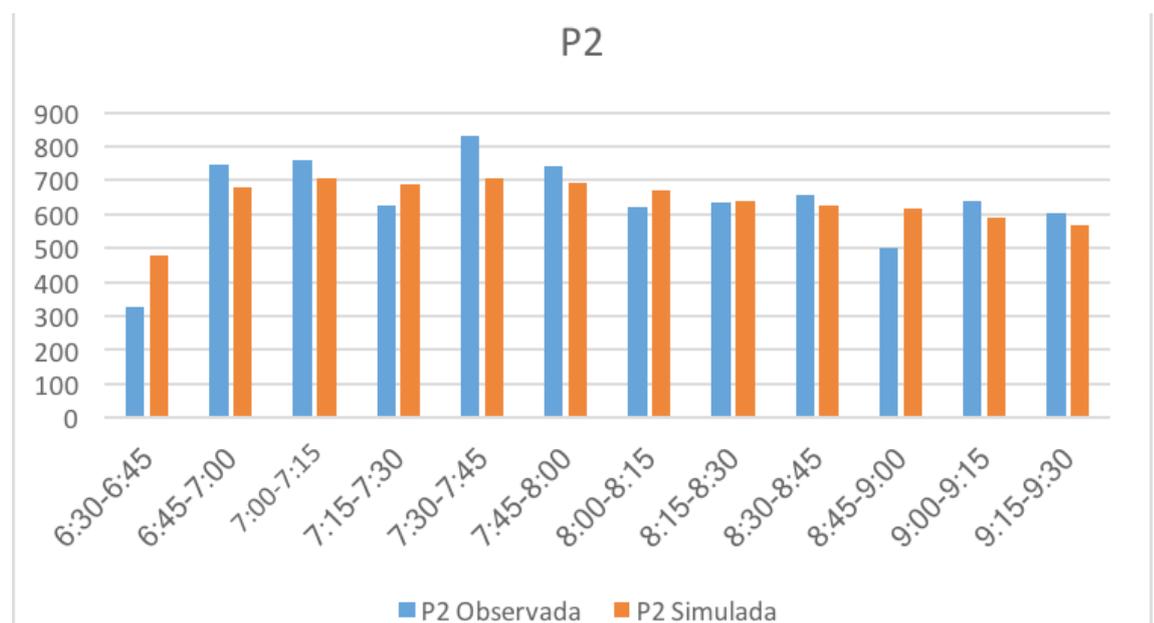


Figura 12. Ponto 2: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

bem próximos. Devido à complexidade do modelo base, o mesmo foi considerado aceitável por conseguir representar os congestionamentos que ocorrem nas vias, como na Ponte Gov. Pedro Ivo Campos, Via Expressa, Av. Governador Ivo Silveira e Rua Gen. Eurico Gaspar Dutra. Nessas além de buscar aproximar-se o máximo das contagens, também se observou, as filas formadas em todas para que fossem o mais próximo da realidade.

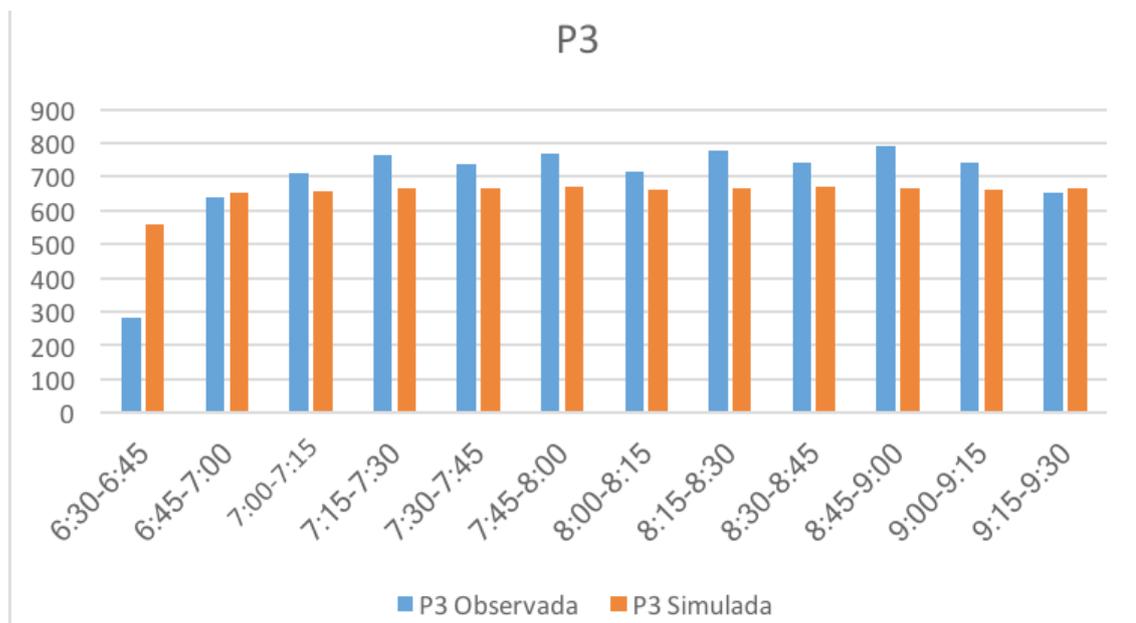


Figura 13. Ponto 3: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

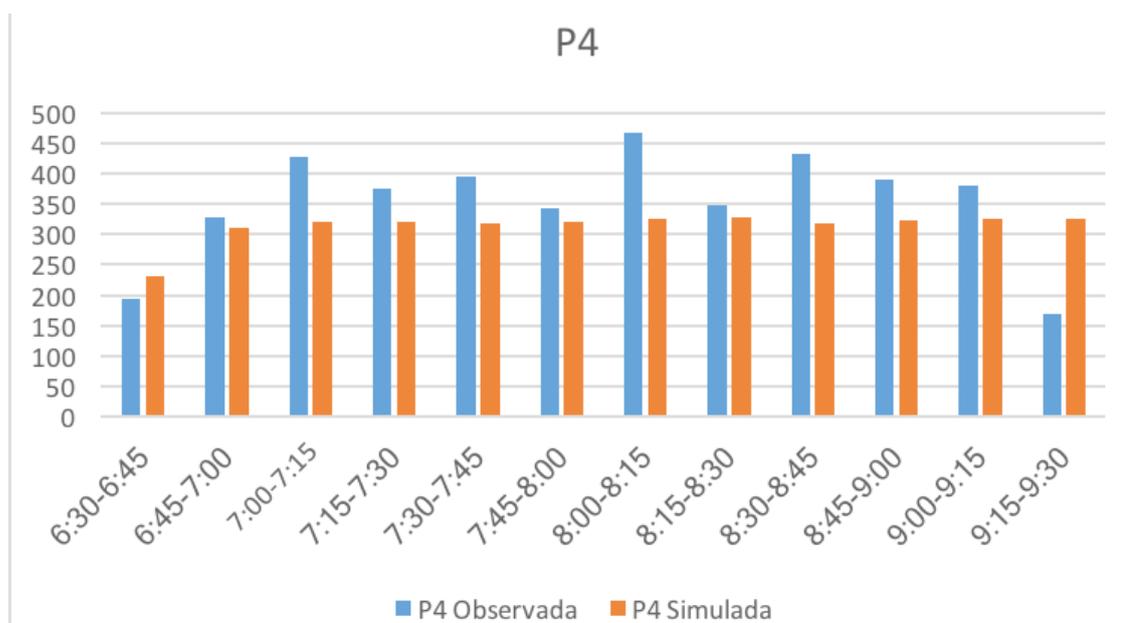


Figura 14. Ponto 4: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

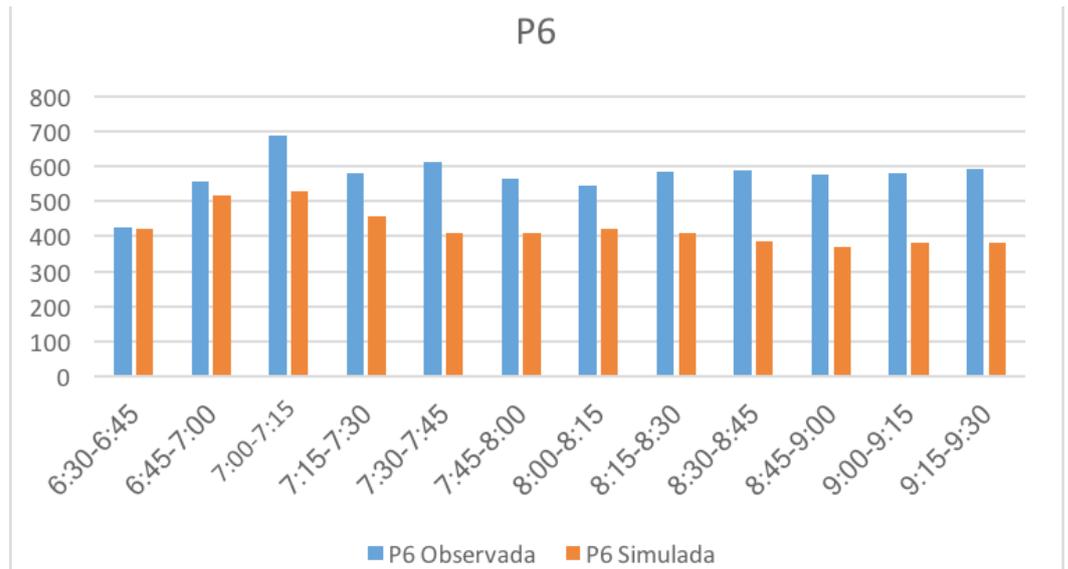


Figura 15. Ponto 6: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

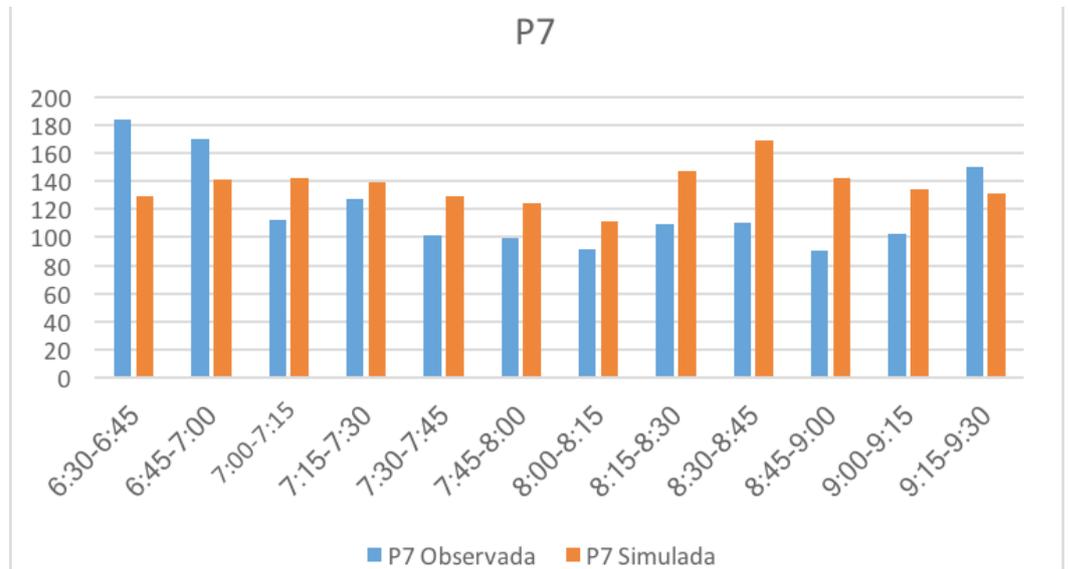


Figura 16. Ponto 7: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

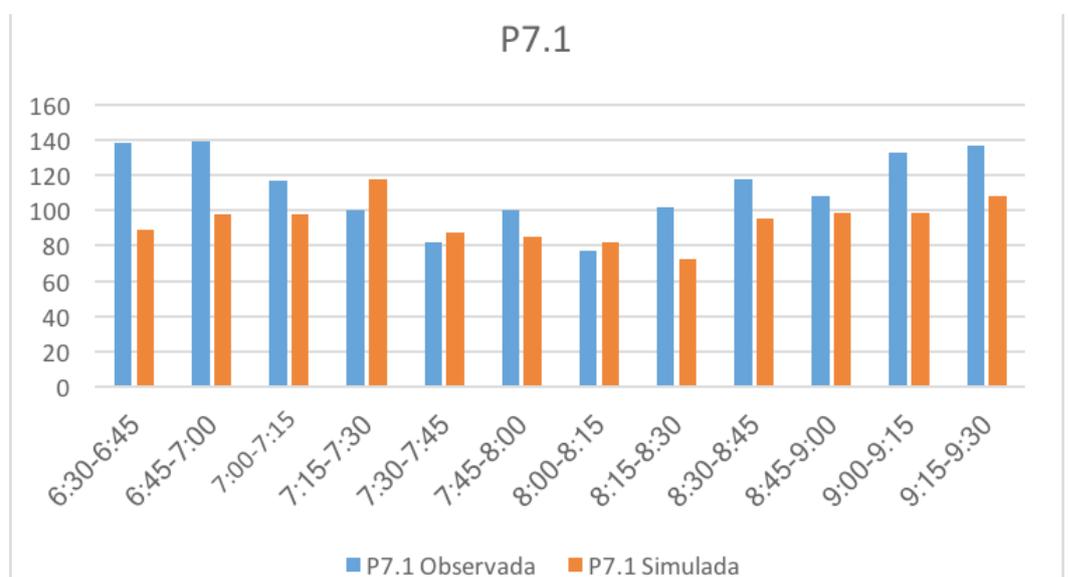


Figura 17. Ponto 7.1: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

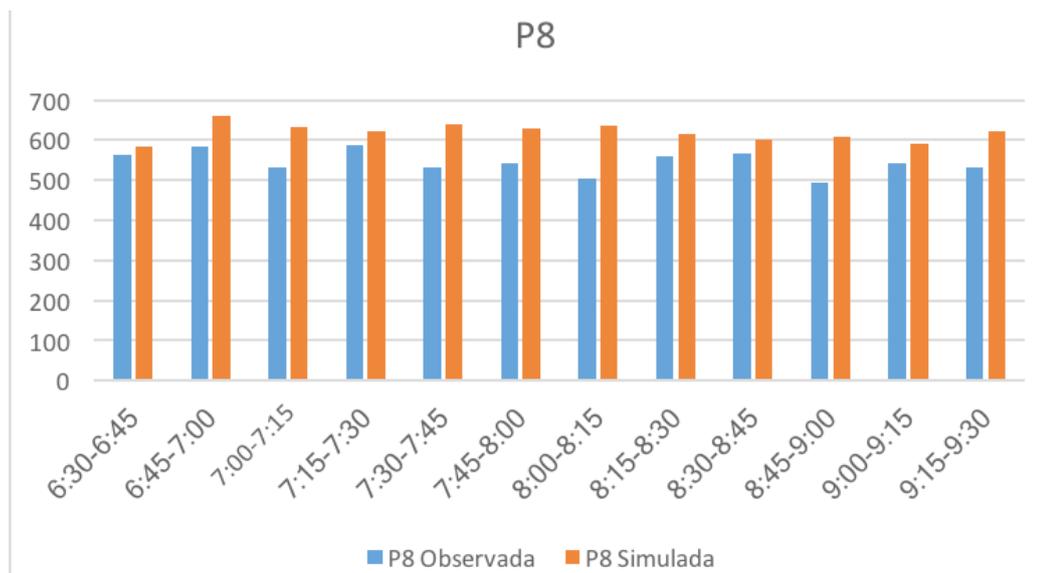


Figura 18. Ponto 8: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

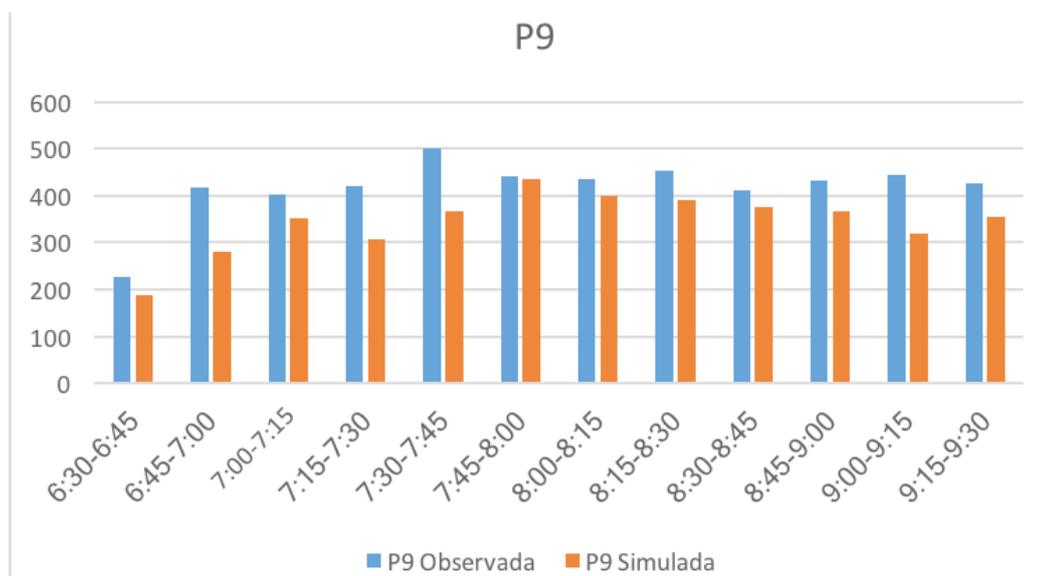


Figura 19. Ponto 9: Contagem Observada x Simulada pelo período de tempo

### 3.4 Análises Futuras

Pretende-se com o modelo base ajustado e calibrado, representado da forma mais fiel possível com a quantidade de dados que estava disponível realizar novas simulações, dessa vez criando cenários com a abertura da ponte. Engenheiros responsáveis pelas obras da ponte Hercílio Luz alegam que a ponte quando reaberta teria a capacidade de atrair até 17% do tráfego que hoje passa pela ponte Pedro Ivo Campos. Com base nessa alegação foram desenvolvidos mais 5 cenários variando a atração do tráfego para a ponte. Assim os cenários são descritos da seguinte forma: (i) Cenário atual (configuração de tráfego atual), considerando todos os serviços atuais e sem reabertura da ponte Hercílio Luz; (ii) Cenário com modificação no tráfego, mudança no sentido de vias inserção de

semáforos em intersecções, reabertura da ponte Hercílio Luz e alocação de 50% do tráfego para a ponte; (iii) Cenário com as mesmas características do Cenário (ii), e alocação de 40% do tráfego para a ponte; (iv) Cenário com as mesmas características do Cenário (ii), e alocação de 30% do tráfego para a ponte; (v) Cenário com as mesmas características do Cenário (ii), e alocação de 20% do tráfego para a ponte; (vi) Cenário com as mesmas características do Cenário (ii), e alocação de 17% do tráfego para a ponte; (vii) Cenário com as mesmas características do Cenário (ii), e alocação de 10% do tráfego para a ponte.

A partir de dados do PLAMUS sobre a matriz Origem/Destino, é possível estimar a partir de quais zonas de tráfego a Ponte Hercílio Luz seria utilizado como caminho para travessia entre Continente e Ilha. A Figura 20 acompanhada da Tabela 5, ilustram uma estimativa baseada no número de veículos agregados por zonas. A partir dessas informações será possível estimar uma nova matriz agora direcionando o número de veículos que será direcionado para a ponte Hercílio Luz.

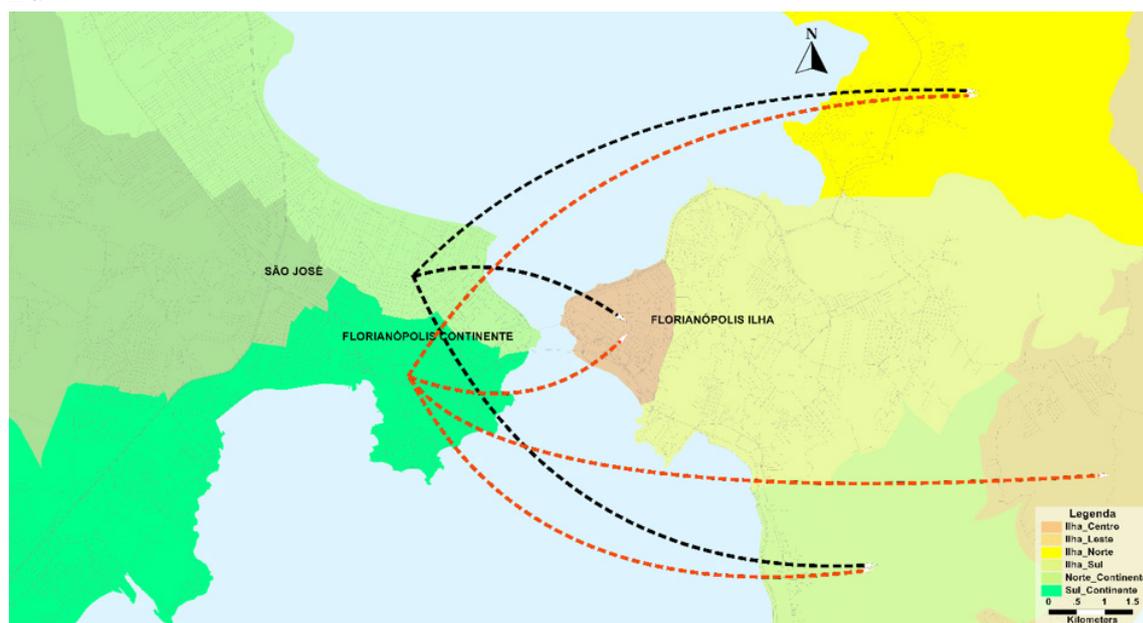


Figura 20. Linha de desejo de zonas de tráfego agregadas.

Tabela 5. Número de veículos que pretendem ir para uma determinada zona agregada.

Origem	Destino				
	Ilha_Centro	Ilha_Leste	Ilha_Norte	Ilha_Sul	Total Geral
Norte_Continente	8853	0	778	356	9987
Outros_Continente	1688	0	0	0	1688
Sul_Continente	4502	450	395	455	5803
<b>Total Geral</b>	<b>15043</b>	<b>450</b>	<b>1173</b>	<b>811</b>	<b>17477</b>

## Referências

- [1] Logit engenharia consultiva; Strategy&; Machado Meyer Sendacz e Opice Advogados, “Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis - PLAMUS,” Logit Engenharia Consultiva, Florianópolis, 2015.
- [2] R. Eccel, “Estudo da integração do transporte coletivo metropolitano da Grande Florianópolis,” Projeto de Pesquisa FAPESC / UFSC / SUDERF. Termo de outorga nº 2016TR2541 / Processo nº 1557/2016, Florianópolis, 2017.
- [3] C. Antoniou, J. Barcelò, M. Brackstone, H. Celikoglu, B. Ciuffo, V. Punzo, P. Sykes, T. Toledo, P. Vortisch e P. Wagner, “Traffic simulation: case for guidelines,” Publications Office of the European Union, 2014.
- [4] Transportation Research Board, Highway capacity manual, Washington, DC: National Research Council, 2000.
- [5] D. B. Paradedá, Implantação de faixas exclusivas para ônibus: efeito da troca modal no tráfego. Dissertação de mestrado, PGEAS. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.



