

# PTR 3514 – “Fundamentos” de ITS



“Fundamentos” de  
Sistemas “Inteligentes” de  
Transportes (ITS)  
[Intelligent Transport Systems]

# Objetivos

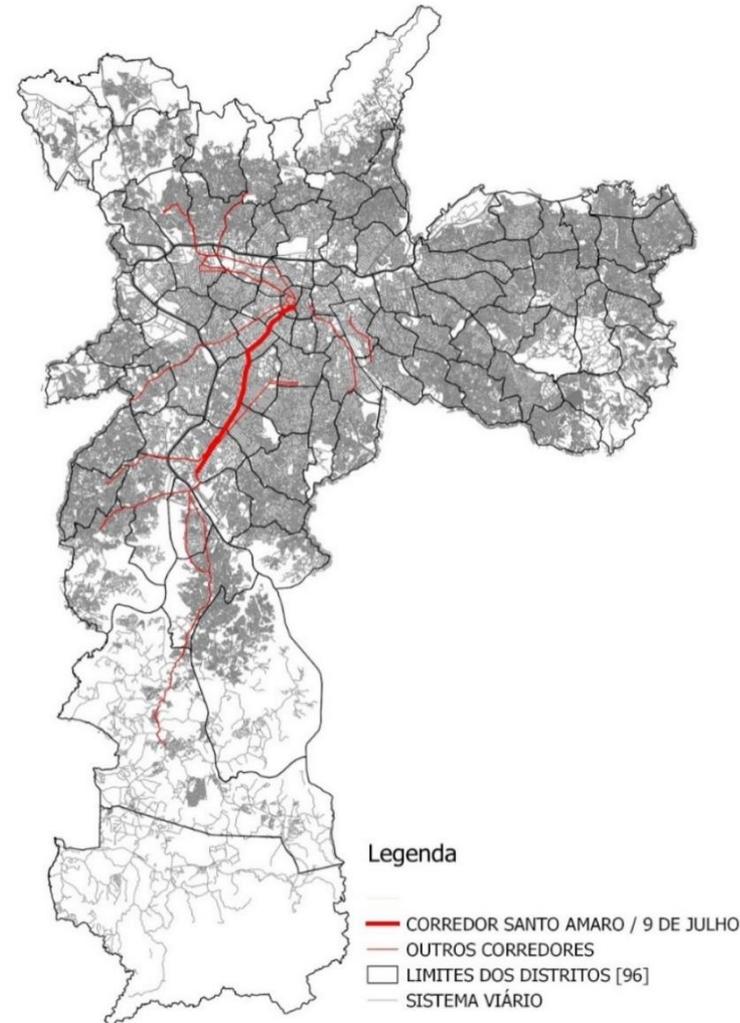
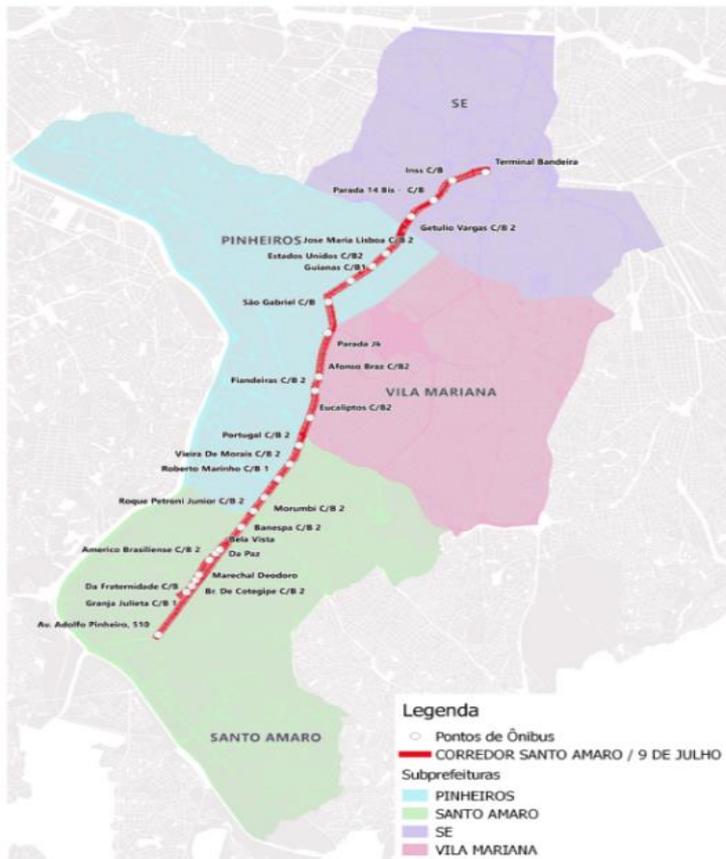
---

- ❑ **ITS visa endereçar respostas nas seguintes áreas de aplicações:**
  - ❑ Multimodalidade de viagem: informações ao usuário
  - ❑ Operações na “rede de transportes”
    - Gerenciamento de Tráfego
    - Gerenciamento do Transporte Público de Rota Fixa (TPC)
  - ❑ Operação de Veículos
    - Outras frotas, exceto o TPC de “rota fixa”
    - Mobilidade e conectividade da carga
  - ❑ Atividades de coordenação e resposta relacionadas à emergências e desastres
  - ❑ Estratégias de tarifação variável para (cargas) e viagens pessoais

# Análise da aplicabilidade de estratégias operacionais, com uso de ITS, em sistemas de ônibus de cidades de países em desenvolvimento

ARNALDO Luís Santos Pereira (2018)

# Corredor de ônibus Santo Amaro – Nove de Julho



# Estudo do corredor de ônibus “Nove de Julho” através de ferramentas de simulação de tráfego

KOGA, A. Y. K.; FUKUHARA, A. A.;  
KITASATO, G. J. H.; TORRES, N. M.(2017)

# Corredor de ônibus Santo Amaro – Nove de Julho

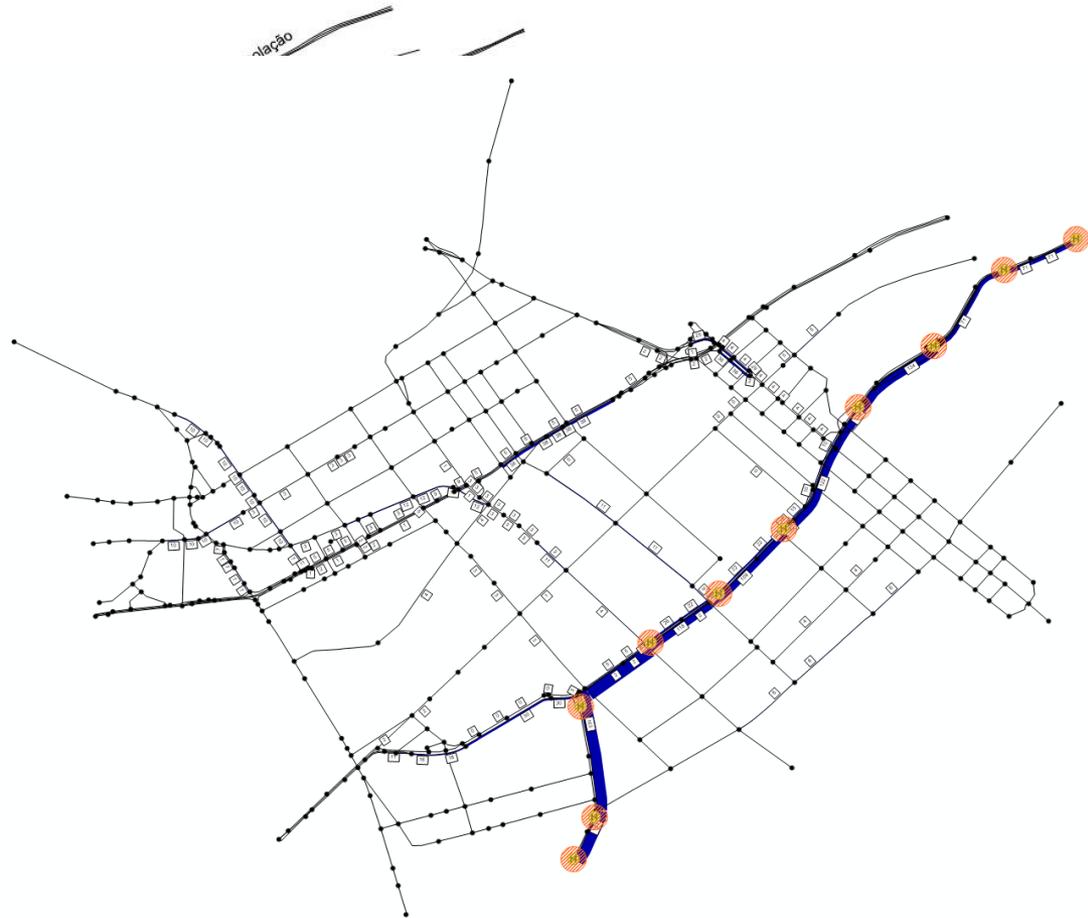
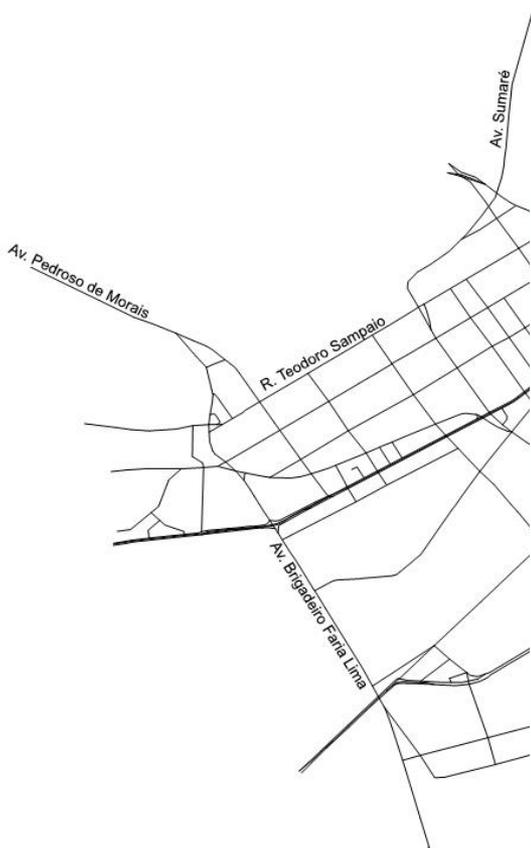


# Corredor de ônibus Santo Amaro – Nove de Julho

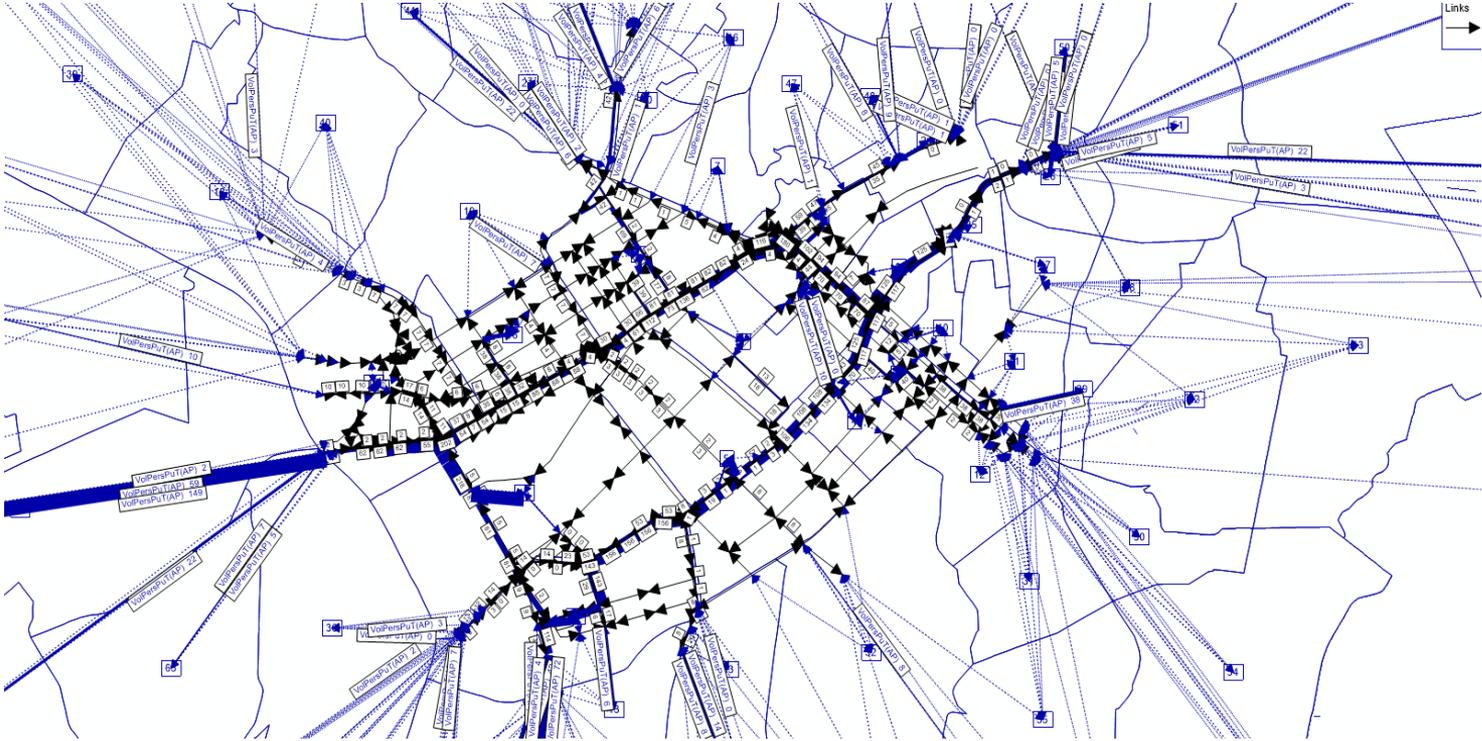
Corredor	Quantidade de PMV's	Exibe Mensagem de Previsão
Pirituba/Lapa/Centro	60	SIM
<b>Campo Limpo/Rebouças/Centro</b>	<b>16</b>	SIM
Parelheiros/Rio Bonito/Santo Amaro	7	NÃO
<b>Santo Amaro/9 de Julho/Centro</b>	<b>58</b>	SIM
Expresso Tiradentes	8	SIM
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	

Fonte: Informe SPTrans, 2009

# Macromodelo de Simulação



# Macromodelo de Simulação



# Macromodelo de Simulação



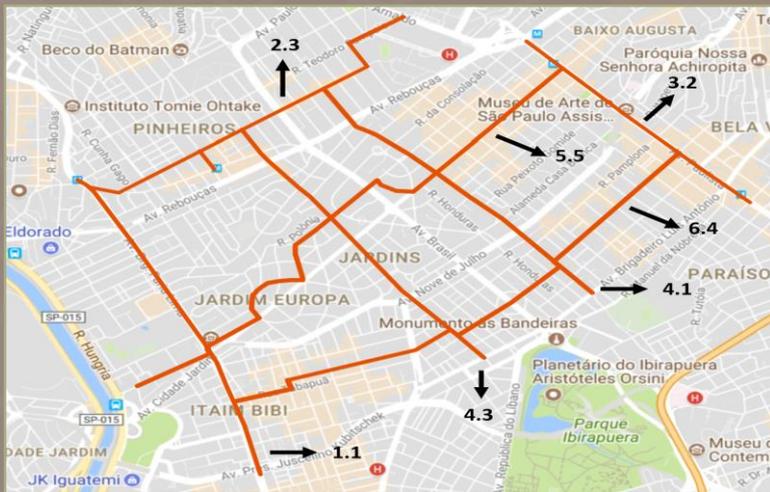
**Desenvolvimento de metodologia de escolha de trechos quanto a sua adequabilidade ao sistema cicloviário, baseado nos métodos atuais, com validação por simulação**

FIORI, C.; MONTEIRO, J. H. M.;  
SHINYE, L. T.; FALLAGUASTA, N. L. (2017)

# Resultados e configuração da rede ótima

Classificação	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 4	Trecho 5	Trecho 6
1º	1.1	2.3	3.2	4.1	5.5	6.4
2º	1.4	2.1	3.1	4.2	5.2	6.3
3º	1.2	2.2	3.5	4.3	5.1	6.2
4º	1.3	2.4	3.4		5.3	6.1
5º			3.3		5.4	

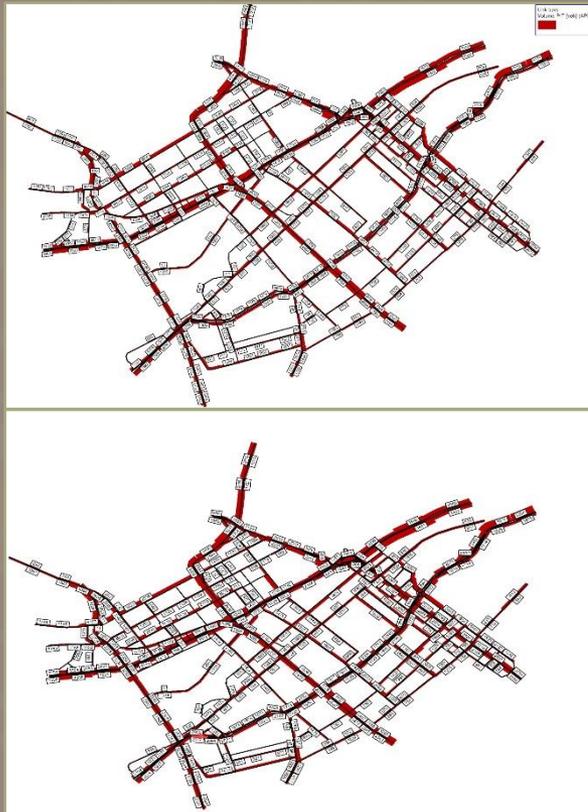
Cenário A



Cenário B



# Macrossimulação dos resultados



*Alocações dos cenários referencial e A*



*Diferença entre as alocações dos cenários referencial e A*

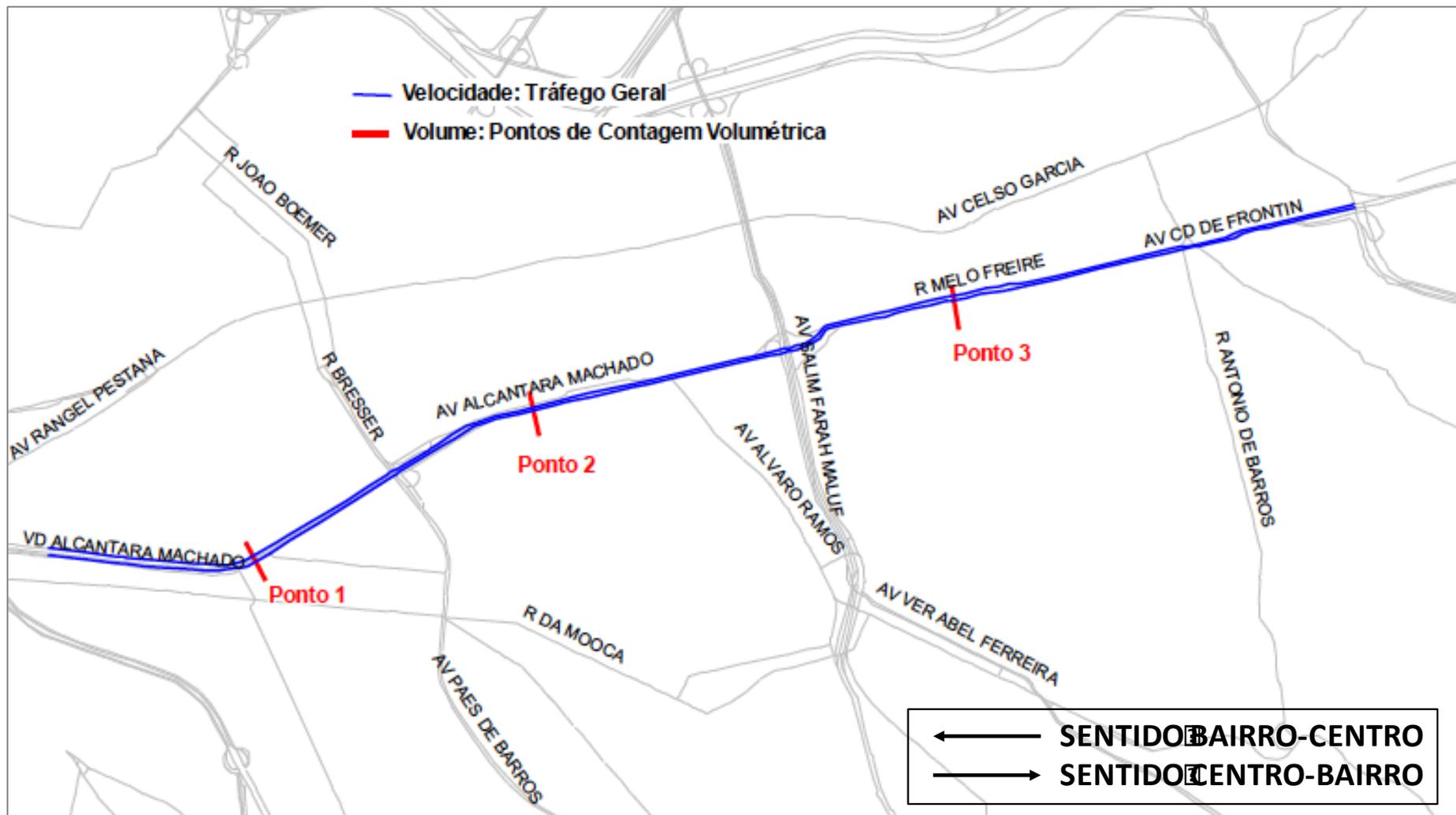
# Estudo de Viabilidade e Impactos da Aplicação de Ferramentas ITS em Faixas e Corredores de Ônibus

HOSHINA, L. N. N.; CHIOVETTI, P. B.;  
DELUCA, R. S. (2015)



**ESTUDO DE CASO: AV. RADIAL LESTE**

# ROTA 7G

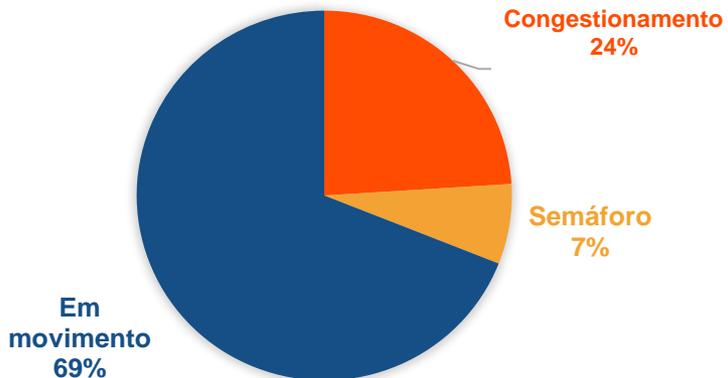


## LINHAS QUE PERCORREM TODA A EXTENSÃO DO TRECHO

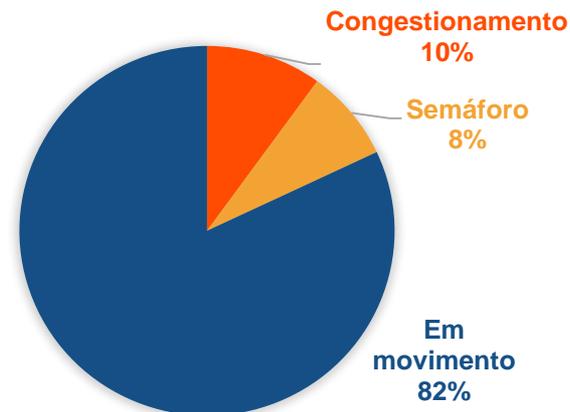
<b>Linha</b>	<b>Nome</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
1177-31	Term. A. E. Carvalho/Estação da Luz	x	x	x	x	x
3414-10	Vila Dalila/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3459-10	Itaim Paulista/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3459-21	Cemitério da Saudade/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3459-23	Metrô Bresser/Itaim Paulista	x	x	x	x	x
3459-24	Itaim Paulista/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3539-10	Cidade Tiradentes/Metrô Bresser	x	x	x	x	x
3686-10	Jd. São Paulo/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
4071-10	Conj. Manoel da Nóbrega/Metrô Bresser	x	x	x	x	x
4310-10	E. T. Itaquera/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4311-10	Term. São Mateus/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4312.10	Jardim Marília/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4313.10	Term. Cid. Tiradentes/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4314-10	Inácio Monteiro/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4315-10	Term. Vila Carrão/Term. Pq. D. Pedro II				x	x

MANHÃ

### BAIRRO-CENTRO



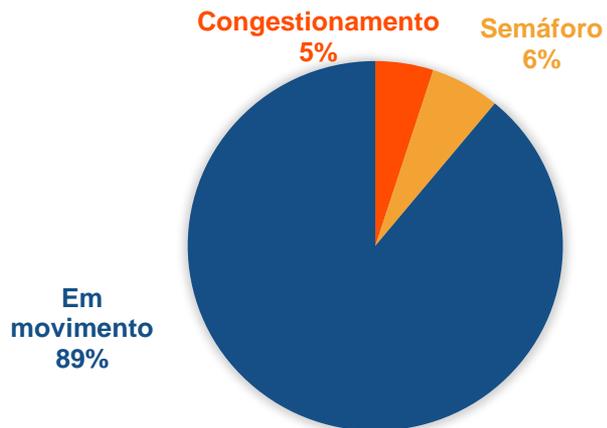
### CENTRO-BAIRRO



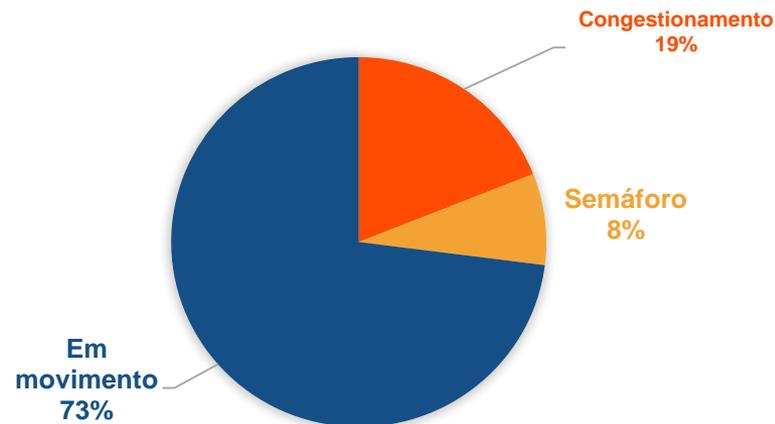
## TEMPO DE VIAGEM

TARDE

### BAIRRO-CENTRO

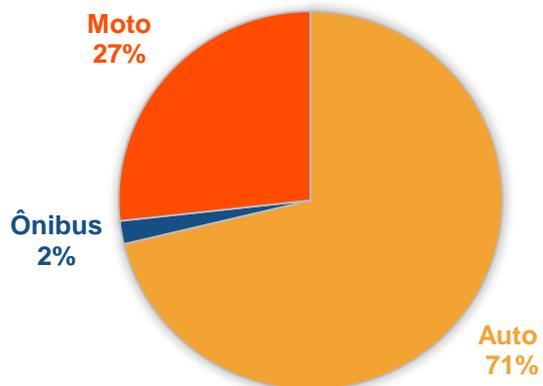


### CENTRO-BAIRRO

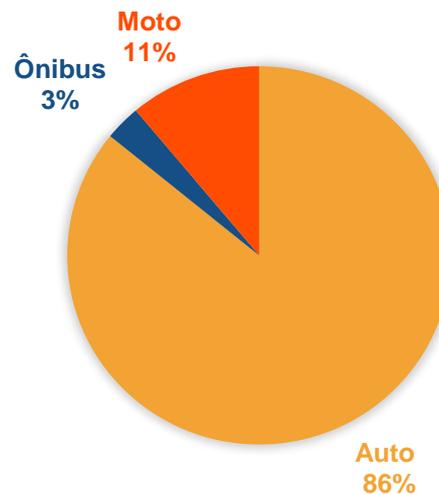


MANHÃ

BAIRRO-CENTRO



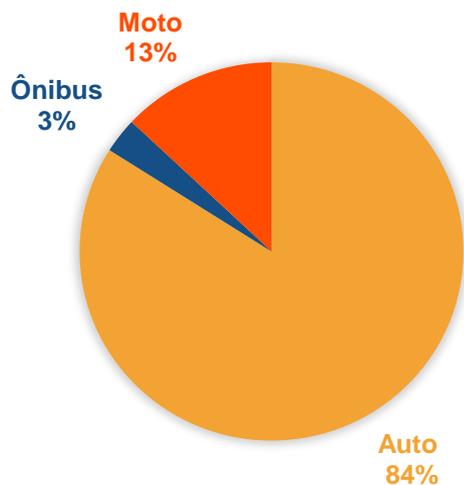
CENTRO-BAIRRO



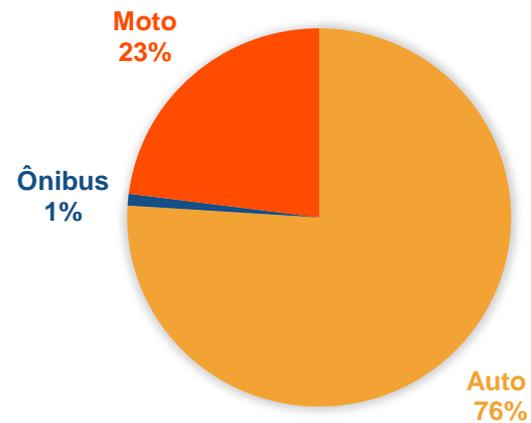
COMPOSIÇÃO

TARDE

BAIRRO-CENTRO

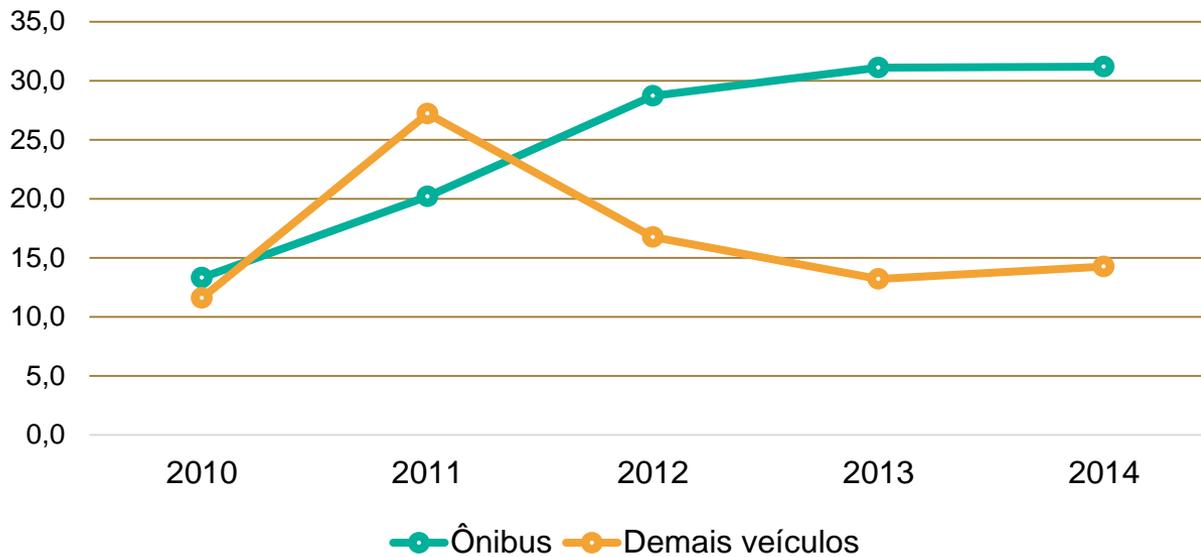


CENTRO-BAIRRO

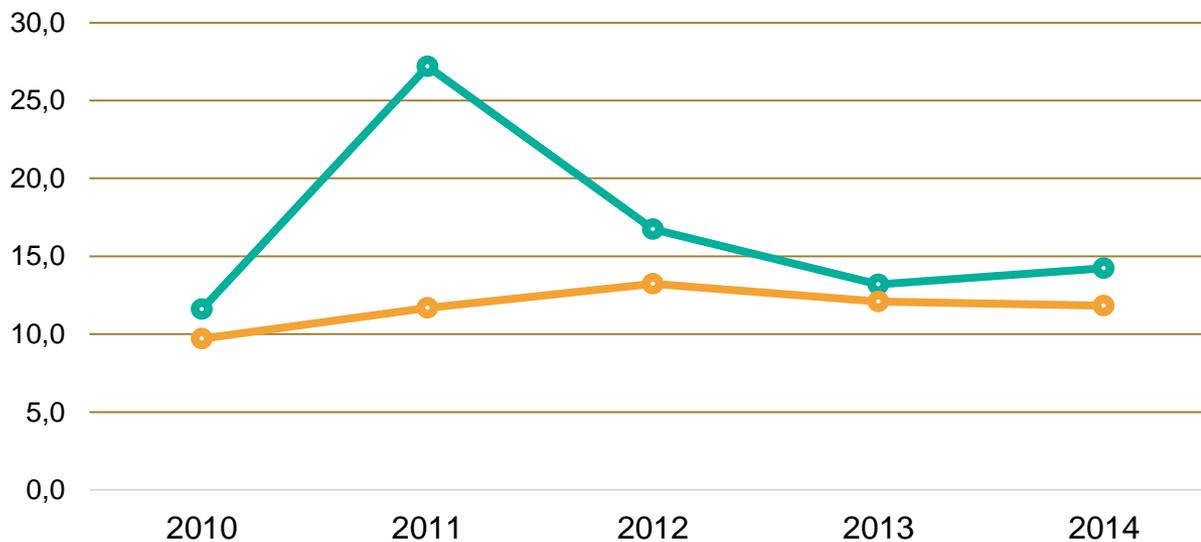


# VELOCIDADES ÔNIBUS X AUTOMÓVEIS - TARDE

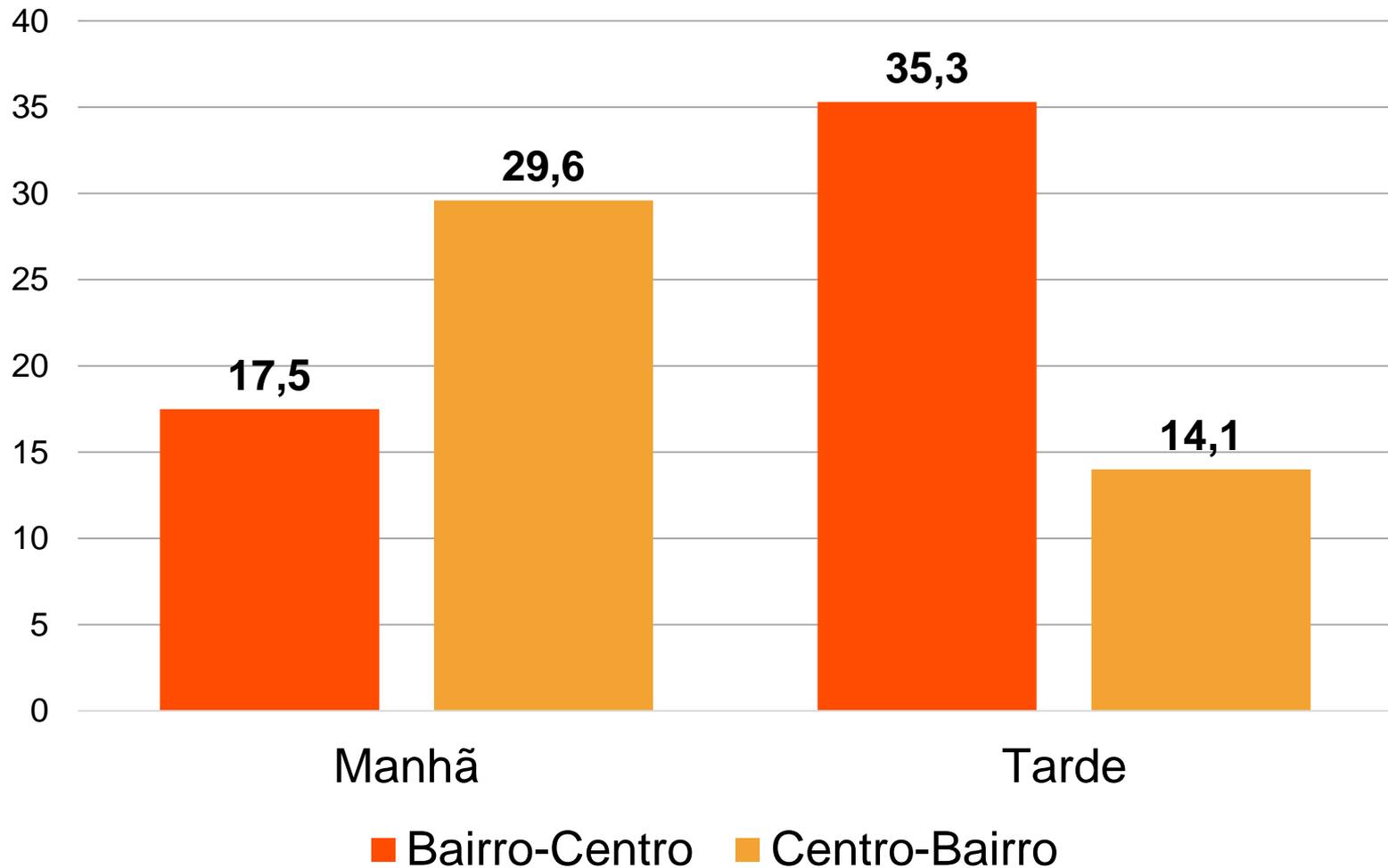
BAIRRO-CENTRO



CENTRO-BAIRRO



# VELOCIDADES (2013)



# SITUAÇÃO ATUAL

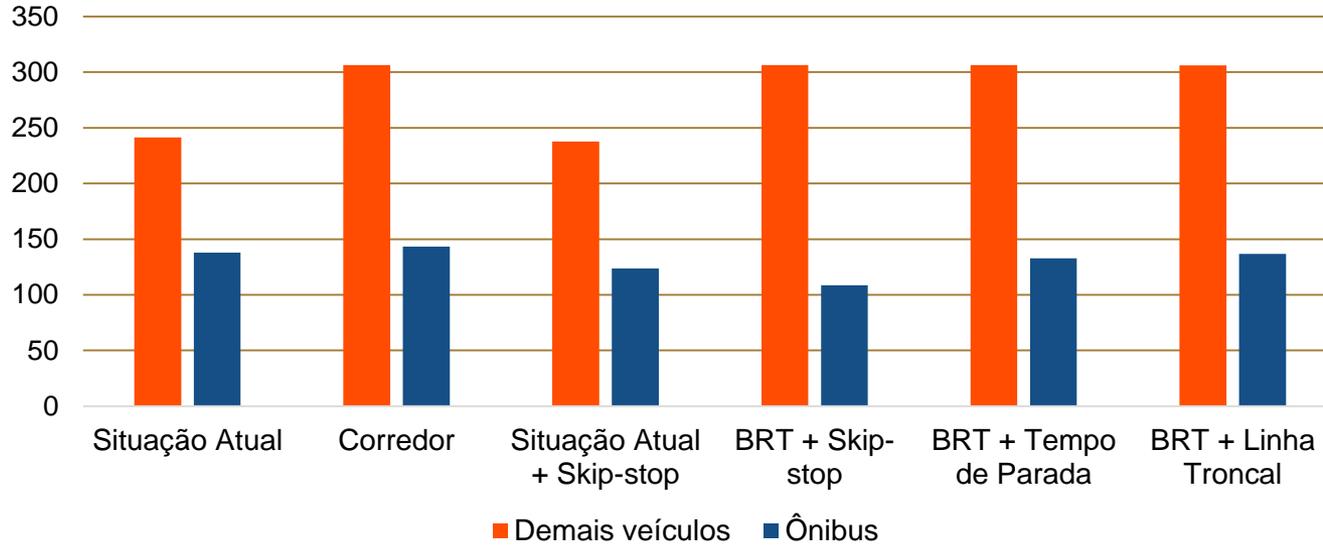


# BRT / CORREDOR

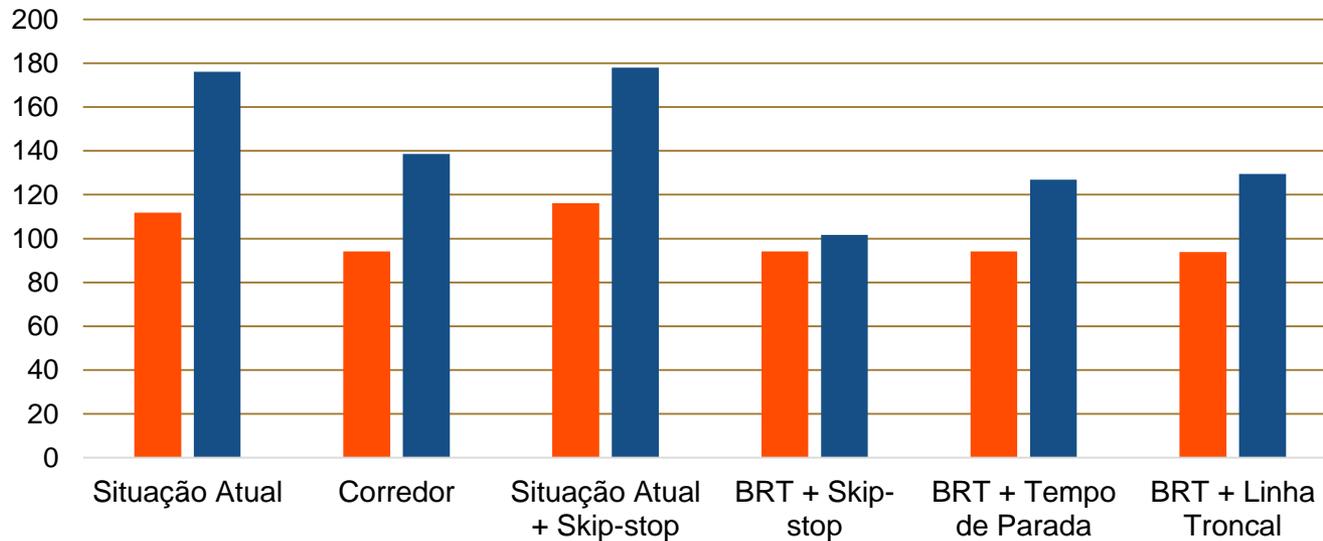


# TEMPO DE VIAGEM ÔNIBUS X AUTOMÓVEIS

BAIRRO-CENTRO



CENTRO-BAIRRO



# **Análise de Comportamento de Operação de Ônibus Urbanos sob o impacto de chuva utilizando as Técnicas de Árvores de Regressão ChAID e Estatística Geográfica**

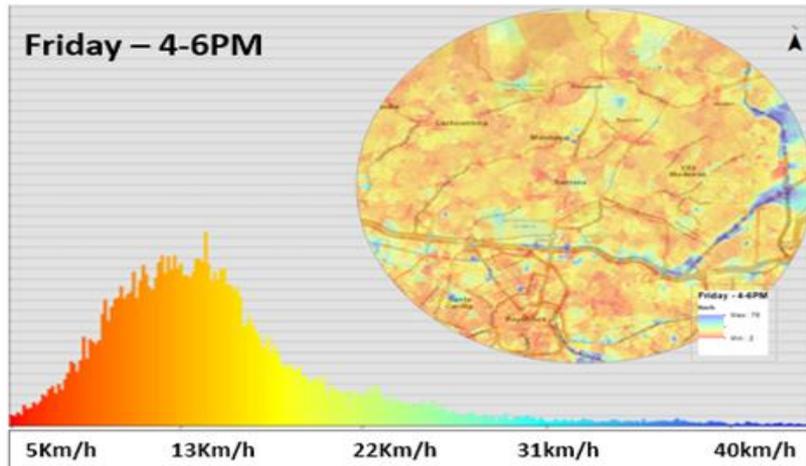
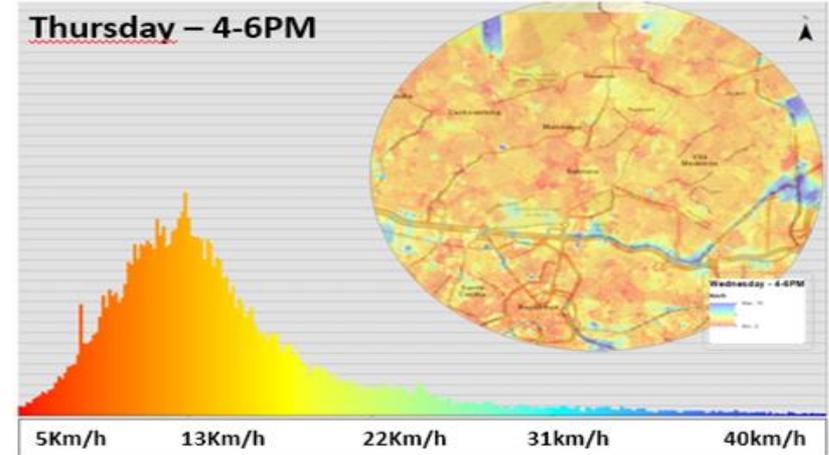
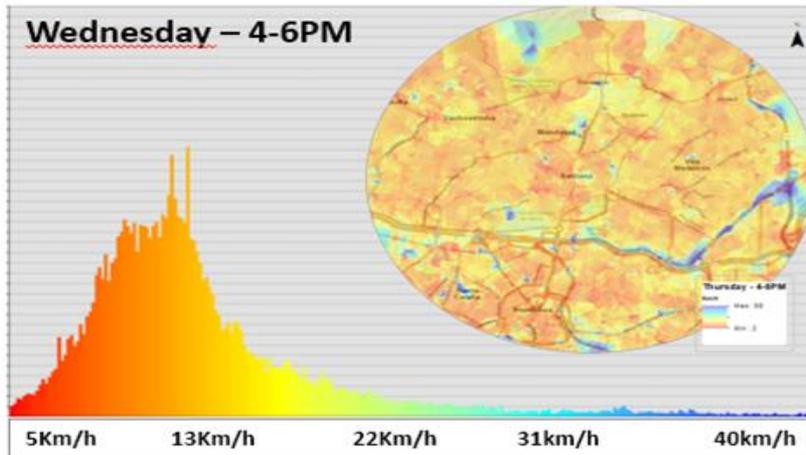
Erick Sobreiro GONÇALVES (2017)

# VM dos ônibus urbanos frente à ausência de precipitação de chuva (0 mm de chuva / hora)

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Global Average	Time to time variability
7:00 AM	17,71	18,00	18,17	17,34	17,69	17,78	
8:00 AM	17,81	18,24	18,30	17,61	17,51	17,89	1%
9:00 AM	18,19	18,38	17,88	17,85	17,65	17,99	1%
10:00 AM	18,27	18,32	18,14	17,91	17,56	18,04	0%
11:00 AM	18,00	17,92	17,45	17,35	17,27	17,60	-2%
12:00 AM	17,47	17,47	17,21	16,91	16,94	17,20	-2%
1:00 PM	17,54	17,48	17,07	16,96	16,97	17,20	0%
2:00 PM	17,66	17,88	17,08	17,07	17,18	17,37	1%
3:00 PM	17,53	17,61	16,96	17,02	16,77	17,18	-1%
4:00 PM	17,40	17,48	16,70	16,54	15,77	16,78	-2%
5:00 PM	16,66	17,33	16,69	16,09	15,34	16,42	-2%
6:00 PM	15,93	16,26	15,38	15,40	14,81	15,56	-6%
7:00 PM	17,62	17,70	16,62	17,08	16,06	17,01	9%
8:00 PM	19,63	19,35	19,03	18,89	17,77	18,94	10%
Average	17,67	17,82	17,33	17,14	16,81	17,35	

Superfícies e histogramas das VM dos ônibus urbanos frente à ausência de precipitação de chuva (0 mm de chuva / hora), para os dias de quartas, quintas e sextas-feiras, no horário de pico (4:00 – 6:00 PM)

## Average Speed Kriging Map Peak time comparsion

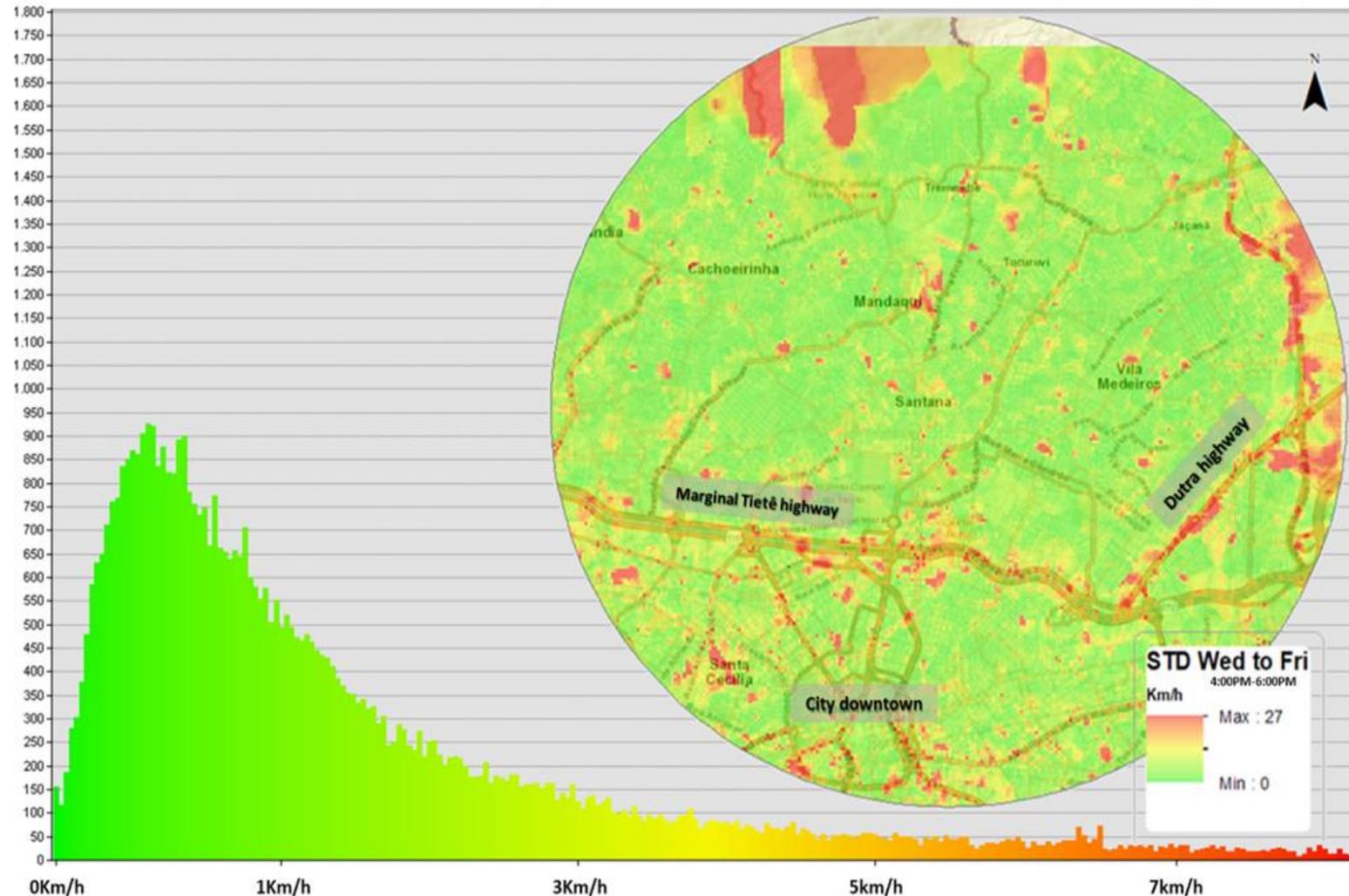


### Statistics comparsion

	Min	Max	Mean	Std
Wednesday	2,8	73,9	15,74	7,1
Thursday	2,7	88,3	15,57	6,8
Friday	2,8	76,2	15,56	6,6

Superfície e histograma dos DP das velocidades dos ônibus urbanos frente à ausência de precipitação de chuva (0 mm de chuva / hora), para os dias de quartas, quintas e sextas-feiras, no horário de pico (4:00 – 6:00 PM)

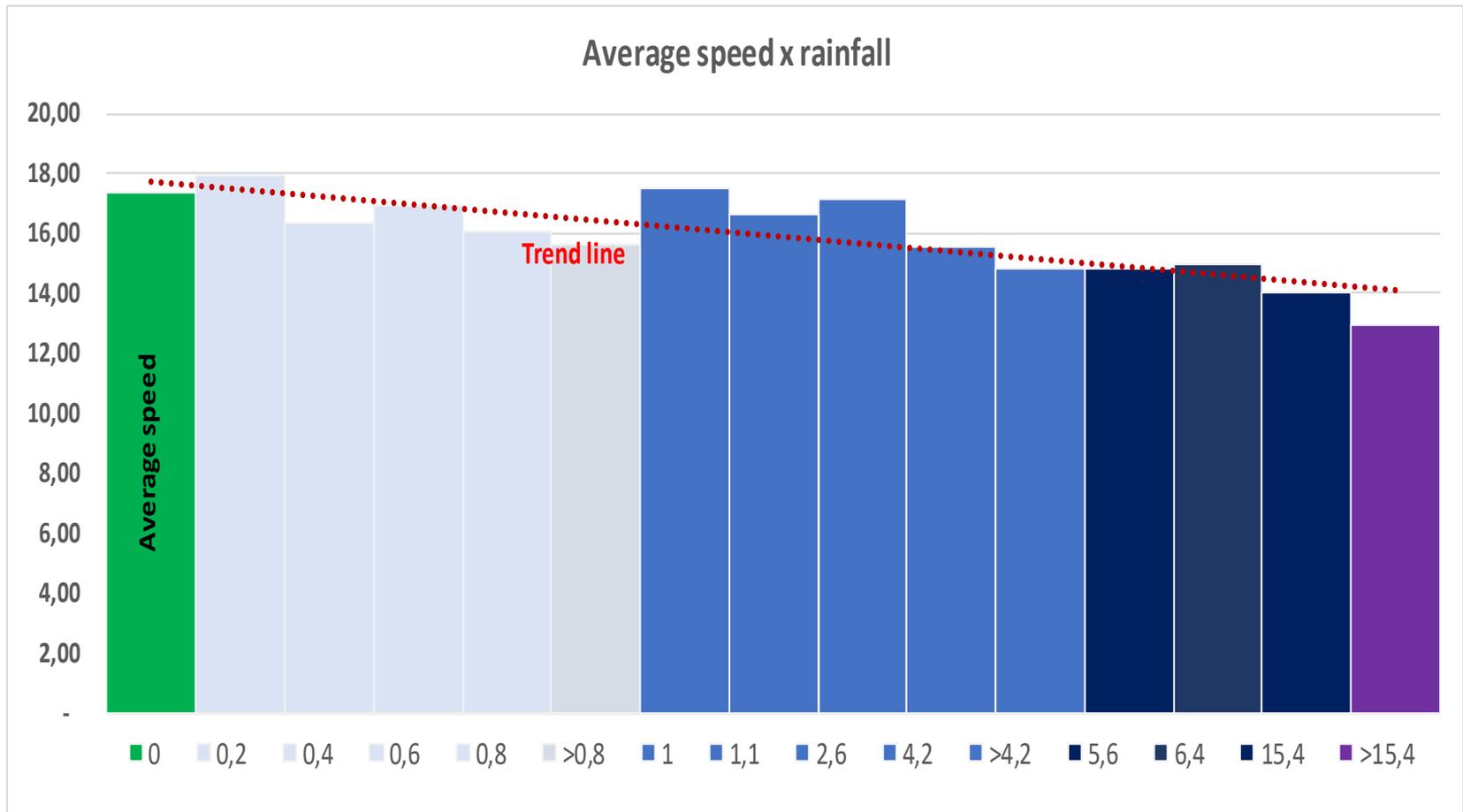
## Standard deviation map: 4PM-6PM Wednesday-Friday maps



# VM dos ônibus urbanos frente à precipitação de chuva (> 0 mm de chuva / hora) [1]

Rainfall	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Average
0	17,67	17,83	17,40	17,14	16,81	17,37
0,2		16,51	19,29			17,90
0,4			18,15		14,49	16,32
0,6		15,99			17,80	16,90
0,8		16,11		16,55	15,39	16,02
>0,8		15,65				15,65
1				17,53		17,53
1,1				16,64		16,64
2,6			17,11			17,11
4,2			17,29		13,80	15,55
>4,2			14,84			14,84
5,6					14,85	14,85
6,4					14,95	14,95
15,4					13,99	13,99
>15,4					12,94	12,94
Average	17,67	16,42	17,35	16,96	15,00	15,91

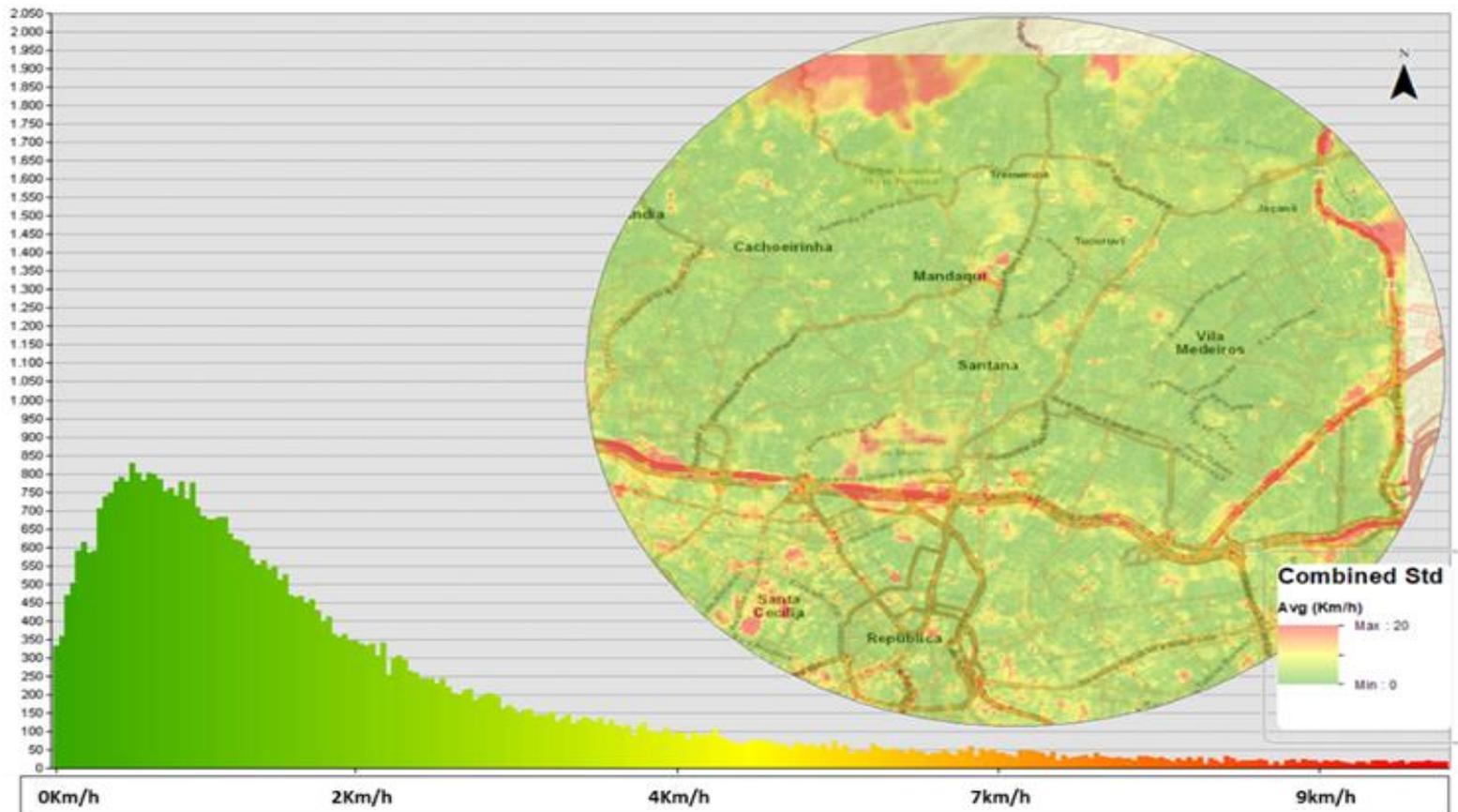
# VM dos ônibus urbanos frente à precipitação de chuva (> 0 mm de chuva / hora) [2]



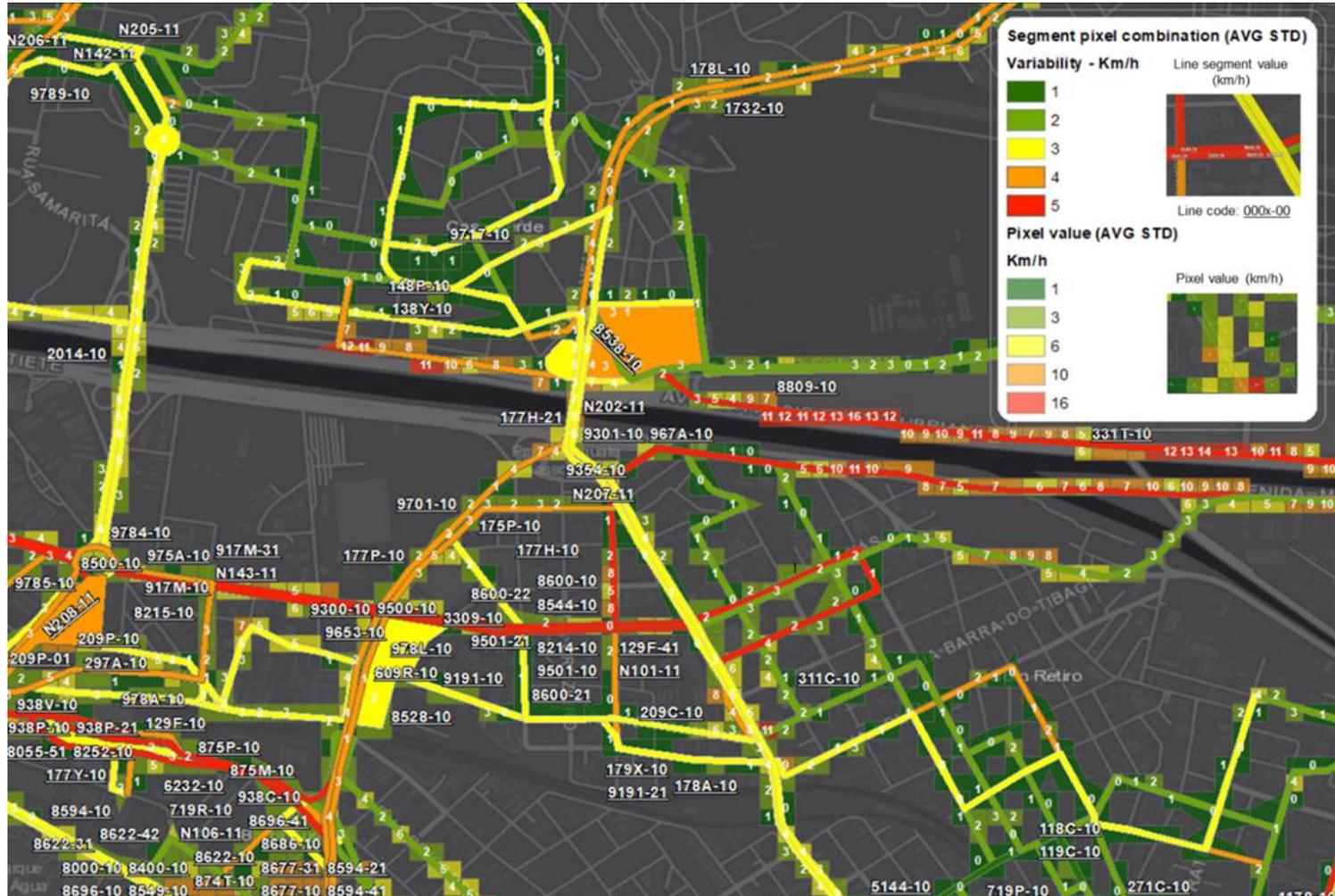


# Superfície e histograma dos DP das velocidades dos ônibus urbanos frente à ausência e com a presença de precipitação de chuva para os dias de quartas, quintas e sextas-feiras, no horário de pico (4:00 – 6:00 PM)

## Deviation average map CHAID class standard deviation map



# Identificação das linhas de ônibus urbanos e trechos específicos sob o impacto do clima na variabilidade das velocidades

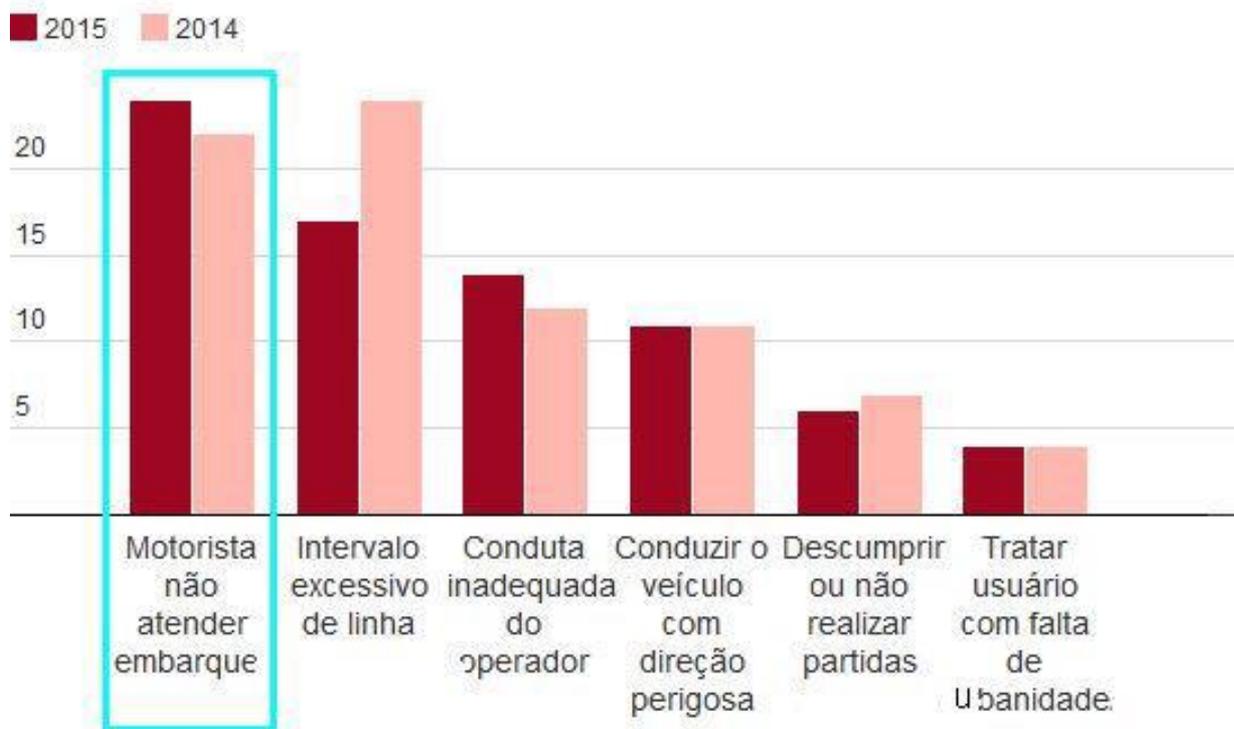


# **Chamada de ônibus (e-Hailing) utilizando rede de aplicativo móvel**

# Infográfico do ranking das reclamações na SPTrans em 2014 e 2015

## RANKING DAS RECLAMAÇÕES EM 2015 EM %

Fonte: SPTrans



**2,9 bilhões**

é o número de passageiros transportados pelo sistema de ônibus em 2015

Confira mais infográficos da [Folha](#)

# *Condições dos usuários em pontos lotados e com chuva tentando visualizar os ônibus*

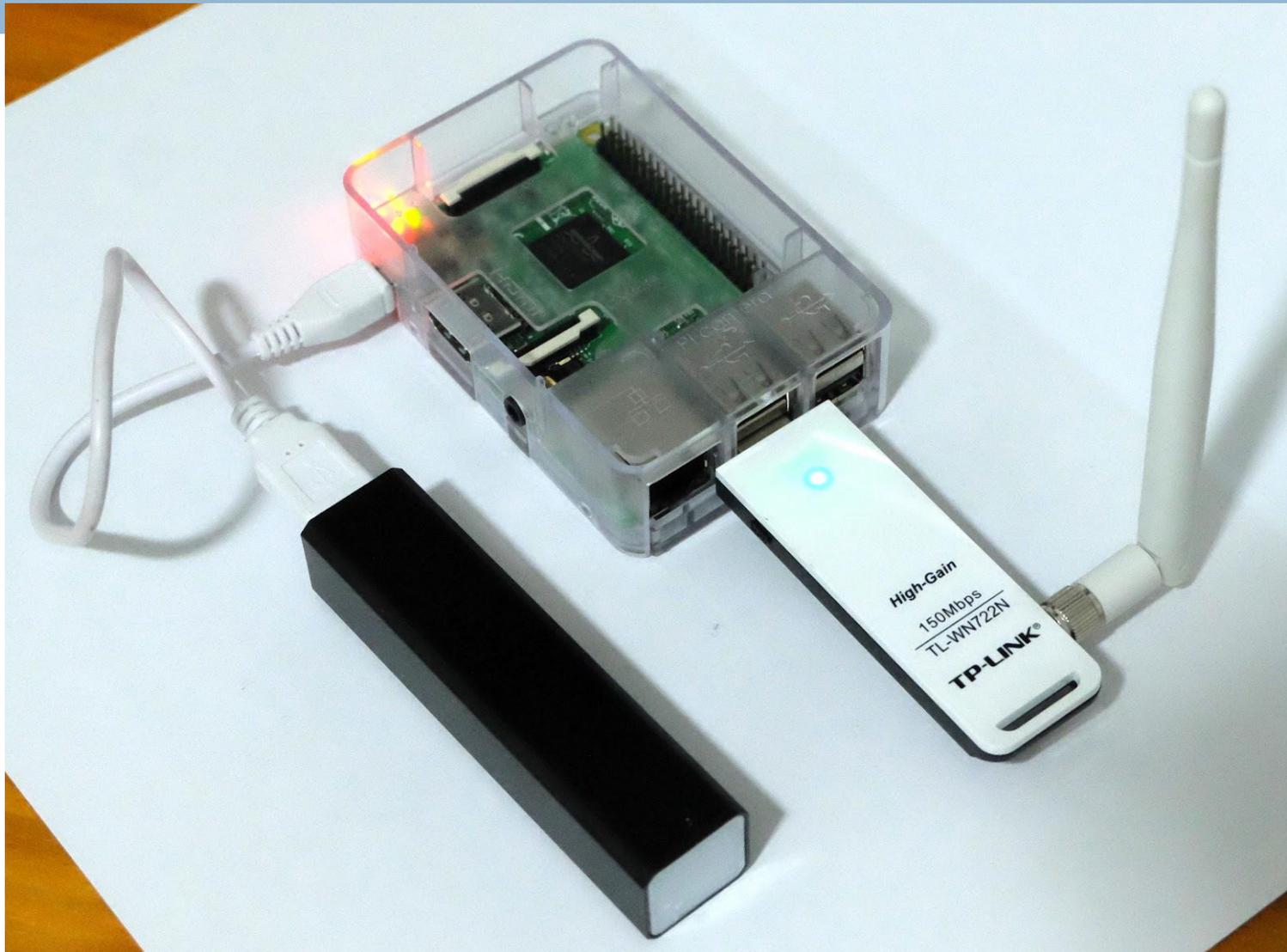


# Grupos de Discussão

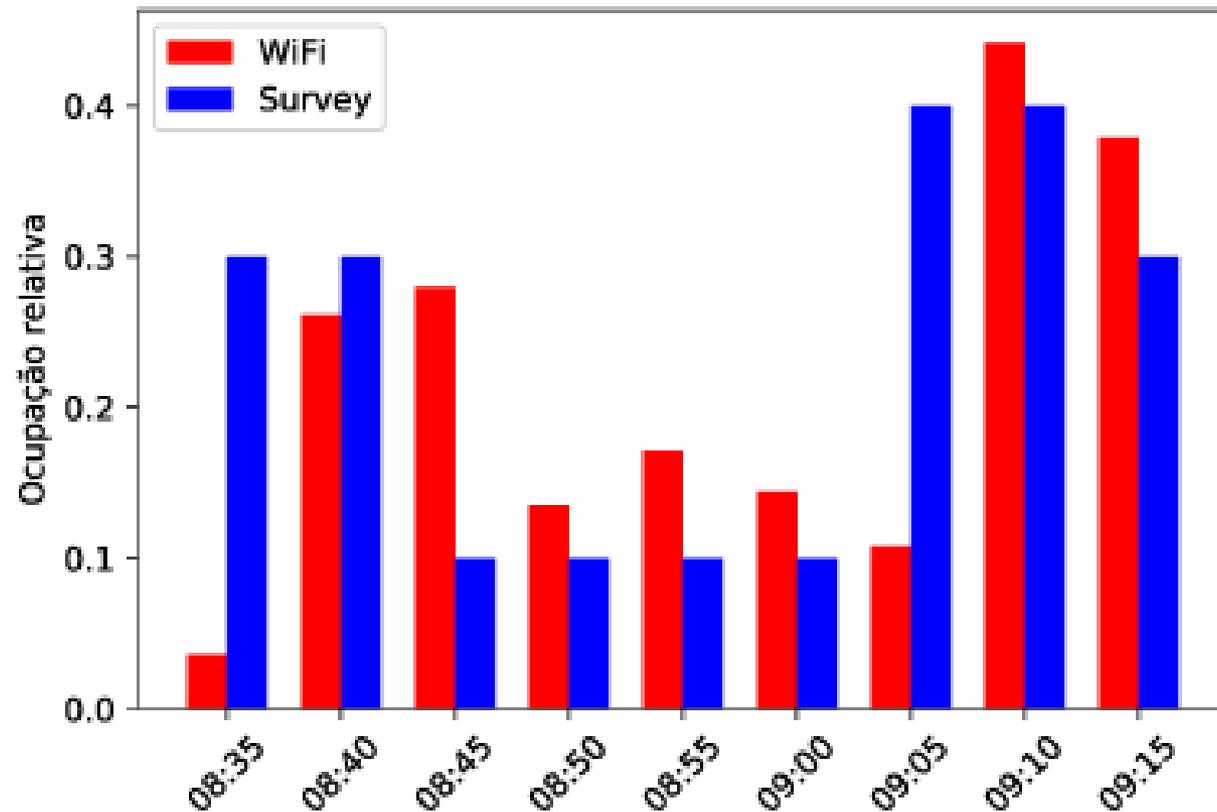
- **Grupo A – Piloto**
  - Composto por uma mistura, sem rigorosa proporcionalidade, dos tipos de passageiros mais numerosos nos ônibus da SPTrans e alguns do grupo de vulneráveis. Deve ser referência inicial para testar o método de pesquisa e a condução das seções. A partir desse grupo poderão ser feitos ajustes para os próximos.
- **Grupo B – Usuários**
  - Grupo de mulheres e homens de diversas idades para discutir as preocupações e utilidades para um grupo não especialmente vulnerável.
- **Grupo C – Vulnerável**
  - Pessoas com deficiência e idosos.
- **Grupo D – Motoristas**
  - Grupo de motoristas para levantar suas impressões sobre a situação atual, como ocorrem as passagens pelos pontos e também para verificar os argumentos acerca do aplicativo.

Estimativa da ocupação de  
veículos por tecnologias sem fio e  
dispositivos móveis - uma  
aplicação no transporte urbano de  
passageiros por ônibus

# Prototipo do APC com antena *WiFi* e bateria externa



# Dados emparelhados da ocupação: provindos do sensor e observados



# Simulação e Análise do Fluxo de Pedestres em Terminais

MARTIN, B. M.; SANTIAGO, J. M.;  
ALILL, L. V.; SOUZA, L. F. (2017)

# Terminal Pinheiros



# Calibração e validação

VARIÁVEIS DA CALIBRAÇÃO										
Walking Behavior :	Tau	ReactToN	ASocIso	BSocIso	Lambda	AsocMean	BSocMean	VD	Noise	SidePref
	0,2	3	5	0,7	0,176	0,4	2,8	3	1,2	None
Walking Behavior nas escadas:	Tau	ReactToN	ASocIso	BSocIso	Lambda	AsocMean	BSocMean	VD	Noise	SidePref
	0,05	2	2,72	0,2	0,176	0,4	2,8	3	1,2	None
Desired Speed :	5 km/h +- 0,5									
Desired Speed nas escadas :	1.5 km/h									
Velocidade das escadas (m/s) :	Escada 0	0,75	Escada 1	0,75	Escada 2	0,75	Escada 3	0,7	Escada 4	0,8

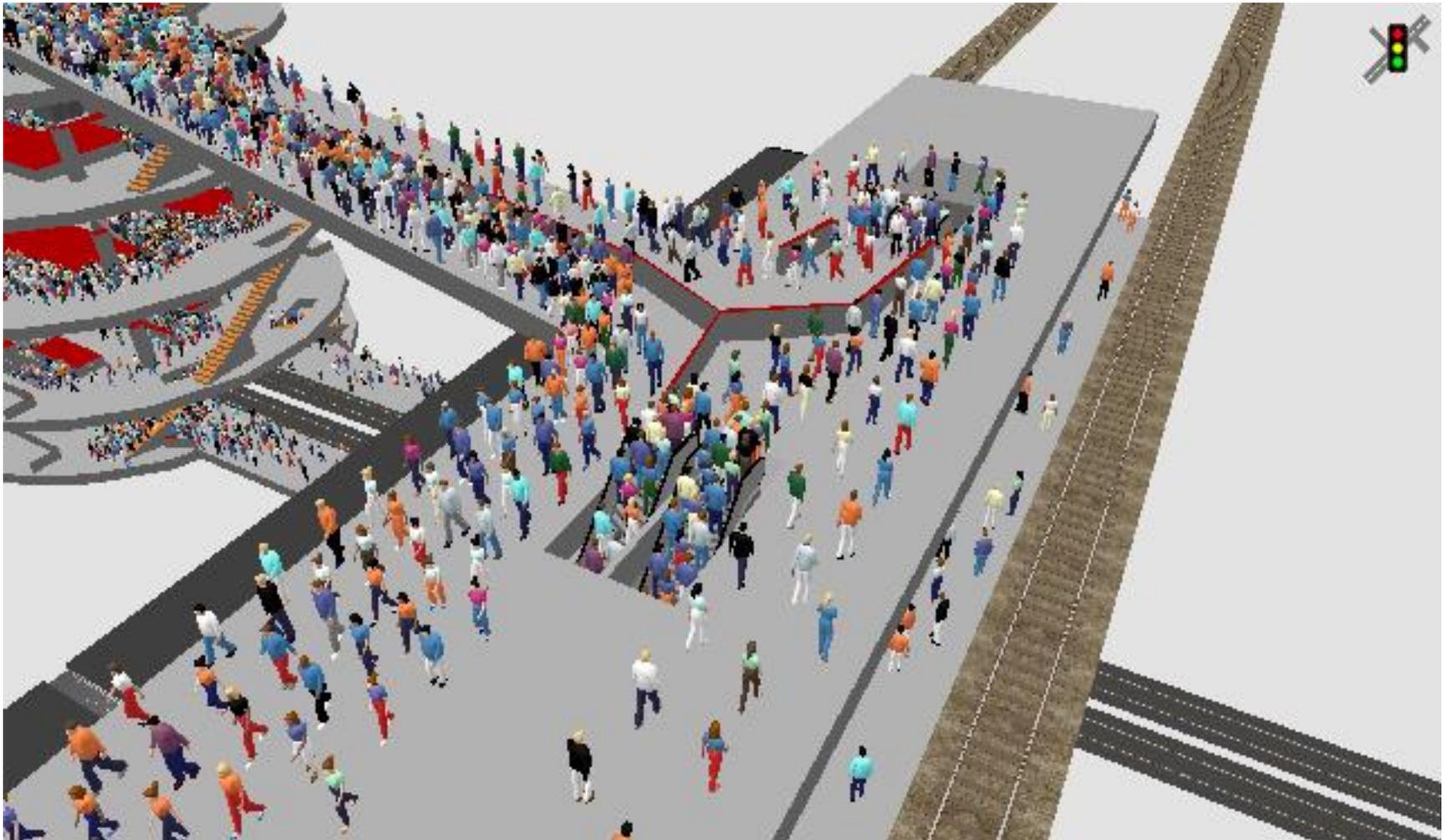
Ajuste na  
velocidade  
desejada

	ROTAS	TRAVEL TIMES (seg)		MEDIDO / SIMULADO (%)
		MEDIDOS	SIMULADOS	
DESCENDO	Trajeto na passarela	48	56	86
	Fim da passarela até escada 5	23	23	98
	Escada 4	20	23	85
	Até escada 3	25	23	110
	Escada 3	30	31	96
	Até escada 2	21	20	107
	Escada 2	30	30	99
	Até escada 1	55	48	115
	Escada 1	30	31	96
	Até escada 0	13	11	113
SUBINDO	Escada 0	20	23	87
	Até escada 1	32	29	110
	Escada 1	30	31	97
	Até escada 2	53	62	85
	Escada 2	30	32	94
	Até escada 3	26	29	89
	Escada 3	30	30	99
	Até escada 4	29	25	115
	Escada 4	20	23	87
	Até início da passarela	26	29	89
Trajeto na passarela	47	54	87	

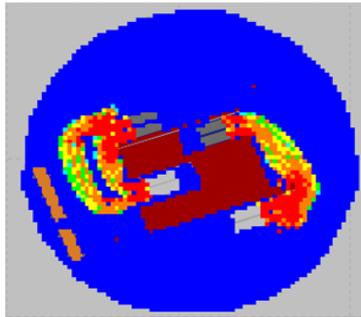
# Terminal Pinheiros: Cenário 2017



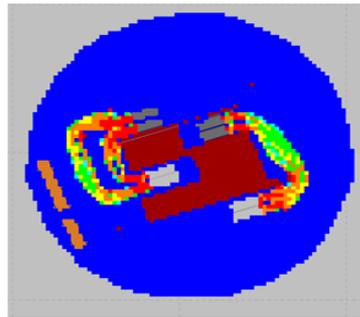
# Terminal Pinheiros: Cenário 2030



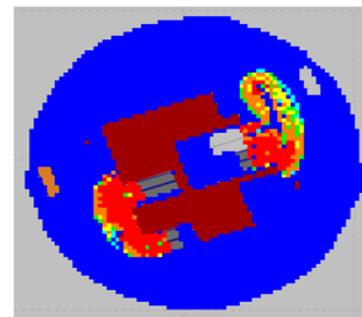
# Comparação de cenários



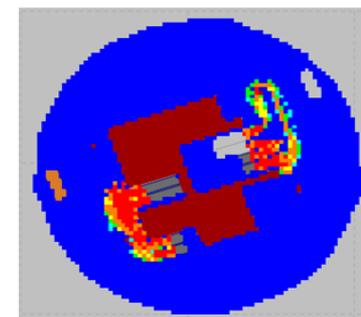
(A)



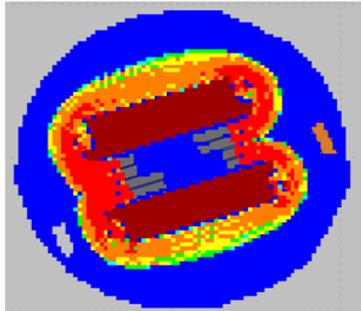
(B)



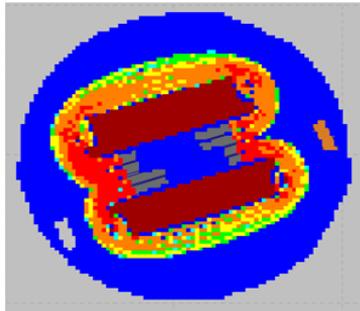
(A)



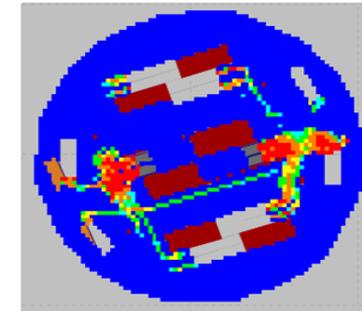
(B)



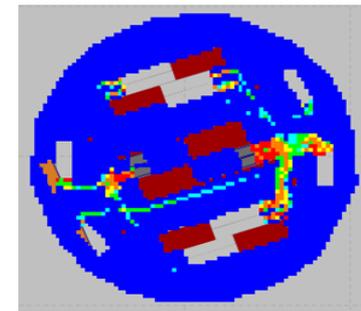
(A)



(B)



(A)



(B)

(A) 2030  
(B) 2017

Nível de Serviço	Pessoas / m <sup>2</sup>	
A	0 - 0,308	
B	0,308 - 0,431	
C	0,431 - 0,718	
D	0,718 - 1,07	
E	1,07 - 2,153	
F	>2,153	

# Gestão de Cidades

## Aula 15/10/18: Mobilidade Inteligente

### ATMS

#### Gerenciamento de Tráfego

**ITMS:** **Intelligent** (Advanced) Traffic Management Services

AHS: Advanced Highway Services

# Objetivos

---

- ❑ **ITS visa endereçar respostas nas seguintes áreas de aplicações:**
  - ❑ Multimodalidade de viagem: informações ao usuário
  - ❑ Operações na “rede de transportes”
    - **Gerenciamento de Tráfego**
    - Gerenciamento do Transporte Público de Rota Fixa (TPC)
  - ❑ Operação de Veículos
    - Outras frotas, exceto o TPC de “rota fixa”
    - Mobilidade e conectividade da carga
  - ❑ Atividades de coordenação e resposta relacionadas à emergências e desastres
  - ❑ Estratégias de tarifação variável para (cargas) e viagens pessoais

# 14813 -1: Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de ITS



# 14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

## Arquitetura de referência de ITS

### 2. Operações e gerenciamento de tráfego

**2.1 Gerenciamento e controle de tráfego**

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

# Operações e gerenciamento de tráfego (Traffic Management) :

## Serviços/funções envolvidas

- **Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego**
  - ▣ Traffic Management and Control (AUTROADS)
  - ▣ Traffic Control (CANADA)
- **Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte**
  - ▣ Incident Management (AUTROADS / CANADA)
- **Gerenciamento de demanda**
  - ▣ Demand Management (AUTROADS)
  - ▣ Travel Demand Management (CANADA)
- **Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte**
  - ▣ Infrastructure Maintenance Management (AUSTROADS)
- **Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito**
  - ▣ Policing / Enforcing Traffic Regulations (AUTROADS)
  - ▣ Automated Dynamic Warning and Enforcement (CANADA)
  - ▣ Emissions Testing And Mitigation (CANADA)

# Operações e gerenciamento de tráfego: (ITS CANADA)

## Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- Definição da Funcionalidade [**PROPÓSITO** (o que é ?)]:
- O Serviço de Gerenciamento e Controle do Fluxo de Tráfego prevê a integração e **controle adaptativo das vias** para:
  - ▣ melhorar o fluxo de tráfego
  - ▣ minimizar o congestionamento
  - ▣ maximizar o movimento de pessoas e bens
  - ▣ dar **preferência para o transporte público** e outros veículos de alta ocupação (HOV)

# Operações e gerenciamento de tráfego: (ABNT/ISO 14813-1)

## Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- Definição da Funcionalidade [**PROPÓSITO** (o que é ?)]:
  - Principais estratégias de controle:
    - **variação**, em tempo real, **do sincronismo dos sinais de trânsito** (semáforos) → **TSP (prioridade ao HOV)**
    - **controle responsivo do tráfego** das entradas em rampa para autoestradas/vias expressas → **Ramp Metering**
    - **controle de velocidade variável** (variação da velocidade máxima permitida ou da direção do tráfego) em tempo real, com relação:
      - ao volume de tráfego
      - existência ou formação de congestionamento
      - a ocorrência de incidentes ou condições ambientais adversas

# Operações e Gerenciamento de Tráfego: Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- **Reflexões: Potencial de Impactos e Impactos Medidos (Gerais na Operação)**
  - Quanto a **eficiência dos sistemas de controle dos semáforos**, o UTC **SCOOT**, que foi amplamente usado no Reino Unido e em vários países, inclusive no Brasil (São Paulo)
    - Faz ininterruptas pequenas mudanças nos tempos dos semáforos, baseado em informações em real tempo do fluxo do tráfego
    - Algumas versões do sistema introduziram muitas características que possibilitaram à autoridade local influenciar nos tempos dos semáforos
  - **Estudos detalhados na Europa mostraram que em média o SCOOT reduziu os atrasos em 12%, se comparados com planos fixos de tempo**
  - **Outros estudos em Londres mostraram que houve uma redução de 8% nos tempos de jornada**

# Operações e Gerenciamento de Tráfego: Gerenciamento e controle (dos fluxos) de tráfego

- Impactos Medidos (Gerais na Operação)
- Eficiência dos sistemas de controle dos semáforos (UTC SCOOT)
  - ▣ No projeto PROMPT, o TPU utilizou os sistemas de controle de tráfego avançado UTC - SCOOT e o UTOPIA/SPOT em Londres, Turim e Gothenburg
    - Os resultados obtidos em Londres foram:
      - **Atraso de ônibus: 22%-33%**
      - **Tempos de jornada: 7%-8%**
      - **Variação na demora de ônibus: 6%-25%**
    - Os impactos medidos, com a aplicação dos Sistemas de **Prioridade ao TPU** em Gothenburg, chegaram às diminuições dos seguintes parâmetros:
      - **Parada de Veículo: 23,3%**
      - **Consumo de Combustível: 5%**
      - **Emissões de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e CO: 4% a 5%**

# Contribuição metodológica para aplicação de prioridade semafórica condicional em corredores de ônibus

LUCIANO Peron (2015)

# CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA APLICAÇÃO DE PRIORIDADE SEMAFÓRICA CONDICIONAL EM CORREDORES DE ÔNIBUS

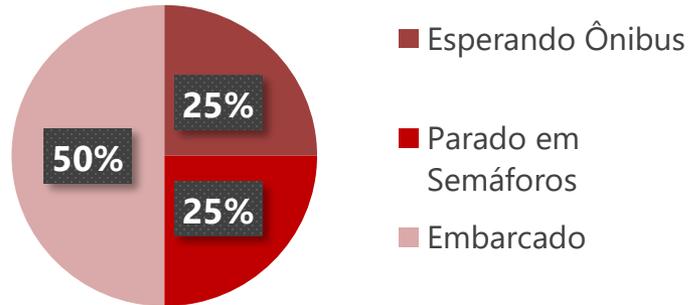
□ <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-05112015-103715/pt-br.php>

## OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

Segundo a Pesquisa de Imagem do Transporte 2012, produzida pela Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP, **os tempos de percurso nos ônibus não são percebidos positivamente pelos usuários!**

Segundo Whately (2012), os principais retardamentos nos corredores de ônibus são causados, principalmente, devido à **espera nos pontos de parada e nos semáforos.**

Distribuição dos tempos de viagem



Adaptado de Whately (2012)

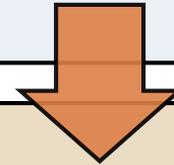
**Esta pesquisa investiga priorização do transporte público coletivo e seus impactos nos modos não priorizados, por meio da prioridade semafórica com uso de microssimulação.**

## REFERENCIAL TEÓRICO

Constituído de 3 blocos:

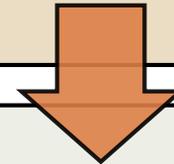
### **Medidas de prioridade para o transporte público coletivo:**

Principais características e aplicações.



### **Sistemas Inteligentes de Transportes:**

Arquitetura, sistemas de prioridade semaforica e medidas de desempenho.



**Microssimulação:** Características do Software.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Medidas de prioridade para o ônibus:

Principais características e aplicações.

- ✓ A prioridade para o ônibus nem sempre requer investimentos diretos. Medidas **que restringem o uso do automóvel podem colaborar para a melhoria do desempenho dos ônibus** (FOURSQUARE INTEGRATED TRANSPORTATION PLANNING; NATIONAL BUS RAPID TRANSIT INSTITUTE, 2011).
- ✓ Quando o sistema como um todo se encontra congestionado, as medidas de priorização proporcionam aumento da velocidade média e, portanto, tendem a reduzir os tempos de viagem, **tornado o Sistema mais atrativo** (FERRONATTO, 2002).
- ✓ **Quanto maior o grau de separação em relação ao tráfego geral, maior o controle sobre a movimentação dos ônibus.**



Avenida 23 de Maio em São Paulo



Avenida W. Luis em São Paulo

# REFERENCIAL TEÓRICO

## Sistemas Inteligentes de Transportes

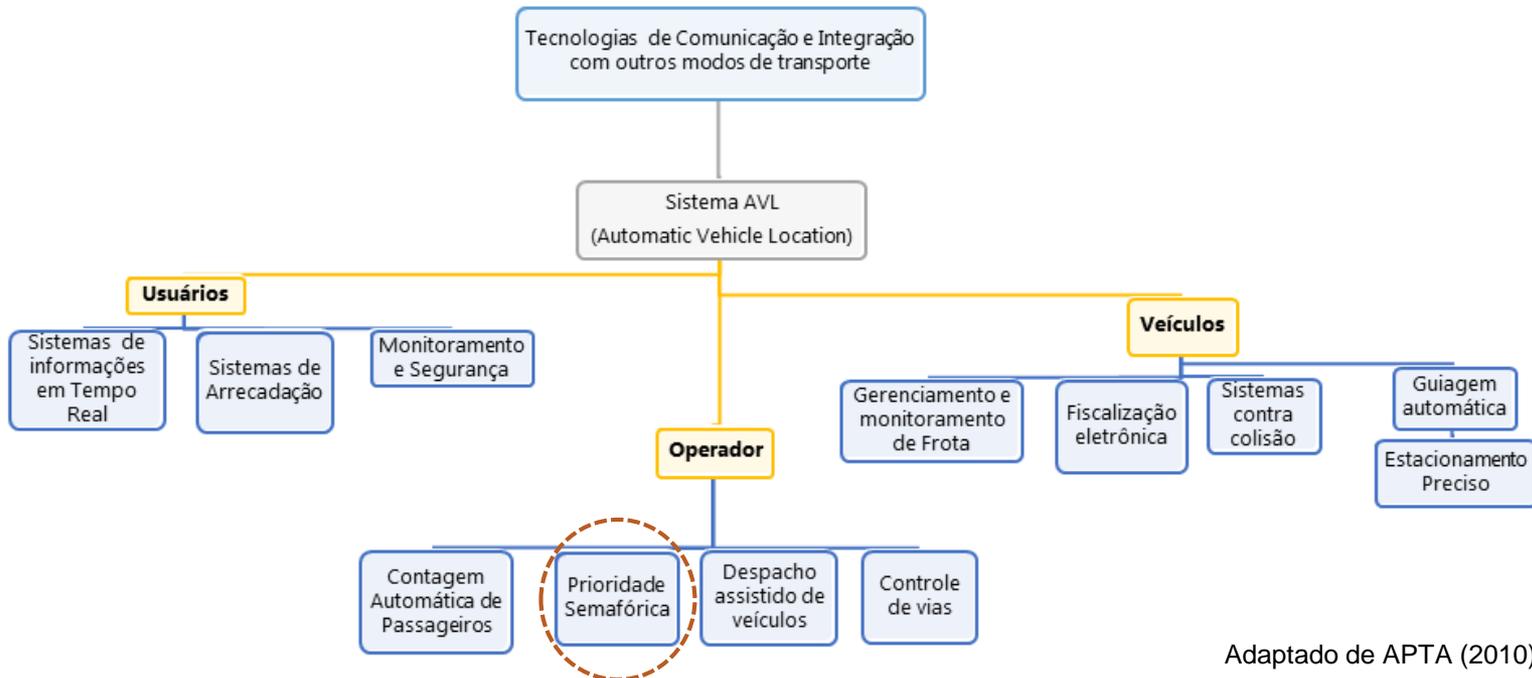
**Arquitetura**, sistemas de prioridade semafórica e medidas de desempenho.

Os Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) abrangem uma ampla gama de tecnologias de comunicação e controle que, sendo estas integradas na infraestrutura do sistema de transporte, ajudam no monitoramento e gerenciamento do trânsito, na redução dos congestionamentos, na provisão de rotas alternativas aos usuários, melhoramento da produtividade e ao final, geram economias de vidas, tempo e dinheiro para a sociedade (ALBORNOZ, 2005).

São necessários três componentes (**atores**) para que as funcionalidades ITS possam ser aplicadas:

VEÍCULO, USUÁRIO, OPERADOR.

(APTA, 2010)



Adaptado de APTA (2010)

# REFERENCIAL TEÓRICO

## Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

### Formas de Controle Semafórico

<b>Isolado</b>	<b>Coordenado</b>	<b>Centralizado (controle por área)</b>
<p>Atuação independente dos semáforos</p> <p>Não há necessariamente sincronismo</p>	<p>Coordenação do tráfego conforme parâmetros:</p> <p>Tempo de verde</p> <p>Tempo de ciclo</p> <p>Vias arteriais (onda verde)</p>	<p>Opera com 3 estratégias:</p> <p><u>Tempo fixo</u>: Planos semafóricos são implantados de acordo com uma tabela horária.</p> <p><u>Seleção dinâmica</u>: Planos semafóricos armazenados num computador que seleciona a programação mais adequada conforme o fluxo da via. Requer detectores.</p> <p><u>Tempo Real</u>: Planos semafóricos são ajustados dinamicamente conforme a demanda de veículos capturada pelos detectores. Planos são continuamente ajustados. Duas estratégias de prioridade: <b>Passiva e Adaptativa.</b></p>

(CUNTO E LOUREIRO, 2011)

# REFERENCIAL TEÓRICO

## Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

### Formas de Prioridade Semafórica:

#### Prioridade Adaptativa (ativa)

Tipo de estratégia mais difundida nos Estados Unidos e demonstrou impactos positivos quanto a qualidade dos serviços prestados (Li *et al.*, 2010).

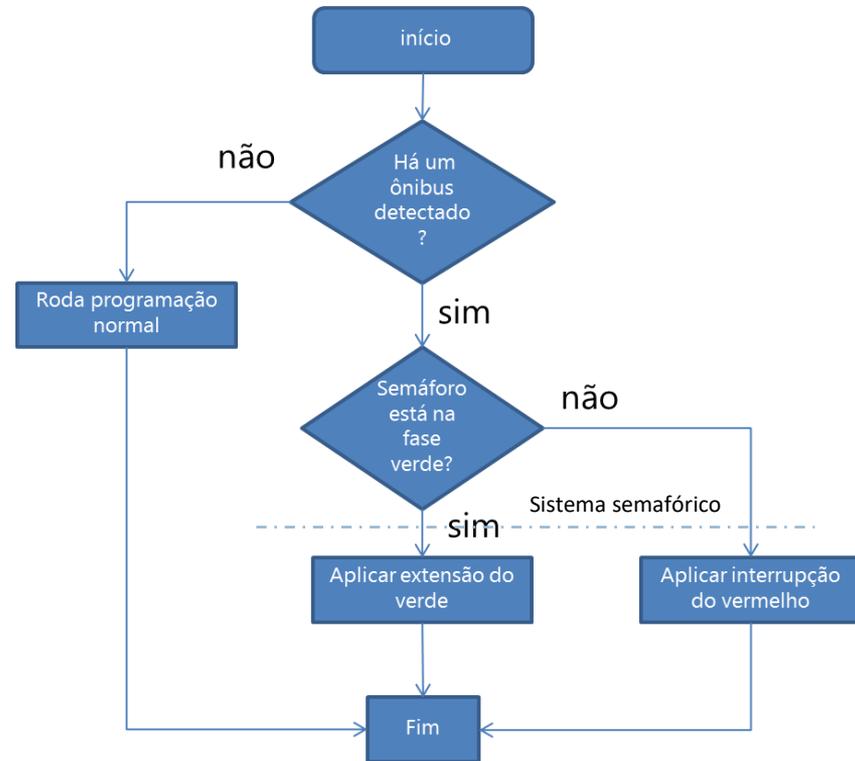
#### Dois algoritmos:

#### Incondicional e Condicional

#### Prioridade Ativa Incondicional

Nenhuma restrição de variáveis de controle, sendo também conhecida como prioridade absoluta.

- Riscos: Prioridade para veículos que não precisam: aderentes à programação, fora de serviço ou de outros sistemas (USDOT e FTA, 2008).
- Pode causar sérios impactos nas vias não priorizadas.



EKEILA, SAYED, ESAWEY, (2009)

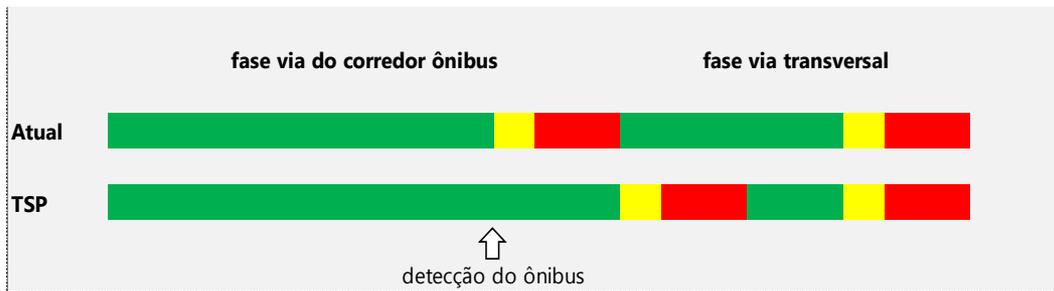
# REFERENCIAL TEÓRICO

## Sistemas Inteligentes de Transportes

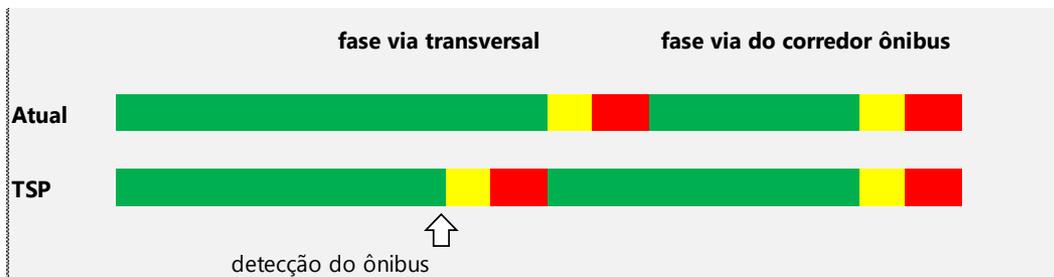
Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

### Estratégias de Prioridade Semafórica

Extensão do verde:



Interrupção do vermelho ou  
antecipação do verde:



(ALEMÁN, 2013)

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

#### **Prioridade Ativa Condicional:**

Conceitos fundamentais:

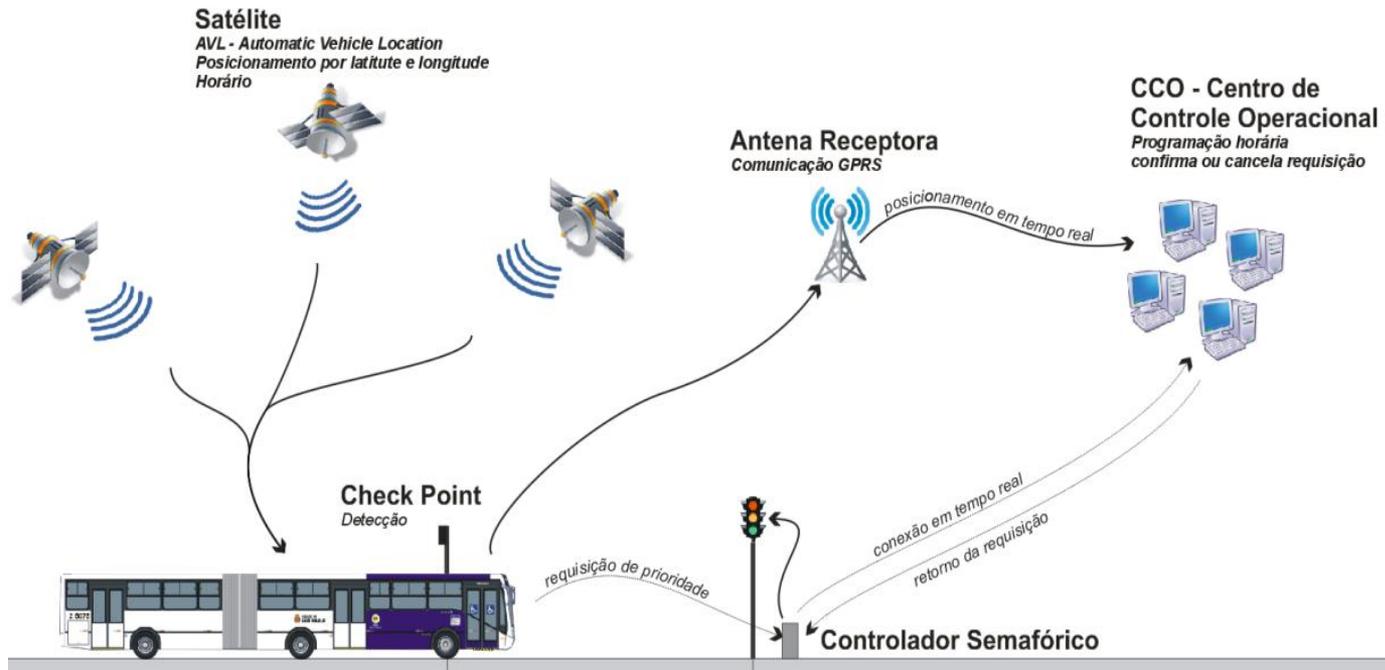
- ✓ Evita impactos negativos para a corrente do tráfego não priorizado (FURTH E MULLER, 2002);
- ✓ Deve-se limitar a frequência de prioridade para ônibus (USDOT e FTA, 2008);
- ✓ Gerar prioridade apenas para os veículos que atendam critérios pré-estabelecidos, tais como: aderência à programação horária ou ocupação de passageiros nos veículos;
- ✓ Integração do controle semafórico em tempo real a sistemas de informação e identificação/localização automática de veículos (*AVI/AVL - Automatic Vehicle Identification / Automatic Vehicle Location*) para propor um sistema de prioridade inteligente.

# REFERENCIAL TEÓRICO

## Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

### Prioridade Ativa Condicional



Adaptado de ITS America (2005)

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

#### Prioridade Ativa Condicional:

**Ex: Portland, EUA.**

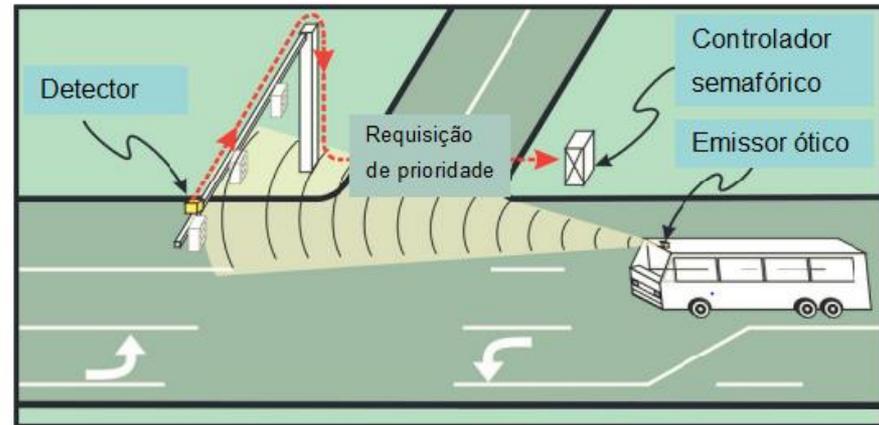
#### Características:

- ✓ 8 corredores;
- ✓ 250 interseções;
- ✓ 650 veículos;

#### Condicionantes do TSP:

- ✓ Apenas veículos pertencentes ao sistema municipal;
- ✓ Veículos em operação regular;
- ✓ Com as portas fechadas;
- ✓ Atraso mínimo: 30 segundos
- ✓ Extensão dos tempos de verde: 7 a 10 segundos

#### Arquitetura do TSP em Portland, EUA



Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

# REFERENCIAL TEÓRICO

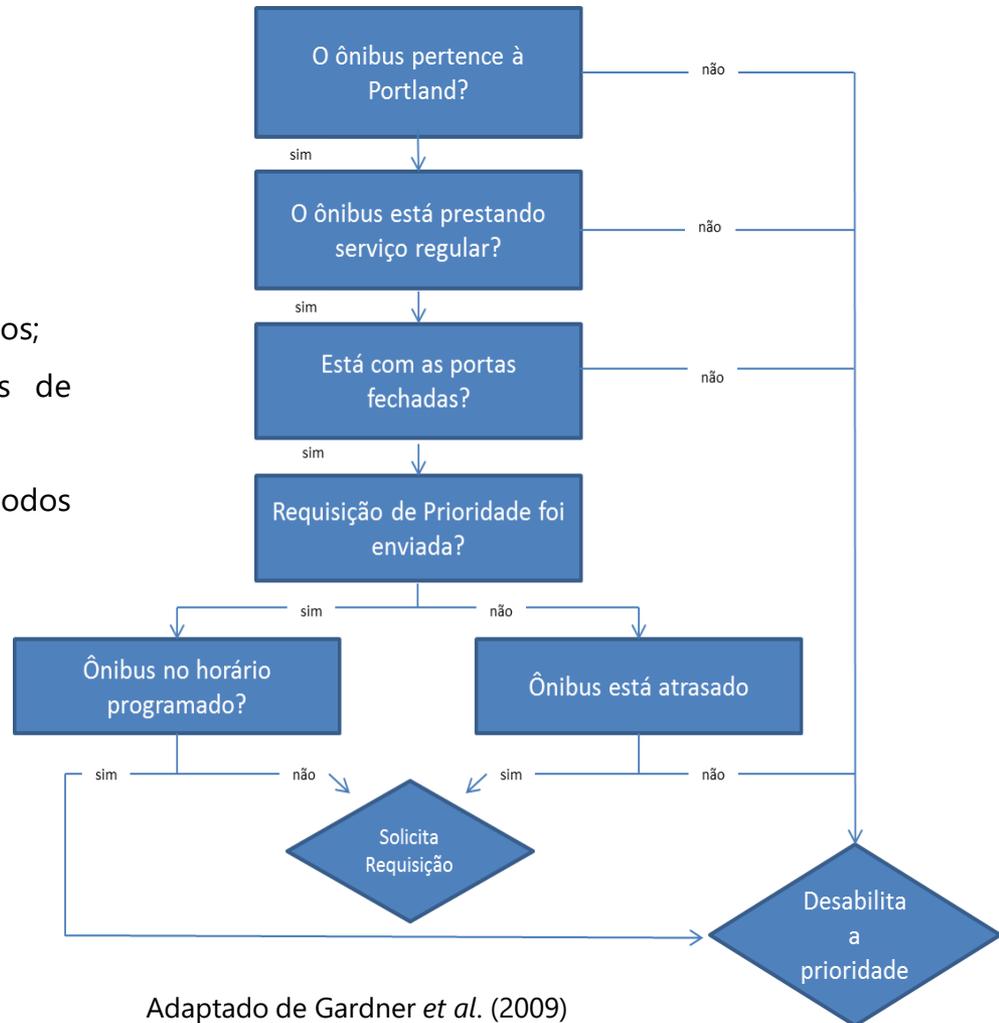
## Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

### Prioridade Ativa Condicional: Exemplo de Portland, EUA.

#### Resultados:

- ✓ 14% de redução dos tempos de viagem;
- ✓ Redução dos atrasos entre 2 e 13 segundos;
- ✓ Redução da variabilidade dos tempos de viagem;
- ✓ Impactos pouco significativos para os modos não priorizados.

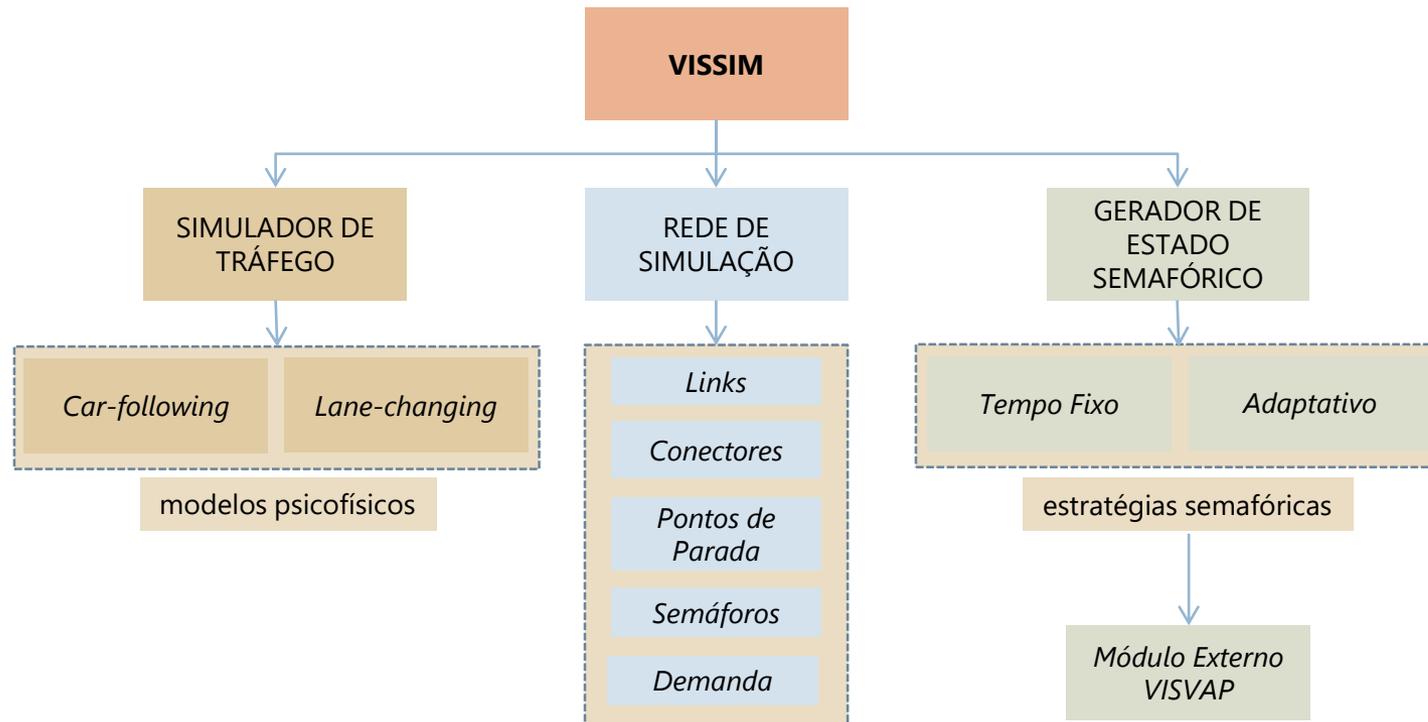


Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

# REFERENCIAL TEÓRICO

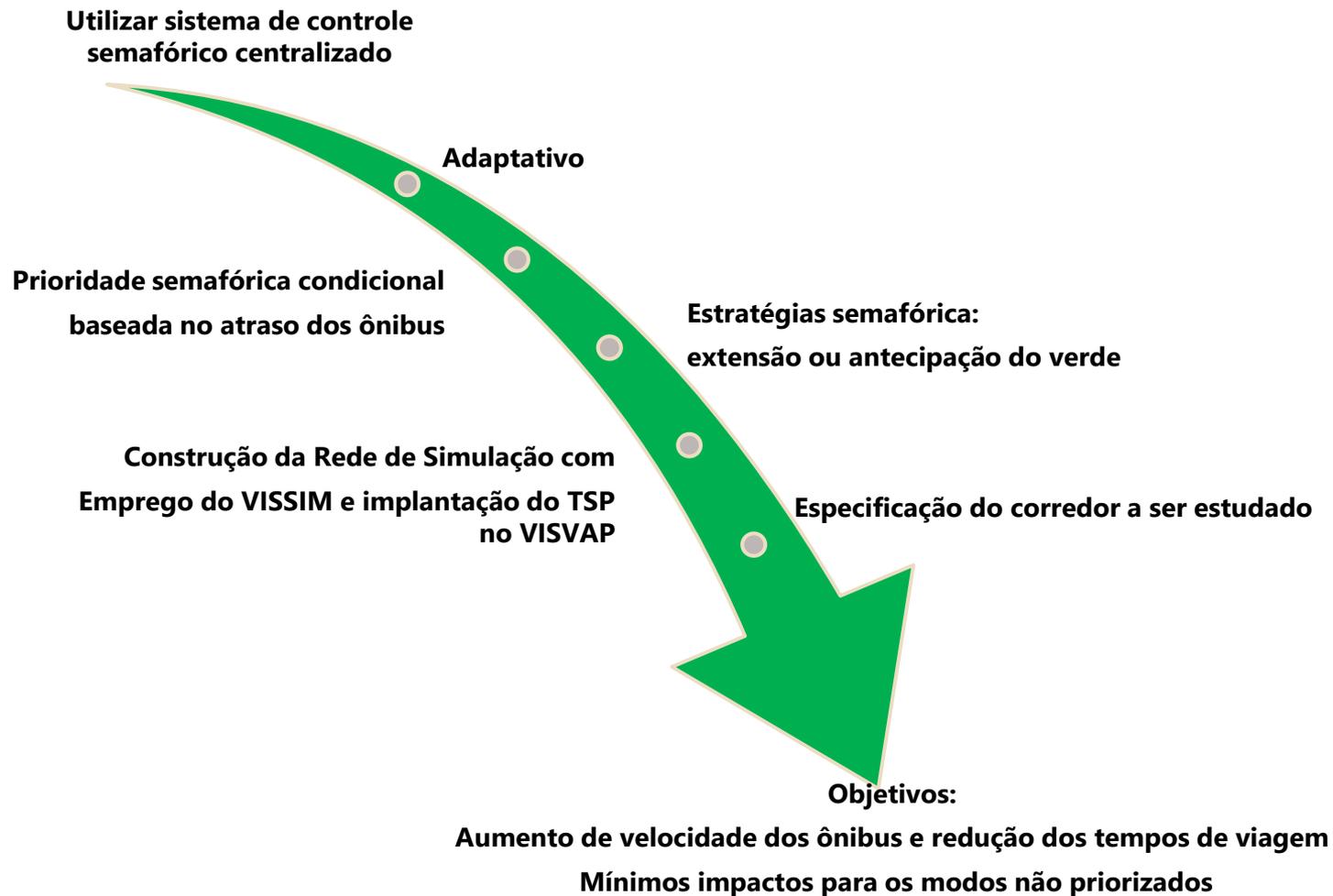
## Microsimulação (Ferramenta de Análise)

Características do software



# APLICAÇÃO

## Hipótese considerada



# APLICAÇÃO

## Variáveis Utilizadas

### Transporte coletivo:

- ✓ Linhas SPTrans que circulam no corredor (49 linhas);
  - o Informações operacionais: Tipo de veículo, Frequências (hora/pico), Velocidade Média;
- ✓ Cadastramento dos pontos de parada (tamanho dos baias);
- ✓ Dados do Sistema Integrado de Monitoramento da SPtrans.

### Tráfego Geral:

- ✓ Contagens veiculares classificadas por movimento - CET/SP;
- ✓ Pesquisa de velocidade de retardamento - CET/SP;
- ✓ Planos semafóricos - CET/SP.

### Sistema Viário:

- ✓ Largura das vias;
- ✓ Quantidade de faixas;
- ✓ Vias segregadas, conversões e mãos de direção;
- ✓ Localização dos Semáforos.

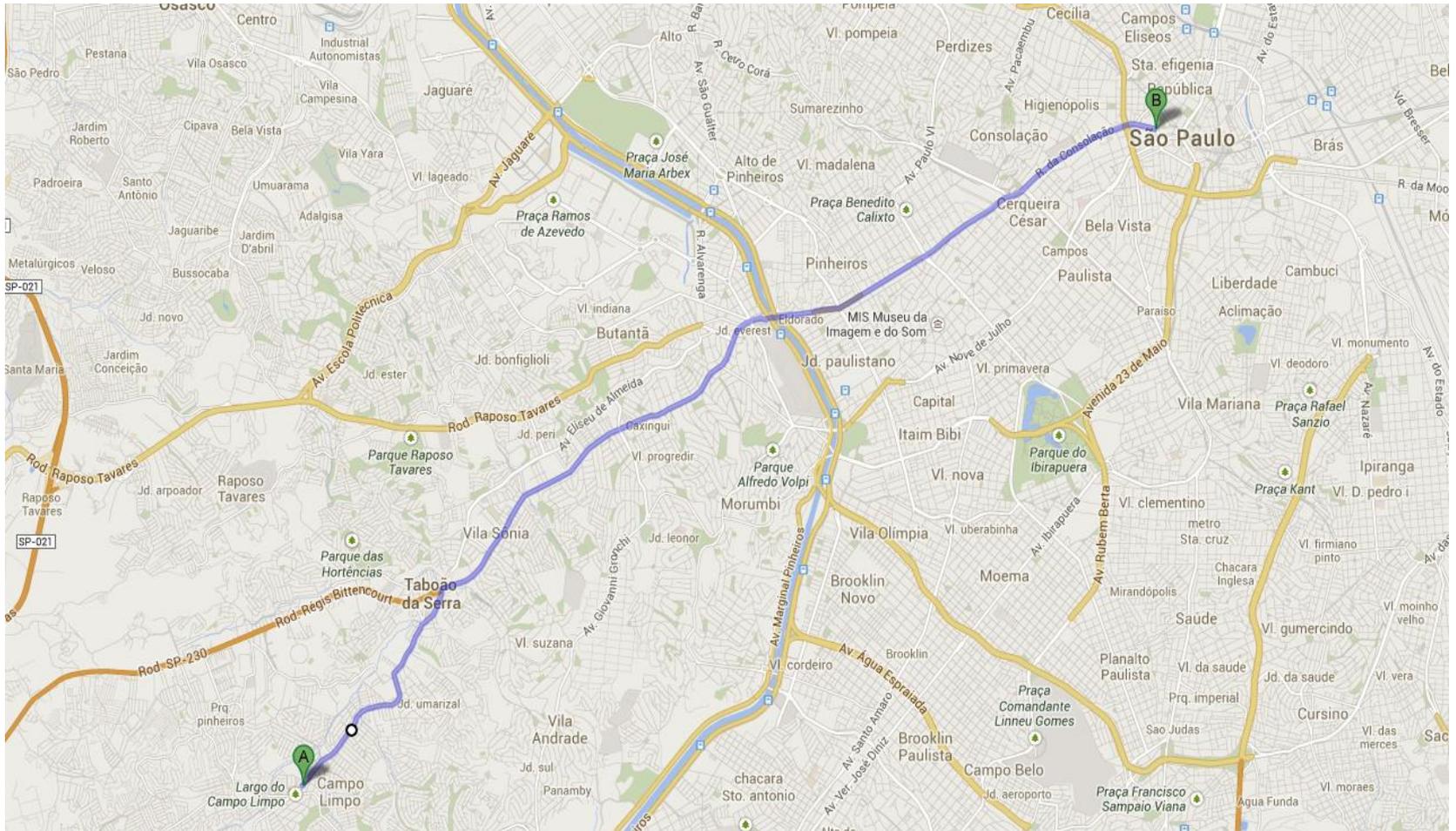
### Softwares Utilizados:

- ✓ Google Earth/Maps - Livre
- ✓ Google Fusion Tables – Livre
- ✓ PTV/VISSIM – Licença Acadêmica Temporária

# APLICAÇÃO

## Especificação do corredor a ser estudado

### Corredor Analisado: Corredor Campo Limpo - Rebouças - Centro



# APLICAÇÃO

## Especificação do corredor a ser estudado

### Corredor Analisado: Corredor Campo Limpo - Rebouças - Centro

CORREDOR	CAMPO LIMPO-REBOUÇAS-CENTRO		
	Bairro Centro	Centro Bairro	Total
Extensão (km)	17	17	34
Frota Pico Manhã (5:00 às 7:59)	374	226	600
Frota Pico Tarde (15:00 às 18:59)	364	343	707
Passageiros transportados (média /dia/ útil)	150.438	127.933	278.371
Passageiro Pico Manhã (5:00 às 7:59)	46.373	18.223	64.596
Fator hora Pico Manhã	30%	7,8%	23%
Passageiro Pico Tarde (15:00 às 18:59)	33.153	42.457	75.610
Fator hora Pico Tarde	22%	33%	27%
Tempo médio de percurso (minutos)	59	61	60
Velocidade Média (km/h)	17	16	17

# APLICAÇÃO

## Especificação do corredor a ser estudado

### Seleção de um trecho específico:

- ✓ Metodologia: Análise dos dados do SIM - Sistema Integrado de Monitoramento da SPTrans para o corredor Campo Limpo - Rebouças – Centro, data base: 2012;
- ✓ Um dia de medição: aproximadamente 420 mil pontos;
- ✓ Plotagem em intervalos de 80 segundos;
- ✓ Locais que concentram mais pontos são os locais onde os veículos sofrem maiores retardamentos;
- ✓ *Trechos vermelhos: mais pontos, maiores retenções;*
- ✓ Representação do SIM no *GoogleMaps / Fusion Tables* (aplicativo gratuito);
- ✓ *Seleção de um trecho p/ construção do modelo de simulação.*

# APLICAÇÃO

## Especificação do corredor a ser estudado - Seleção de um trecho específico



Trechos onde ocorrem mais retenções



Trechos com retenções. Obras no sistema viário



Trecho com retenção isolada (semáforo)



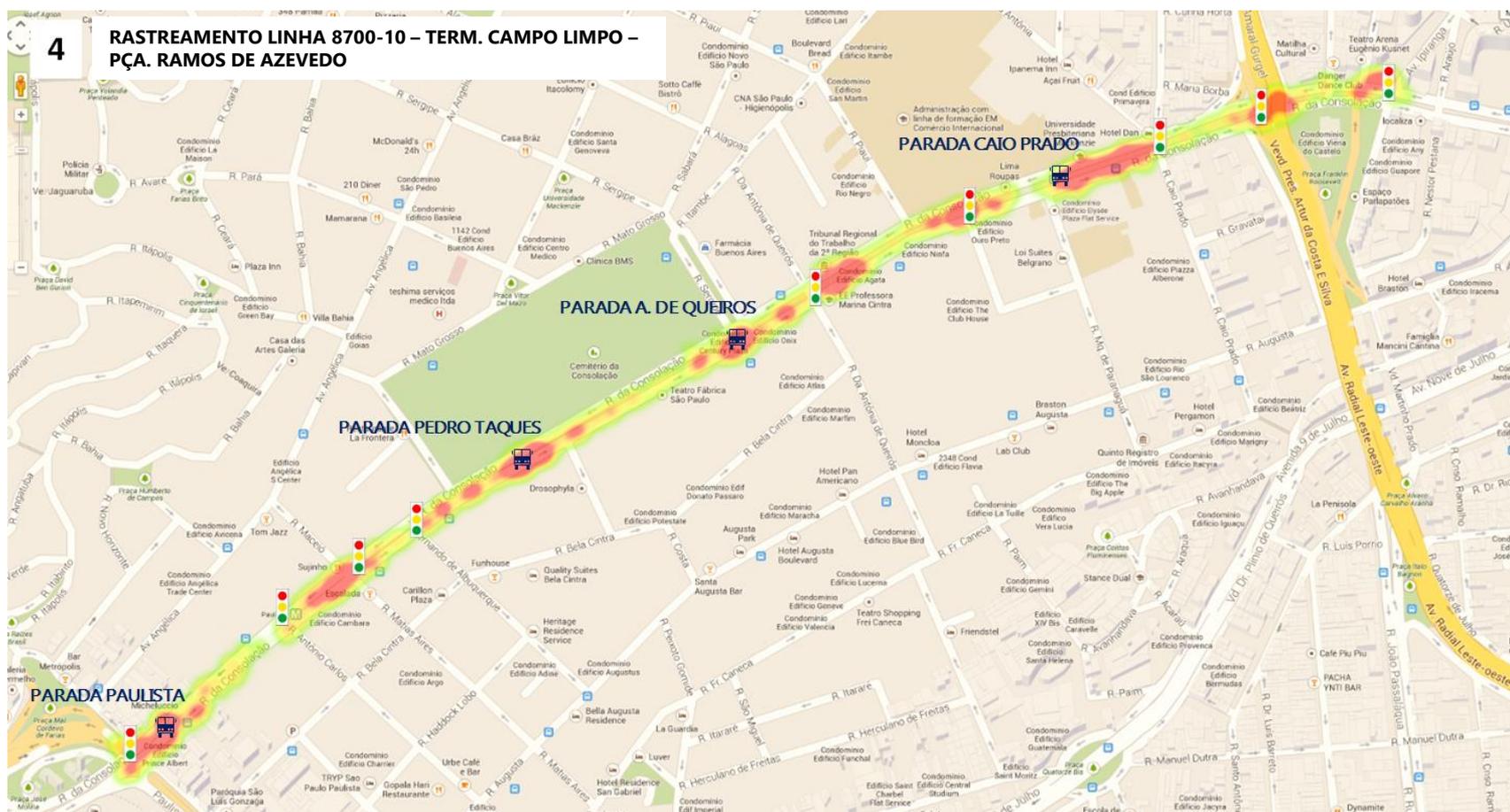
Trecho onde as retenções são mais intensas

# APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado.

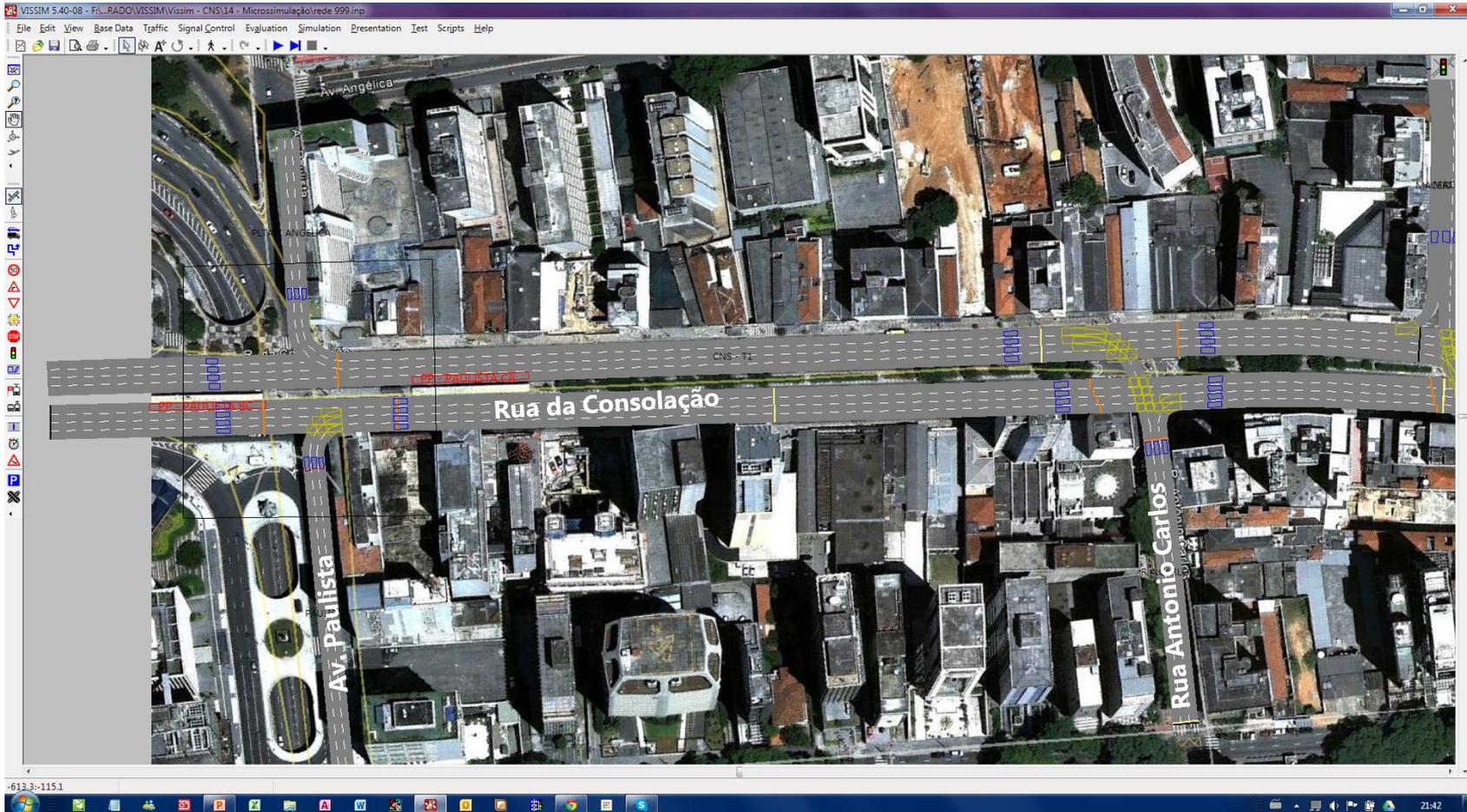
Trecho Selecionado: Rua da Consolação entre avenida Paulista e avenida Ipiranga

Extensão aproximada: 2km (cerca de 10% da extensão total do corredor)



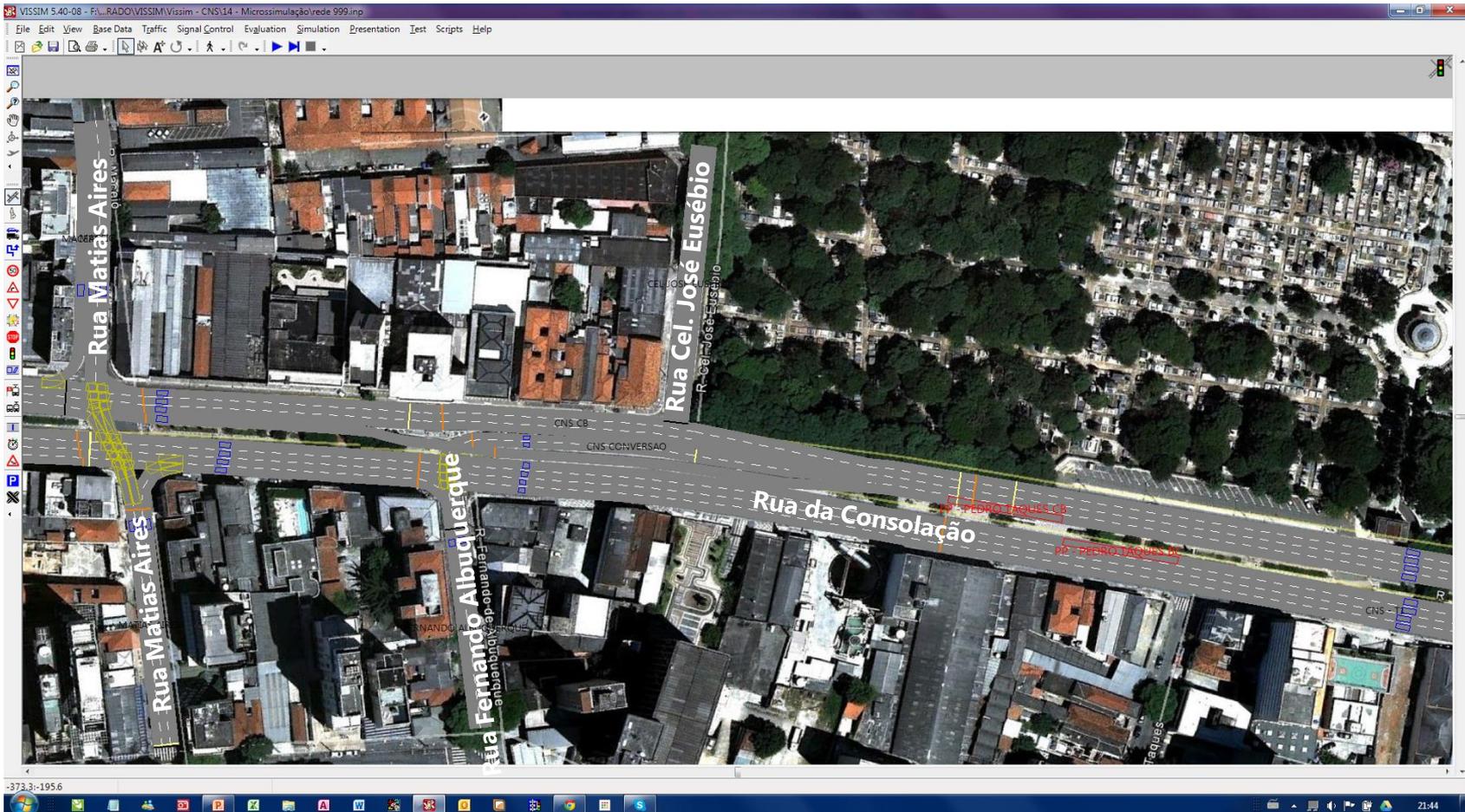
# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Elaboração da Rede Física: Links, conectores, pontos de parada, semáforos e outros elementos específicos



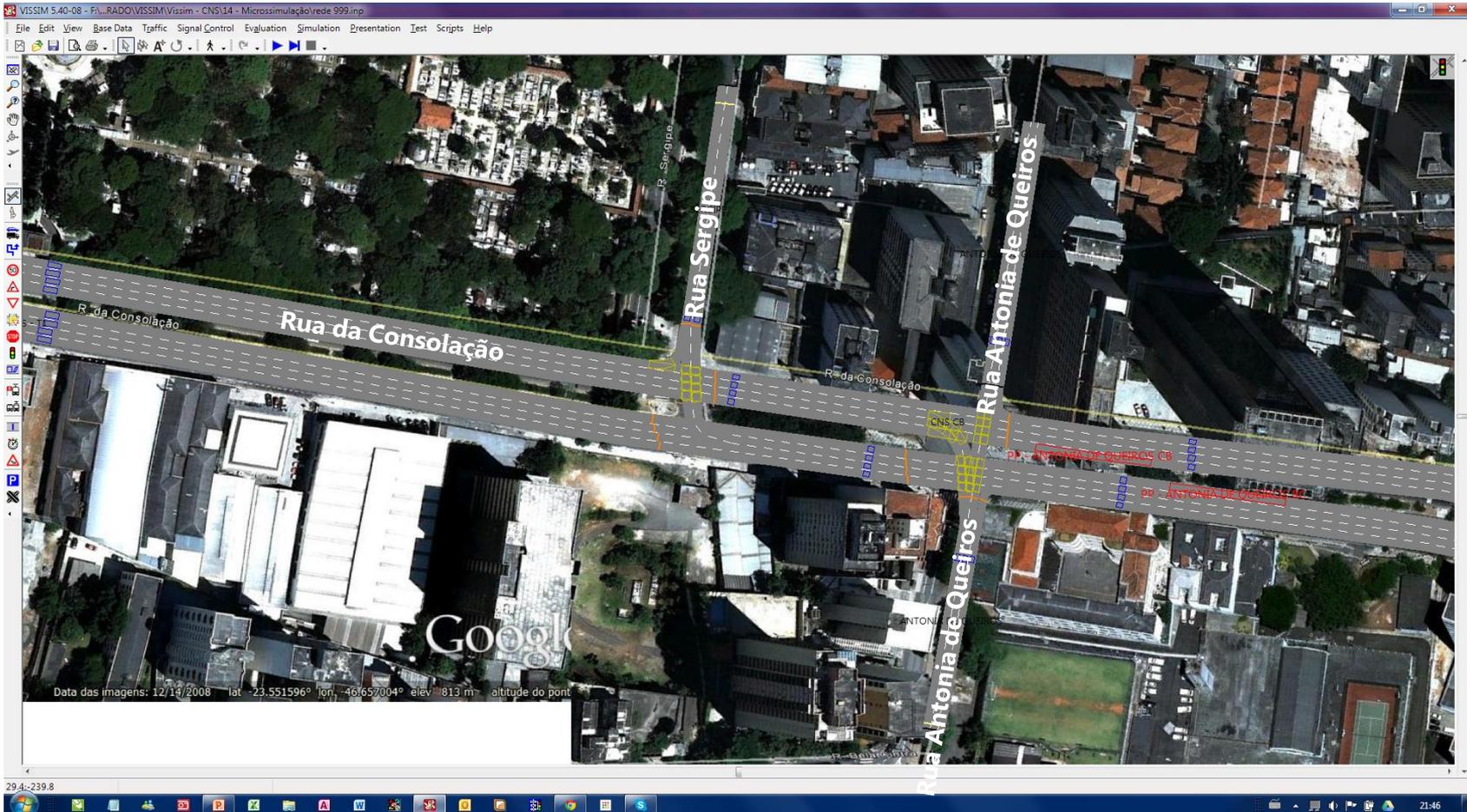
# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Elaboração da Rede Física: Links, conectores, pontos de parada, semáforos e outros elementos específicos



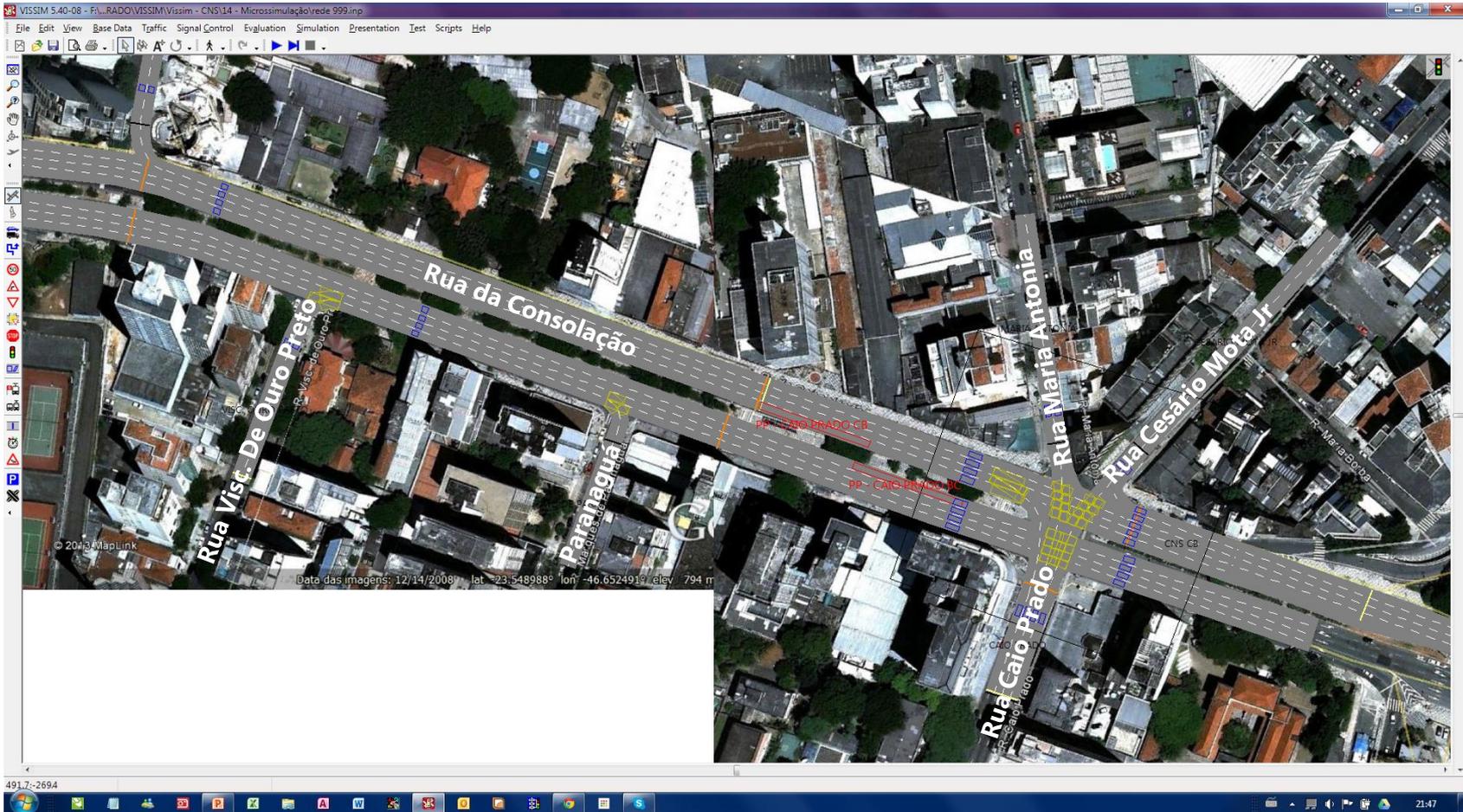
# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Elaboração da Rede Física: Links, conectores, pontos de parada, semáforos e outros elementos específicos



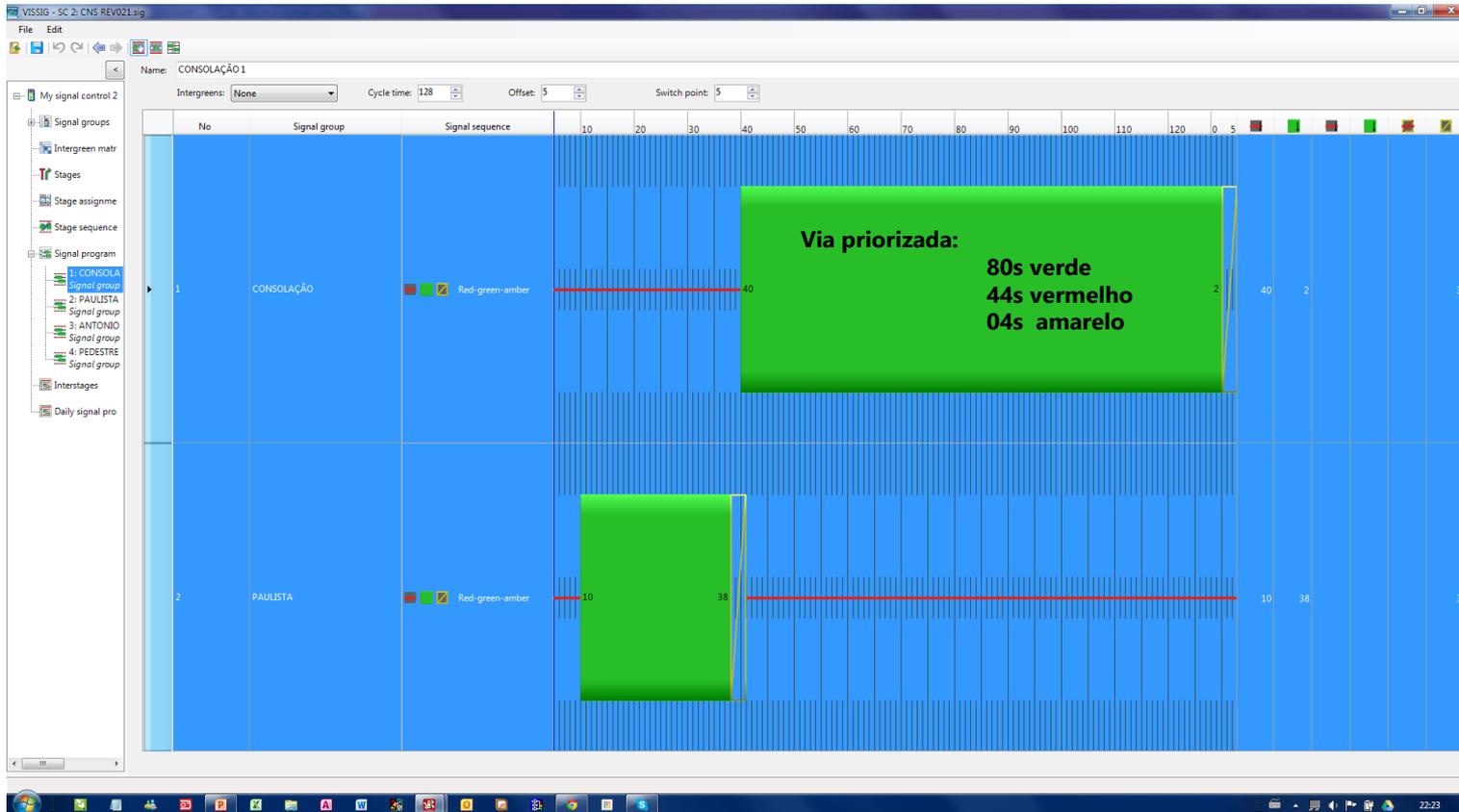
# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Elaboração da Rede Física: Links, conectores, pontos de parada, semáforos e outros elementos específicos



# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

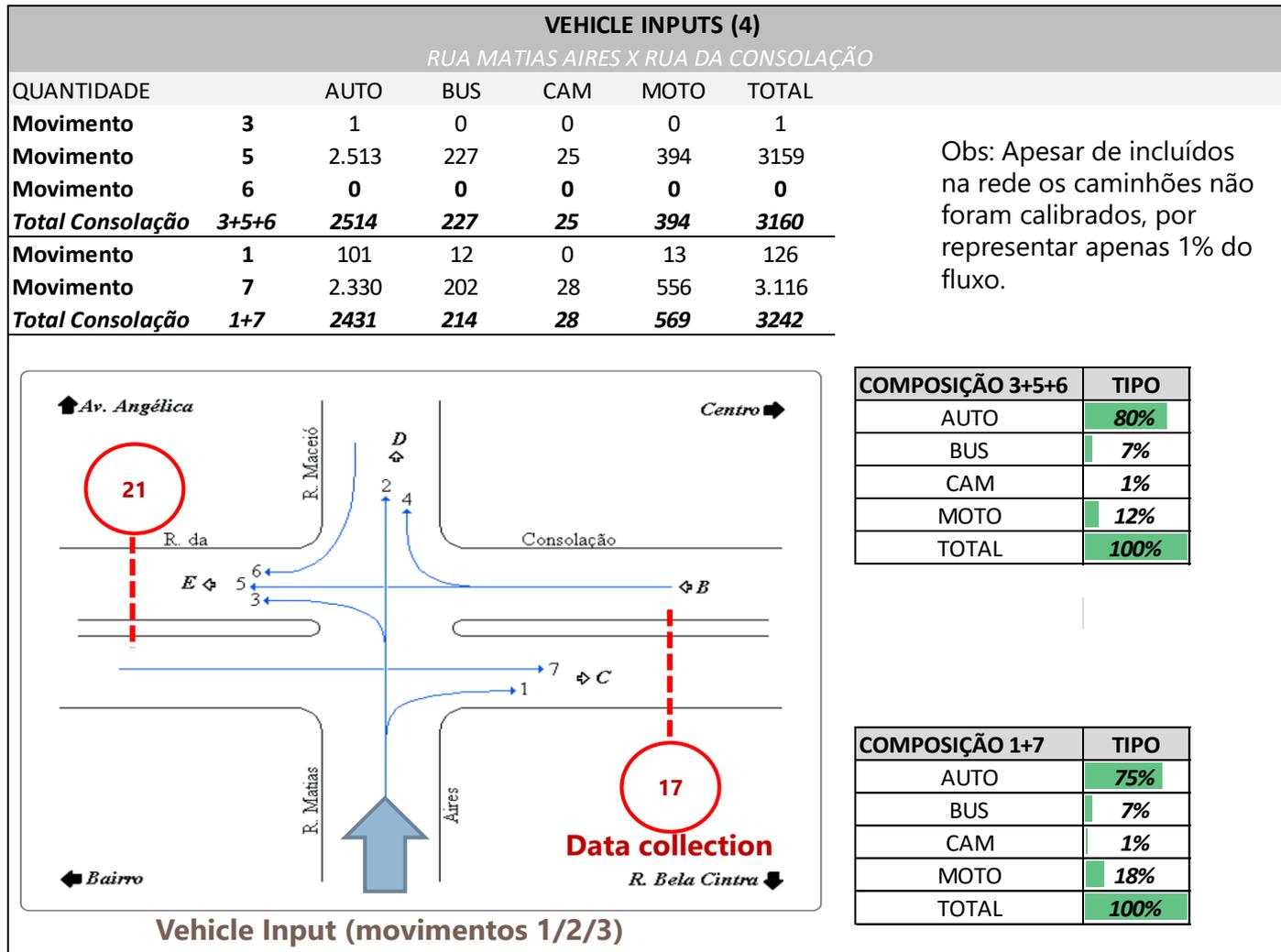
Configuração dos ciclo semafórico : 128 segundos (tempo fixo)



# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

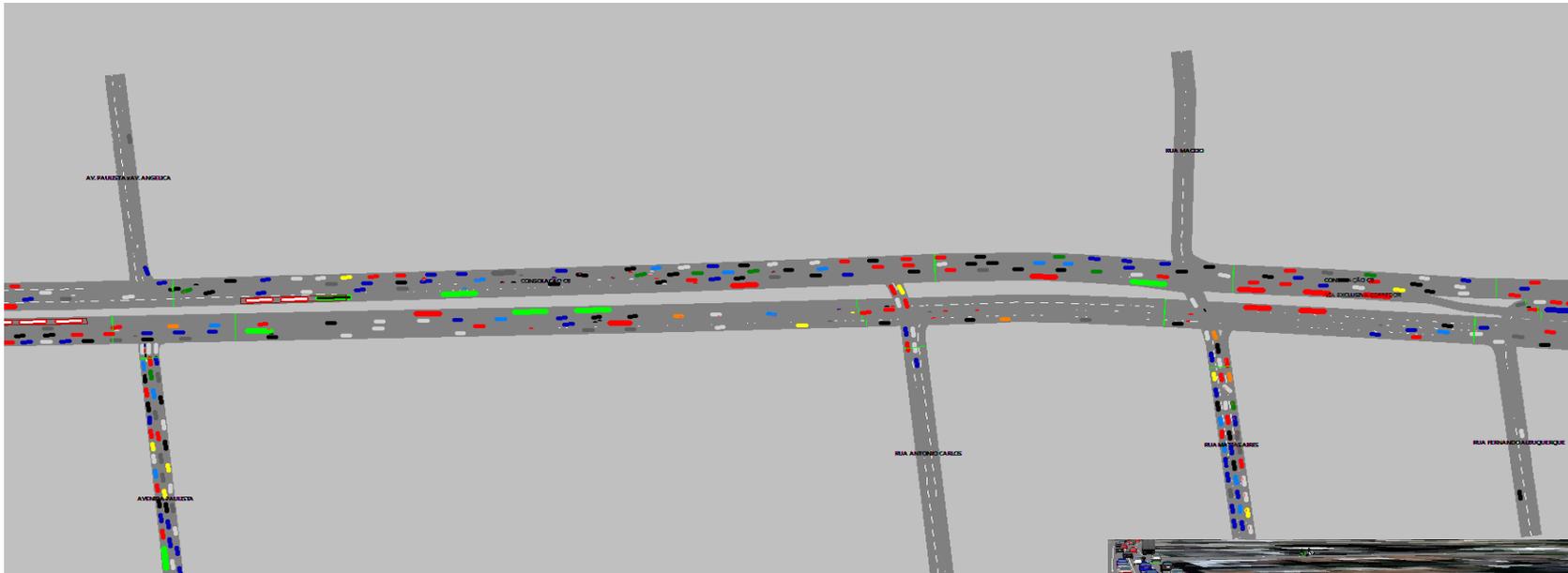
## Inclusão do Tráfego (Demanda)

**Exemplo: Vehicle Inputs, composição do tráfego, pontos de calibração**



# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Exemplo: Alocação dos fluxos (semáforos operando em tempo fixo) e ajustes para calibração



- ✓ Padrões comportamentais dos condutores foram mantidos conforme padrão do software;
- ✓ Exceção: Motociclistas que trafegam entre os veículos e, devido ao comportamento mais agressivo de condução, influenciam no desempenho dos automóveis.

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Calibração

### Considerações sobre o procedimento:

- ✓ Ayala (2013): Métodos de calibração e validação mais apropriados dependem, não somente da natureza do fenômeno que se deseja simular, mas sim da aplicação que se pretende dar ao modelo.
- ✓ Silva e Tyler (2001): Revisão bibliográfica sobre o assunto e relatam que: **não há uma forma única, ou procedimento padronizado para validar esses tipos de modelos.**
- ✓ Portanto, julgou-se suficiente calibrar a rede de simulação, comparando-se os volumes observados versus os volumes simulados.

DATA COLLECTION	CONTAGEM CET (MOVIMENTOS)	AUTO	AUTO (S)	BUS	BUS (S)	MOTO	MOTO(S)	TOTAL	TOTAL(S)
13	BC (1+3)	2.402	2.150	194	145	591	503	3.204	2.798
17	BC (1+7)	2.431	2.199	214	145	569	521	3.242	2.865
31	BC (2+4)	2.935	2.449	168	141	649	576	3.772	3.166
21	CB (3+5+6)	2.514	2.079	227	148	394	401	3.179	2.628
9	CB (4+5)	2.926	2.262	233	146	530	444	3.724	2.852
25	CB (1+2)	1.007	677	3	-	119	140	1.141	817
27	CB (1+3)	3.777	2.803	205	158	718	499	4.742	3.460

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Rede de Referência – Comparação dos Tempos médios

- ✓ A rede de referência é a rede calibrada, ou seja, a situação no qual os volumes simulados representam 93% dos volumes observados;
- ✓ Os tempos médios de viagem: Trecho entre Avenida Paulista e a rua Caio Prado;
- ✓ **Modo Auto:** Simulado versus Relatório de desempenho do sistema viário principal - Volume e Velocidade (CET/SP, 2012);
- ✓ **Modo Ônibus:** Simulado versus Sistema de Monitoramento Integrado - SIM (SPTRANS, 2012).

	Modo Auto			Modo Ônibus		
	Rede Referência	Observado CET/SP	Dif.%	Rede Referência	Observado SPTRANS	Dif.%
Centro - Bairro	00:06:51	00:06:07	12%	0:09:42	0:08:41	11%
Bairro - Centro	00:06:39	00:05:43	16%	0:10:25	0:09:05	13%



# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Estudos de Hipóteses e Elaboração dos Cenários

- ✓ Elaboração de testes hipotéticos com a implantação do TSP numa única interseção, considerando sempre a condição de atraso do veículo.
- ✓ Para o TSP atuar, é necessário que o intervalo de detecção de veículos da mesma linha seja superior ao *headway* planejado.
- ✓ Estes testes serviram para verificar o comportamento da rede calibrada sob a implantação da prioridade condicional.

### HIPÓTESE 1

- Aplicação do TSP diretamente sobre a rede calibrada;
- Oferta atual de transporte público equivalente a 306 ônibus/hora;
- Resultados: Controles semaforicos em operação desregulada, colapso na rede.

### HIPÓTESE 2

- Aplicação do TSP diretamente sobre a rede calibrada;
- Prioridade condicional apenas para os principais serviços que operam no corredor;
- “Racionalização” . Apenas serviços troncais podem requisitar prioridade: Oferta de 265 ônibus/hora;
- Resultados: Satisfatórios, possibilitando a criação dos cenários

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Elaboração dos Cenários

### Premissas adotadas:

- ✓ Prioridade semafórica condicional baseada no atraso;
- ✓ Sensores posicionados próximos aos pontos de maior retardamento (interseções ou pontos de parada);
- ✓ Prioridade apenas para as linhas com *headway* inferior a 600 segundos "racionalização";
- ✓ Estratégia de prioridade semafórica: Extensão de verde.

### Variáveis de controle:

- ✓ Velocidades;
- ✓ Tempo de viagem do ônibus e do automóvel ao longo do trecho simulado;
- ✓ Tempo de viagem entre os pontos de parada do trecho simulado;
- ✓ Tempos médios nas interseções (impacto do TSP nas vias não priorizadas).

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Elaboração dos Cenários – Localização dos Sensores na via



**Cenário 1**

**Cenário 2**

**Cenário 3**

**Cenário 4**

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Disposição dos sensores: 1 sensor = 1 cenário



**Cenário 1**

Avenida Paulista e rua da Consolação;



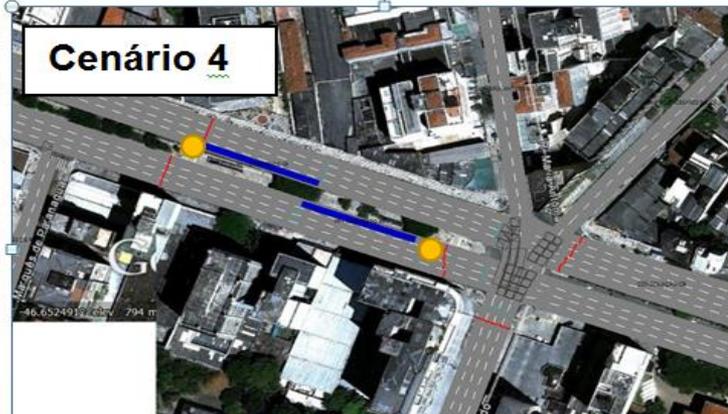
**Cenário 2**

Rua Matias Aires e rua da Consolação;



**Cenário 3**

Rua Fernando de Albuquerque e Sergipe;

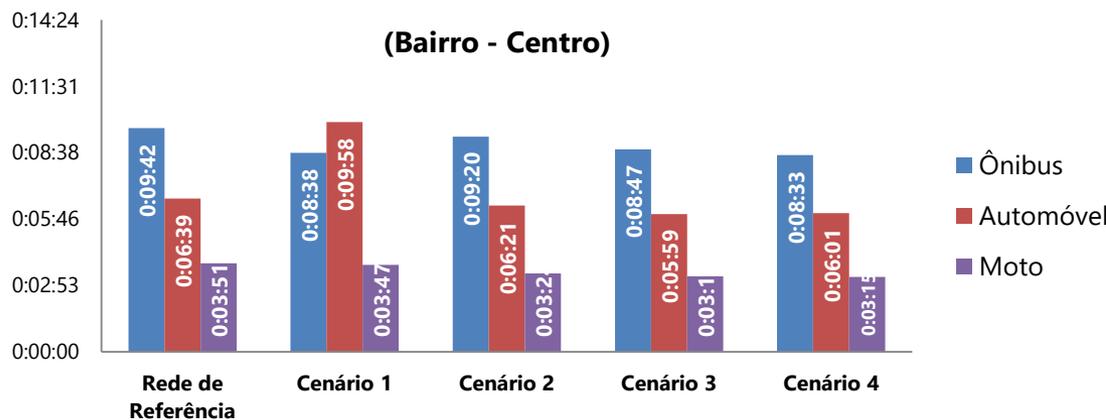


**Cenário 4**

Marques de Paranaguá e Caio Prado

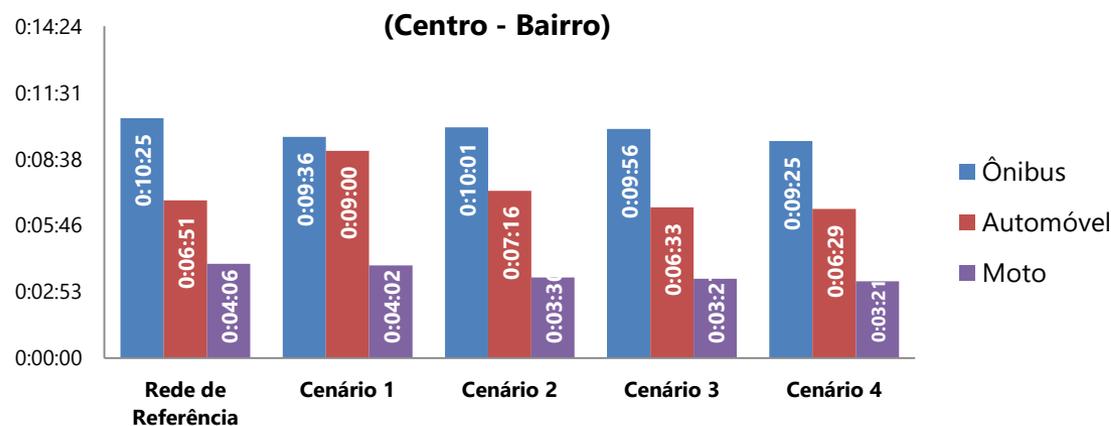
# ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

## Comparativo entre os tempos médios de viagem (minutos)



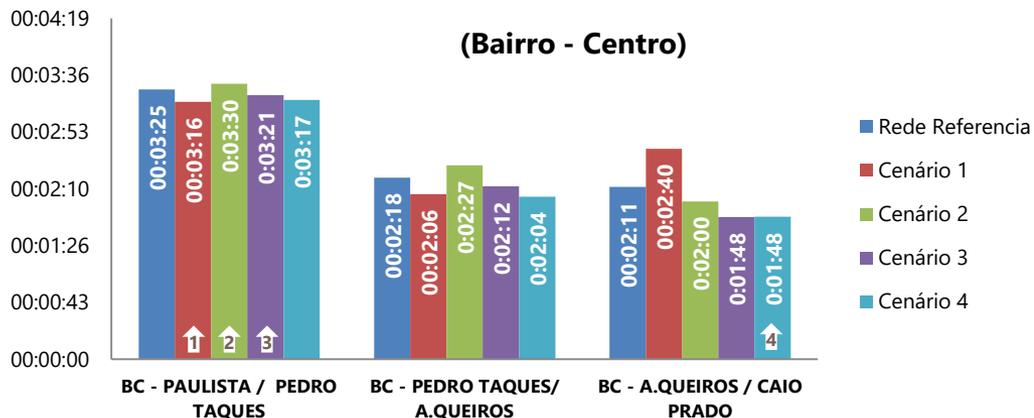
### Resultados:

- ✓ Redução dos Tempos Médios de Viagem para o **modo ônibus** em todos os cenários;
- ✓ Impactos negativos para o modo automóvel nos cenários 1 e 2;
- ✓ Cenário 4: Mais eficiente.



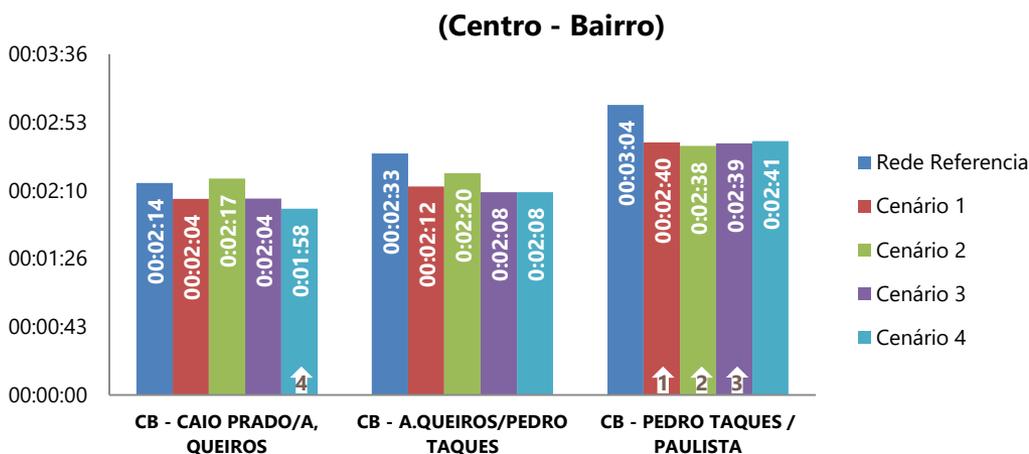
# ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

## Comparativo dos tempos médios entre as os pontos de parada (minutos) (exclusivo modo ônibus)



### Resultados:

- ✓ Redução dos tempos médios entre as paradas.
- ✓ Exceções;
  - Cenário 1 entre A. Queiros / Caio Prado (distancia) no sentido BC;
  - Cenário 2, cujo sensor não está instalado junto ao ponto de parada.



# ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

## Comparativo das Velocidades Médias (km/h) e Impactos nos tempos médios de viagem

### Velocidades Média (km/h)

CENÁRIOS	ÔNIBUS	AUTO	MOTO
<b>Referência</b>	<b>20,7</b>	<b>35,0</b>	<b>49,0</b>
<b>Cenário 1</b>	22,5	32,5	47,3
<b>Cenário 2</b>	22,6	39,7	50,9
<b>Cenário 3</b>	22,5	40,0	50,2
<b>Cenário 4</b>	22,6	40,2	51,2
<b>MÉDIA GERAL</b>	<b>22,2</b>	<b>37,5</b>	<b>49,7</b>

### Tempos médios de viagem (%)

Rede	Automóvel	Moto	Ônibus
<b>Sentido Bairro - Centro</b>			
<b>Cenário 1</b>	+50%	-2%	-11%
<b>Cenário 2</b>	-5%	-12%	-4%
<b>Cenário 3</b>	-10%	-15%	-10%
<b>Cenário 4</b>	-9%	-15%	-12%
<b>Sentido Centro - Bairro</b>			
<b>Cenário 1</b>	31%	-2%	-8%
<b>Cenário 2</b>	+6%	-14%	-4%
<b>Cenário 3</b>	-4%	-16%	-5%
<b>Cenário 4</b>	-5%	-18%	-10%

### Resultados:

- ✓ Cenários 2 e 4 apresentaram **aumento da velocidade média de 8,5%** para os ônibus;
- ✓ O **Cenário 4** apresentou os maiores ganhos de velocidade para os três modos simulados. Nele se constata, inclusive, as mais **significativas reduções nos tempos médios de viagem para o modo ônibus (até -12%)**;
- ✓ O Cenário 1 se mostrou como o mais desfavorável para o modo automóvel.

# ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

## Comparativo dos tempos médios gastos nas interseções (minutos) (todos os modos)

TRECHO	REFERENCIAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4
Av. Paulista	<b>07:38</b>	04:42	07:12	06:31	06:28
Rua Antônio Carlos	<b>00:57</b>	00:44	00:44	00:46	00:42
Rua Matias Aires	<b>01:30</b>	01:15	00:58	00:53	00:53
Rua Antônia de Queiros	<b>04:15</b>	03:26	02:45	02:51	02:54
Rua Visconde de Ouro Preto	<b>02:58</b>	02:47	00:00	02:51	03:02
Rua Caio Prado	<b>04:52</b>	02:51	02:17	02:25	02:25
Rua Sergipe - sentido Bairro	<b>05:15</b>	02:42	05:52	05:46	05:52
Rua Sergipe - sentido Centro	<b>01:09</b>	01:08	00:52	00:48	00:51
<b>Tempo Médio por Cenário</b>	<b>28:33</b>	19:38	20:38	22:51	23:06

- ✓ Em relação ao cenário referencial, apenas as interseções das ruas Visconde de Ouro Preto e Sergipe (sentido Bairro), não se beneficiaram diretamente do TSP em todos os cenários;
- ✓ A aplicação do TSP pode não só melhorar os tempos de viagem na via priorizada, mas também pode reduzir os tempos de espera (atrasos) nas transversais.
- ✓ Este fato pode ser atribuído à reconfiguração que o TSP faz nos ciclos semaforicos. A melhoria de fluidez do tráfego na via priorizada, auxilia o escoamento das filas nas vias transversais, fazendo com que haja ganhos de tempo.

# PTR3514 – “Fundamentos” de ITS

- Claudio L. Marte
  - ▣ Tel (Poli): 3091-9983
  - ▣ E-mail: [claudio.marte@usp.br](mailto:claudio.marte@usp.br)
  
- STOA:
  - ▣ PTR3514\_2sem18
  - ▣ Sistemas Inteligentes de Transporte



# Contribuição metodológica para aplicação de prioridade semafórica condicional em corredores de ônibus

LUCIANO Peron (2015)

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

#### Prioridade Ativa Condicional:

**Ex: Portland, EUA.**

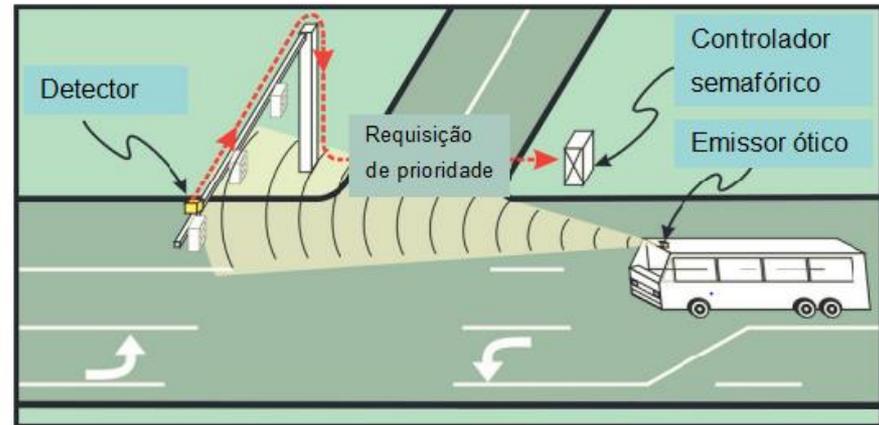
#### Características:

- ✓ 8 corredores;
- ✓ 250 interseções;
- ✓ 650 veículos;

#### Condicionantes do TSP:

- ✓ Apenas veículos pertencentes ao sistema municipal;
- ✓ Veículos em operação regular;
- ✓ Com as portas fechadas;
- ✓ Atraso mínimo: 30 segundos
- ✓ Extensão dos tempos de verde: 7 a 10 segundos

#### Arquitetura do TSP em Portland, EUA



Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

# REFERENCIAL TEÓRICO

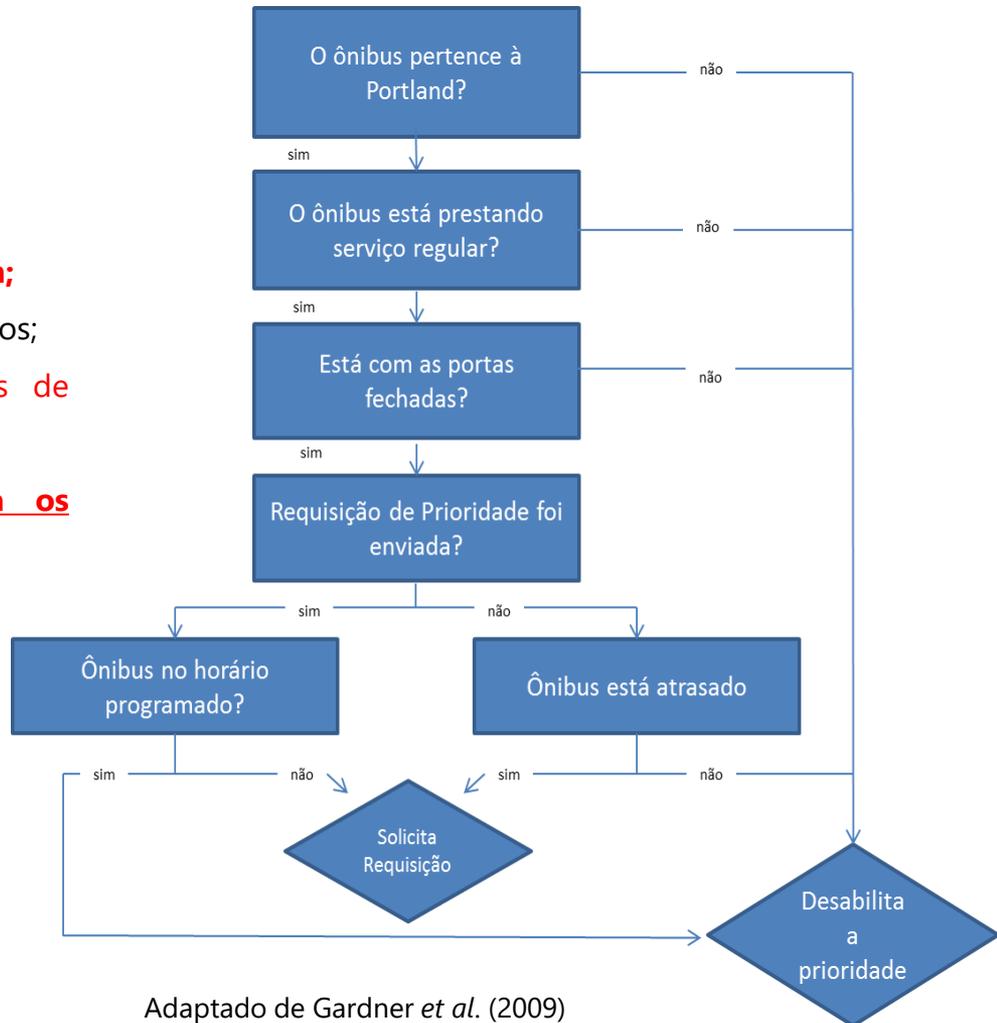
## Sistemas Inteligentes de Transportes

Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

### Prioridade Ativa Condicional: Exemplo de Portland, EUA.

#### Resultados:

- ✓ **14% de redução dos tempos de viagem;**
- ✓ Redução dos atrasos entre 2 e 13 segundos;
- ✓ Redução da variabilidade dos tempos de viagem;
- ✓ Impactos pouco significativos para os modos não priorizados.

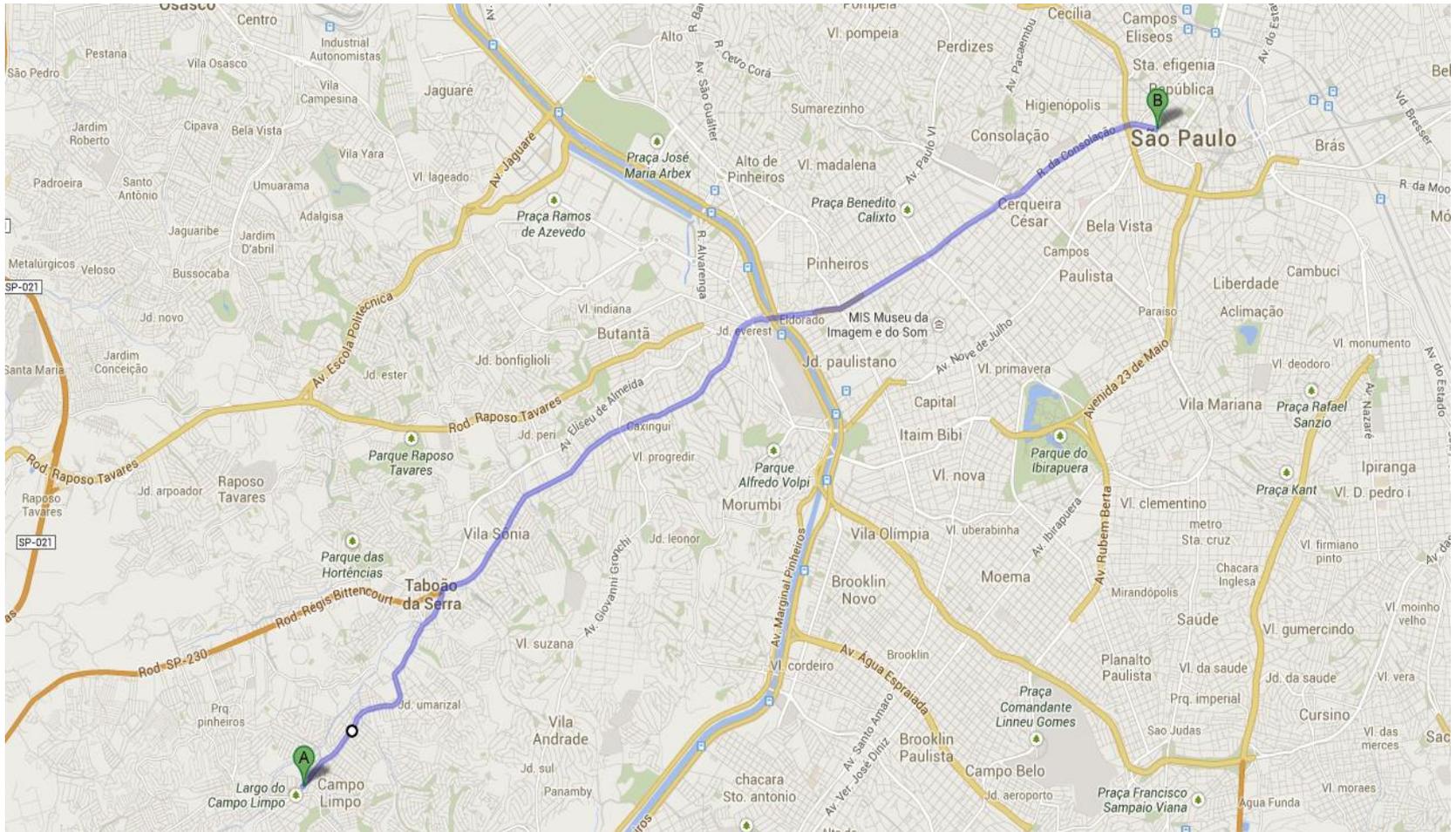


Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

# APLICAÇÃO

## Especificação do corredor a ser estudado

### Corredor Analisado: Corredor Campo Limpo - Rebouças - Centro



# APLICAÇÃO

## Especificação do corredor a ser estudado - **Seleção de um trecho específico**



Trechos onde ocorrem mais retenções



Trechos com retenções. Obras no sistema viário



Trecho com retenção isolada (semáforo)



Trecho onde as retenções são mais intensas

# APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado.

Trecho Selecionado: Rua da Consolação entre avenida Paulista e avenida Ipiranga

Extensão aproximada: 2km (cerca de 10% da extensão total do corredor)





# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Estudos de Hipóteses e Elaboração dos Cenários

### HIPÓTESE 1

- Aplicação do TSP diretamente sobre a rede calibrada;
- Oferta atual de transporte público equivalente a 306 ônibus/hora;
- Resultados: Controles semaforicos em operação desregulada, colapso na rede.

### HIPÓTESE 2

- Aplicação do TSP diretamente sobre a rede calibrada;
- Prioridade condicional apenas para os principais serviços que operam no corredor;
- "Racionalização" . Apenas serviços troncais podem requisitar prioridade: Oferta de 265 ônibus/hora;
- Resultados: Satisfatórios, possibilitando a criação dos cenários

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

## Elaboração dos Cenários – Localização dos Sensores na via



**Cenário 1**

# CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Disposição dos sensores: 1 sensor = 1 cenário



**Cenário 1**

Avenida Paulista e rua da Consolação;



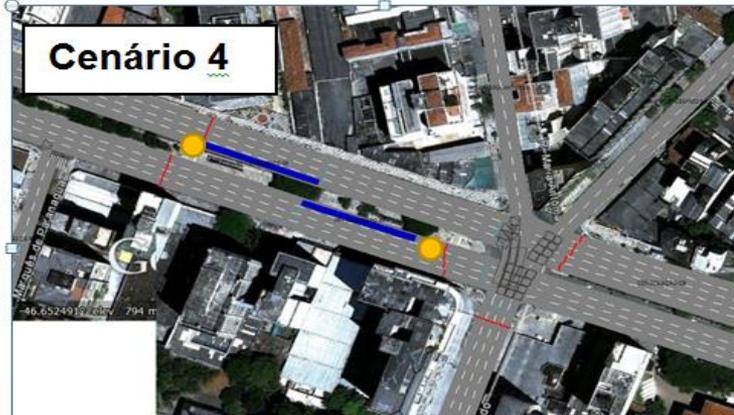
**Cenário 2**

Rua Matias Aires e rua da Consolação;



**Cenário 3**

Rua Fernando de Albuquerque e Sergipe;



**Cenário 4**

Marques de Paranaguá e Caio Prado

# ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

## Comparativo das Velocidades Médias (km/h) e Impactos nos tempos médios de viagem

### Velocidades Média (km/h)

CENÁRIOS	ÔNIBUS	AUTO	MOTO
<b>Referência</b>	<b>20,7</b>	<b>35,0</b>	<b>49,0</b>
Cenário 1	22,5	32,5	47,3
Cenário 2	22,6	39,7	50,9
Cenário 3	22,5	40,0	50,2
Cenário 4	22,6	40,2	51,2
<b>MÉDIA GERAL</b>	<b>22,2</b>	<b>37,5</b>	<b>49,7</b>

### Tempos médios de viagem (%)

Rede	Automóvel	Moto	Ônibus
<b>Sentido Bairro - Centro</b>			
Cenário 1	+50%	-2%	-11%
Cenário 2	-5%	-12%	-4%
Cenário 3	-10%	-15%	-10%
Cenário 4	-9%	-15%	-12%
<b>Sentido Centro - Bairro</b>			
Cenário 1	31%	-2%	-8%
Cenário 2	+6%	-14%	-4%
Cenário 3	-4%	-16%	-5%
Cenário 4	-5%	-18%	-10%

### Resultados:

- ✓ Cenários 2 e 4 apresentaram **aumento da velocidade média de 8,5%** para os ônibus;
- ✓ O **Cenário 4** apresentou os maiores ganhos de velocidade para os três modos simulados. Nele se constata, inclusive, as mais **significativas reduções nos tempos médios de viagem para o modo ônibus (até -12%)**;
- ✓ O Cenário 1 se mostrou como o mais desfavorável para o modo automóvel.

## ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

Comparativo dos tempos médios gastos nas interseções (minutos)  
(todos os modos)

TRECHO	REFERENCIAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4
Av. Paulista	<b>07:38</b>	04:42	07:12	06:31	06:28
Rua Antônio Carlos	<b>00:57</b>	00:44	00:44	00:46	00:42
Rua Matias Aires	<b>01:30</b>	01:15	00:58	00:53	00:53
Rua Antônia de Queiros	<b>04:15</b>	03:26	02:45	02:51	02:54
Rua Visconde de Ouro Preto	<b>02:58</b>	02:47	00:00	02:51	03:02
Rua Caio Prado	<b>04:52</b>	02:51	02:17	02:25	02:25
Rua Sergipe - sentido Bairro	<b>05:15</b>	02:42	05:52	05:46	05:52
Rua Sergipe - sentido Centro	<b>01:09</b>	01:08	00:52	00:48	00:51
Tempo Médio por Cenário	<b>28:33</b>	19:38	20:38	22:51	23:06