PRO-3480: GESTÃO INTEGRADA DE CIDADES INTELIGENTES

7/10/19

Mobilidade Urbana

Claudio Luiz MARTE

CIDADES INTELIGENTES - SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

0313562
PTR 2580 / PTR3514 / PTR5917

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

Arquitetura de referência de ITS

1. Informações ao viajante
2. Operações e gerenciamento de tráfego
3. Veículo
4. Transporte de cargas
5. Transporte público
6. Emergência
7. Pagamento eletrônico relacionado ao transporte
8. Segurança pessoal relacionada ao transporte rodoviário
9. Monitoramento das condições climáticas e ambientais
10. Gerenciamento e coordenação de resposta a desastres
11. Segurança nacional
12. Gerenciamento dos dados de ITS

14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

5. Transporte Público

5.1 Gerenciamento de transporte público

5.2 Transporte compartilhado e responsivo de demanda

Sustainable Cities – Latin America
Peru / Arequipa, 27/8/19

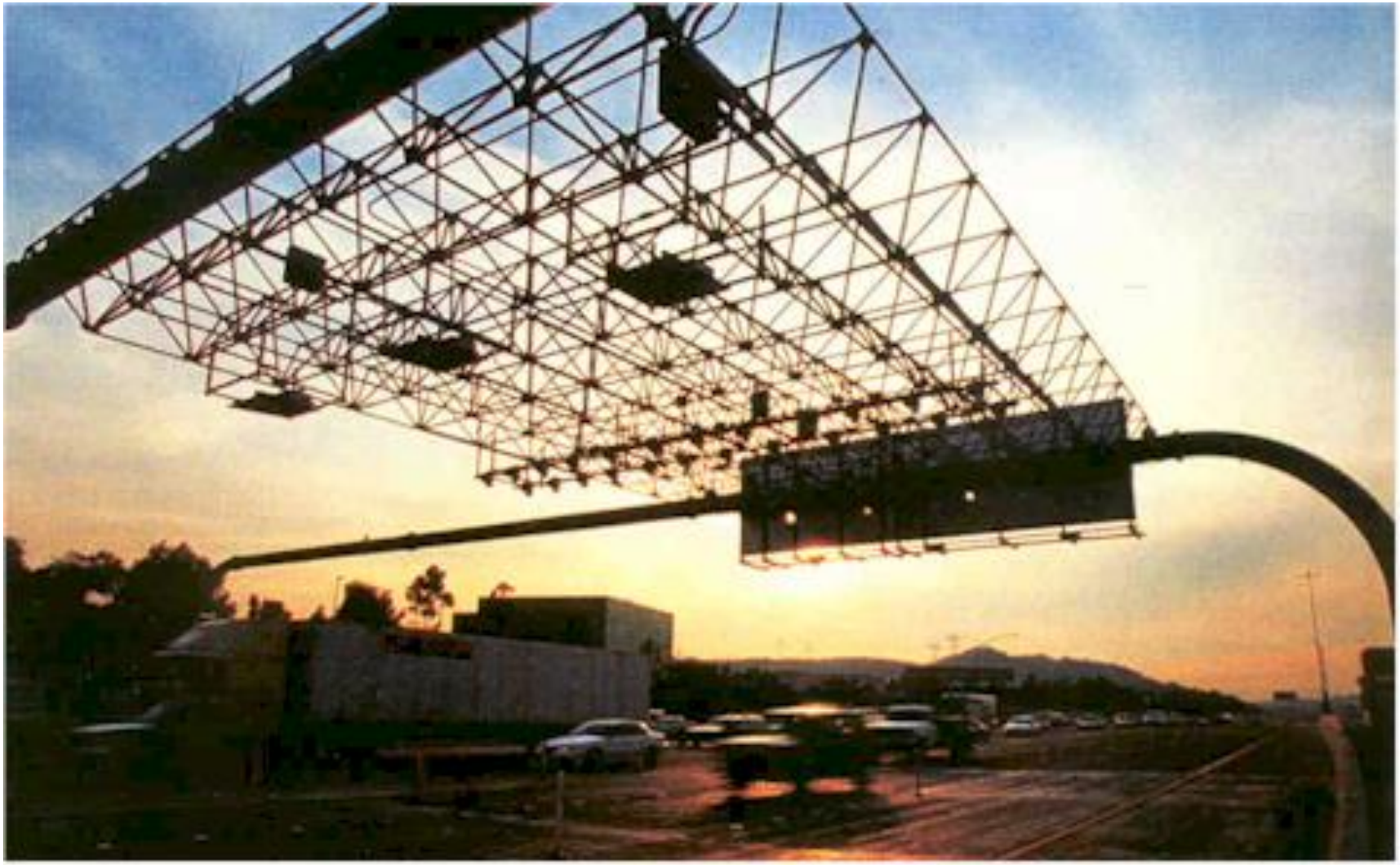
Intervenciones operativas orientadas a la regularidad y eficiencia de los autobuses urbanos

Operative interventions aimed at the regularity and efficiency of urban buses

Highway Traffic Management

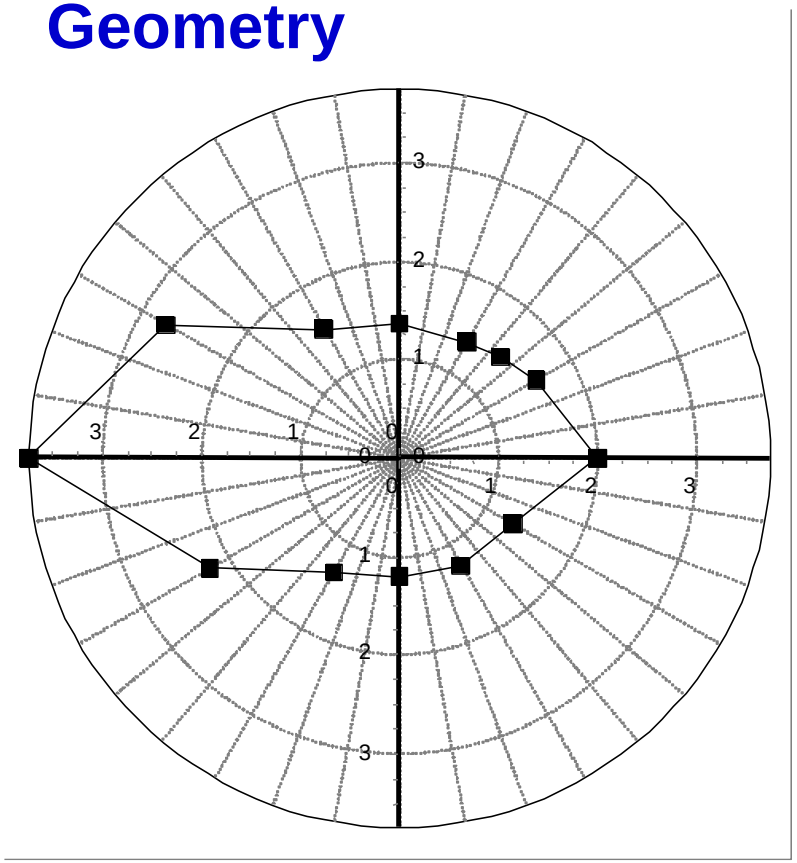
Highway Traffic Management
Services / Functions Involved

Toll plaza with automatic lanes only



Electromagnetic Compatibility Tests

Illuminated Area Geometry



Highway Traffic Management

Supervision Applied to Highways / Freeways: Operational Control Center

Highway Traffic Management

Supervision Applied to Highways / Freeways: Operational Control Center

LONDON –
The City and the Bus Network

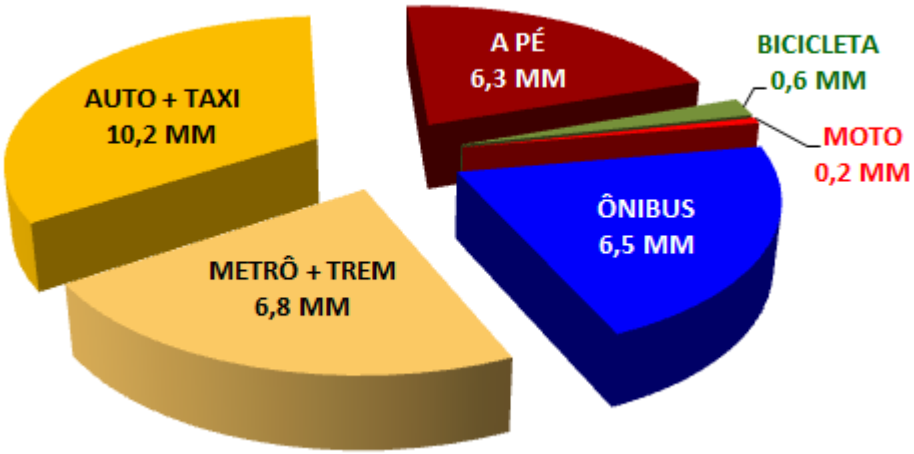
2014

ARNALDO Luís Santos Pereira

LONDON and the Transport Network - Numbers

- POPULATION – 8,42 MILLION
- POPULATION DENSITY – 5.400 inhabitants / km^2
- 30,6 MILLION TRIPS PER DAY (2013)

London Transport – Modal Division Of Daily Travel Values in Millions of Travel



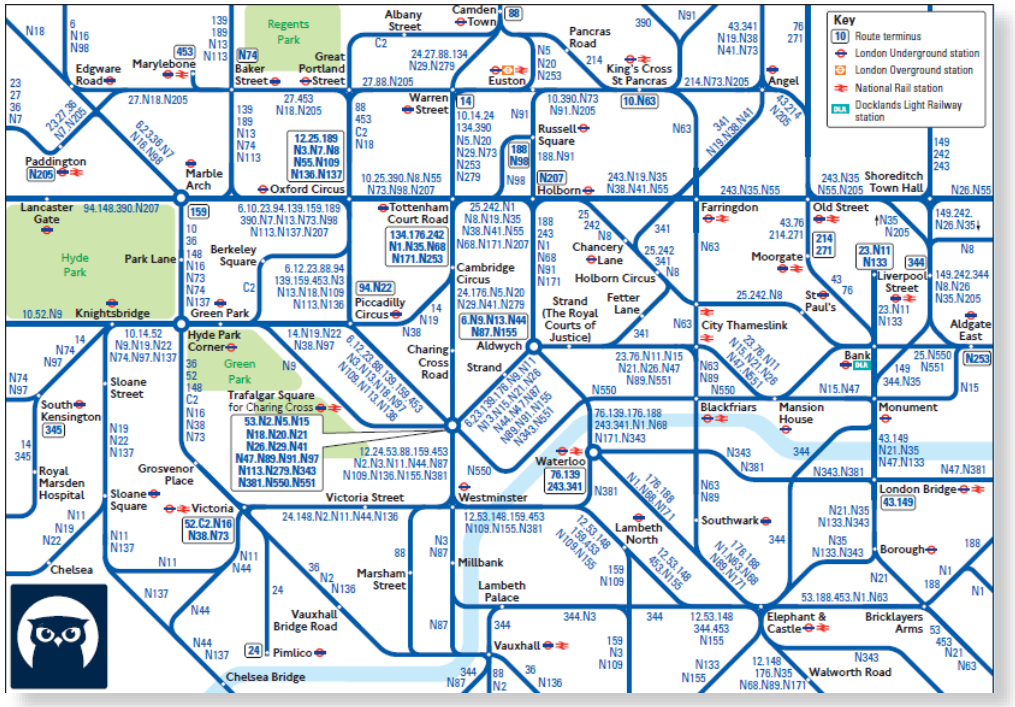
Bus System - Numbers

- 6,5 MILLION TRIPS PER DAY
- 8.600 BUSES
- About 700 LINES

All Accessible

24 hours x 7 days operation

- 19.000 BUS STOPS
- 24.000 DRIVERS



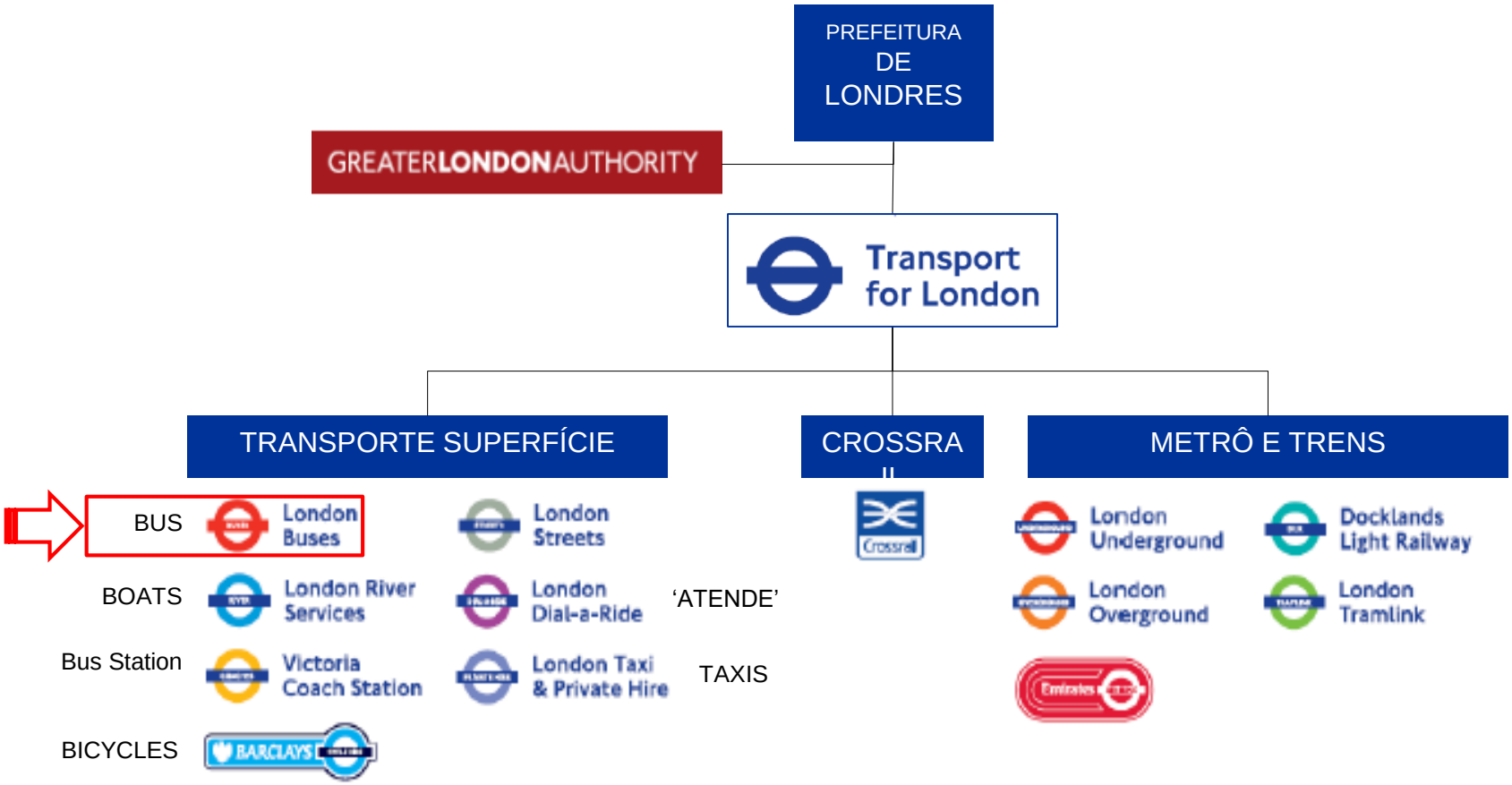
Night Bus Network Map

Source: The London Toolkit

http://content.tfl.gov.uk/bus-route-maps/central-london-night-bus-map.pdf

TRANSPORT for LONDON – TfL - Organization

- Responsible for General Public Transport Management in Greater London



Bus System - Attributions

Town hall

- President TfL
- Strategy Setting
- Rate Amount

TRANSPORT for LONDON

- **Service Planning and Contracting**
- **Production and quality monitoring**
- **Ticket and Collection**
- **Vehicle Tracking Infrastructure**
- **Bus Stops / Terminals / Bus Priorities**

PRIVATE OPERATORS

- **Operation of Services in TfL Services Levels**
- **Hiring Teams**
- **Ownership of assets including buses and garages**

Operational Control Center – Functions

- CENTRAL FUNCTIONS
  - Service Monitoring
  - Incident Detection and Treatment
- OPERATIONAL CONTROL
  - Role of each Operator
  - Interest: Remuneration for Regularity
- TECHNOLOGICAL RESOURCES
  - In charge of TfL
  - Operators use TfL system
  - Monitoring System - TRAPEZE

INTENSIVE USE OF AVAILABLE SYSTEMS - MANAGER AND OPERATORS

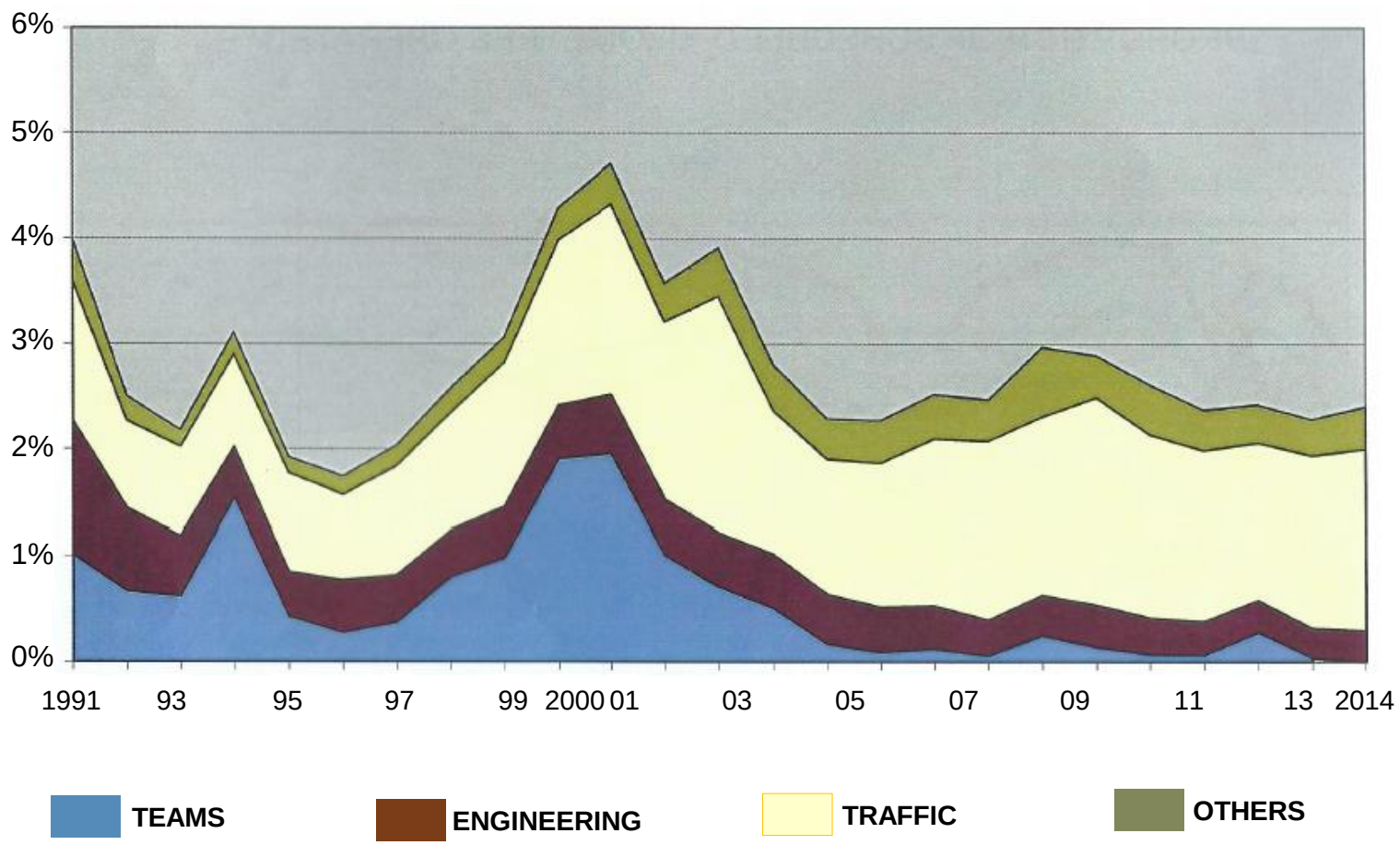
Service Monitoring - Products

- **PRODUCTS**
  - Mileage operated and reliability
  - Safety, accidents and incidents
- **REMUNERATION**
  - km traveled + km on congestion
  - Bus Stop Waiting Time Indicator
- **TROUBLESHOOTING**
  - Roads, Operators and Vehicles

- **TROUBLESHOOTING with Operators and Operating Central Agents (Traffic and Policing)**

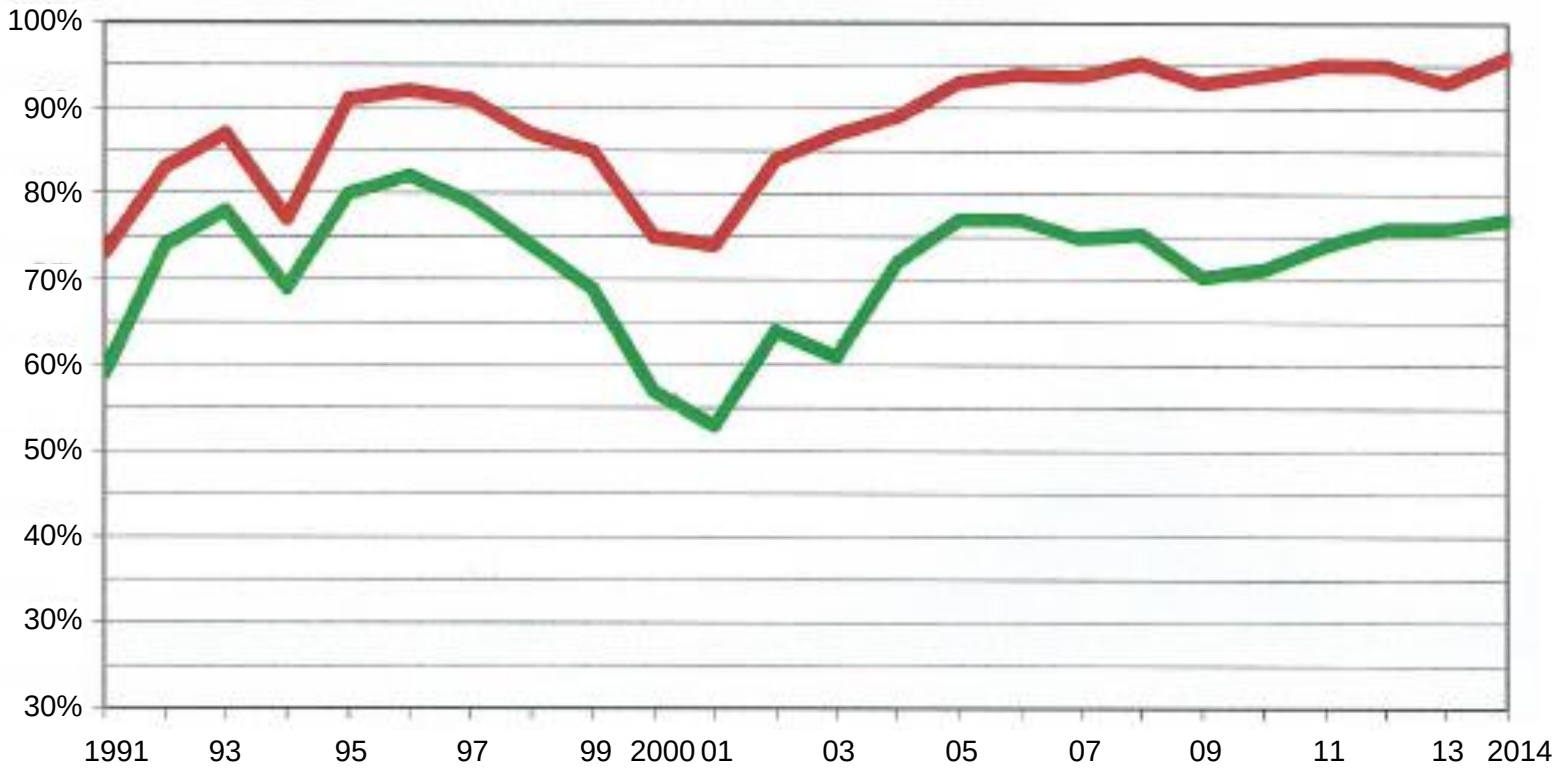
London (TfL): “Lost” Mileage Measurement

Percentage per Reason for Programmed Mileage



London (TfL): Measuring the Cost of Operator Compensation Congestion

Percentage in relation to Programmed Mileage With and Without Inclusion of Congestion

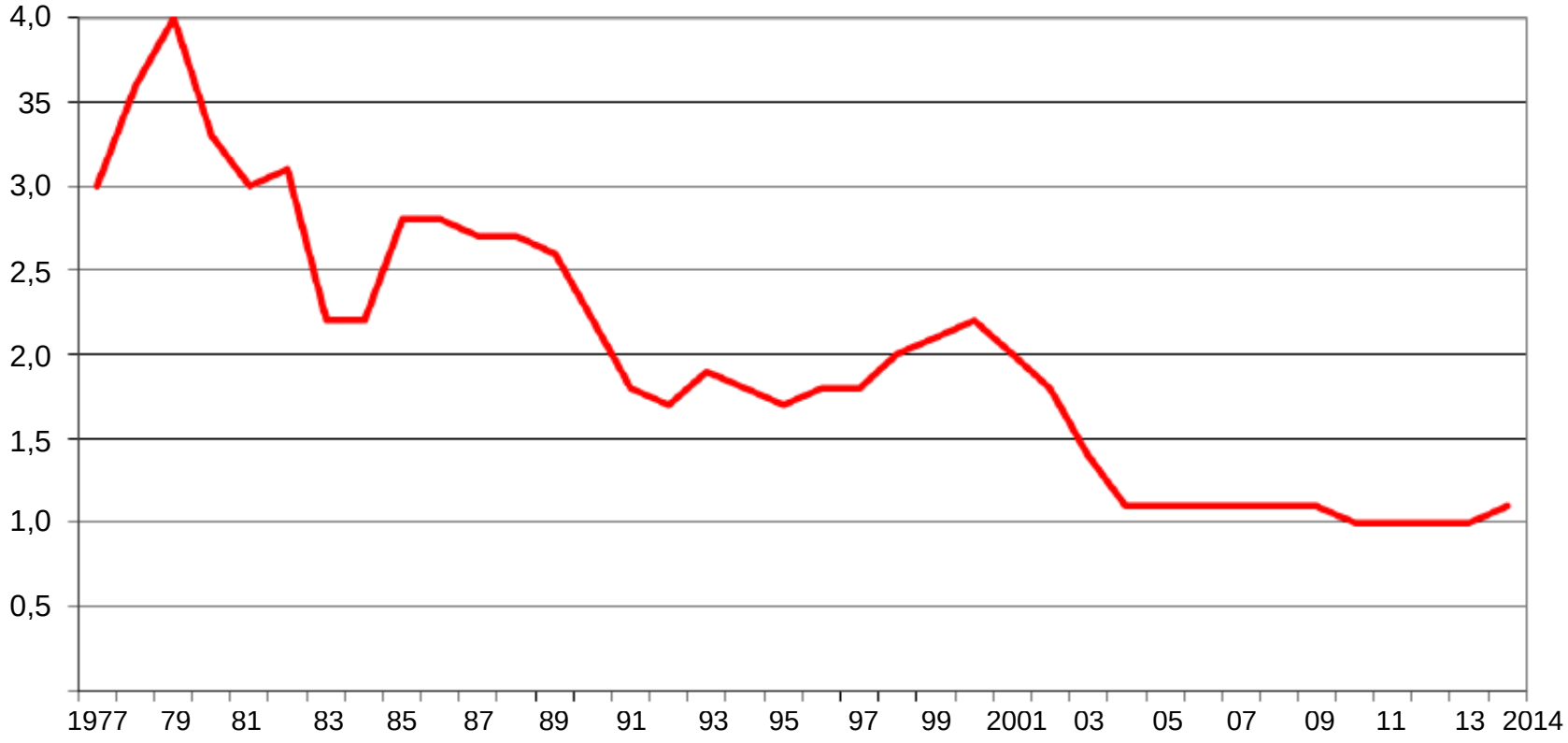


MILEAGE OPERATED

Operated Mileage included Km lost in congestion

Reliability Evolution

Reliability - Excess Waiting Minutes



IPTS – Intelligent Public Transortation Systems

2011

Urban Public Passenger Transportation Management

“Modelo Tronco Alimentador”

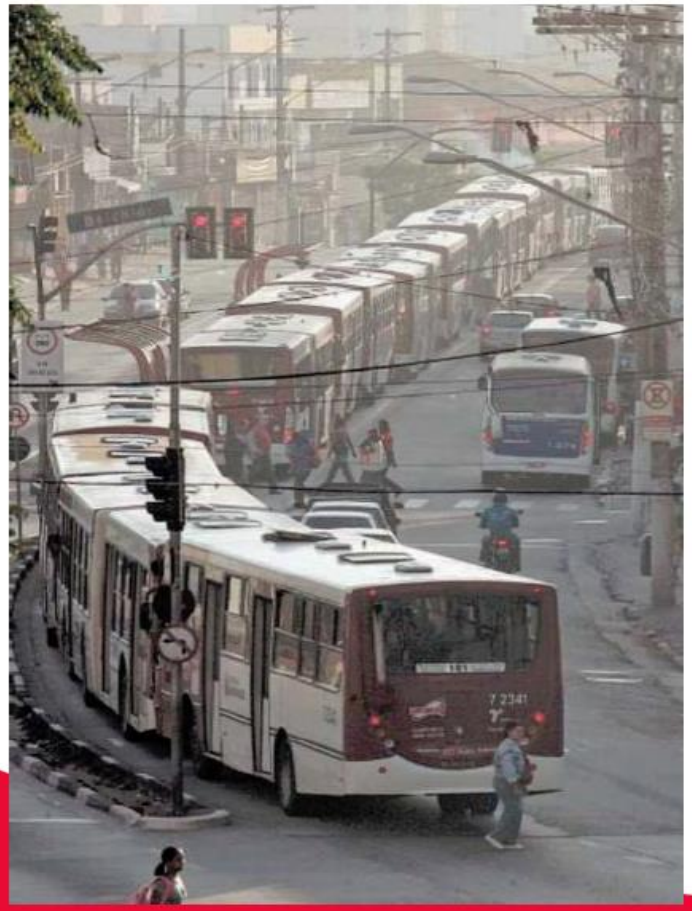
REDE DE LINHAS & TERMINAIS MUNICIPAIS

MODELO TRADICIONAL DE LINHAS RADIAIS

MODELO TRONCO-ALIMENTADO

Urban Public Passenger Transportation Management

Encaminhamento da Solução



NÃO BASTA IMPLANTAR OS CORREDORES

É NECESSÁRIO:

- OPERÁ-LOS
- TERMINAIS DE PONTA
- ULTRAPASSAGEM
- TRONCALIZAÇÃO
- BILHETAGEM AUTOMÁTICA
- COBRANÇA DESEMBARCADA
- PRIORIDADE DE PASSAGEM

Urban Public Passenger Transportation Management

Expresso Tiradentes (elevated road)

Encaminhamento da Solução

EXPRESSO TIRADENTES

Urban Public Passenger Transportation Management

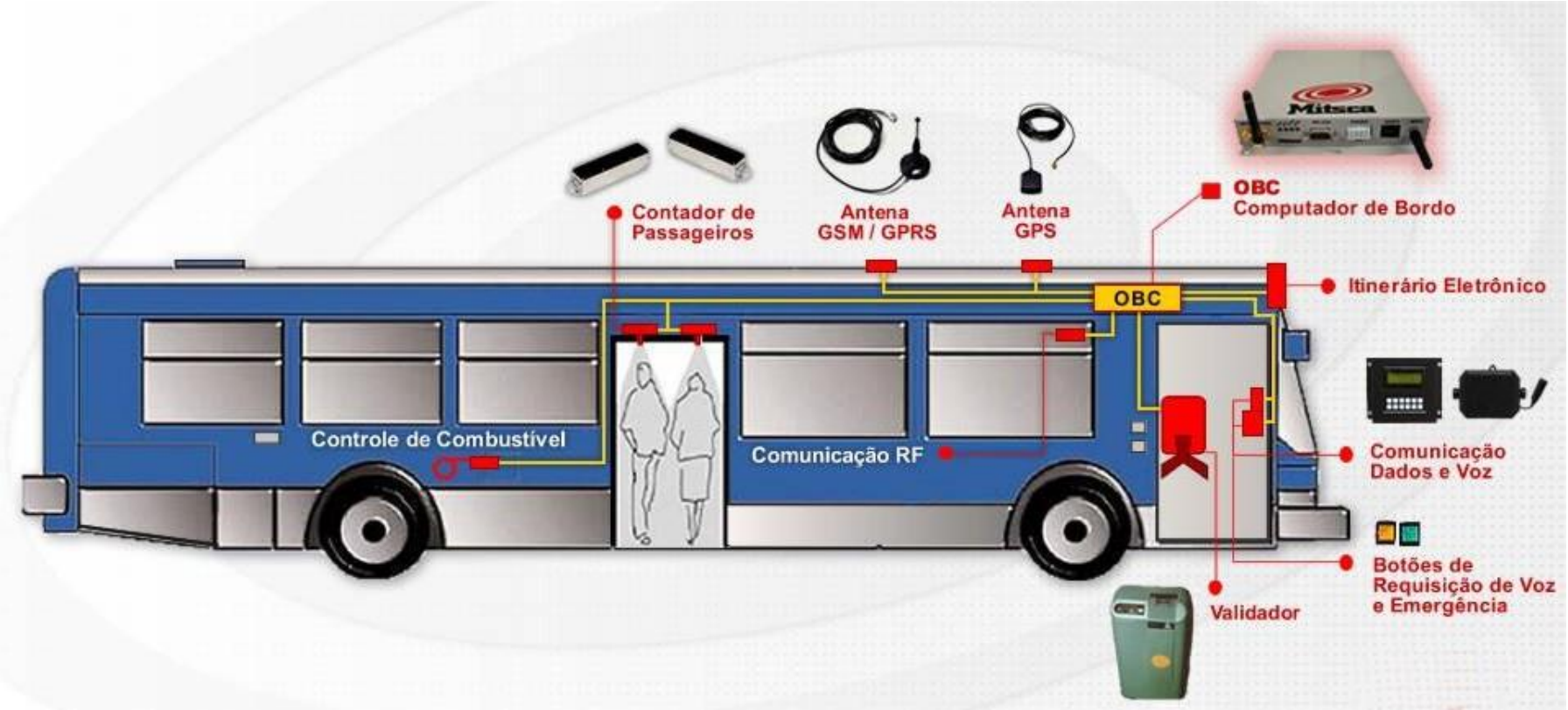
Expresso Tiradentes (elevated road)

Encaminhamento da Solução

EXPRESSO TIRADENTES

Planning, Programming and Management

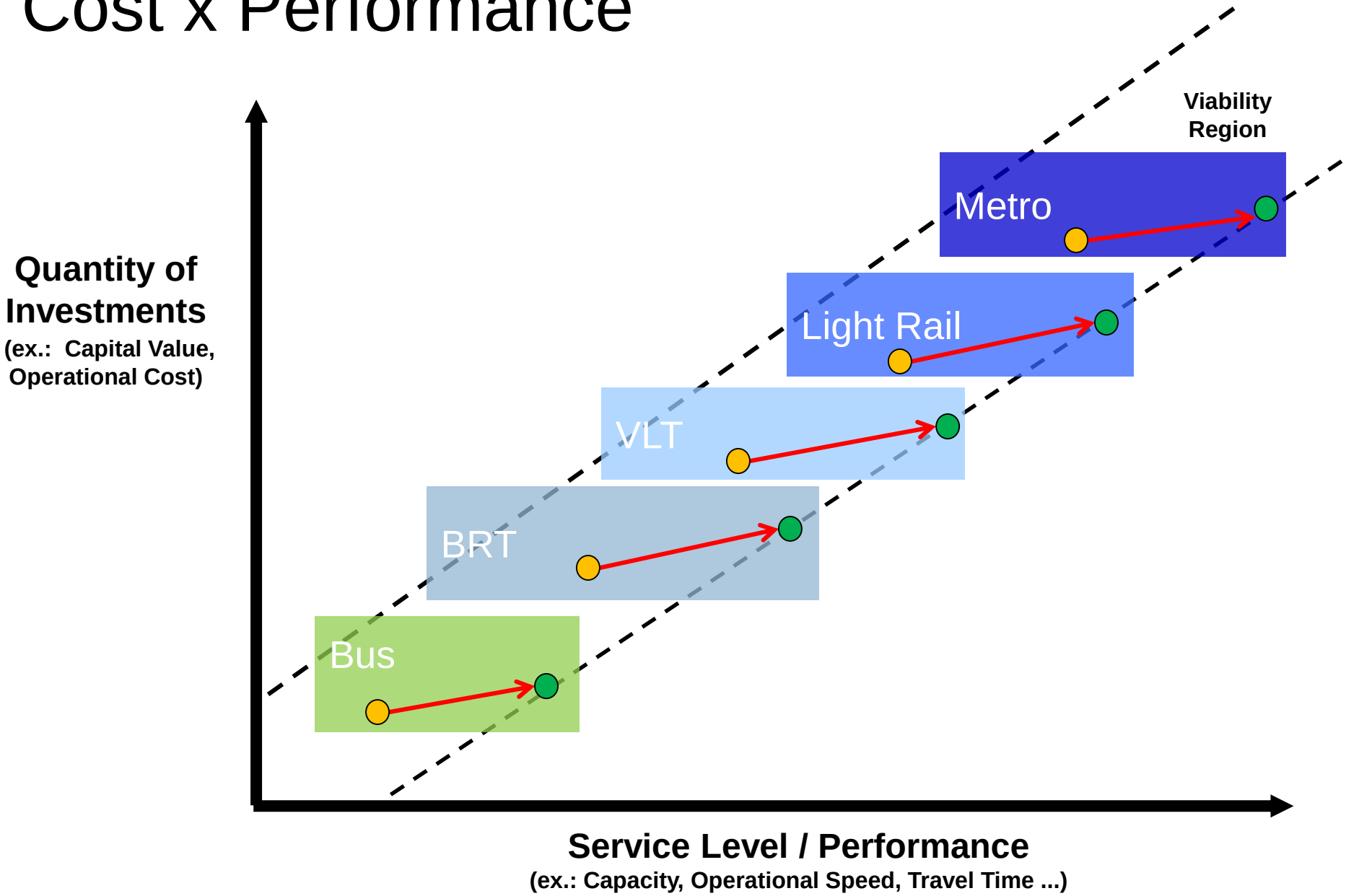
- **Management (Supervision, Inspection and Operational Control)**
  - **Examples of onboard equipment on a bus**



IPTS – Intelligent Public Transortation Systems

2011

Cost x Performance



Operational Intervetion aiming regularity and efficiency in urban buses traffic: academic studies and simulation with real data applications

2019

ARNALDO Luís Santos Pereira

The Bus Systems formation in Brazil

- 1920 A 1950

FONTE: Blog do Iba Mendes: http://www.ibamendes.com/2011/05/fotos-antigas-de-sao-paulo-v.html?m=1

FONTE: FONTE: Ônibus Brasil – Blog
http://onibusbrasil.com/blog/2014/08/14/linhas-ambientais-transportam-mais-de-135-mil-passageiros-por-dia-em-sao-paulo/

FONTE: São Paulo in Foco – Site - http://www.saopauloinfoco.com.br/?attachment_id=900

The Bus Systems formation in Brazil

- 1950 A 1970

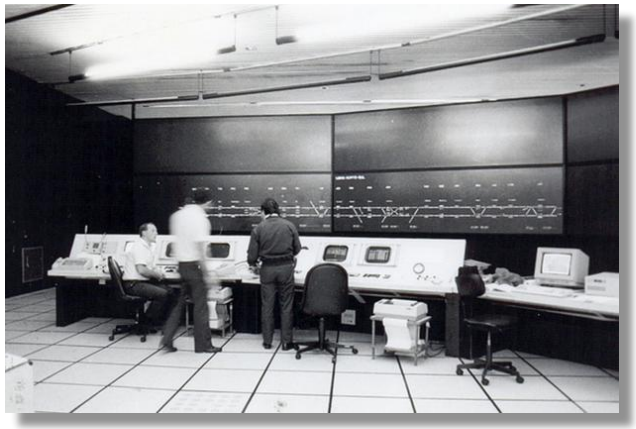
Primeiro ônibus brasileiro – 1960 - Chassis FNM – Carroceria Grassi
FONTE: STIEL, Waldemar Corrêa – Ônibus – Uma História do Transporte Coletivo

FONTE:Pinterest https://br.pinterest.com/pin/541839398890447513/

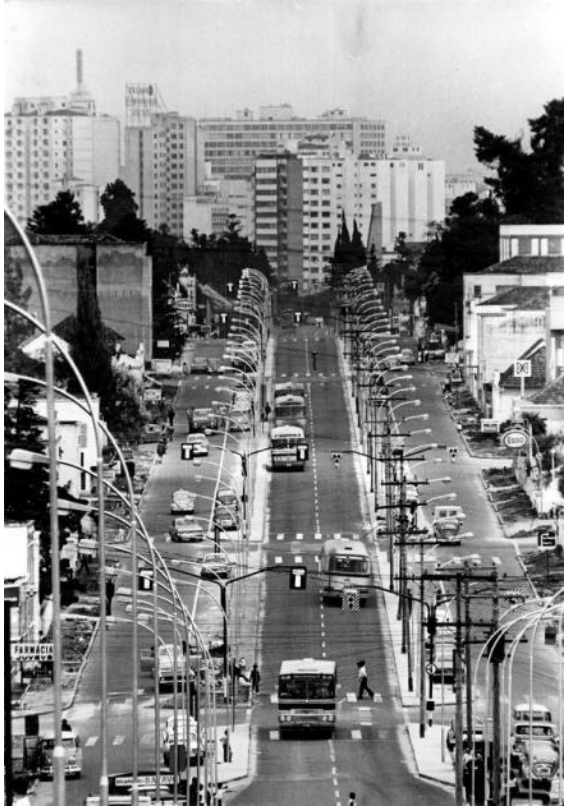
Obras da Rodovia Belém-Brasília
FONTE: https://br.pinterest.com/pin/295830269243878531/

The Bus Systems formation in Brazil

- 1970 A 1990



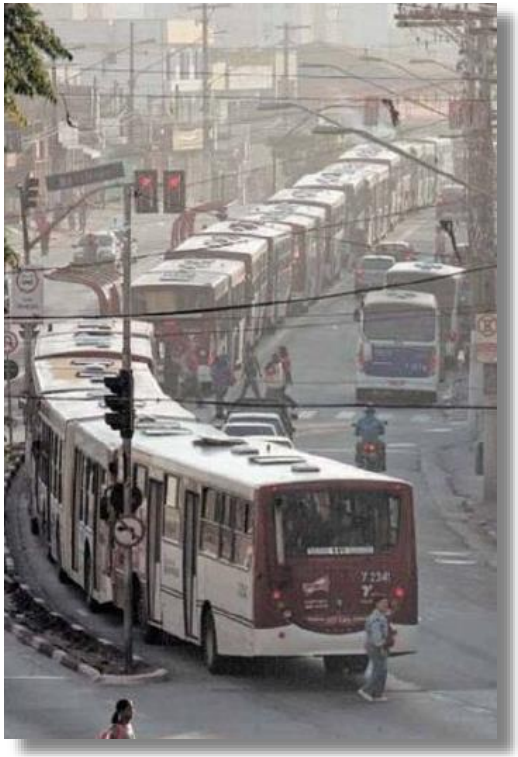
FONTE: SÃO PAULO – Governo do Estado - Transporte: Conheça o Metrô de São Paulo – Disponível em http://saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia2.php?id=240742&c=5114&q=transporte-conhea-o-metr-de-so-paulo- 2012 – Acesso em 14-Out-2016

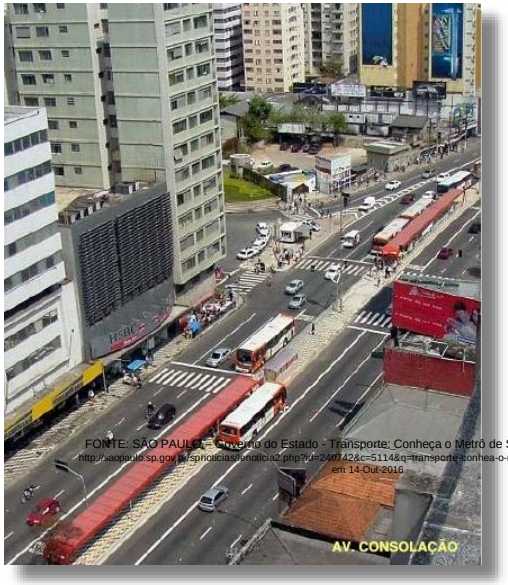


FONTE: Mobilize – Site - http://www.mobilize.org.br/galeria-fotos/176/onibus-antigos-de-sao-paulo.html

The Bus Systems formation in Brazil

- 1990 a 2010





FONTE: SÃO PAULO – Governo do Estado - Transporte: Conheça o Metrô de São Paulo – Disponível em http://saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/noticia2.php?id=2407424c=5114&q=transporte-conhea-o-metr-de-so-paulo- 2012 – Acesso em 14-Out-2016

The Bus Systems formation in Brazil

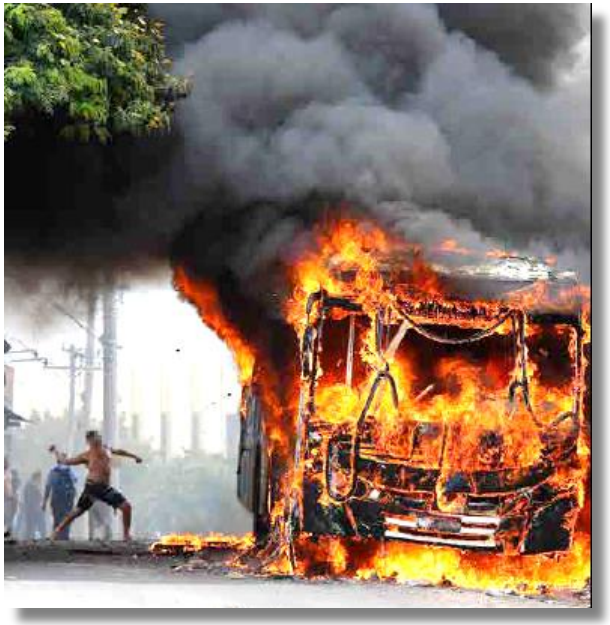
- BRT

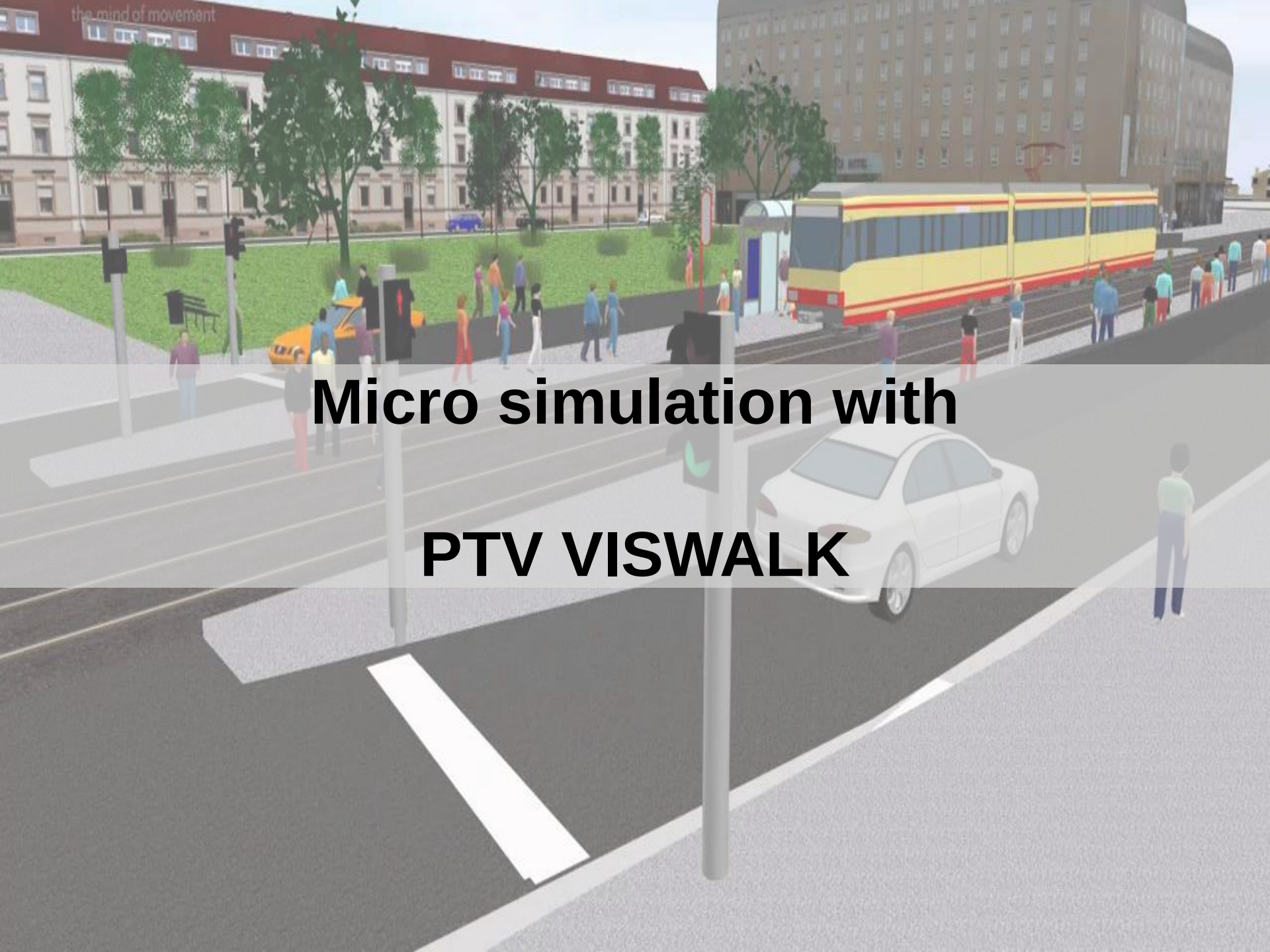
FONTE: The CityFix Brasil – WRI Brasil
http://thecityfixbrasil.com/2012/06/04/novo-site-monitora-obras-de-sistemas-brt-no-brasil/

FONTE: Jornal Correio Eletrônico – 2014
http://jornalcorreioeletronico.com.br/geral/move-elimina-587-onibus-das-ruas-de-belo-horizonte/

FONTE: ITDP Brasil – 2016

Current context





Micro simulation with

PTV VISWALK

Simulation and Analysis of pedestrian flow in terminals

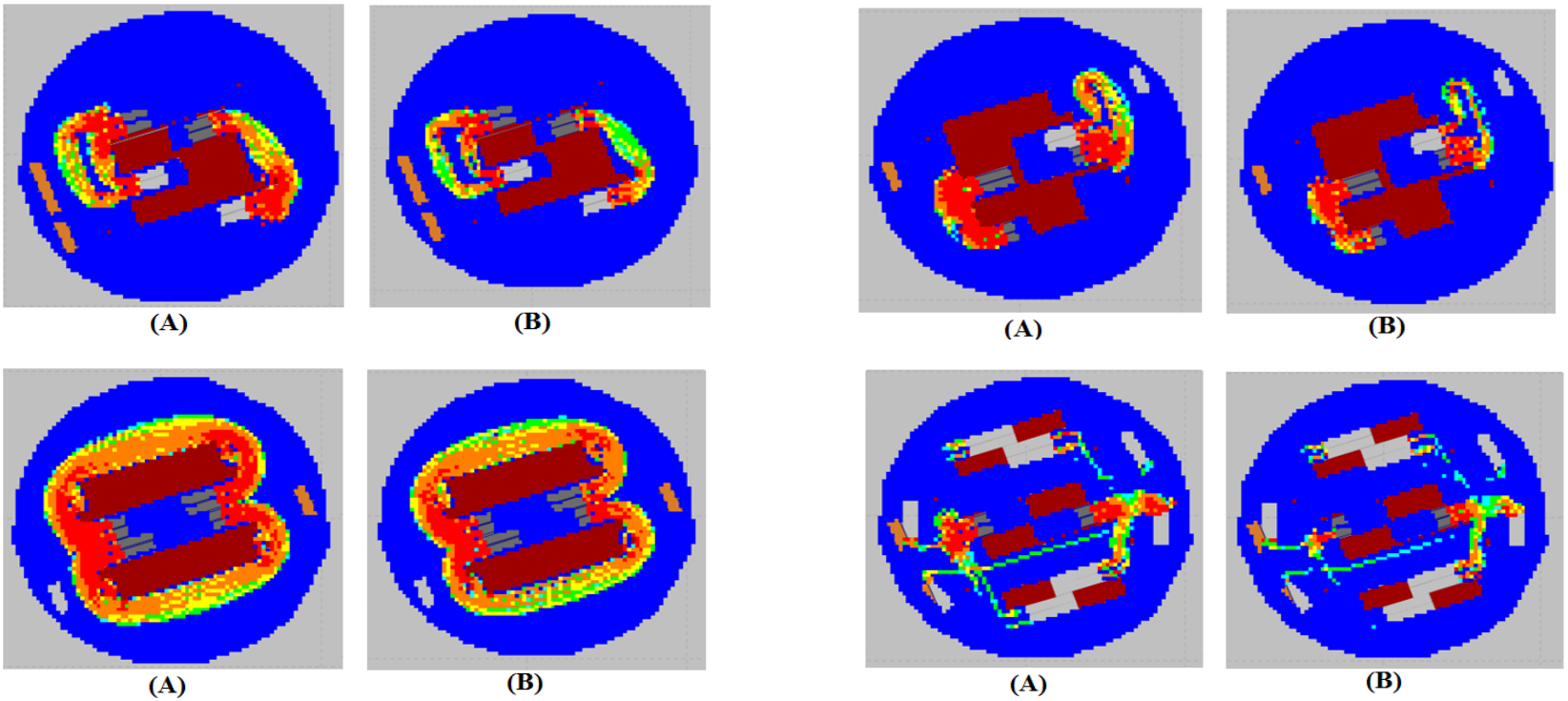
MARTIN, B. M.; SANTIAGO, J. M.; ALILL, L. V.; SOUZA, L. F. (2017)

Terminal Pinheiros

Terminal Pinheiros: 2017's scenario

Terminal Pinheiros: 2030's scenario

Scenario comparison



(A) 2030
(B) 2017

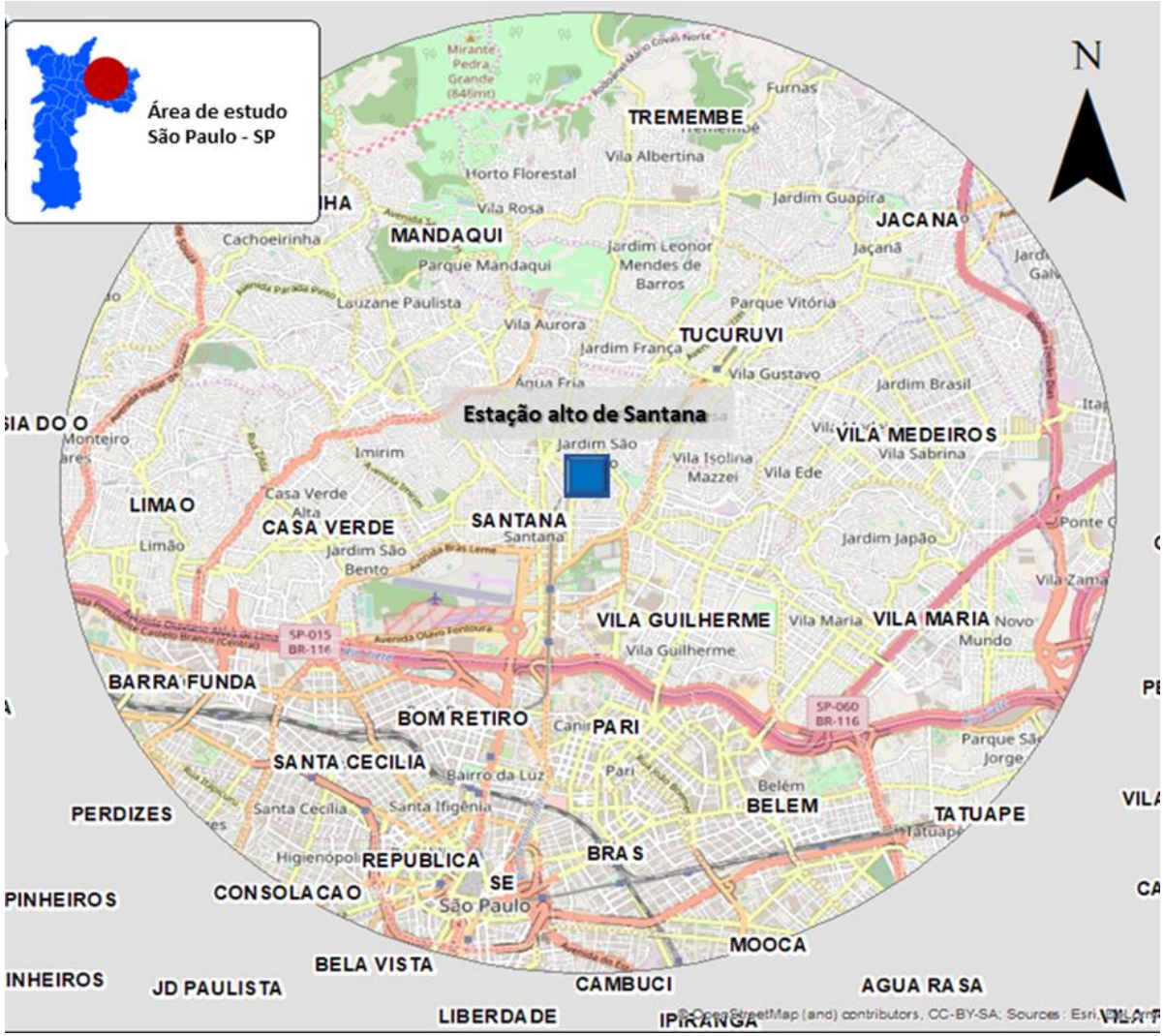
Nível de Serviço	Pessoas / m²	
A	0 - 0,308	
B	0,308 - 0,431	
C	0,431 - 0,718	
D	0,718 - 1,07	
E	1,07 - 2,153	
F	>2,153	

Assessing the Impact of Rainfall on Urban Bus Operations Using Regression Trees and Geographical Statistics

2017

ERICK Sobreiro Gonçalves

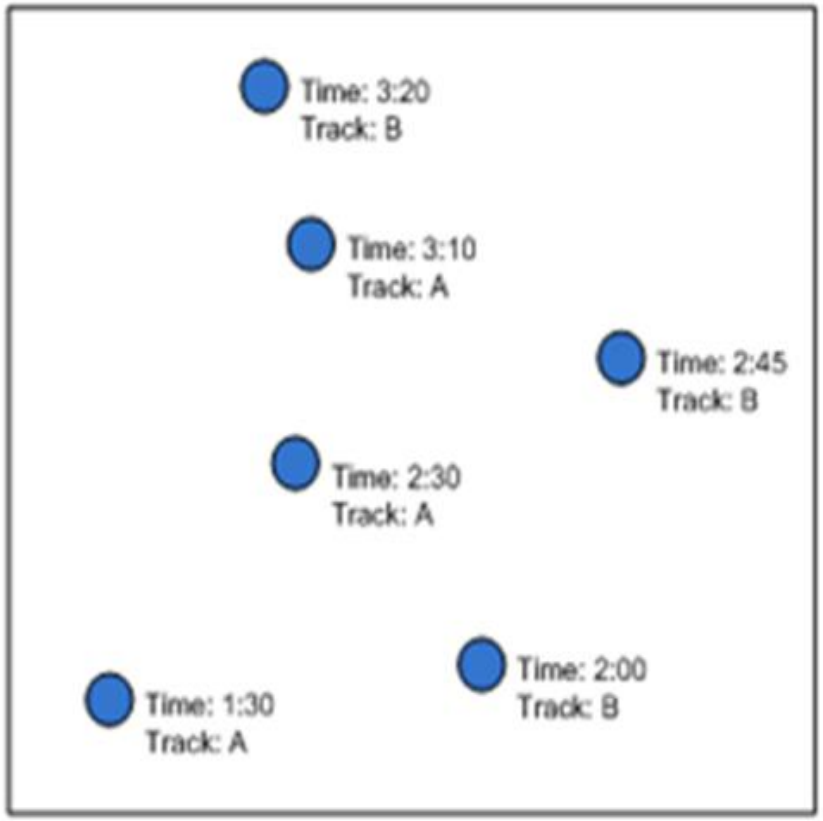
Study Area

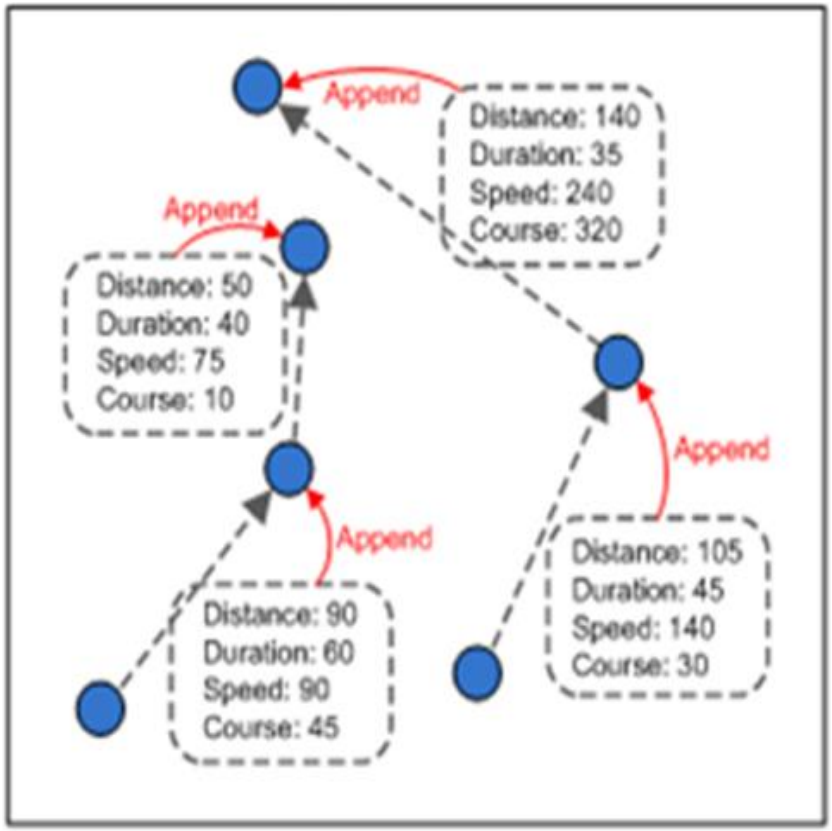

Área de estudo
São Paulo - SP
N
Estação alto de Santana
TREMEMBE
Furnas
Vila Albertina
Horto Florestal
Vila Rosa
Jardim Guapira
JACANA
Jaçanã
MANDAQUI
Cachoeirinha
Parque Mandaqui
Jardim Leonor Mendes de Barros
Lauzane Paulista
Parque Vitória
Vila Aurora
TUCURUVI
Jardim França
Vila Gustavo
Jardim Brasil
Água Fria
Monteiro
Imirim
Jardim São
Vila Isolina Mazzei
Vila Ede
VILA MEDEIROS
Vila Sabrina
LIMAO
Casa Verde Alta
CASA VERDE
Limão
Jardim São Bento
SANTANA
Santana
Jardim Japão
VILA GUILHERME
Vila Guilherme
Vila Maria
VILA MARIA
Novo Mundo
SP-015
BR-116
BARRA FUNDA
BOM RETIRO
PARI
Pari
SP-060
BR-116
SANTA CECILIA
Bairro da Luz
Santa Cecilia
Santa Ifigênia
Belém
BELEM
TATUAPE
PERDIZES
Higienópolis
REPUBLICA
BRAS
SE
São Paulo
CONSOLACAO
PINHEIROS
MOOCA
BELA VISTA
JD PAULISTA
CAMBUCI
AGUA RASA
LIBERDADE
IPIRANGA
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA; Sources : Esri, VitaLand

***Data Fusion*: pluviometric precipation and bus tracking data**

Registros telemétricos linha "a"	Dados telemétricos: 14:01	Dados telemétricos: 14:07	Dados telemétricos: 14:23	Dados telemétricos: 14:37	Dados telemétricos: 14:56
Precipitação acumulada 14:00 hs	8 mm	8 mm	8 mm	8 mm	8 mm

Bus speed calculation

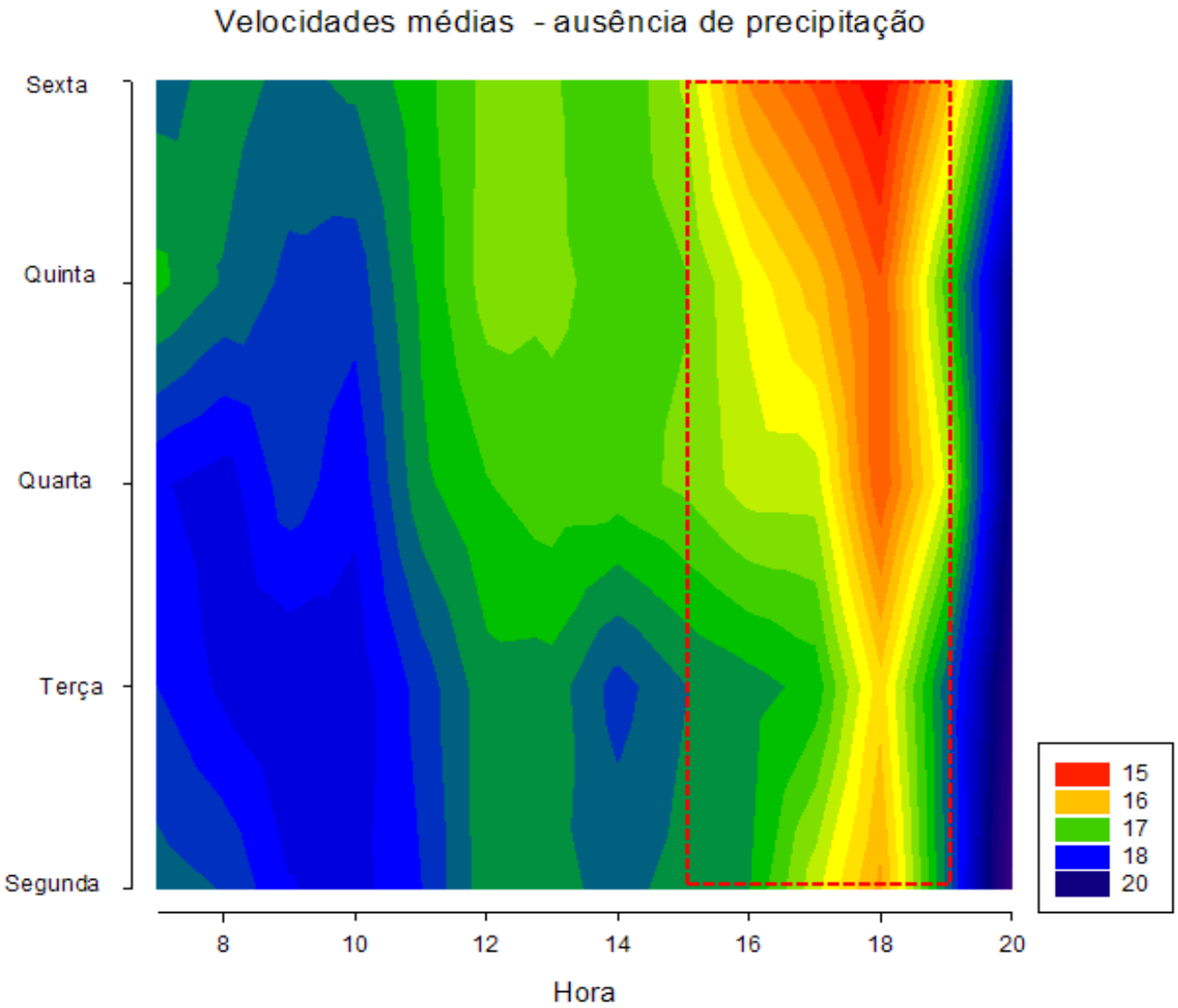




GPS points with: latitude, longitude, date and time

Parameters inclusion: **distance, duration, speed and direction**

Average speed (km/h) per week day and hour of day

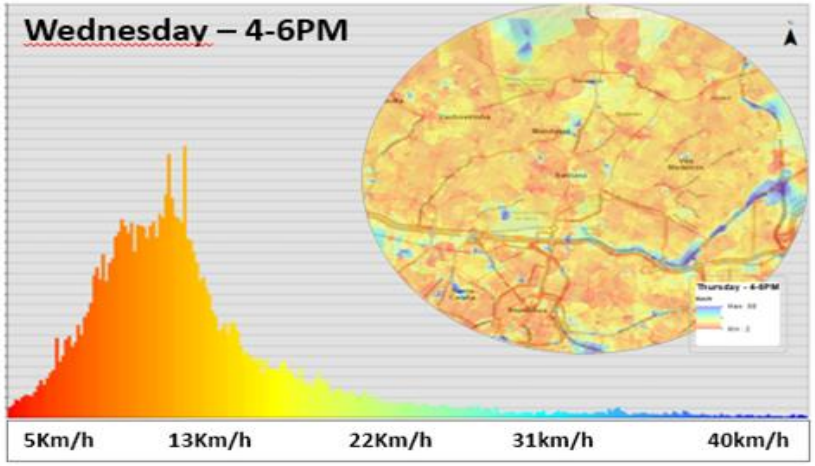


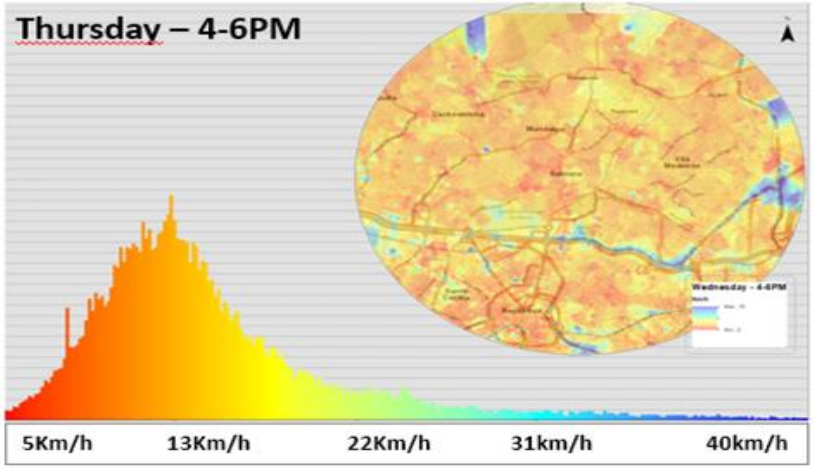
Average Speed (AS) of the urban buses (0 mm/h of rain), obtained by applying the CHAID (*Chi square Automatic Interaction Detection*) regression tree

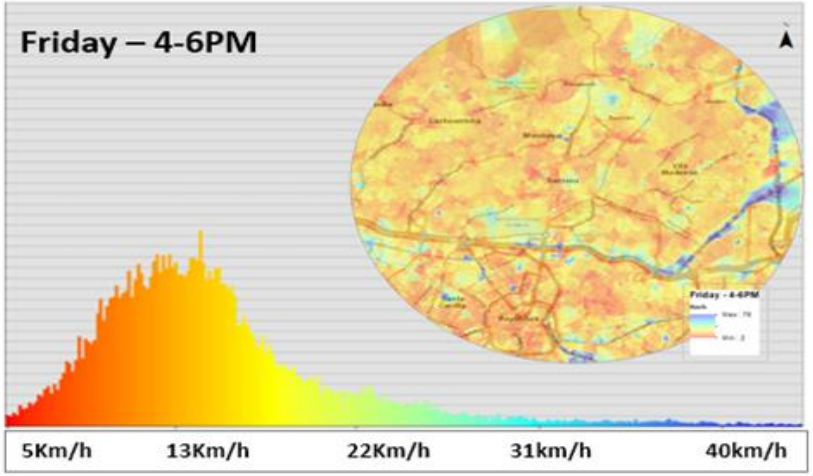
	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Global Average	Time to time variability
7:00 AM	17,71	18,00	18,17	17,34	17,69	17,78	
8:00 AM	17,81	18,24	18,30	17,61	17,51	17,89	1%
9:00 AM	18,19	18,38	17,88	17,85	17,65	17,99	1%
10:00 AM	18,27	18,32	18,14	17,91	17,56	18,04	0%
11:00 AM	18,00	17,92	17,45	17,35	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	

Surfaces and histograms of the AS of urban buses in the absence of rainfall (0 mm/h of rain), obtained by Kriging for Wednesdays to Fridays during peak times (4:00 - 6:00 PM)

Average Speed Kriging Map Peak time comparsion



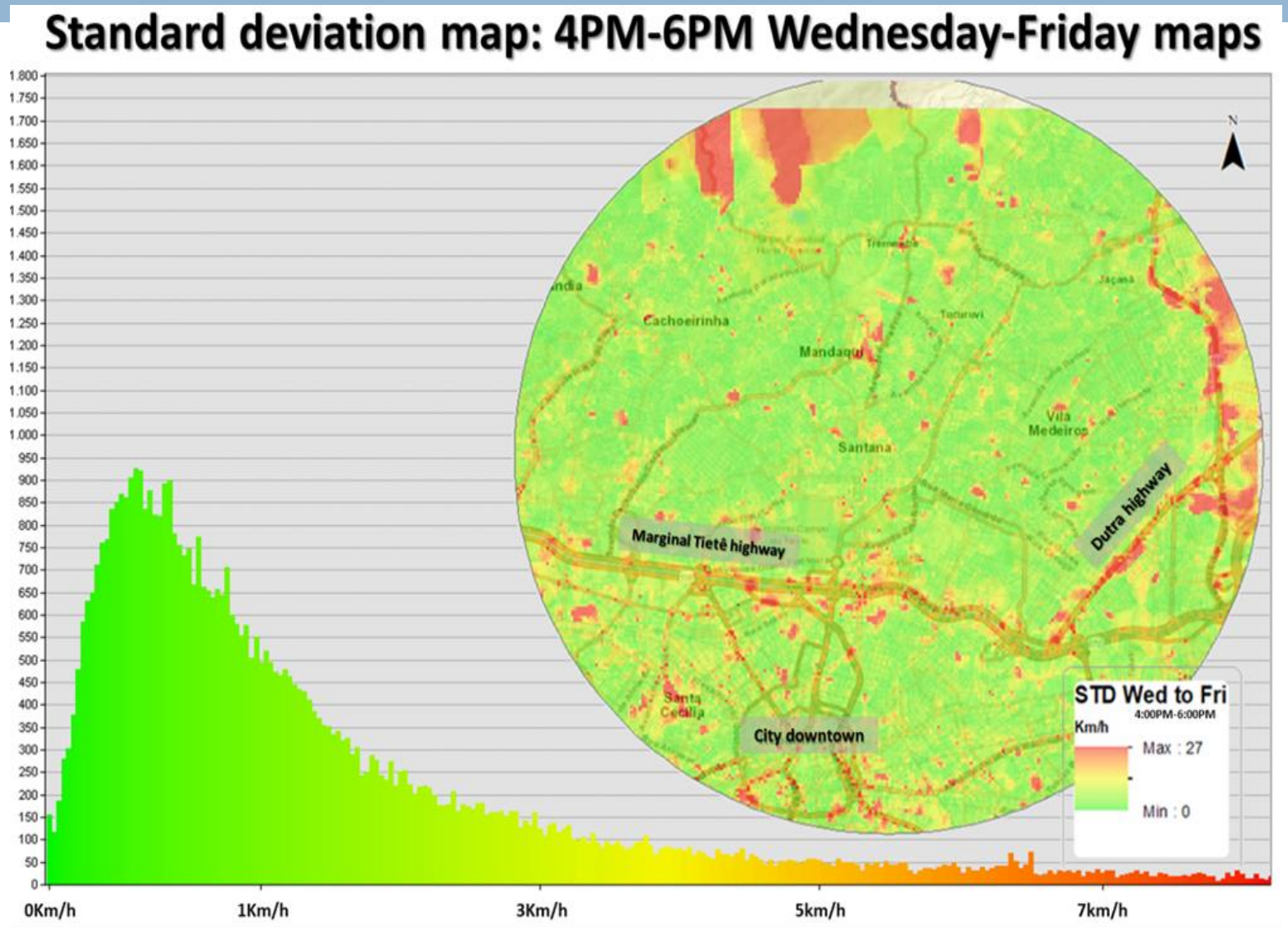




Statistics comparsion

	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

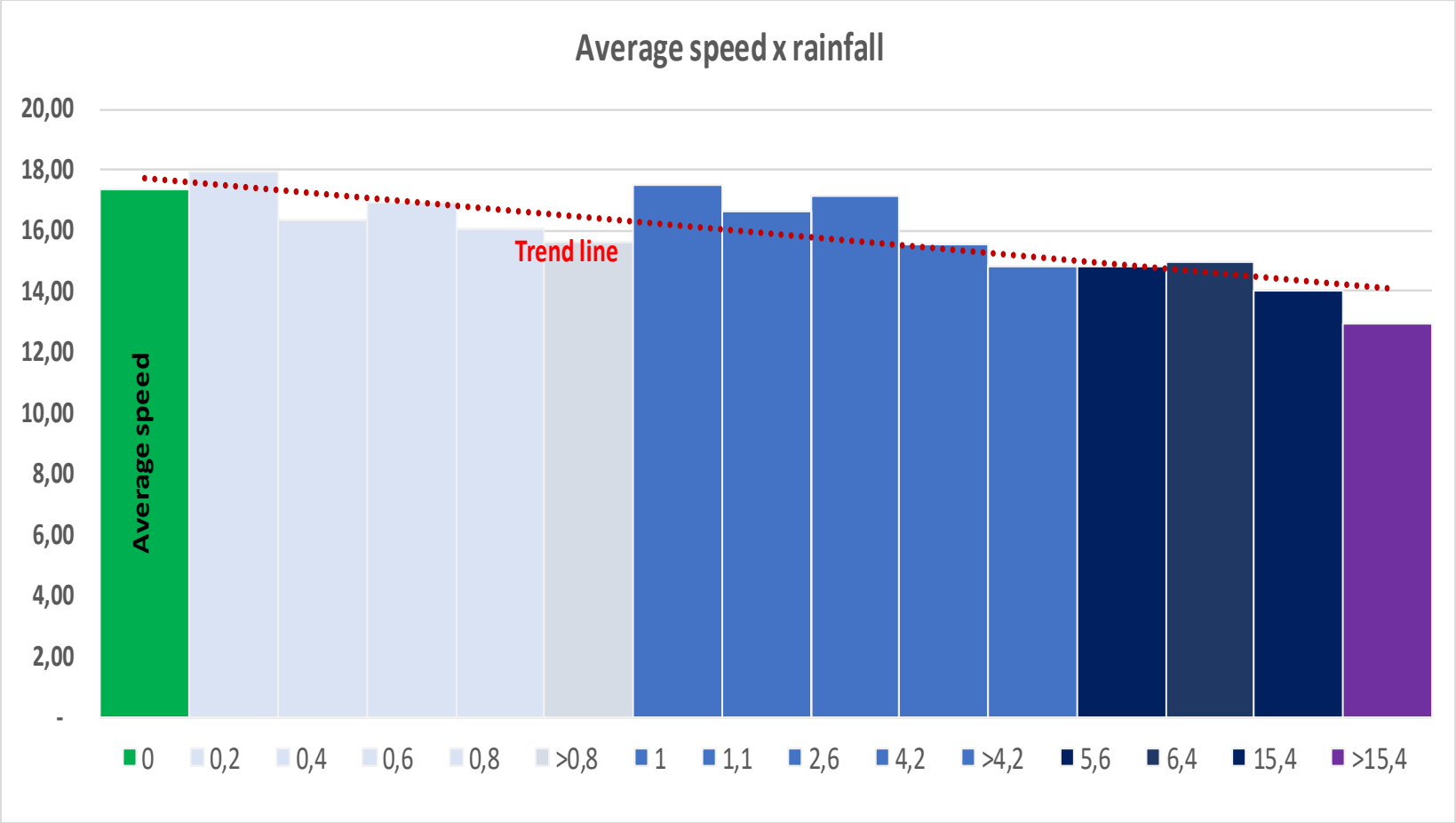
Peak time standard deviation of speed (SDS) surface and histogram (0 mm /h of rain), obtained by the difference between the AS surfaces (Wednesdays to Fridays, 4:00 - 6:00 PM)



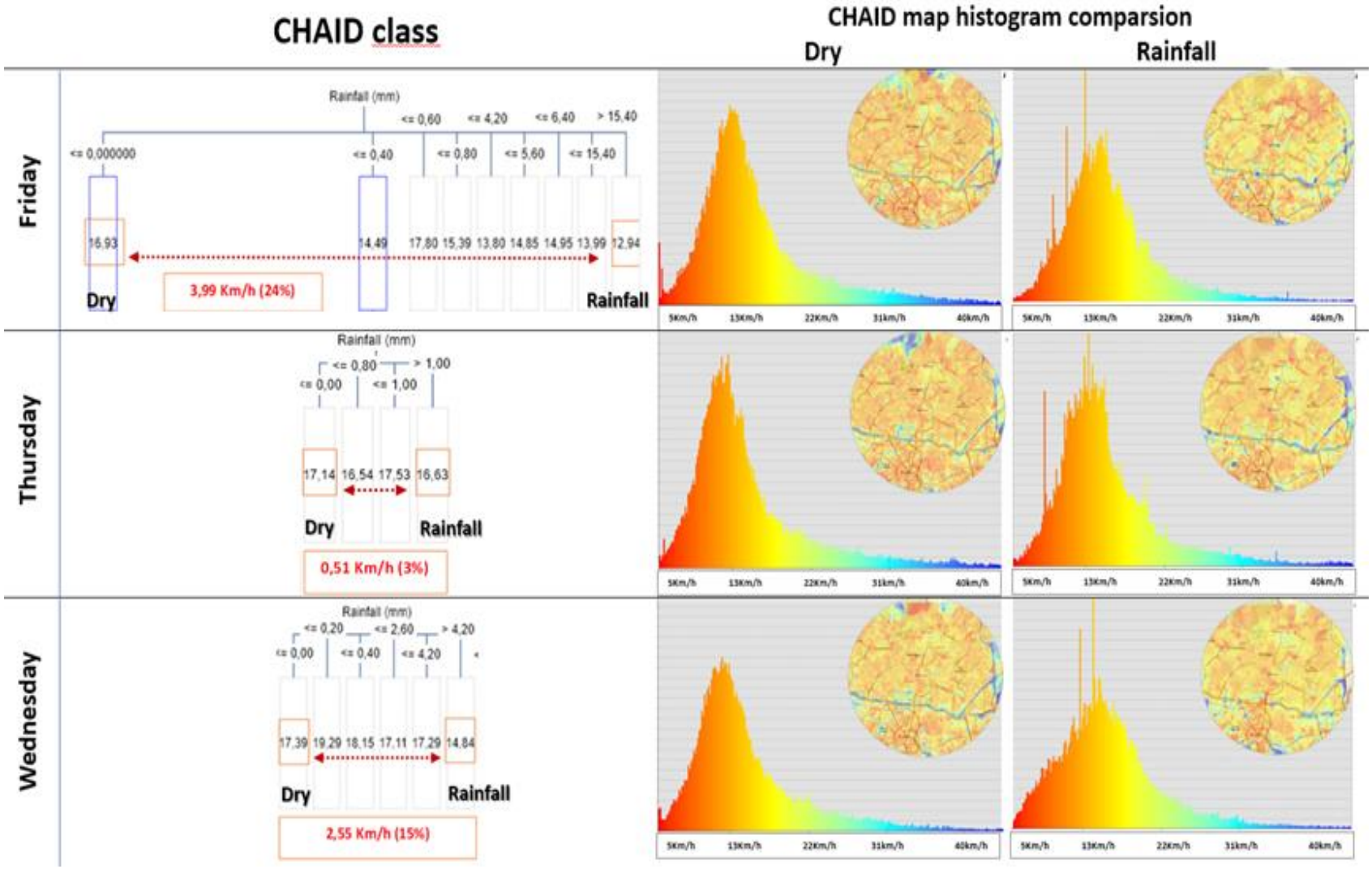
All AS classes obtained by applying the CHAID regression tree technique

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

CHAID results graph: rainfall (mm) x AS tendency



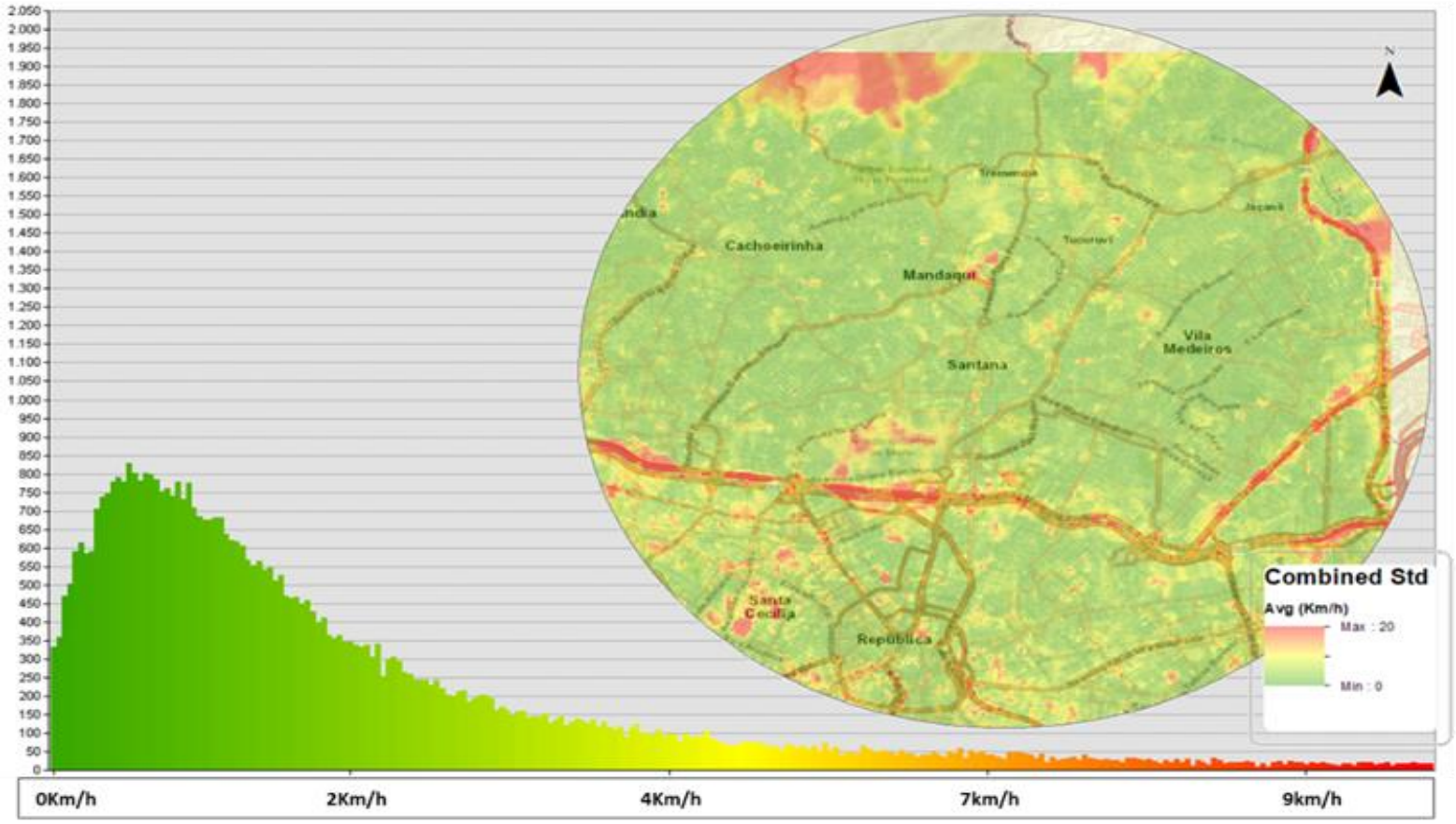
CHAID tree diagram, surfaces and histograms (surface count) of AS comparison: extreme cases (Wednesdays to Fridays, 4:00 - 6:00 PM)



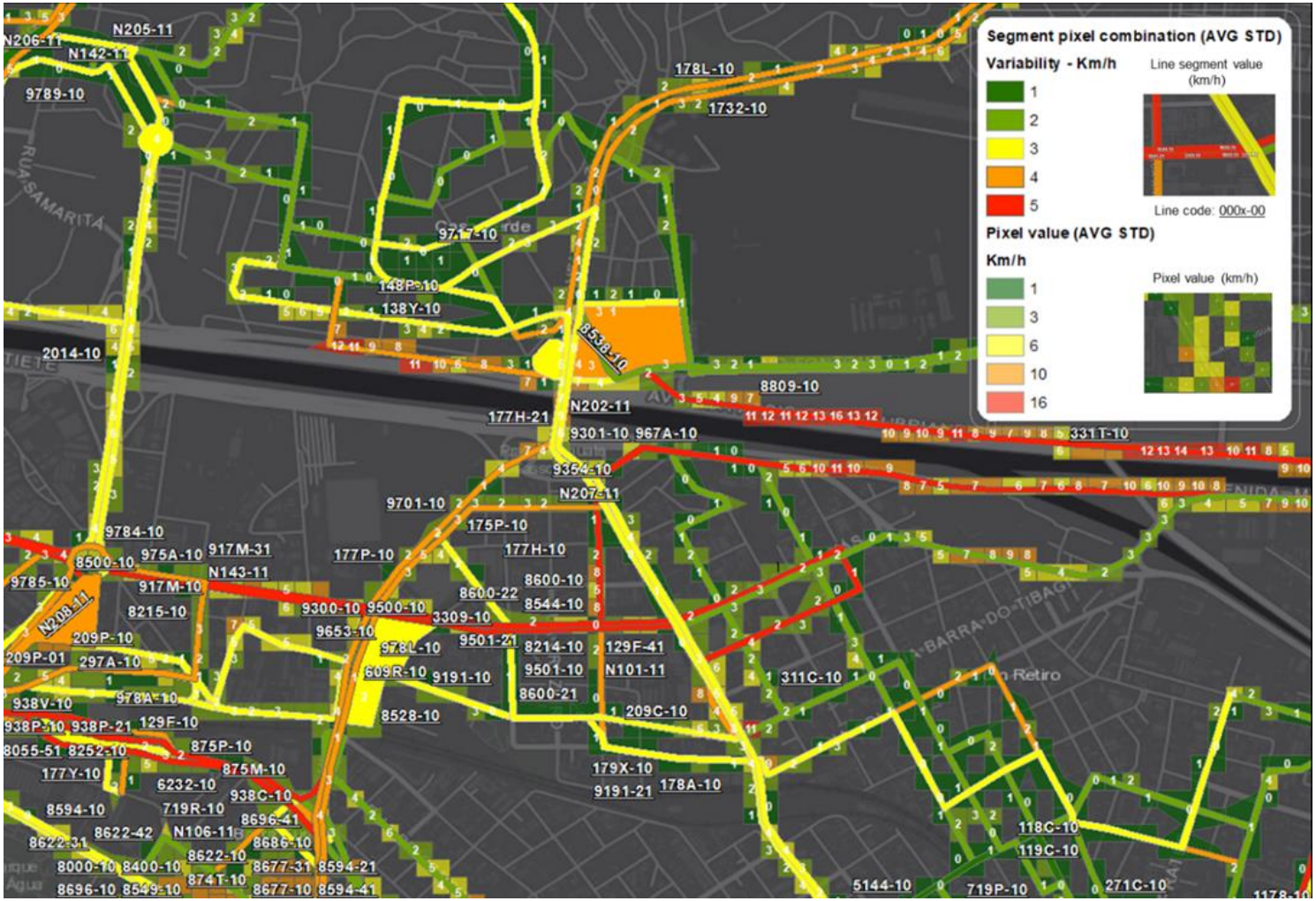
Peak time SDS surface and histogram – rainfall / no rainfall extreme cases, obtained by the difference between the AS surfaces (Wednesdays to Fridays, 4:00 to 6:00 PM).

Deviation average map

CHAID class standard deviation map



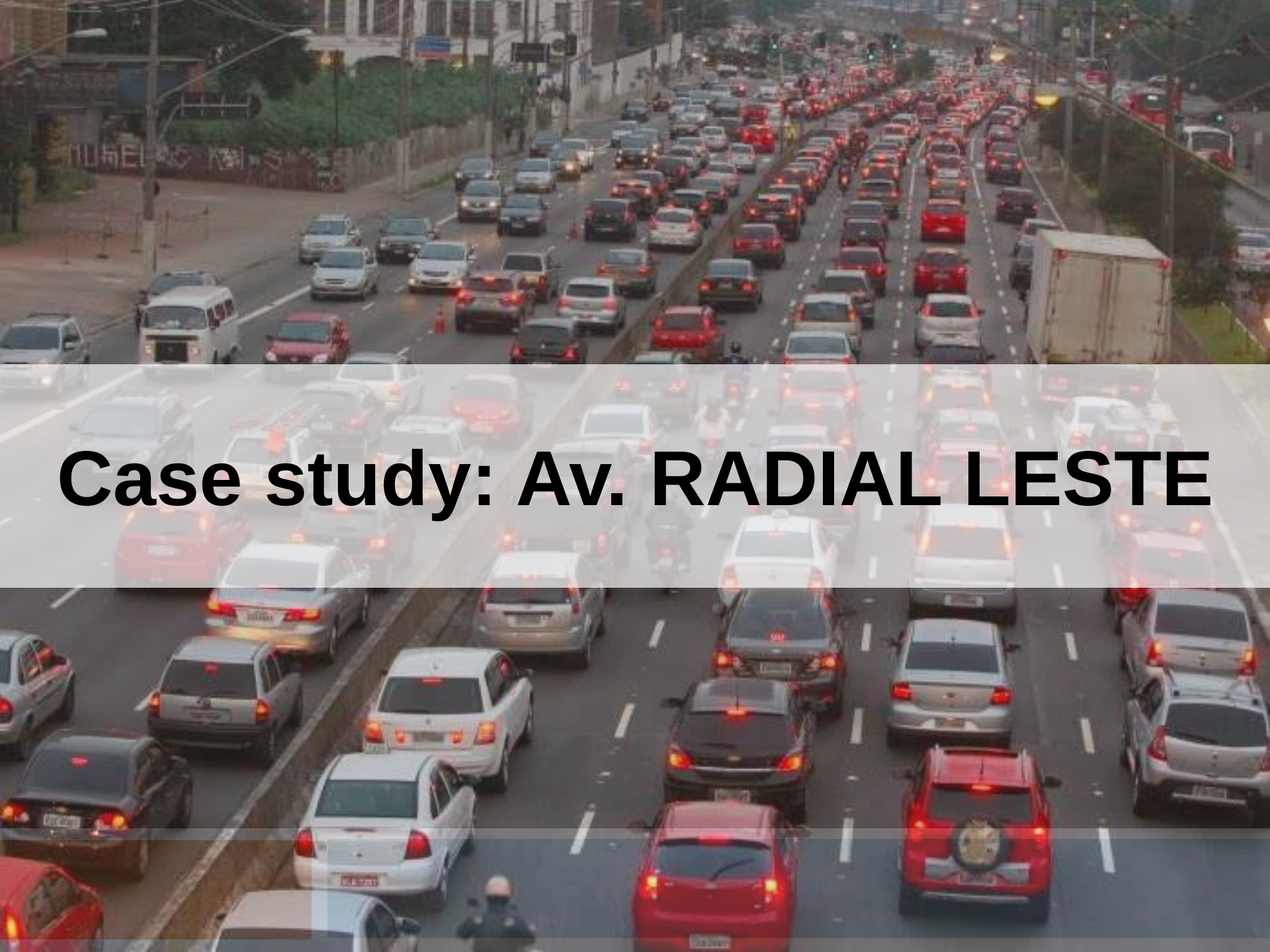
Identification of urban bus lines and specific route sections with rainfall impacts on speed variability



Viability and Impact Study of ITS applications in bus corredors

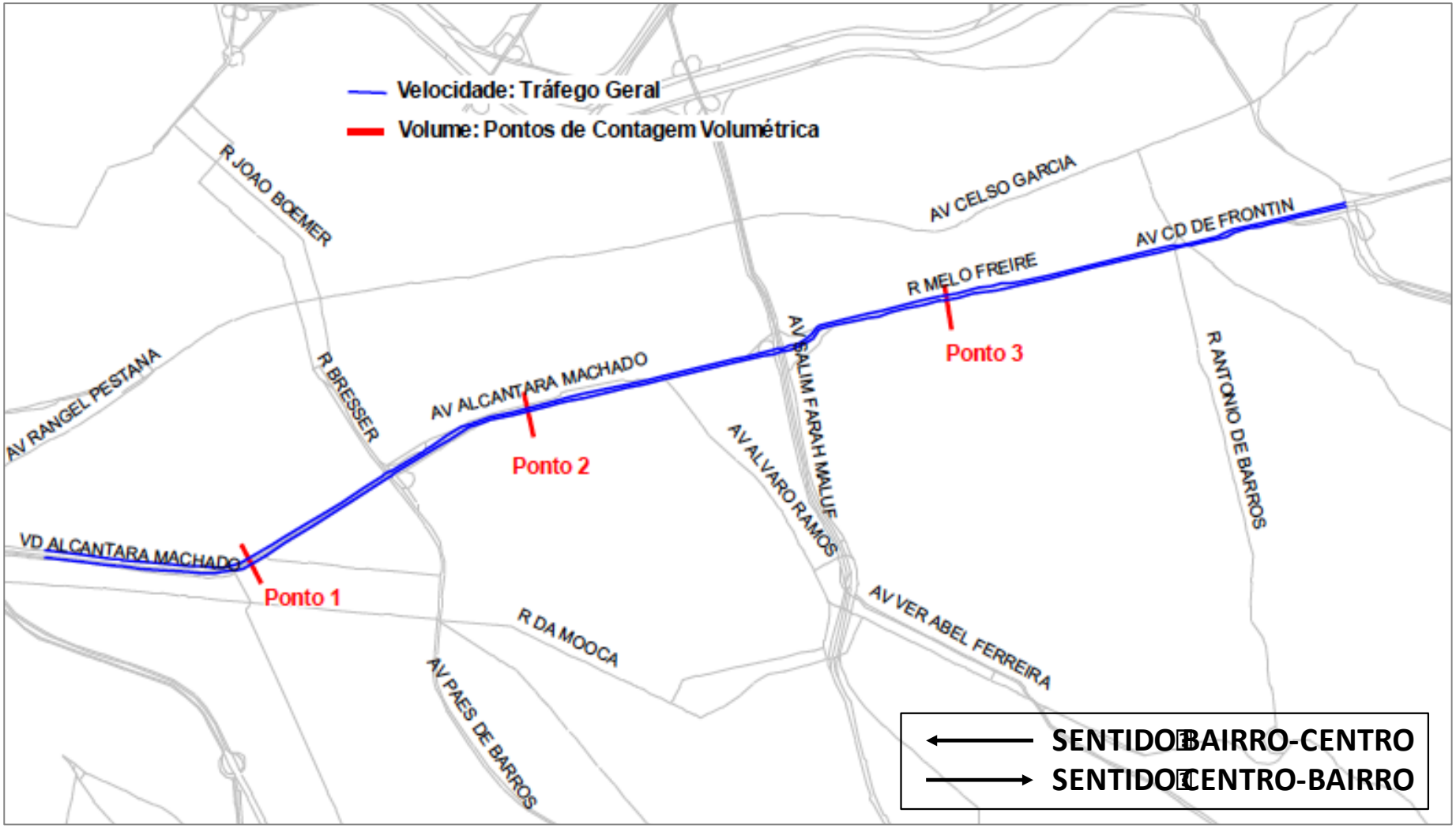
2015

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



Case study: Av. RADIAL LESTE

7G Route


Velocidade: Tráfego Geral
Volume: Pontos de Contagem Volumétrica
R JOAO BOEMER
AV CELSO GARCIA
AV CD DE FRONTIN
R MELO FREIRE
Ponto 3
AV SALIM FARAH MALUF
R ANTONIO DE BARROS
AV RANGEL PESTANA
R BRESSER
AV ALCANTARA MACHADO
Ponto 2
AV ALVARO RAMOS
VD ALCANTARA MACHADO
Ponto 1
AV VER ABEL FERREIRA
R DA MOOCA
AV PAES DE BARROS
SENTIDO BAIRRO-CENTRO
SENTIDO CENTRO-BAIRRO

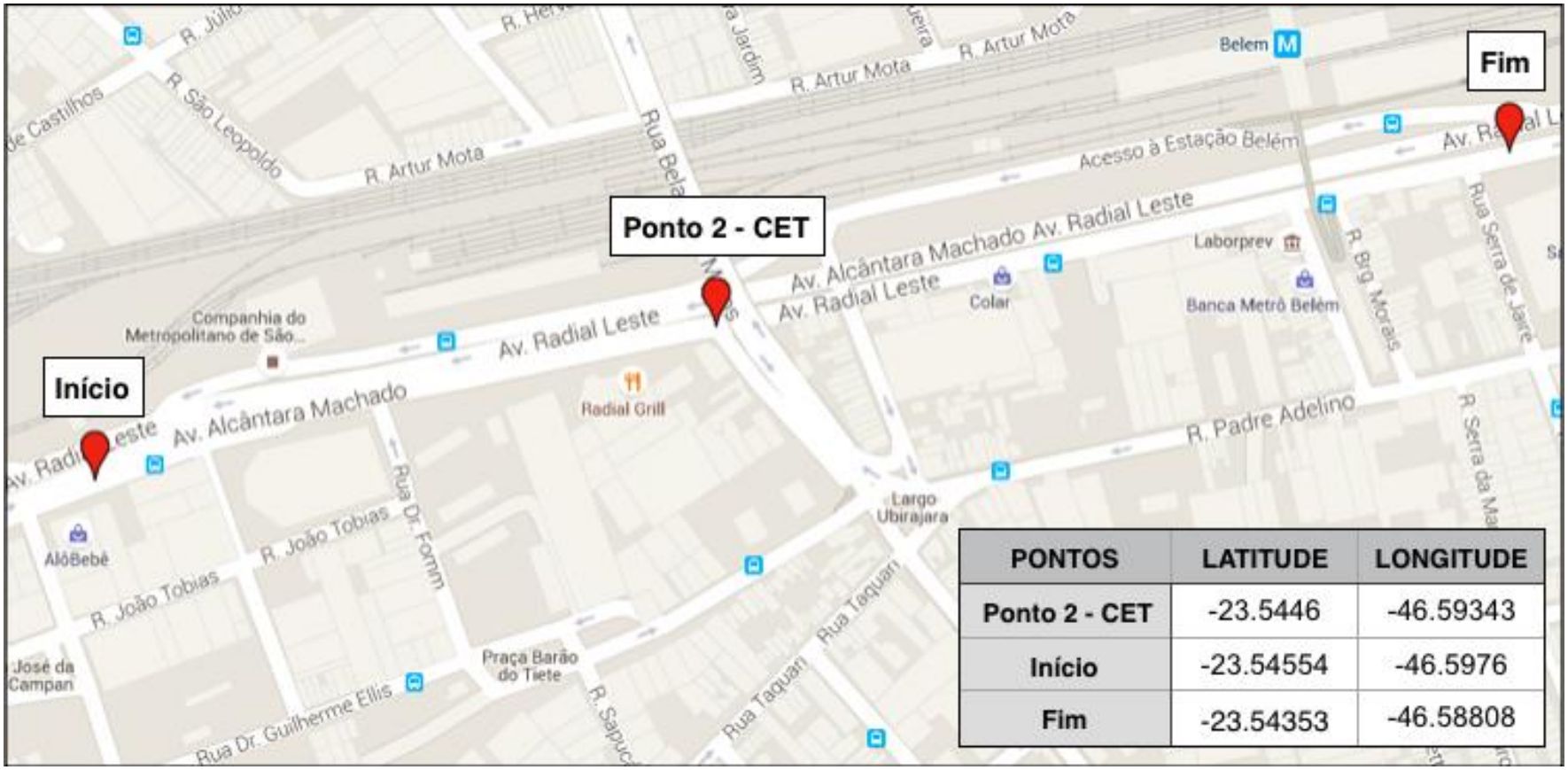
1 KM DE EXTENSÃO (LIMITAÇÃO VISSIM)

ENTRE AS RUAS JAIBARÁS E SERRA DE JAIRÉ

SELECIONADO A PARTIR DO

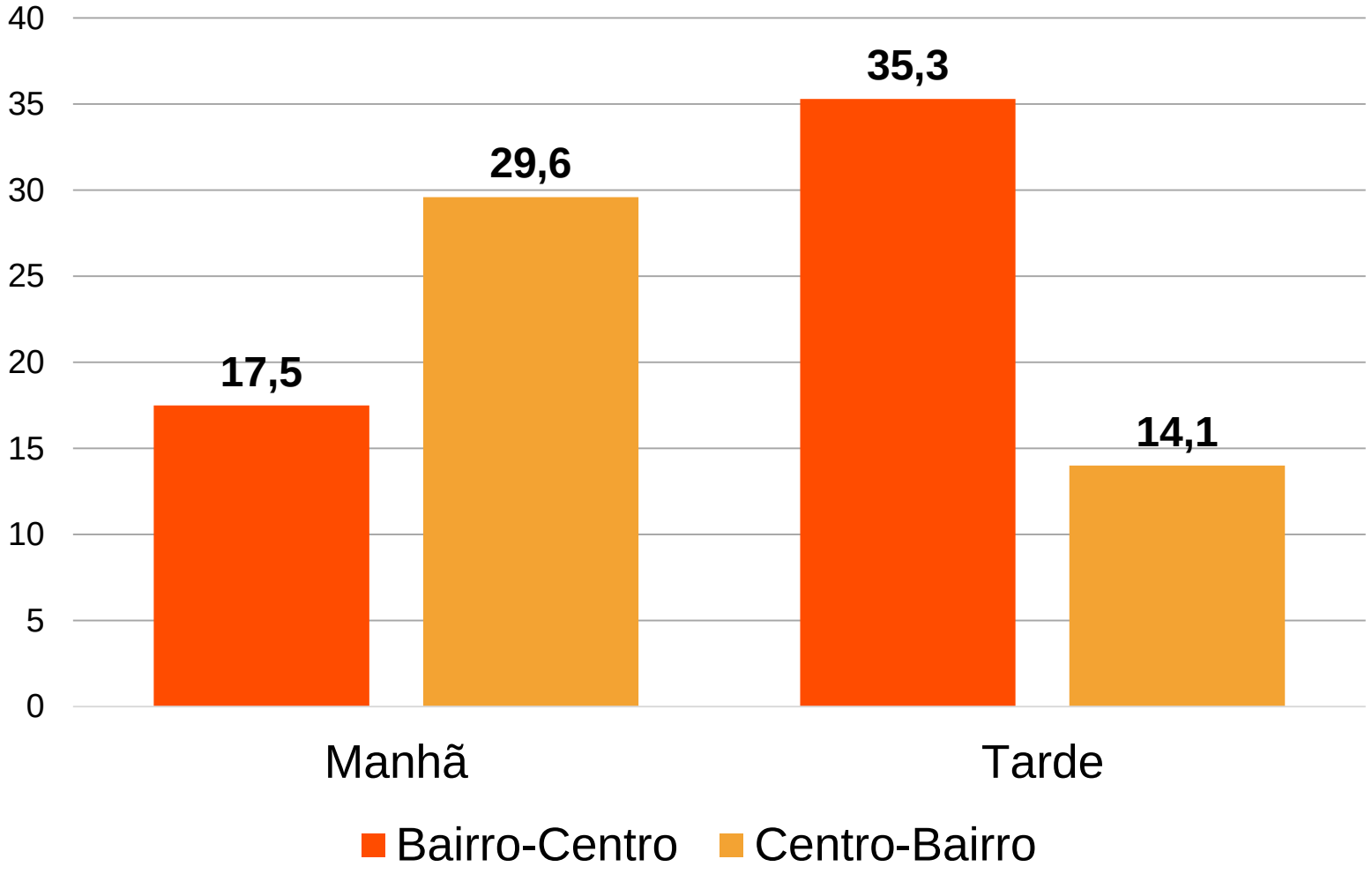
PONTO 2

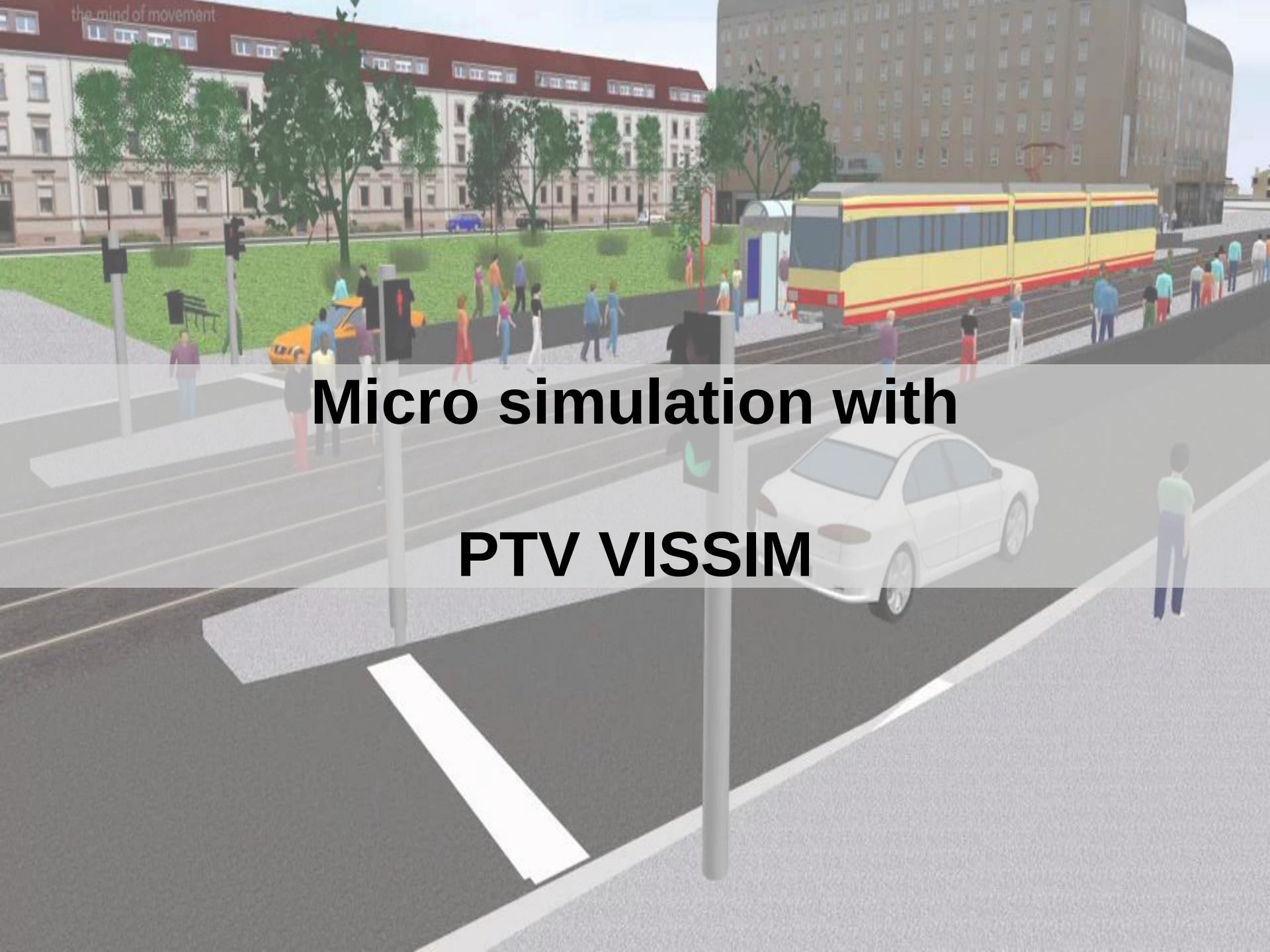
DE CONTAGEM DA PESQUISA DE MONITORAÇÃO DA FLUIDEZ DA CET.



PONTOS	LATITUDE	LONGITUDE
Ponto 2 - CET	-23.5446	-46.59343
Início	-23.54554	-46.5976
Fim	-23.54353	-46.58808

Bus speed (2013)





Micro simulation with

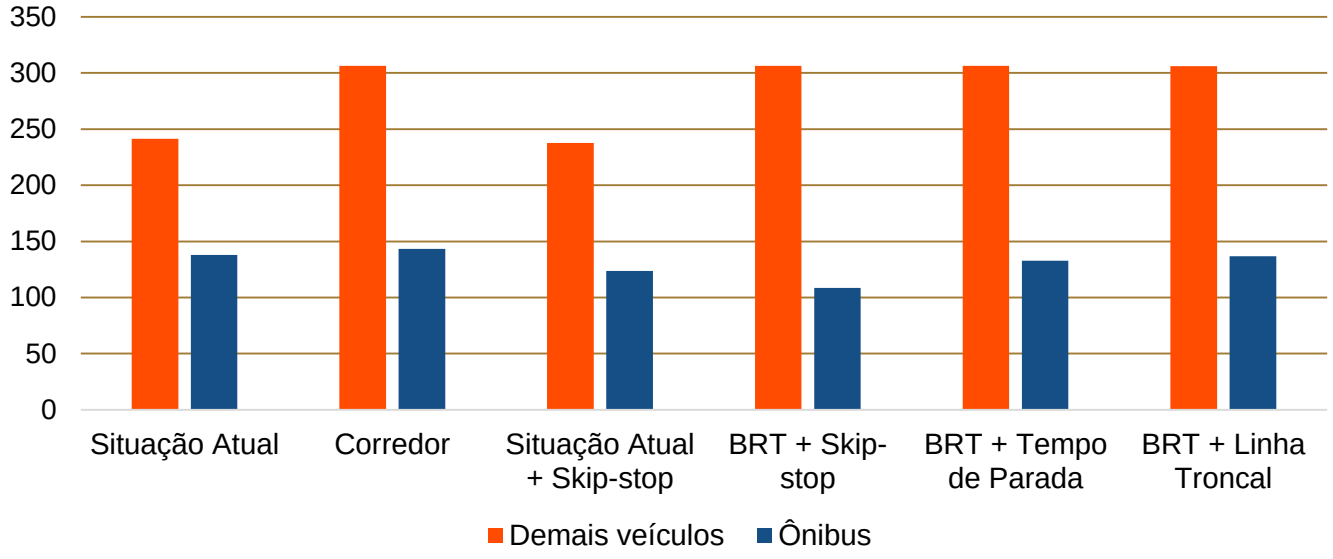
PTV VISSIM

Actual situation

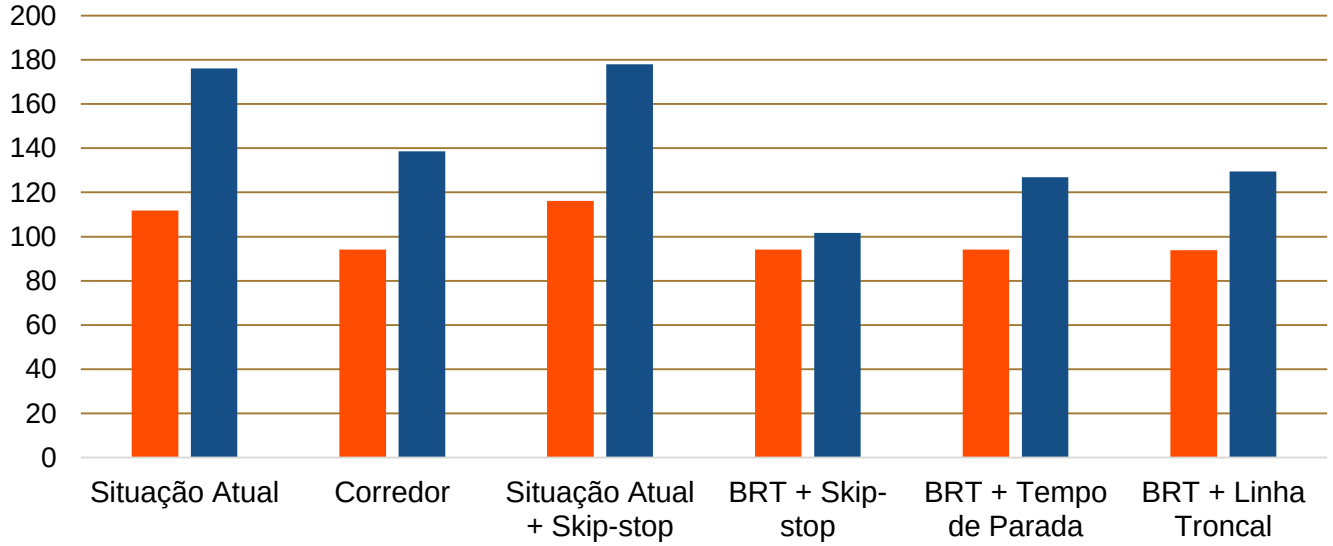
BRT /Bus corridor

Travel time Bus X Cars

BAIRRO-CENTRO



CENTRO-BAIRRO

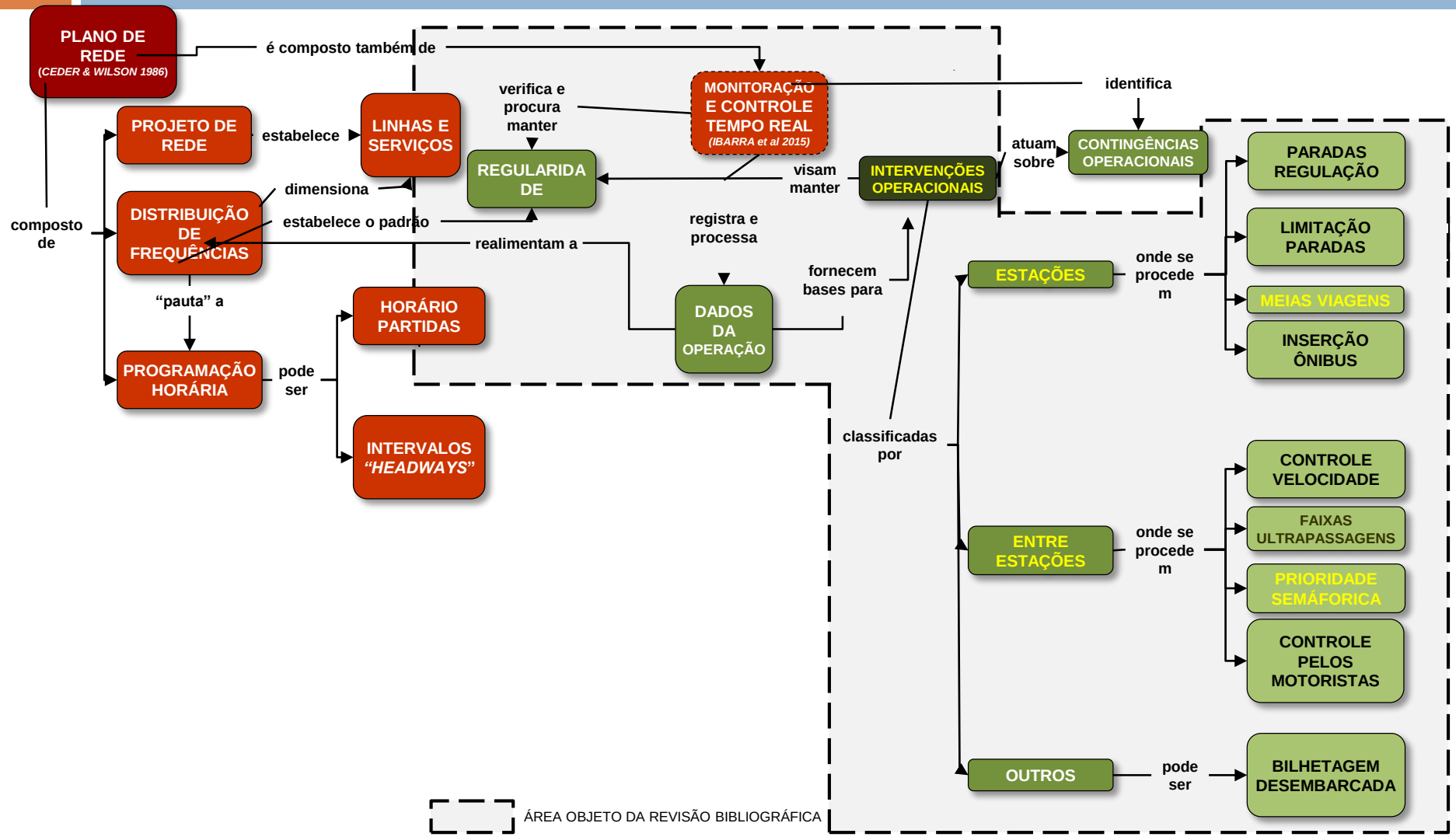


Operational Intervetion aiming regularity and efficiency in urban buses traffic: academic studies and simulation with real data applications

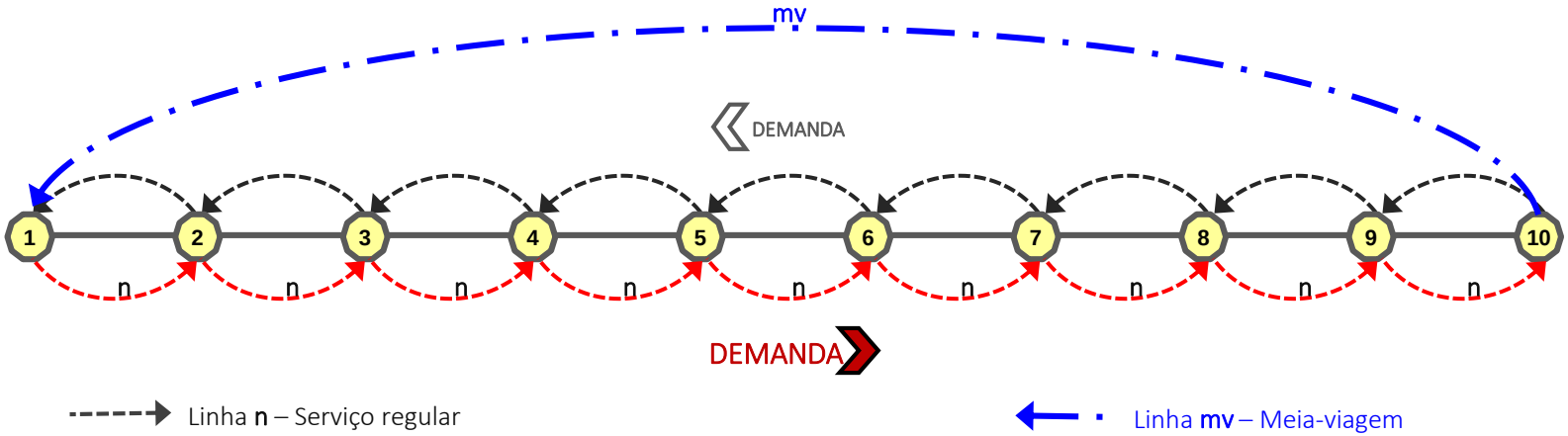
2019

ARNALDO Luís Santos Pereira

Monitoring, Control and Operational Interventions



“MEIAS VIAGENS” – Concepts



OBJETIVO

- DIMINUIÇÃO DE TEMPOS DE ESPERA E DE VIAGEM

AÇÃO

- NO SENTIDO DE MENOR DEMANDA, ALTERNÂNCIA ENTRE PARTIDAS COM SERVIÇO NORMAL E PARTIDAS SEM SERVIÇO

RESULTADO

- MENORES TEMPOS DE PERCURSO / MAIOR FROTA DISPONÍVEL / MAIOR OFERTA

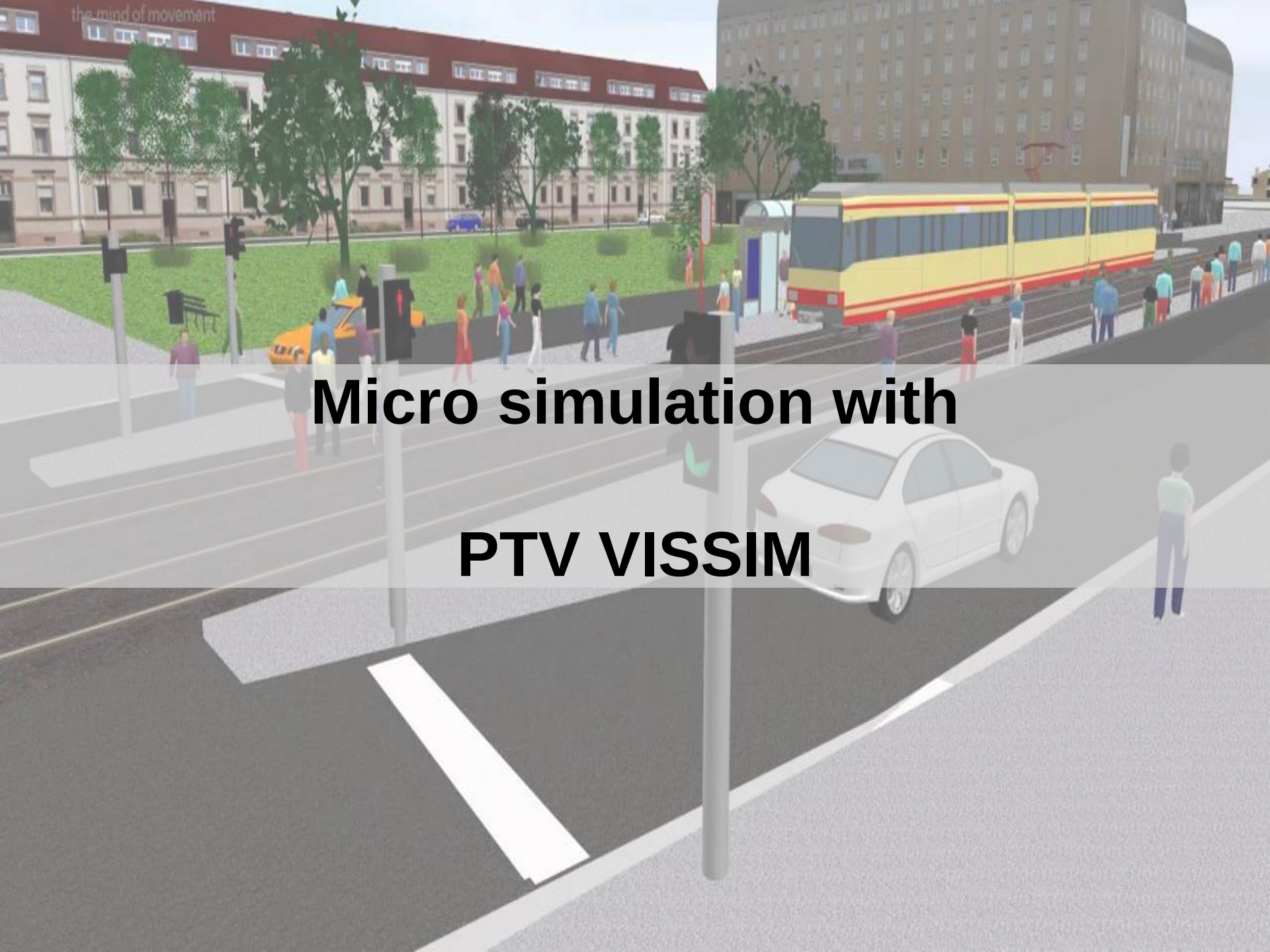
“Meias Viagens” - studies

AUTOR(ES)	OBJETO	ESTAÇÕES	DADOS	VARIÁVEL CONTROLE	RESULTADOS (% Reduções)
Furth (1985)	Linha 14 Trolebus San Francisco, USA	N/I	Reais	Frota (ônibus)	6,9% a 10,3%
Eberlein (1995)	Metrô Boston, USA	52	Reais	Custo Gen. (pax.min)	1,2% a 20,7%(1)
Leiva et al (2010)	Corredor Santiago - CHI	19	Demandas Plano	Custo Gen. (pax.min)	8,7%
Larrain, Giesen e Muñoz (2010)	Corredor(2) Santiago - CHI	19	Demandas Plano	Custo Gen. (pax.min)	0,0% to 6,0%

OBSERVAÇÕES

(1) 4 diferentes métodos de cálculo, cada um simulado em 10 dias diferentes.

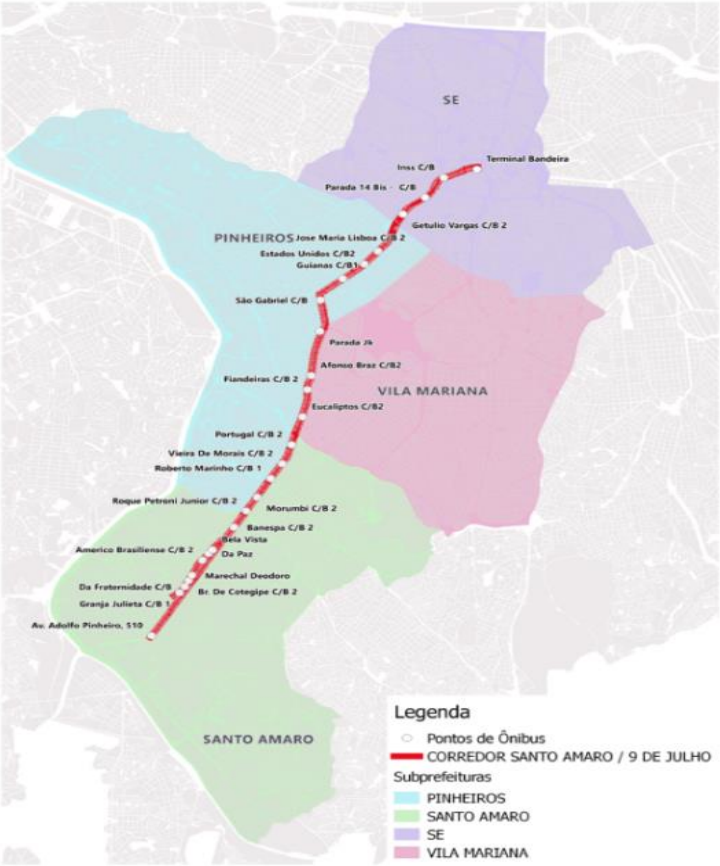
(2) Variação de modelagem no mesmo Corredor estudado por Leiva et al (2010)

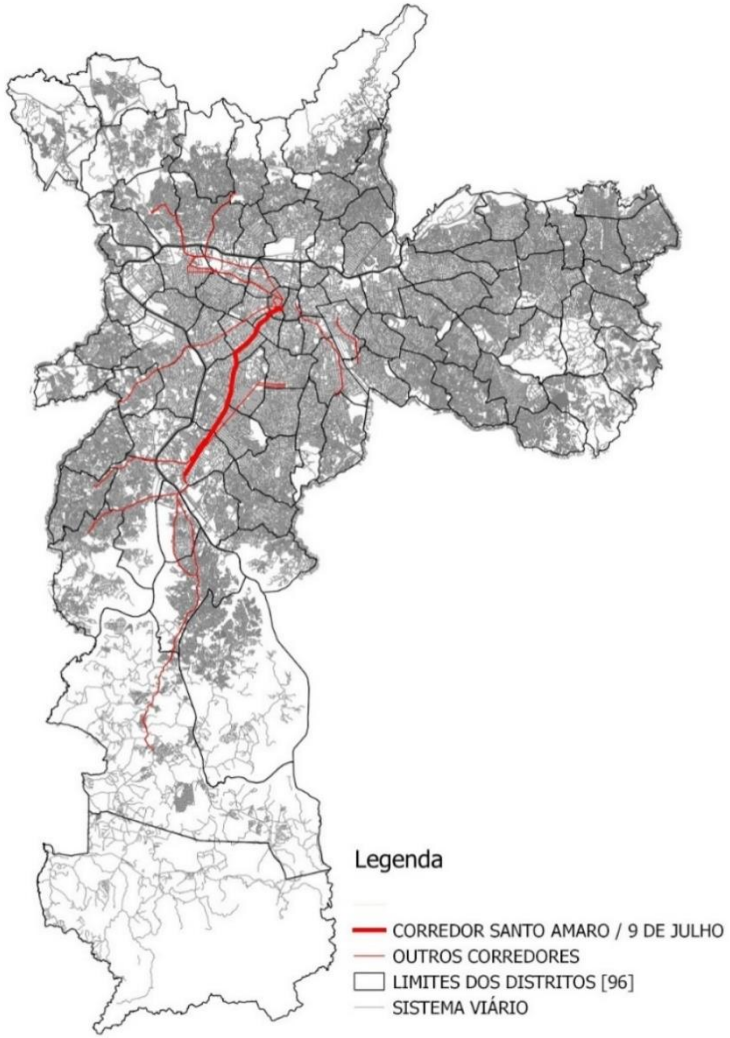


Micro simulation with

PTV VISSIM

Bus Corridor Santo Amaro – Nove de Julho





Bus Corridor Santo Amaro – Nove de Julho

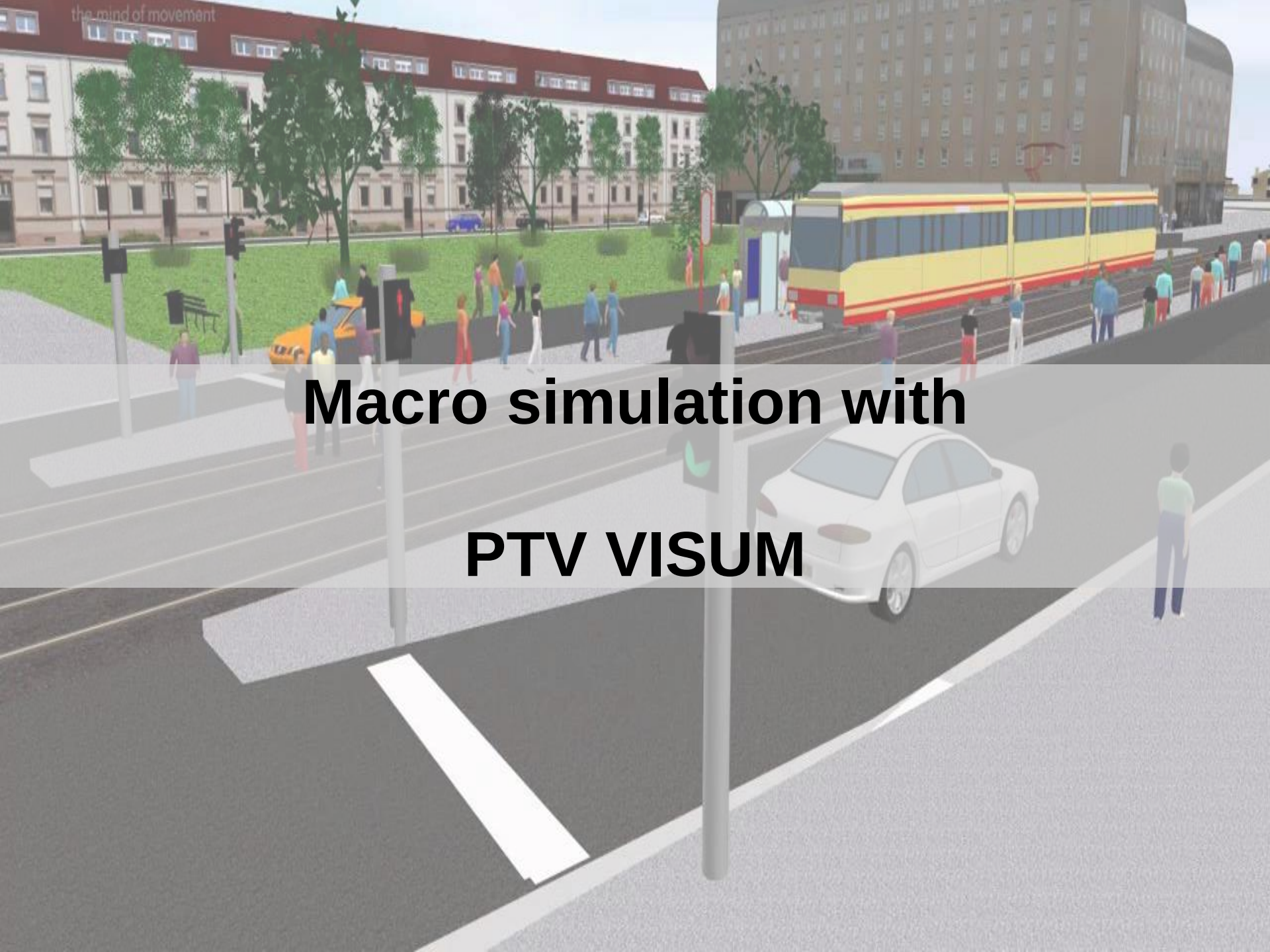
Selected segment

Results – travel times

TIPO DE INTERVENÇÃO	RESULTADO MÁXIMO		RESULTADO MÍNIMO	
	TEMPO TOTAL DE VIAGEM (min)	REDUÇÃO TEMPO VIAGEM (%)	TEMPO TOTAL DE VIAGEM (min)	REDUÇÃO TEMPO VIAGEM (%)
OPERAÇÃO NORMAL	444,68	N/A	444,68	N/A
MEIAS-VIAGENS	387,52	12,9%	407,03	8,5%
SKIP-STOP	423,60	4,7%	431,62	2,9%
LINHAS EXPRESSAS	442,65	0,5%	447,57	-0,6%

Results – improved bus fleet

TIPO DE INTERVENÇÃO	RESULTADO MÁXIMO			RESULTADO MÍNIMO		
	HEADWAY CHEGADA (min)	DESVIO PADRÃO (min)	ACRÉSCIMO OFERTA (veícs/hora)	HEADWAY CHEGADA (min)	DESVIO PADRÃO (min)	ACRÉSCIMO OFERTA (veícs/hora)
OPERAÇÃO NORMAL	3,47	1,20	N/A	N/A	N/A	N/A
MEIAS-VIAGENS	2,82	2,52	4	3,05	2,67	2
SKIP-STOP	3,05	1,72	3	3,17	2,17	2
LINHAS EXPRESSAS	3,18	2,06	1	3,23	1,95	1



Macro simulation with

PTV VISUM

/ Visum 64 Bit 17.01-00 - Network: Redelnicial.ver* - [Network editor]

Edit View Lists Filters Calculate Graphics Network Demand Scripts Windows Help Network editor

Select global layout... | Select filter...

Network editor (Edit: Links)

Select GPar...

- Nodes
- Links
- Turns
- Zones
- Connectors
- Main nodes
- Main turns
- Main zones
- Territories
- OD pairs
- Main OD pairs
- PrT paths
- POIs
- GIS objects
- Screenlines

twork × Matrices

view (Links)

Count: 1	
	12235
odeNo	743
eNo	700
o	3
et	B,C,W
	0.083km
T	24000
	60km/h
PrT(AP)	105612

ick view (Links) × Marking

Edit link

Number: 12235

From node: 743

To node: 700

Type: 03 Arterial 2

Set standard values for this link type

Transport systems: B,C,W

Basis | PrT TSys | PuT TSys | Congestion | DUE | ICA | User-defir

Direct distance:	0.083km	v0 PrT:	60km/h
Length:	0.083km	Lanes:	2
AddVal 1:	0	Capacity PrT:	24000
AddVal 2:	0	HGV share (%):	0
Addval 3:	0	VolCapRatio PrT:	440 %
Plan no.:	0	Volume PrT [Veh]:	105612
☑ Bar labels		Volume PuT-Walk:	0

Name:

Transfer changes to reverse direction

Opposite | OK | Cancel

Link bars
Volume PrT [veh] (A

Network editor × | List (Links) | Procedure sequence | List (OD pairs) | Matrix editor

r 12235(743->700) | 1:17213 | -46.6940 | -23.5668

Digite aqui para pesquisar

/ Visum 64 Bit 17.01-00 - Network: Redelnicial.ver* - [Network editor]

Edit View Lists Filters Calculate Graphics Network Demand Scripts Windows Help Network editor

Select global layout... | Select filter...

Network editor (Edit: Links)

Select GPar...

- Nodes
- Links
- Turns
- Zones
- Connectors
- Main nodes
- Main turns
- Main zones
- Territories
- OD pairs
- Main OD pairs
- PrT paths
- POIs
- GIS objects
- Screenlines

twork × Matrices

view (Links)

Count: 1	
	12235
odeNo	743
eNo	700
o	3
et	B,C,W
	0.083km
T	24000
	60km/h
PrT(AP)	105612

ick view (Links) × Marking

Network editor × List (Links) Procedure sequence List (OD pairs) Matrix editor

Edit link

Number: 12235

From node: 743

To node: 700

Type: 03 Arterial 2

Set standard values for this link type

Transport systems: B,C,W

Basis | PrT TSys | PuT TSys | Congestion | DUE | ICA | User-defir

Number: 10	C
Permitted	☒
v0	60km/h
vCur	1km/h
t0	5s
tCur	4min 45s
Volume	105612.000
Cross-section	161671.685
Impedance	28542
AddVal	0
Toll	0.00

Transfer changes to reverse direction

Opposite | OK | Cancel

Link bars
Volume PrT [veh] (A

r 12235(743->700) | 1:17213 | -46.6940 | -23.5668

Digite aqui para pesquisar

/ Visum 64 Bit 17.01-00 - Network: Redelnicial.ver* - [Network editor]

Edit View Lists Filters Calculate Graphics Network Demand Scripts Windows Help Network editor

Select global layout... | Select filter...

Nodes
Links
Turns
Zones
Connectors
Main nodes
Main turns
Main zones
Territories
OD pairs
Main OD pairs
PrT paths
POIs
GIS objects
Screenlines

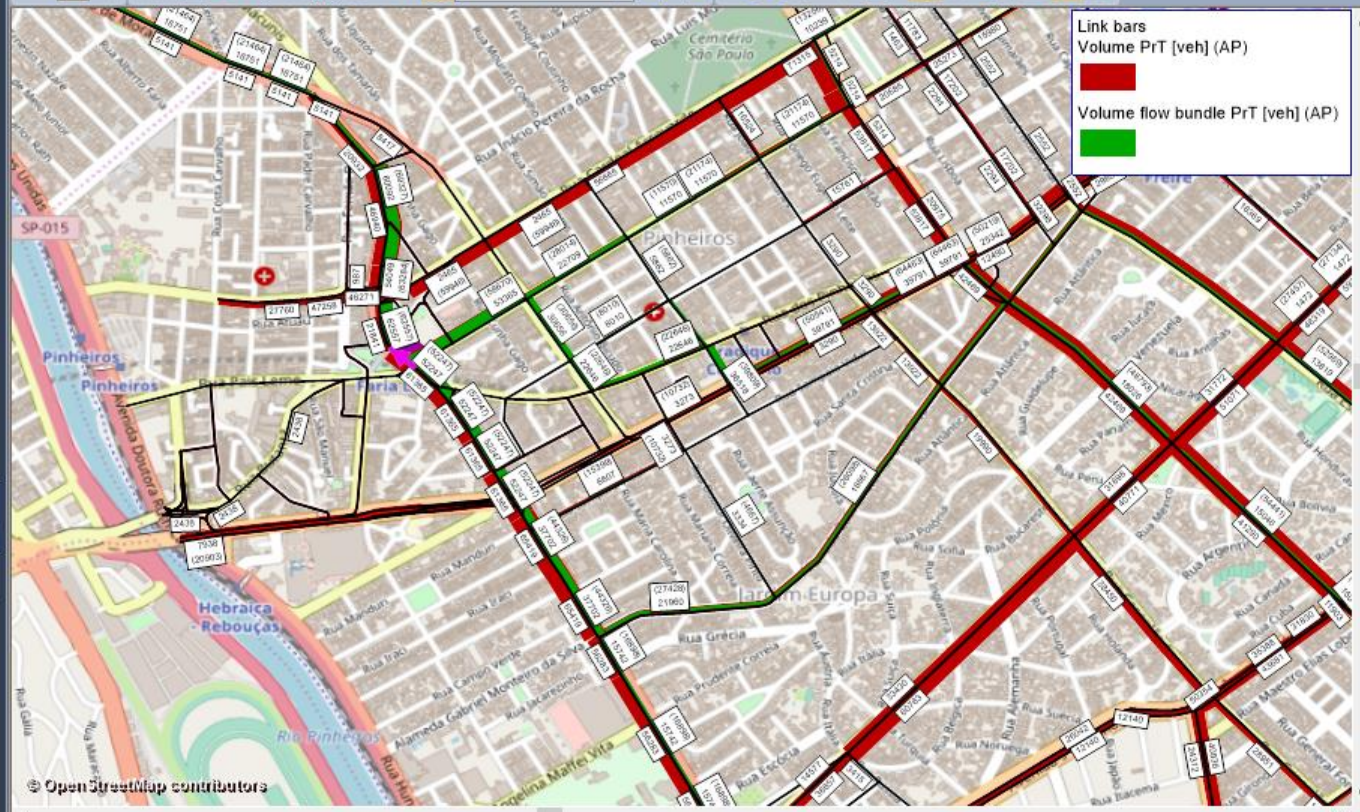
twork × Matrices

view

ick view × Marking

Network editor (Flow bundle / Move window section)

Select GPar...



Network editor × | List (Links) | Procedure sequence | List (OD pairs) | Matrix editor

Graphics tools (Flow bu...

Term type
PrT
PuT
PuT TSys

Network object selection
Link

Insert link bars if requ
Alternative routes

Add special conditions
Link selection

	mbinatio	Conditio
1	First	Link 12

Flow bundle
Turn volumes
Isochrones
Shortest path searc
Desire line
Paths projection

ouse-key pressed while dragging display | 1:17213 | -46.6984 | -23.5779

Digite aqui para pesquisar

29/0

/ Visum 64 Bit 17.01-00 - Network: Redelnicial.ver* - [Network editor]

Edit View Lists Filters Calculate Graphics Network Demand Scripts Windows Help Network editor

Select global layout... | Select filter...

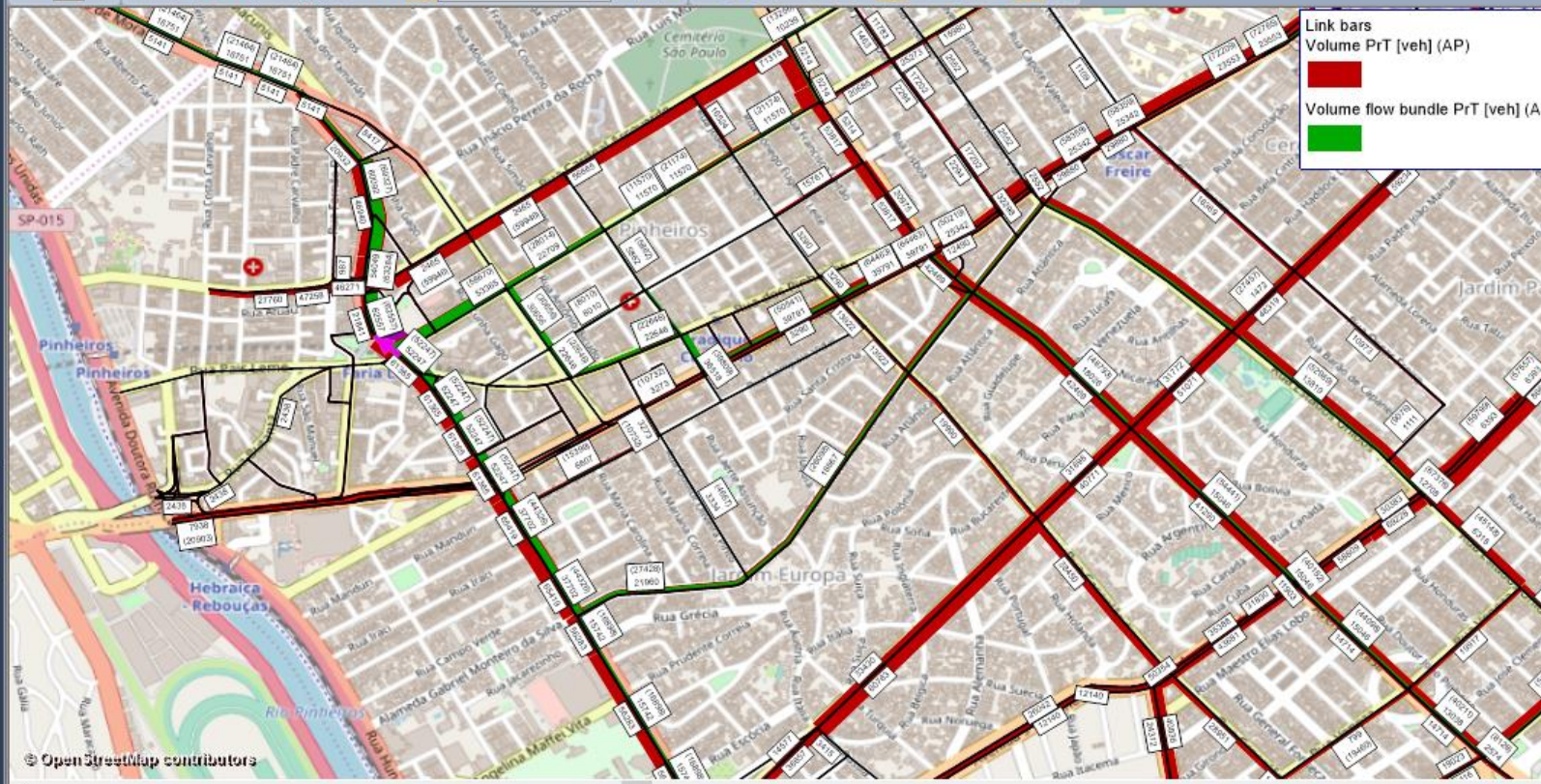
Network editor (Flow bundle / Move window section)

Select GPar...

- Nodes
- Links
- Turns
- Zones
- Connectors
- Main nodes
- Main turns
- Main zones
- Territories
- OD pairs
- Main OD pairs
- PrT paths
- POIs
- GIS objects
- Screenlines

twork × Matrices

view



ick view × Marking

Network editor × List (Links) Procedure sequence List (OD pairs) Matrix editor

ouse-key pressed while dragging display | 1:17213 | -46.6617 | -23.5680

Digite aqui para pesquisar

00
29/05

Development of metodological segment choice depending on his adequability to the cicloviary system

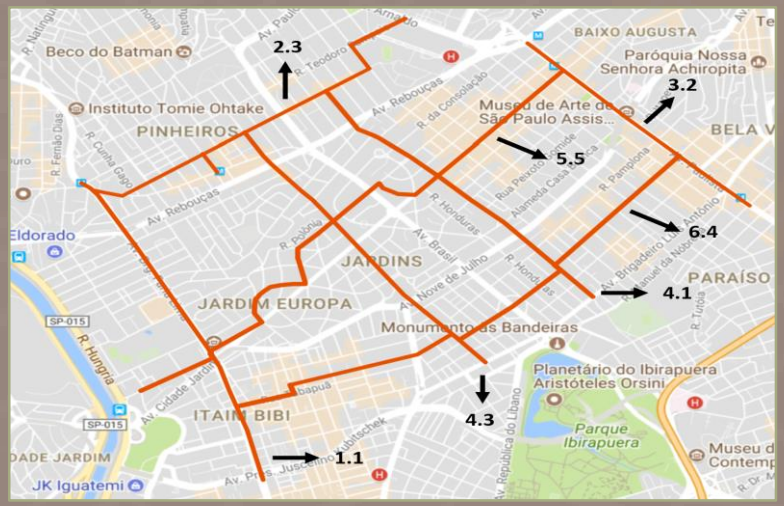
2017

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

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

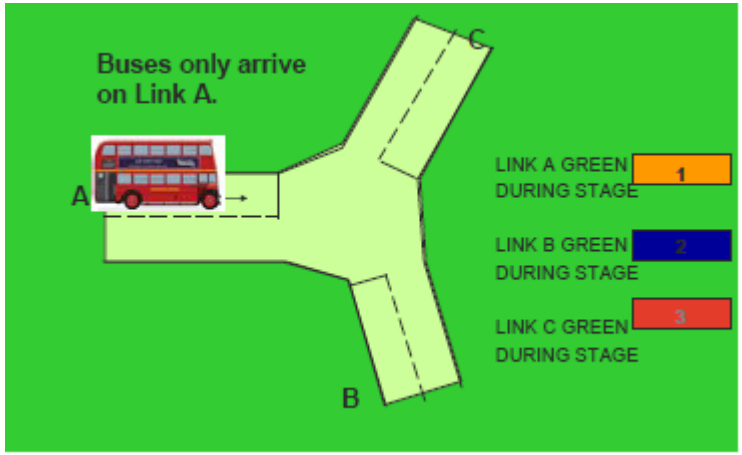
Diferença entre as alocações dos cenários referencial e A

Metodological contribution to semaforical condicional priority application in bus corridors (TSP – Transit Signal Priority)

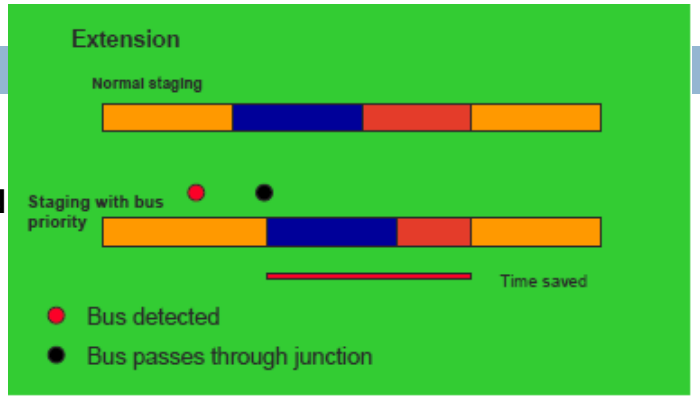
2015

LUCIANO Peron

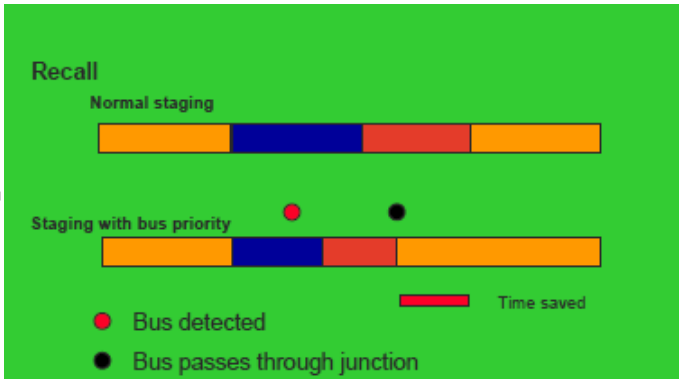
Transit Signal Priority (TSP)



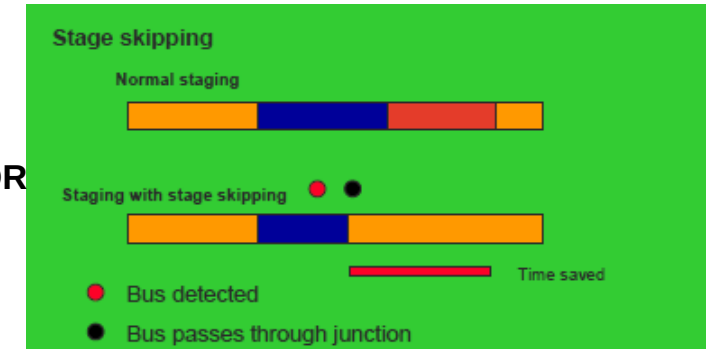
EXTENSION



SHORTENING



SUPRESSOR



Transit Signal Priority (TSP)

Avenida 23 de Maio em São Paulo

Avenida W. Luis em São Paulo

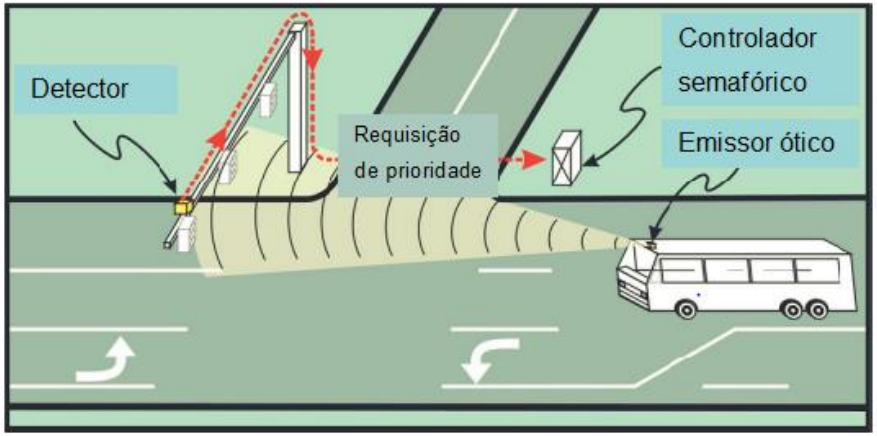
Transit Signal Priority (TSP): Portland

Prioridade Ativa Condicional:
Ex: Portland, EUA.

Características:

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

Arquitetura do TSP em Portland, EUA



Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

Condicionantes do TSP:

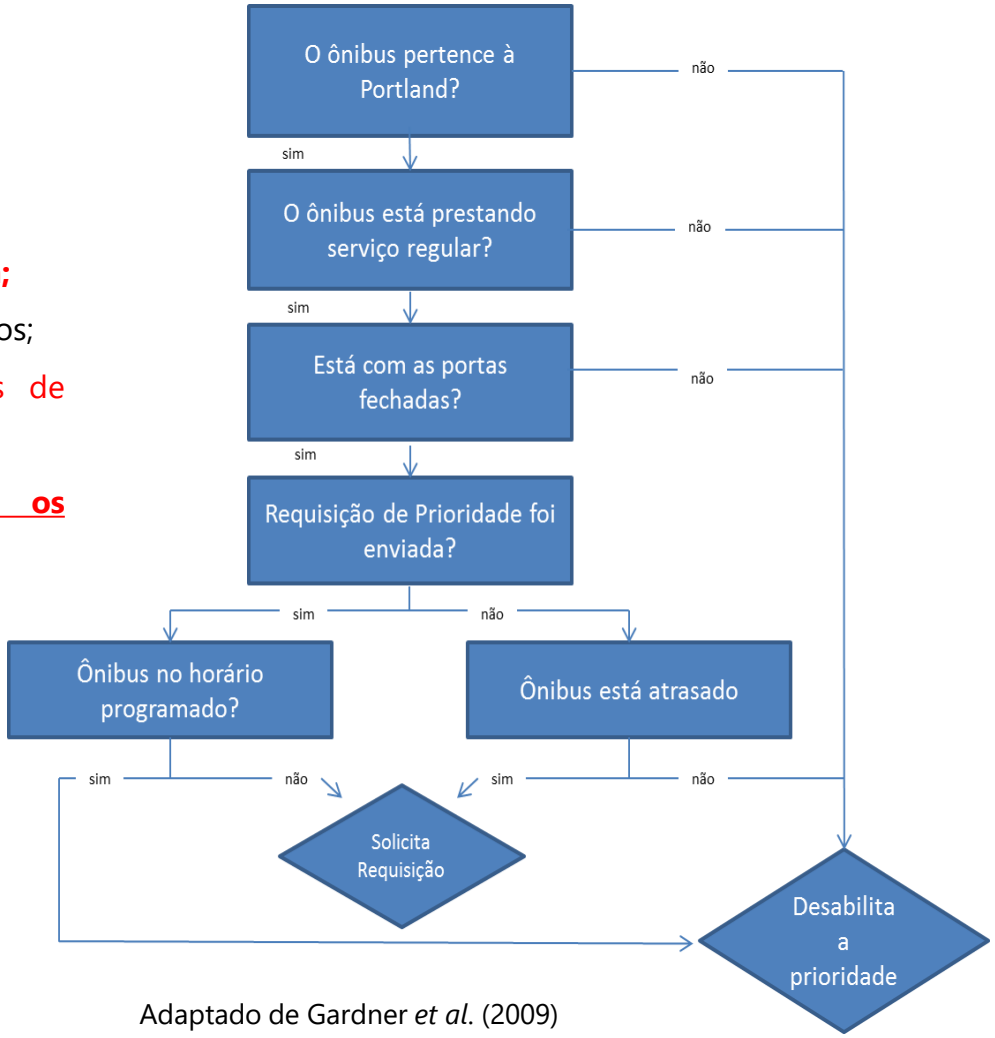
- ✓ Apenas veículos pertencentes ao sistema municipal;
- ✓ Veículos em operação regular;
- ✓ Com as portas fechadas;
- ✓ Atraso mínimo: 30 segundos
- ✓ Extensão dos tempos de verde: 7 a 10 segundos

Transit Signal Priority (TSP): Portland

Prioridade Ativa Condicional: Exemplo de Portland, EUA.

Resultados:

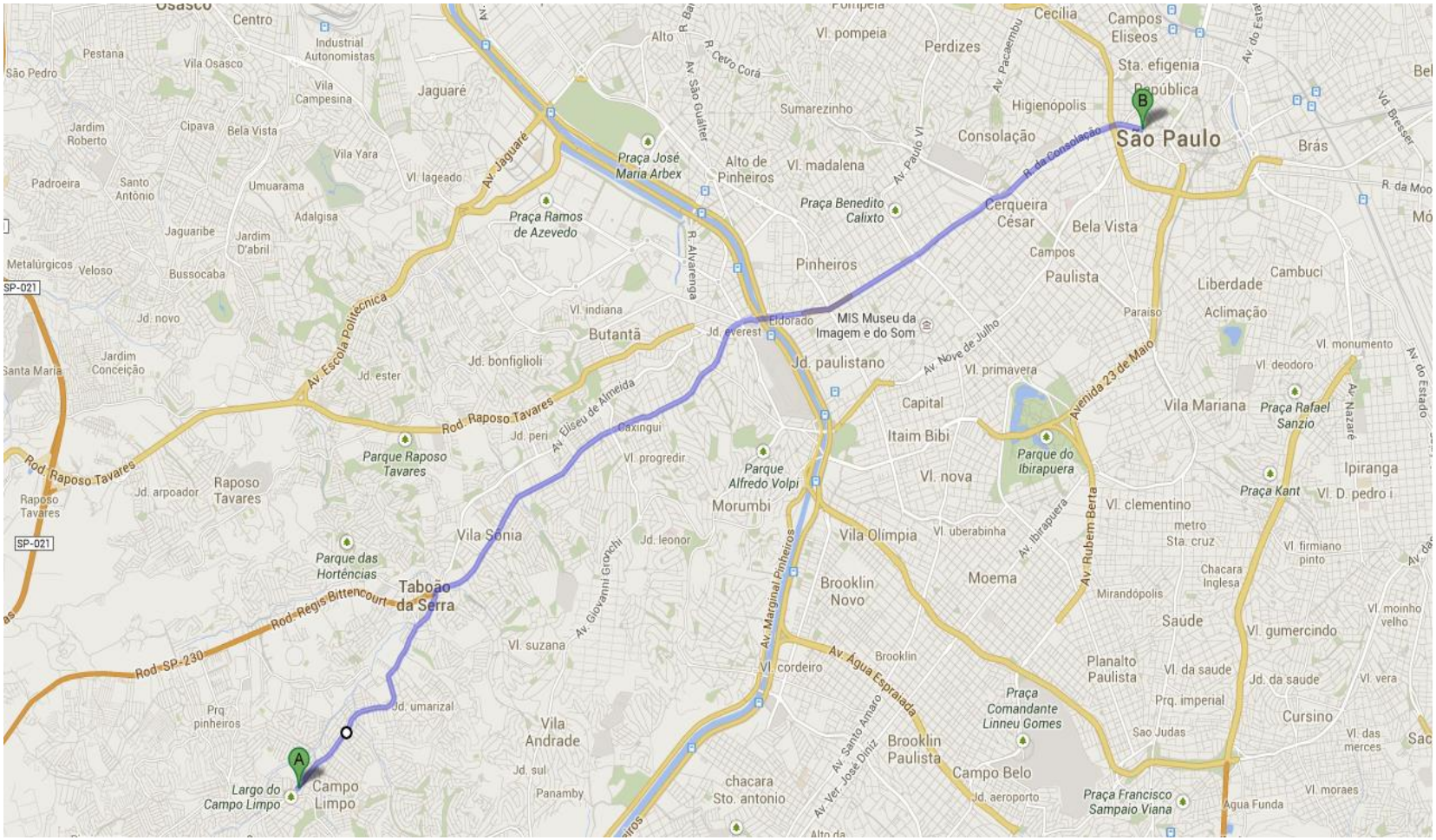
- ✓ **14% de redução dos tempos de viagem;**
- ✓ Redução dos atrasos entre 2 e 13 segundos;
- ✓ Redução da variabilidade dos tempos de viagem;
- ✓ **Impactos pouco significativos para os modos não priorizados**.



Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro



Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor 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

(SPTRANS, 2012)

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro

Trechos onde ocorrem mais retenções

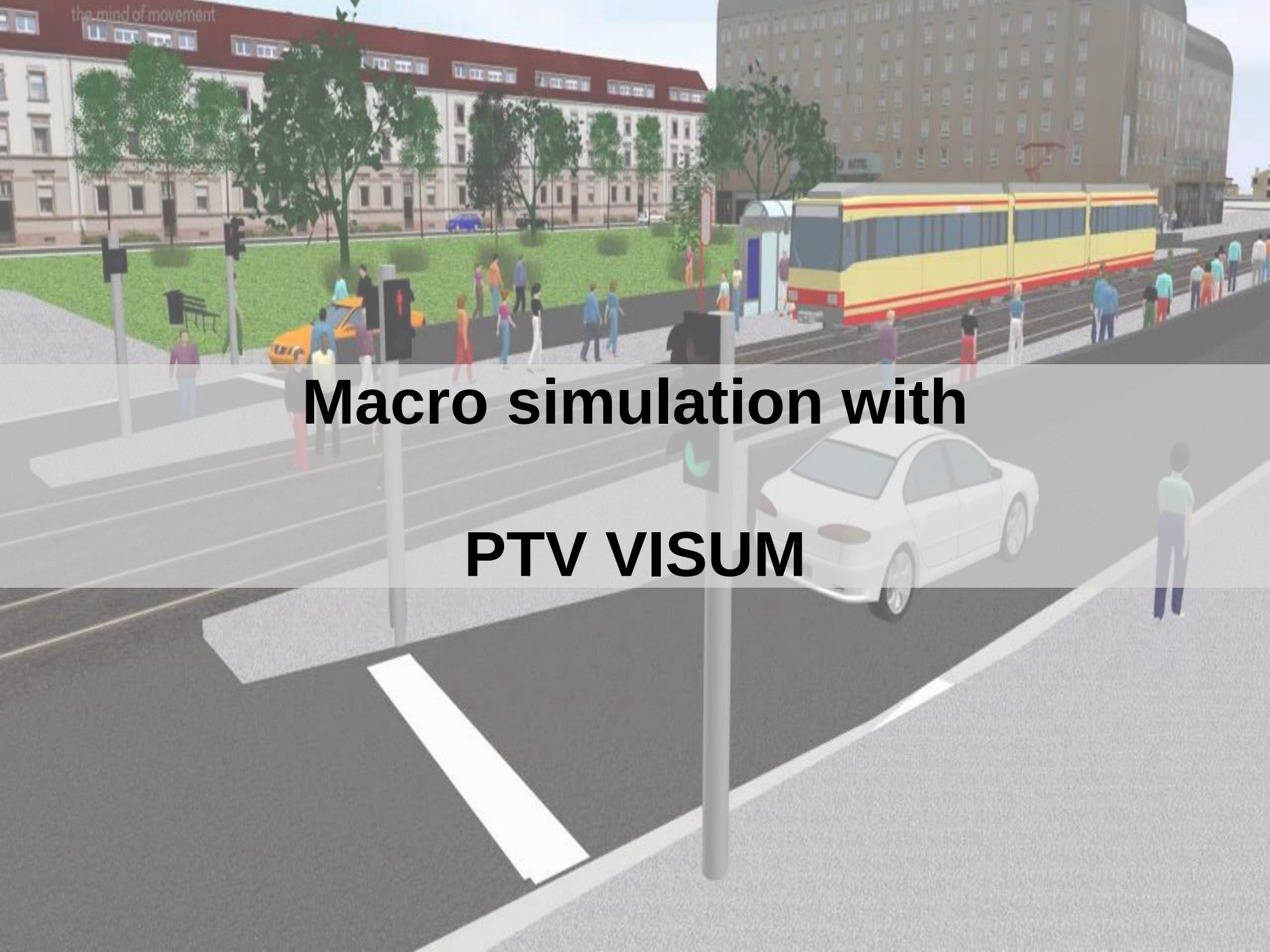
Trechos com retenções. Obras no sistema viário

Trecho com retenção isolada (semáforo)

Trecho onde as retenções são mais intensas

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro

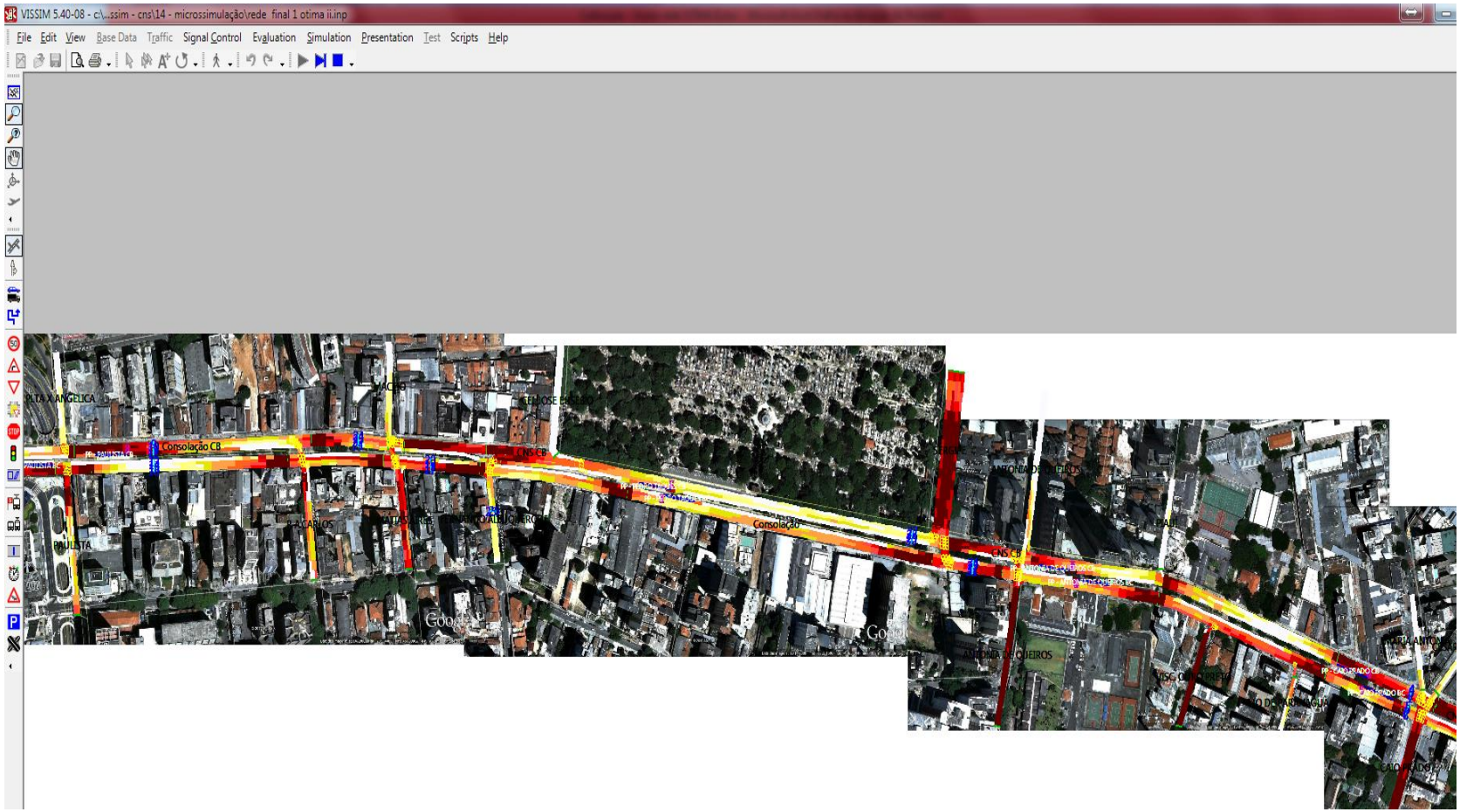


Macro simulation with

PTV VISUM

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro



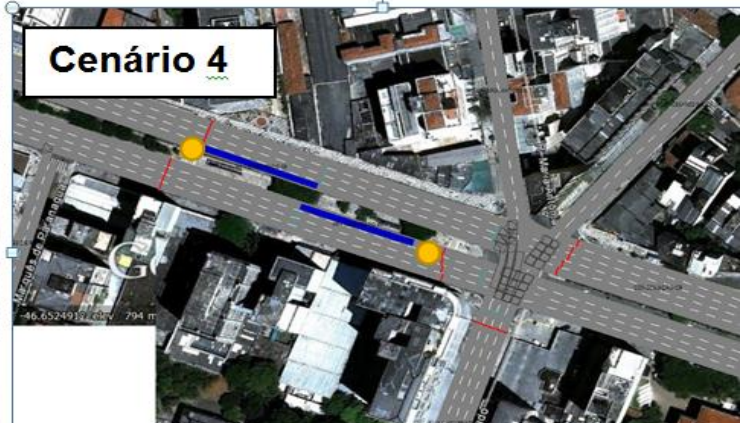
Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro

Avenida Paulista e rua da Consolação;

Rua Matias Aires e rua da Consolação;

Rua Fernando de Albuquerque e Sergipe;



Marques de Paranaguá e Caio Prado

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro

Velocidades Média (km/h)

CENÁRIOS	ÔNIBUS	AUTO	MOTO
Referência	**20,7**	**35,0**	**49,0**
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
MÉDIA GERAL	**22,2**	**37,5**	**49,7**

Tempos médios de viagem (%)

Rede	Automóvel	Moto	Ônibus
Sentido Bairro - Centro			
Cenário 1	+50%	-2%	-11%
Cenário 2	-5%	-12%	-4%
Cenário 3	-10%	-15%	-10%
Cenário 4	-9%	-15%	-12%
Sentido Centro – Bairro			
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.

Transit Signal Priority (TSP):

Bus Corridor Campo Limpo - Rebouças - Centro

TRECHO	REFERENCIAL	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4
Av. Paulista	**07:38**	04:42	07:12	06:31	06:28
Rua Antônio Carlos	**00:57**	00:44	00:44	00:46	00:42
Rua Matias Aires	**01:30**	01:15	00:58	00:53	00:53
Rua Antônia de Queiros	**04:15**	03:26	02:45	02:51	02:54
Rua Visconde de Ouro Preto	**02:58**	02:47	00:00	02:51	03:02
Rua Caio Prado	**04:52**	02:51	02:17	02:25	02:25
Rua Sergipe - sentido Bairro	**05:15**	02:42	05:52	05:46	05:52
Rua Sergipe - sentido Centro	**01:09**	01:08	00:52	00:48	00:51
Tempo Médio por Cenário	**28:33**	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 semafóricos. A melhoria de fluidez do tráfego na via priorizada, auxilia o escoamento das filas nas vias transversais, fazendo com que haja ganhos de tempo.

New studies ...

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

Arquitetura de referência de ITS

1. Informações ao viajante
2. Operações e gerenciamento de tráfego
3. Veículo
4. Transporte de cargas
5. Transporte público
6. Emergência
7. Pagamento eletrônico relacionado ao transporte
8. Segurança pessoal relacionada ao transporte rodoviário
9. Monitoramento das condições climáticas e ambientais
10. Gerenciamento e coordenação de resposta a desastres
11. Segurança nacional
12. Gerenciamento dos dados 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

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

ATMS - (Intelligent) Advanced Traffic Management Services

2016

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)

Forma de Apresentação

- Considerações Gerais [“Dicas” (“Caveats”)]
  - Alertas
    - Considerações práticas quanto à implementação
      - para o usuário, organizacionais, ...
    - Dificuldades tecnológicas
      - o lado “ruim” da tecnologia
      - problemas que podem ocorrer
  - Reflexões
    - Aspectos de custo-benefício (Benefícios Diretos e/ou Indiretos)
    - Potencial de Impactos e Impactos Medidos (Gerais na Operação)
      - impactos causados pela aplicação dos serviços (ou variantes)

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 $C0_2$,NO_x e CO: 4% a 5%**

Gerenciamento e controle dos fluxos de tráfego (urbano)

ATMS: *Advanced Traffic Management* *Services*

- **ATCS:** *Adaptive Traffic Control Systems*
  - SCOOT: *Split Cicle Offset Optimization Technique*
    - (HUNT et al., 1981)
  - SCATS: *Sydney Coordinated Adaptive Traffic System*
    - (LOWRIE, 1982)
  - BALANCE: *Balancing Adaptive Network Control Method*
    - (MERTZ, 2001)
  - EPICS: *Entire Priority Intersection Control System*
    - (BRAUN et al., 2008)

Gerenciamento e controle dos fluxos de tráfego (urbano)

- HUNT, P. B.; ROBERTSON, D. I.; BRETHERTON, R. D.; WINTON, R. I. SCOOT— A Traffic Responsive Method of Coordinating Signals. **Report TRRL 1014**. Transport and Road Research Laboratory, London, 1981.
- LOWRIE, P. R. SCATS principles, methodologies, algorithm. IEEE CONFERENCE ON ROAD TRAFFIC SIGNAL**,** 1982, London. **Proceedings...**London: IEEE Publications, 1982.
- MERTZ, J. ***Ein mikroskopisches Verfahren zur adaptiven Knotenpunktsteuerung mit Vorrang des öffentlichen Verkehrs***. Veröffentlichung des Fachgebiets Verkehrstechnik und Verkehrsplanung der Technischen Universität München, 2001.
- BRAUN, R.; KEMPER, C.; WEICHENMEIER, F.; MENIG, C.; WEGMANN, J. Comparing different adaptive traffic signal control optimization methods – field test results. 15TH WORLD CONGRESS ON ITS, 2008, New York City. **Proceedings...**New York City, 2008.

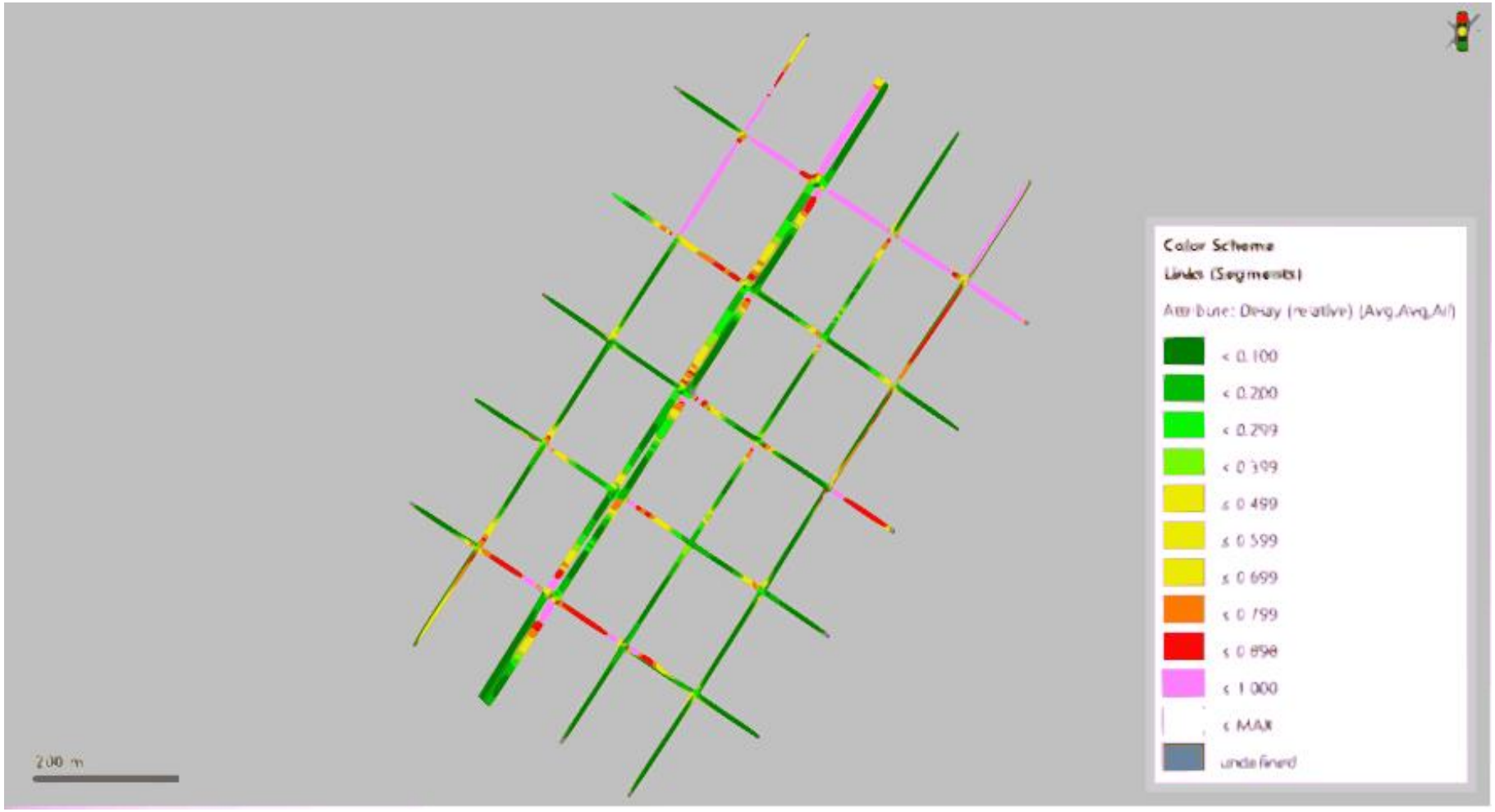
Avaliação de sistemas de otimização semafórica em tempo real: um estudo de caso na Cidade de São Paulo

2019

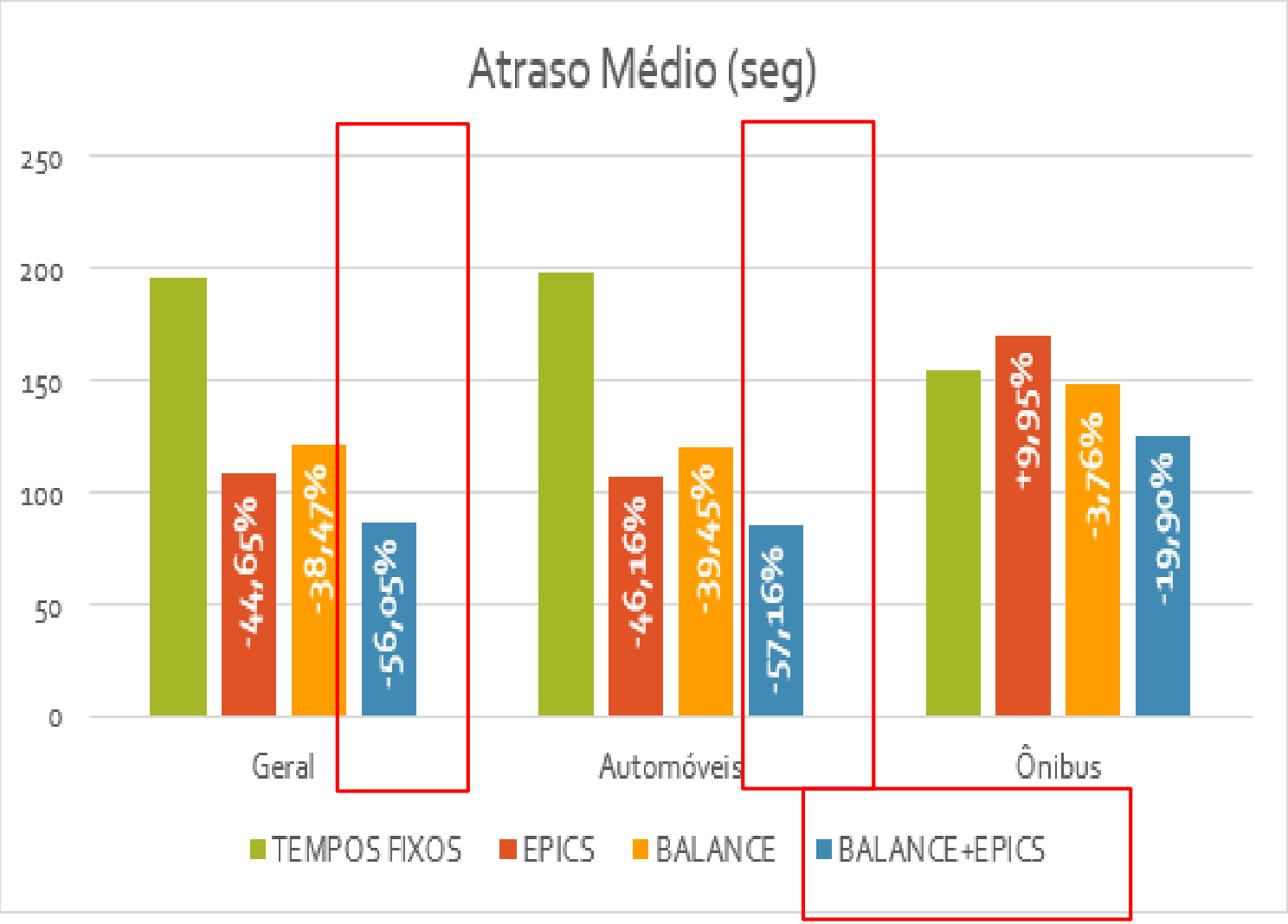
LUCA Di Biase

Área de estudo

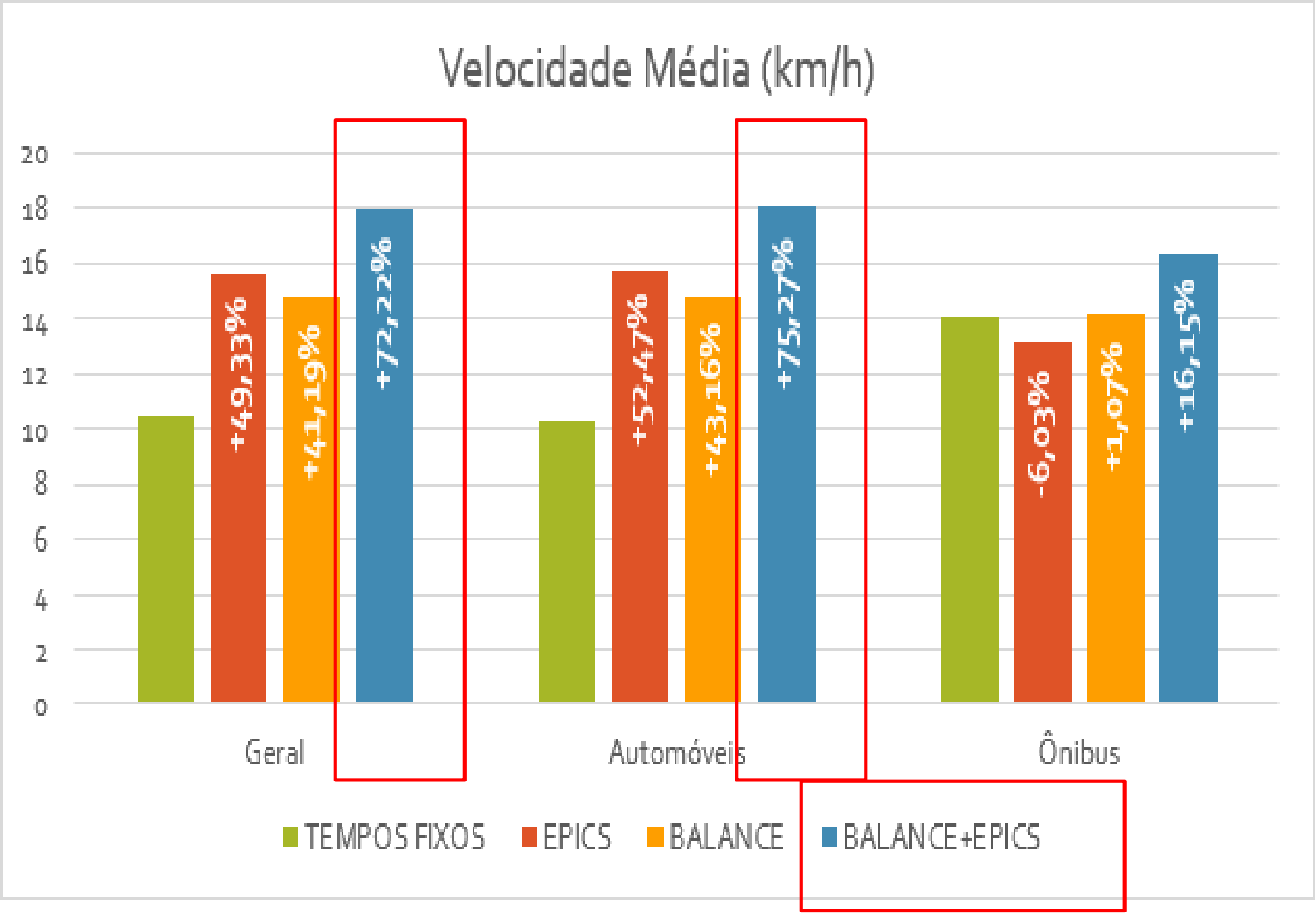
Mapa de calor do indicador “Atraso Médio” para o cenário atual / referência (Tempos Fixos)



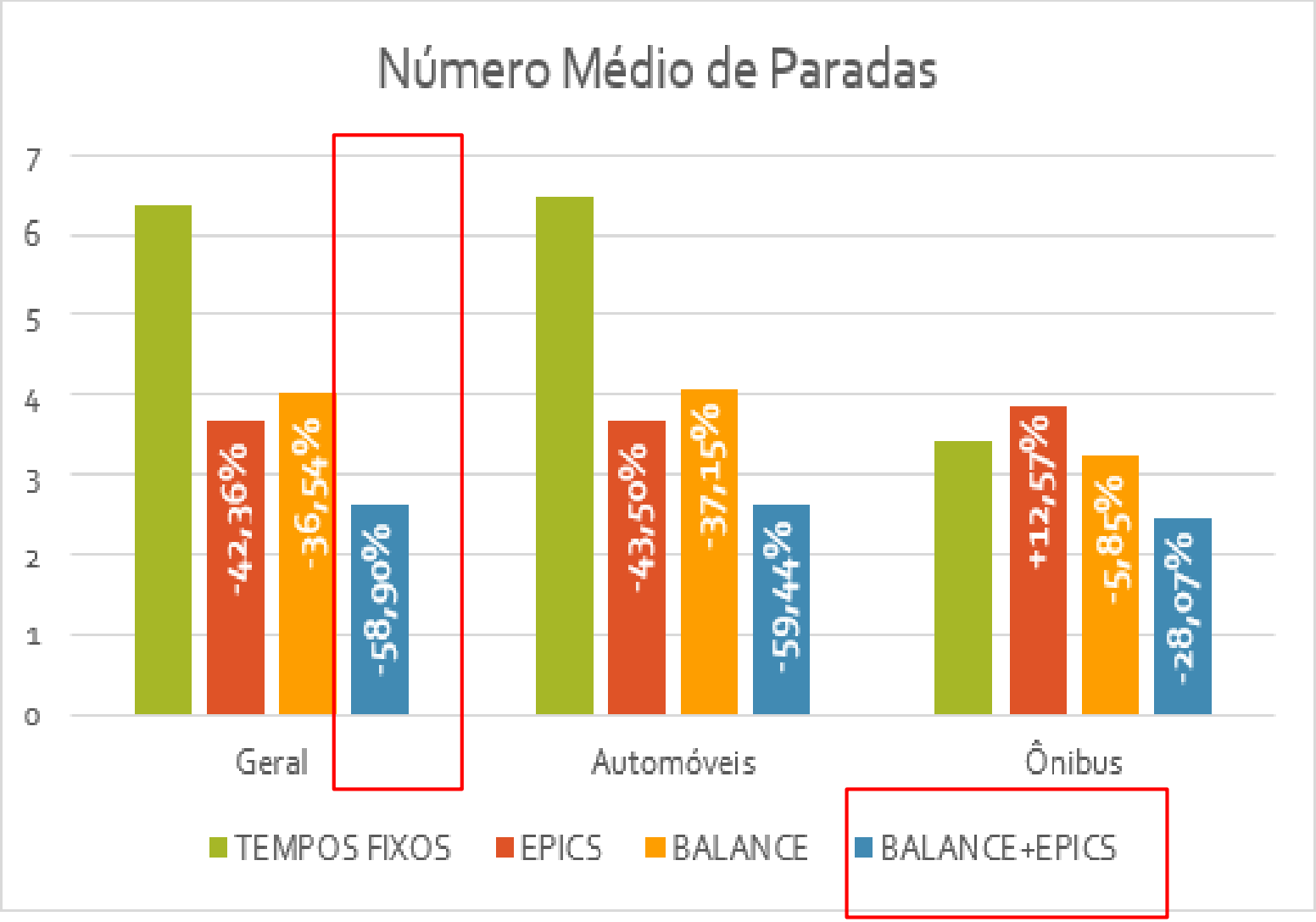
Comparação entre cenários considerando o indicador “Atraso Médio”



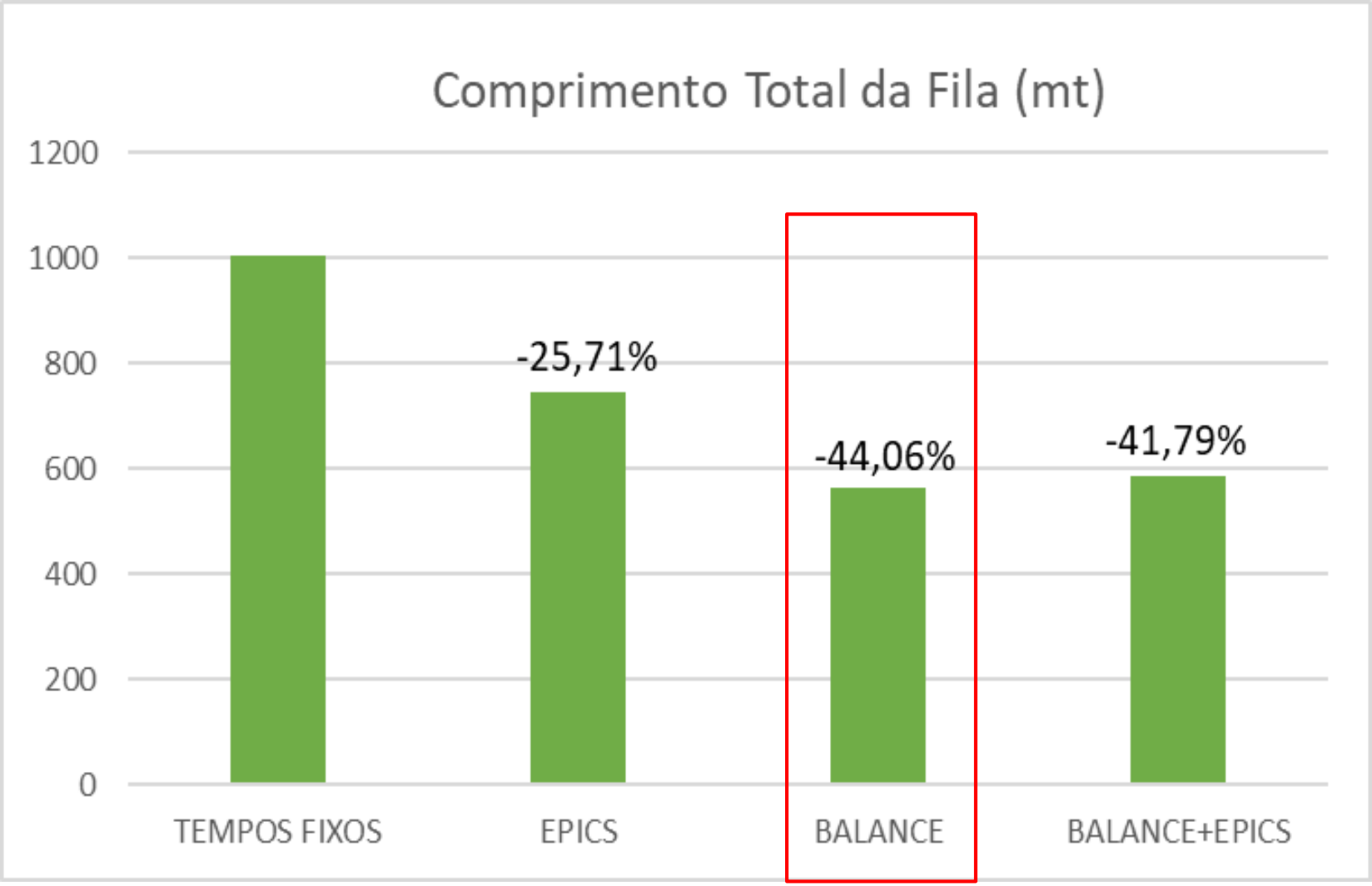
Comparação entre cenários considerando o indicador “Velocidade Média”



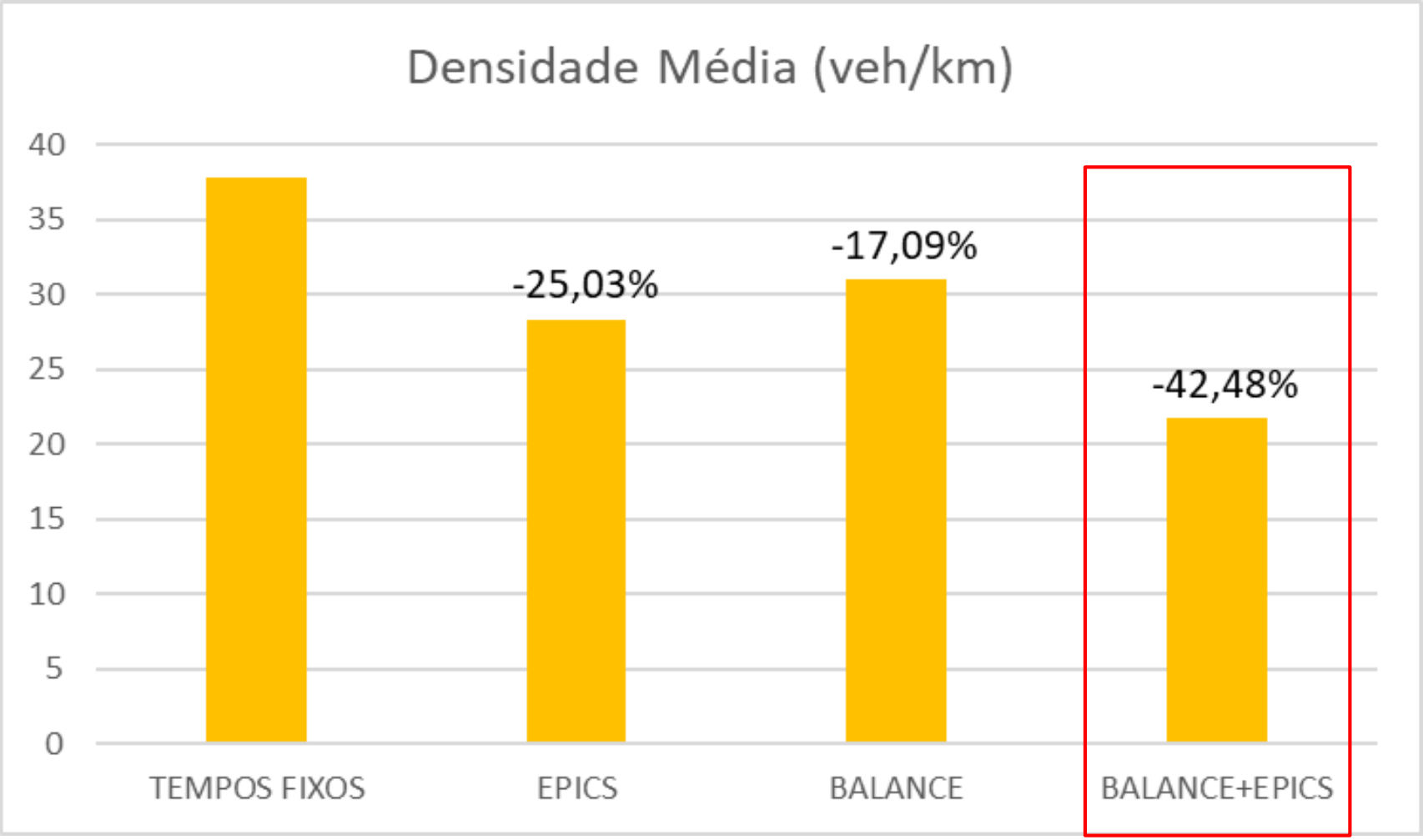
Comparação entre cenários considerando o indicador “Número Médio de Paradas”



Comparação entre cenários considerando o indicador “Comprimento da Fila”



Comparação entre cenários considerando o indicador “Densidade Média”



Caracterização das condições de tráfego, em tempo próximo ao real, para uso em sistemas de previsão de tráfego em cidades de grande porte

2019 (M->D)

OLÍMPIO Mendes de Barros

Previsão de tráfego de curto prazo

2019

Pereira, M; Zema, D.; Ferreira, Y.

MOTIVAÇÃO INICIAL

TEMOS MUITOS DADOS QUE NÃO UTILIZAMOS DE MODO INTELIGENTE

A CENTRAL DE OPERAÇÕES PRECISA DE FERRAMENTAS

MOTIVAÇÃO do ORIENTADOR

Vocês da CET sabem operar São Paulo, só não sabem dizer como se faz isso

Eu quero o manual de Operação da Cidade! Como operar a Cidade?

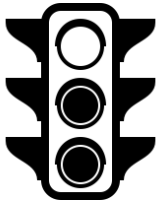
QUESTÕES DE PESQUISA

- Como caracterizar as condições de tráfego no ambiente urbano?
- Como complementar as falhas de dados dos sensores em tempo próximo ao real?
- Como detectar a existência de incidentes imprevistos nas vias e como utilizar essa informação na ferramenta de previsão de tráfego?
- É possível definir padrões sazonais para o tráfego que sirvam de base para a melhoria da ferramenta de previsão?
- Como prever a situação do tráfego de uma grande cidade como São Paulo em tempo próximo ao real e para prazos acima de 30 minutos?

O objetivo é prever o tráfego para ao menos **60 minutos à frente** para auxiliar a **tomada de decisões** aos gestores de cidades para uso em **situações atípicas**

Exemplos de utilidades para a previsão de tráfego na tomada de decisões aos gestores de cidades

Coordenação semafórica



Informação aos usuários

Programação e operação de veículos de transporte público

Programação de frotas de transporte de cargas e roteamento de veículos

O trabalho visa propor uma metodologia que permita a **organização**, a **preparação** e a **análise** de **diferentes fontes de dados**, visando **caracterizar** as condições de tráfego, em **tempo próximo ao real**

Etapas da previsão de tráfego

Estimação → Tratar dados de diversas fontes

Caracterização → Caracterizar as condições de tráfego

Previsão → Previsão de tráfego de curto prazo

Esta é a etapa na qual ocorre o tratamento dos dados vindos de diversas fontes com o objetivo de caracterizar o tráfego

- Sensores (radares)
- Aplicativos (Waze)
- Sistemas de gestão (CET)
- Precipitação (IAG)

Uso de **Reconhecimento de Padrões**

Dados estimados são **organizados** em formato que possam ser utilizados nos simuladores de tráfego

Determinar as condições em que o tráfego estará após algum tempo

Uso de **simulador de tráfego**

- Baseado em matrizes de Origem e Destino pré-formatadas e na rede viária existente

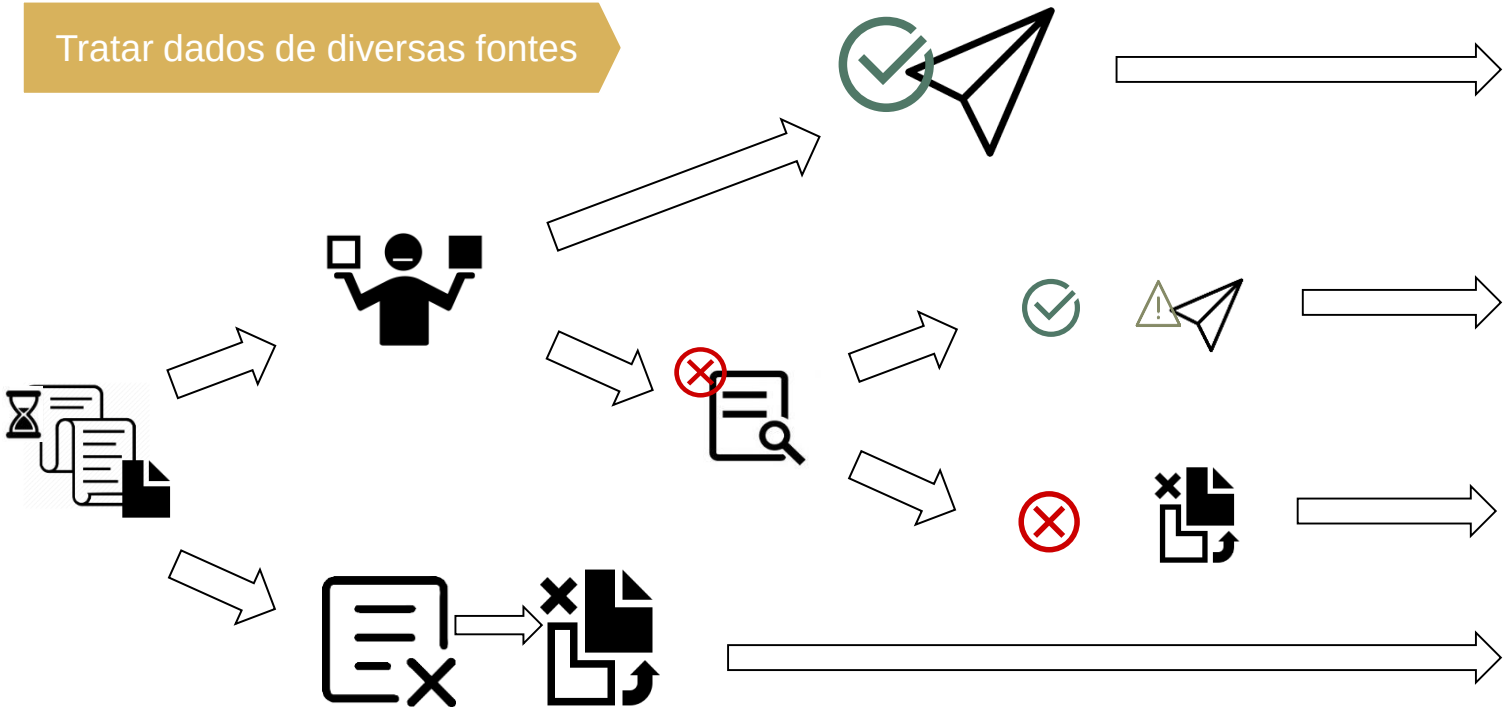
Vamos fazer previsão **sem o uso de simuladores**!

Usando **algoritimos de programação** de Big Data

Estimação - realizada com o uso de ferramentas de Reconhecimento de Padrão

Estimação

Tratar dados de diversas fontes



Caracterização

Caracterizar as condições de tráfego

Caracterização - os dados de oferta são organizados com base em links e nós, e os de demanda em formato de matrizes OD de alocação dinâmica

Caracterização

Caracterizar as condições de tráfego

Tráfego (Demanda)

Dados da etapa de estimação

Waze

Sesores de Tráfego

Radar

Telepedágio (Sem Parar)

Rede (Oferta)

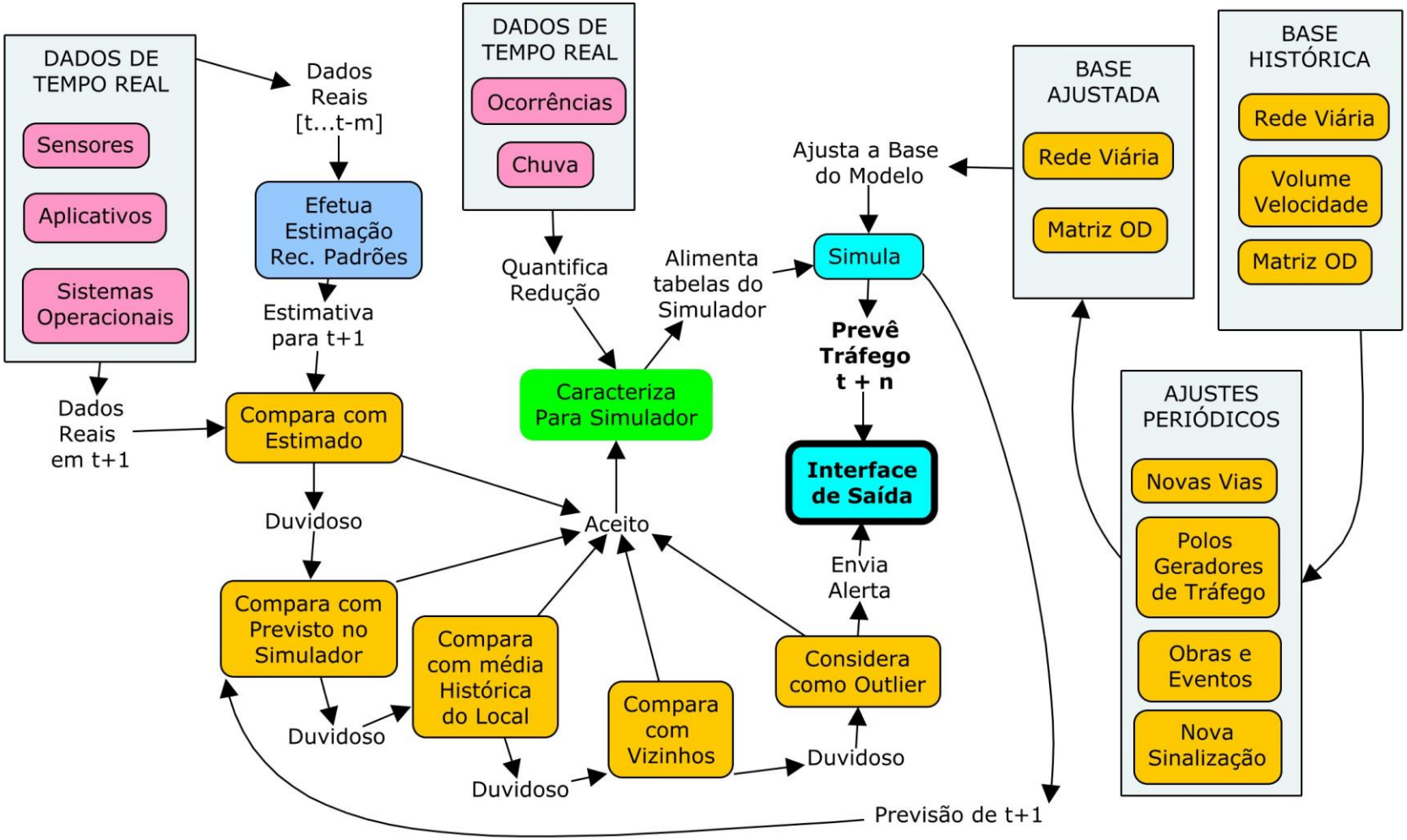
Rede viária básica

+

Atualização da rede viária

+

Ocorrências
Chuva
Ações operacionais



Modelo Proposto

- Fluxo de Ajuste da Base
- Fluxo de Análise dos Dados de Tempo Real e Detecção de “Outlier”
- Envio de dados para Interface de Saída

PREPARO DA REDE VIÁRIA

Rede Base

mapa base com links e nós e respectivas capacidades

programações semafóricas horárias

Situações Programadas

Inserção antecipada de informações de eventos e obras

Inserção antecipada das alterações periódicas

Rede Ajustada

Processamento de ajuste da rede feito off-line

Nova Rede Ajustada

Situações Imprevistas

Ocorrências

Ações operacionais

Impacto da chuva

Base Ajustada

Processamento da base em quase tempo real

Processar a atualização a cada 5 minutos

Uso de Simuladores em Previsão de Tráfego em Tempo Real

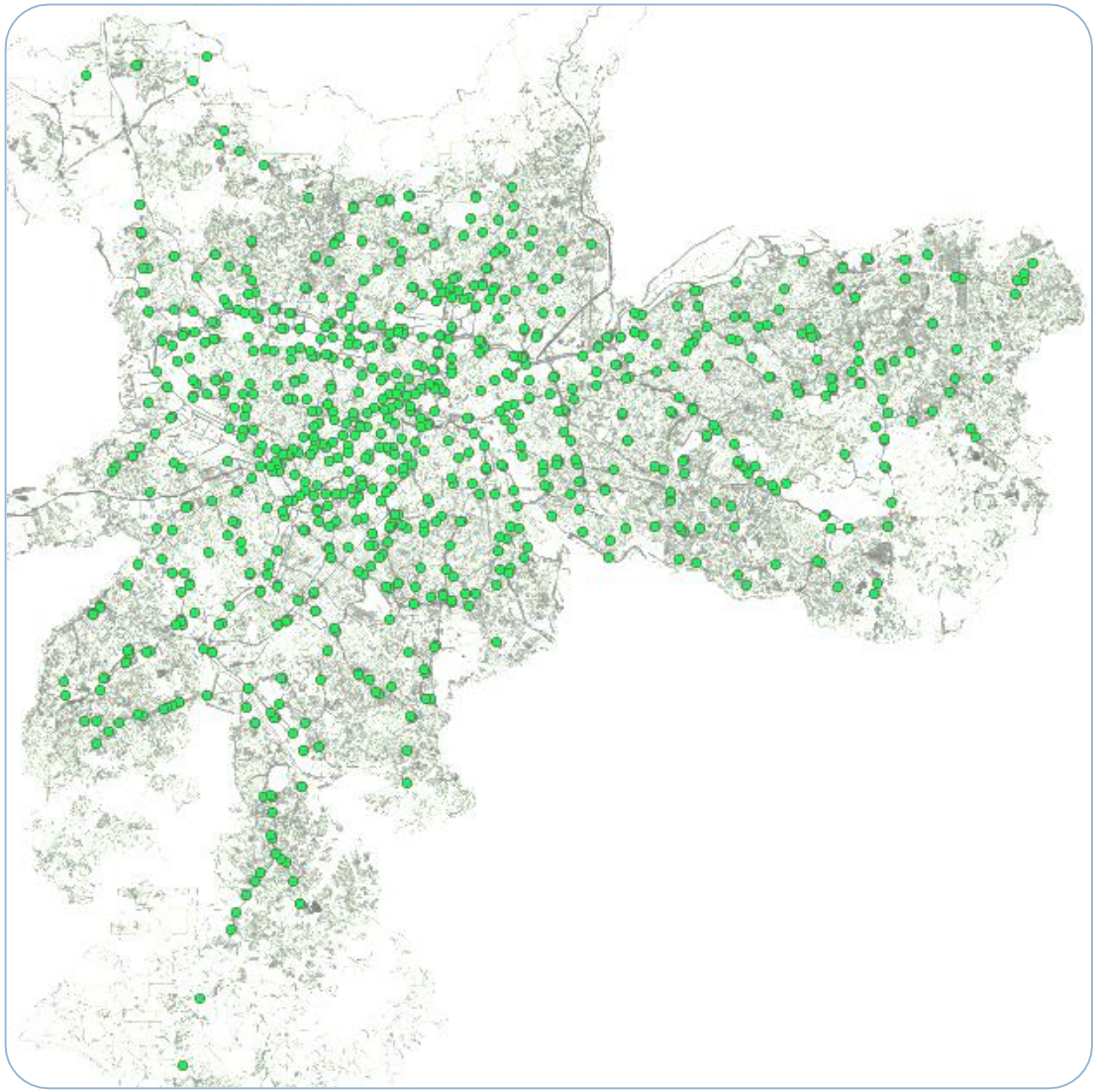
- BEN-AKIVA, M. et al. **Real Time Simulation of Traffic Demand-Supply Interactions within DynaMIT**. (2002)
- BURGHOUT, W.; KOUTSOPOULOS, H. N.; ANDREASSON, I. **Incident Management and Traffic Information Tools and Methods for Simulation-Based Traffic Prediction.** (2010)
- BURGHOUT, W. **Mesoscopic Simulation Models for Short-Term Prediction Hybrid microscopic-mesoscopic traffic simulation View project**. (2005)
- KUCHARSKI, R.; KOSTIC, B.; GENTILE, G. **Real-time traffic forecasting with recent DTA methods**. (2017)
- LU, Y. et al. **DynaMIT2.0: Architecture Design and Preliminary Results on Real-Time Data Fusion for Traffic Prediction and Crisis Management**. (2015)
- PELL, A.; MEINGAST, A.; SCHAUER, O. **Trends in Real-time Traffic Simulation**. (2017)
- XU, Y.; KONG, Q.-J.; LIU, Y. **Comparison of urban traffic prediction methods between UTN-based spatial model and time series models**. (2012)

FONTES DE DADOS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO

Sensores ITS **(Radar)**	Volume	Quantidade de veículos que passam pelo equipamento em determinado intervalo de tempo, classificados por tipo: moto, auto, ônibus e caminhão
	Velocidade	Média ou Mediana das velocidades dos veículos que foram detectados, num determinado intervalo de tempo
	Velocidade de Percurso	Média da velocidade de percurso entre dois radares, com base no pareamento de placas
Aplicativos e Redes Sociais **(Waze)**	Filas	Conforme fornecido pelo aplicativo, com via, extensão, e final do trecho. Informação com geolocalização disponível.
	Velocidade de Percurso	Obtida diretamente do aplicativo para os trechos onde se registram atrasos.
	Alertas	Diretamente do aplicativo, com tipo e geolocalização, conforme indicado pelos usuários
Dados Operacionais **(CET)**	Filas	Diretamente do sistema Pintalent da CET, com extensões e trechos das vias monitoradas, necessário tratar a geolocalização
	Ocorrências	Do sistema de gestão de ocorrências da CET, com geolocalização e ocupação da via
Meteorologia (IAG)	Precipitação	Total de precipitação num determinado intervalo de tempo, por subprefeitura do Município de São Paulo

Mapa dos Pontos com Sensores

852 Radares da SMT-SP em funcionamento no dia 09/05/18



QUANTIDADE DOS DADOS DE SENSORES (RADARES)

	Média Diária (Amostra 6 dias)	Porcentagem
Quantidade de registros no bando de dados	50.649.453	205,46%
Registros com erro - ilegíveis	806	0,002%
Duplicidades detectadas	25.996.702	105,46%
Registros de passagem de Veículos	24.651.945	100,00%
Registros com Placa Identificada	18.354.894	74,75%
Registros sem Placa Identificada	6.225.597	25,25%
Velocidade Pontual Nula ou em branco	629.294	2,55%
Velocidade Pontual Excessiva (>150 km/h)	3.383	0,01%

Agenda

- Modelos de “Macrossimulação” de Tráfego
  - Modelo de 4 Etapas
- Gerenciamento de Fluxos de Tráfego
  - Previsão de Tráfego de Curto Prazo
- **Gerenciamento de Demanda**
  - **Estimação de Matriz O/D**

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

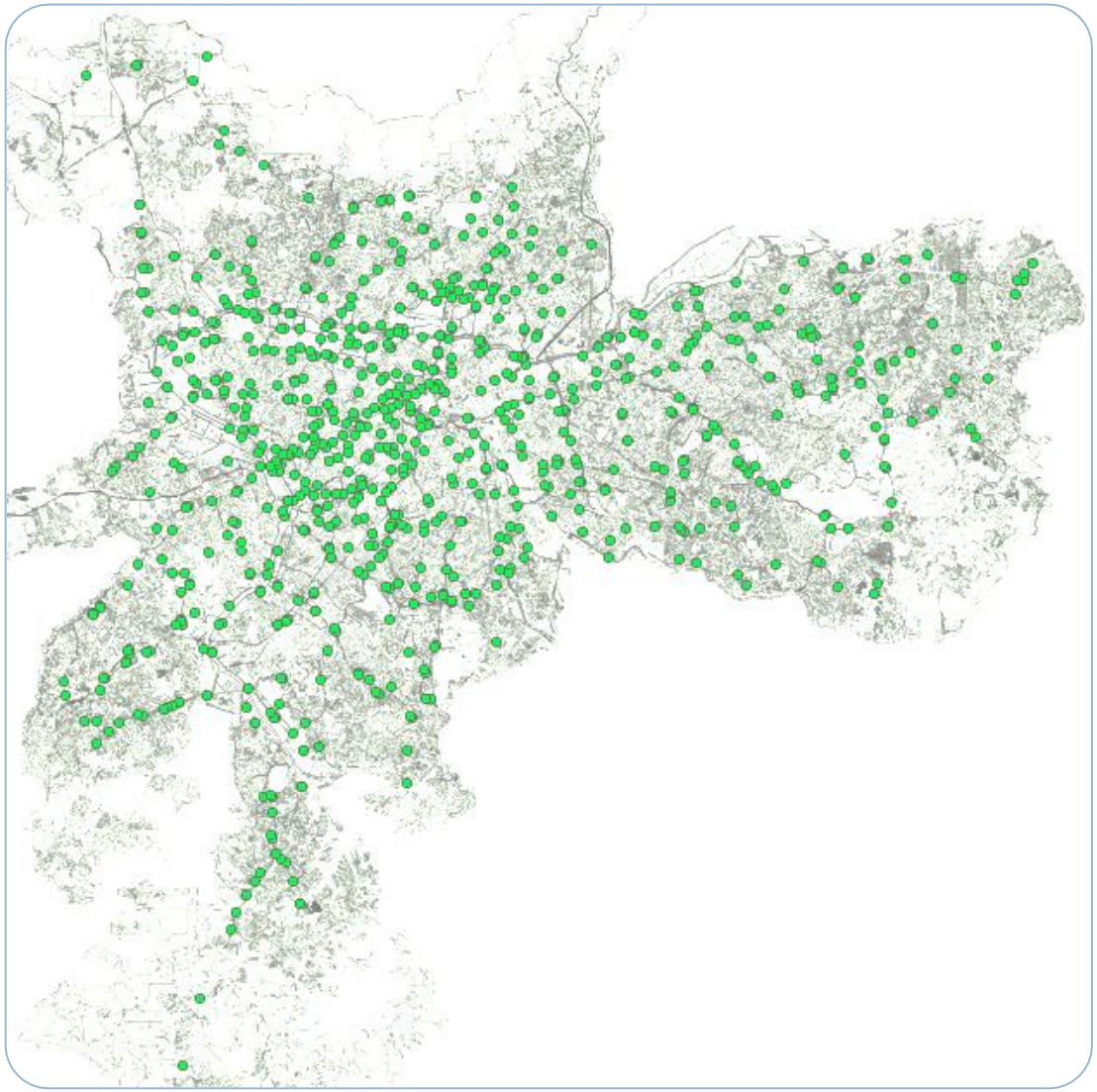
Estimativa de viagens ~~intermunicipais~~ usando dados de sistemas de identificação automática de veículos (radares)

2019

ANDRADE, A. C. B. F.; LIPOVETSKY, I. J.; NETO, J. M. A. R.

Mapa dos Pontos com Sensores

852 Radares da SMT-SP em funcionamento no dia 09/05/18



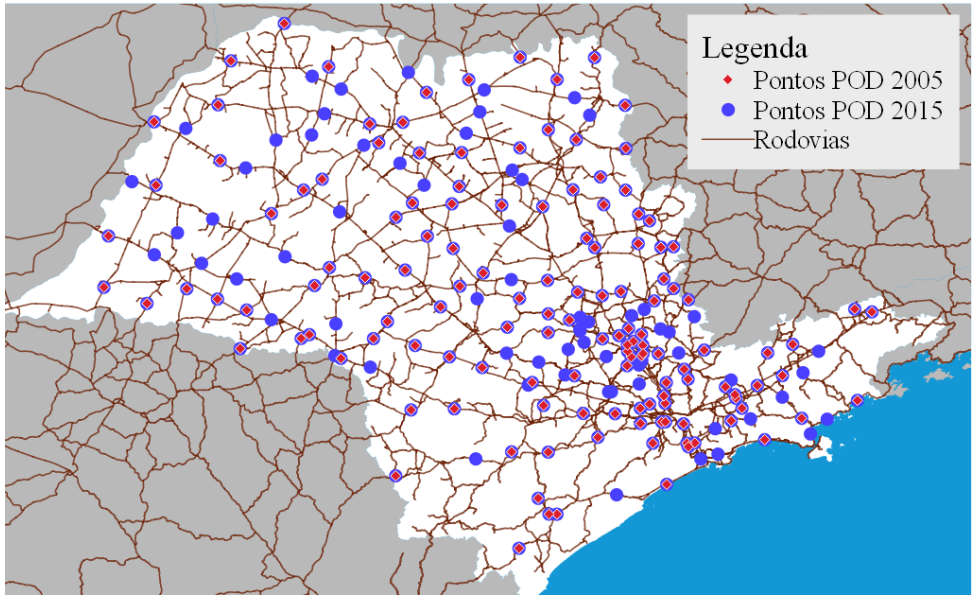
Scalable method for origin-destination demand estimation using automatic vehicle identification data

2019 (Qualif)

DOUGLAS F W Capelossi Martins

Pesquisas ODs no Estado de SP

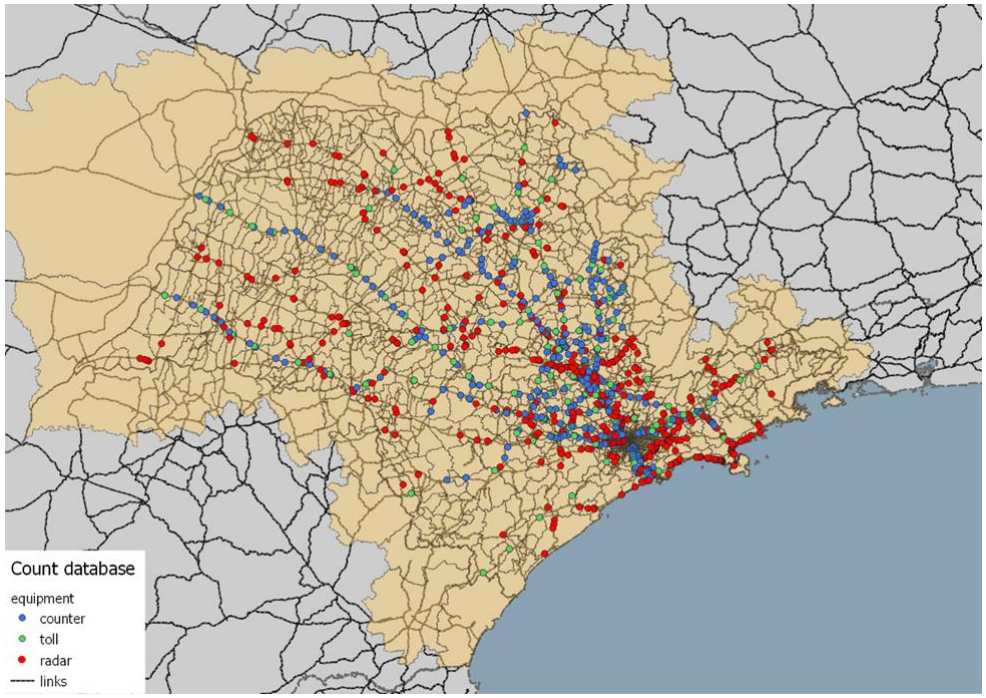
- Rodoviária:
  - 2005-2015
  - 128-230 pontos de pesquisa
  - Dificuldades com custo, interrupção de tráfego, segurança, aspectos sazonais da demanda.



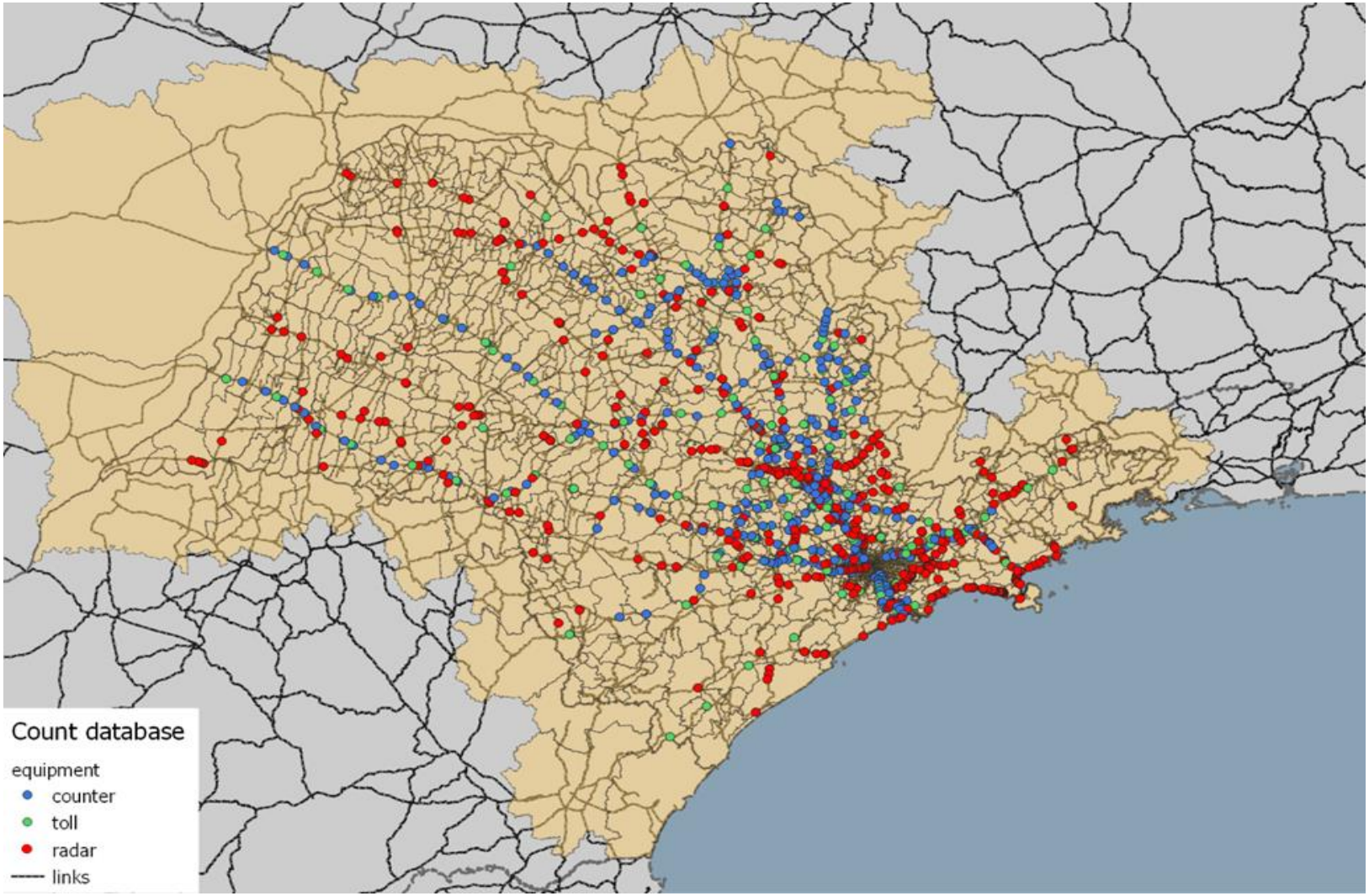
Dados disponíveis: contagens e sistemas AVI

- Equipamentos com informações disponíveis:
  - Praças de pedágio: com sistemas AVI de cobrança automática de pedágios.
  - Radares: com sistemas AVI e com captura por OCR de placas.
  - Contadores de tráfego.
- Acima de 2.000 pontos disponíveis.

Fontes ARTESP, ANTT, DER e COPOM.



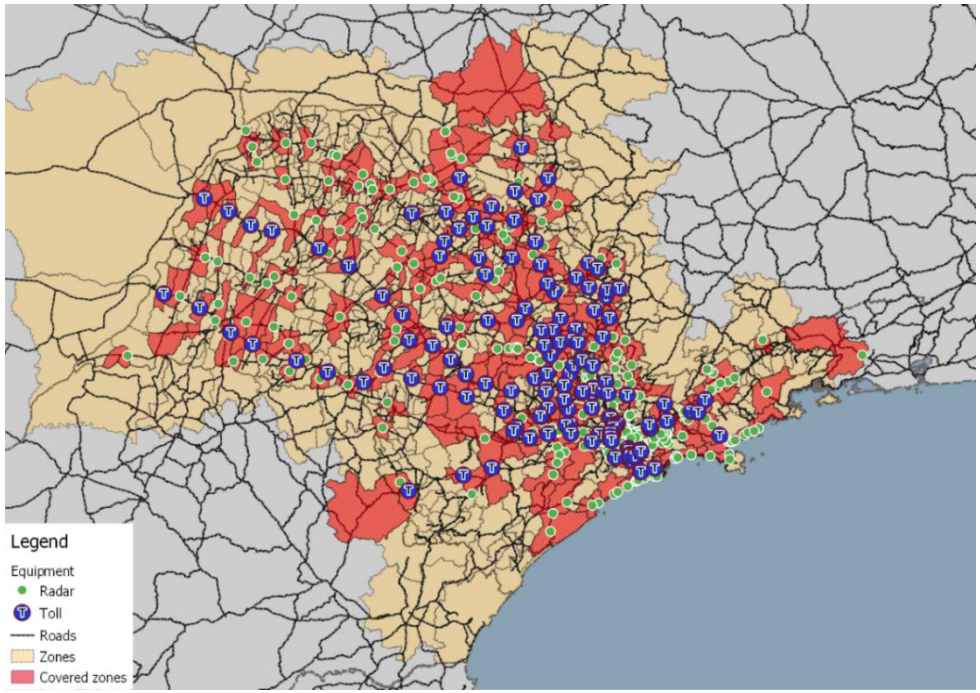
Pontos de coleta de dados disponíveis



Método Proposto

- Utiliza os bancos de dados disponíveis e recursos selecionados
  - com o objetivo de construir matrizes origem-destino para o Estado de SP
- A figura apresenta a distribuição geográfica dos equipamentos de identificação automática disponíveis.

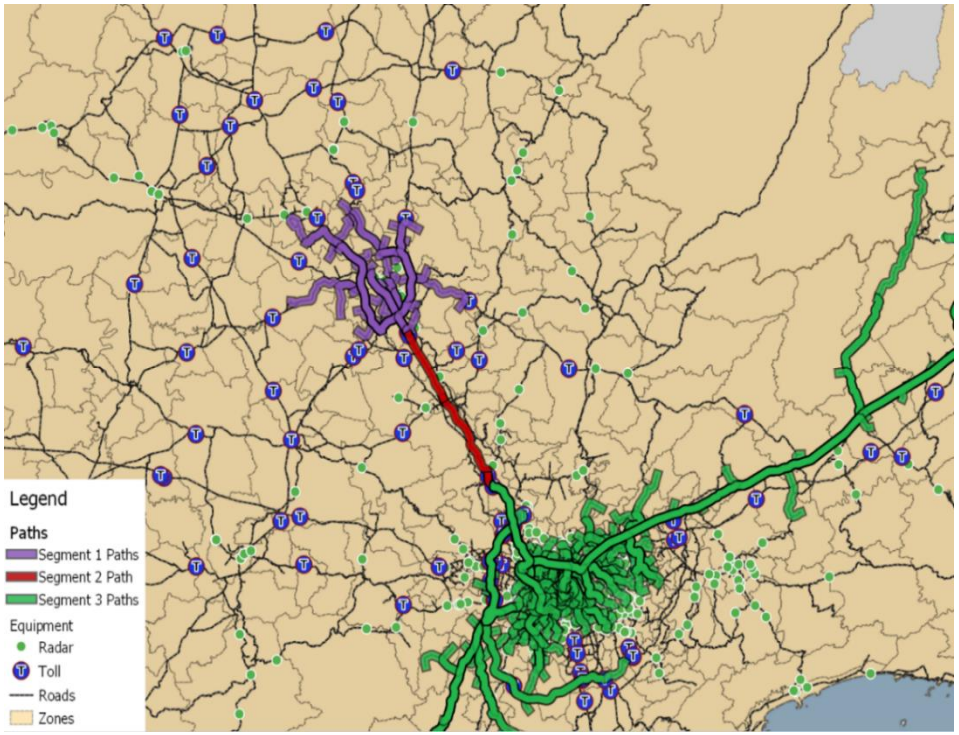
Sub-rotas → Matrizes OD Zonas → Distribuição de Viagens → Calibração da Matriz



Matrizes OD Zonas

Sub-rotas | Matrizes OD Zonas | Distribuição de Viagens | Calibração da Matriz

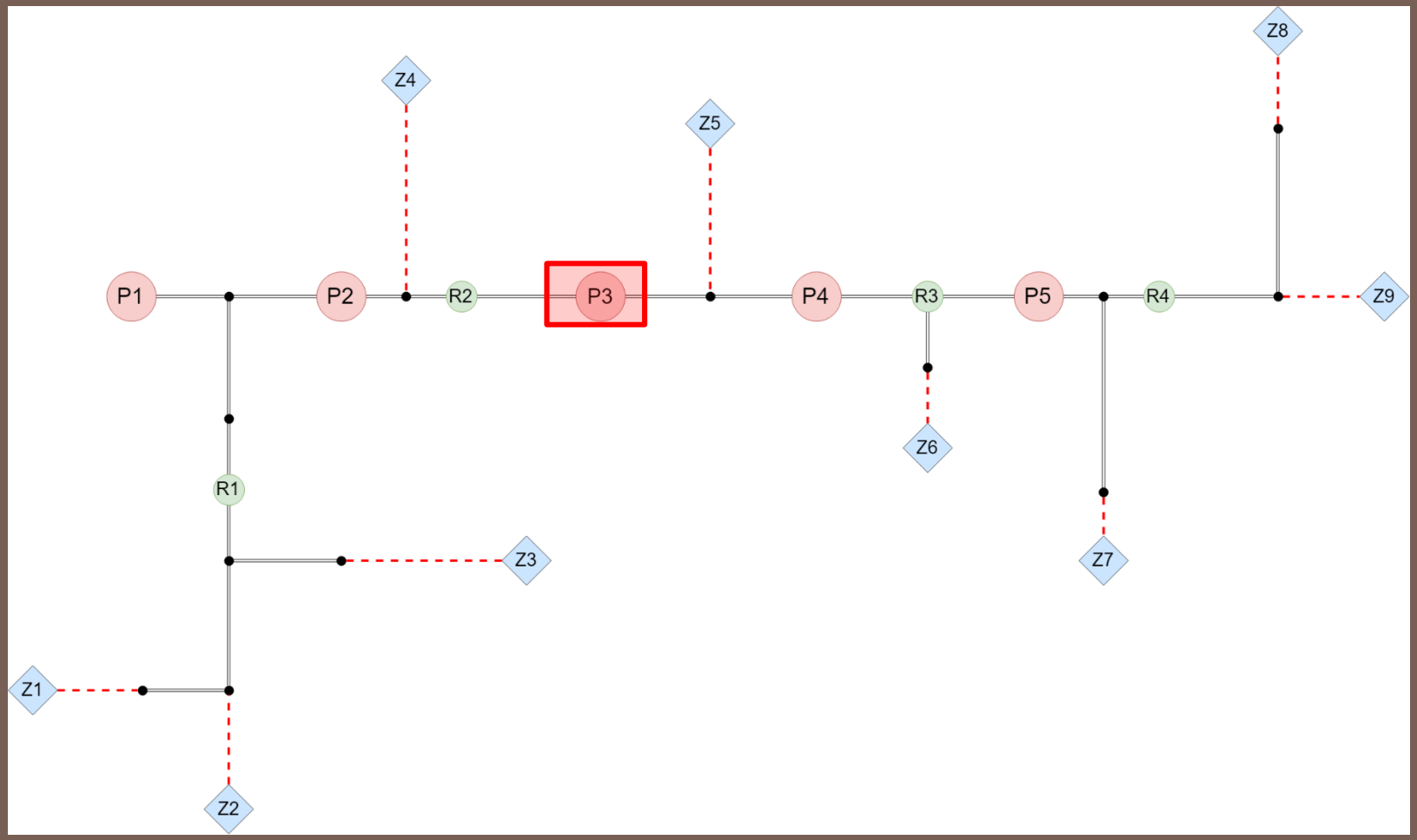
- Sub-rotas obtidas na etapa anterior são subdivididas em 3 segmentos:
  i. Zona origem -> Primeiro equipamento;
  ii. Primeiro equipamento -> Ultimo equipamento;
  iii. Último equipamento -> Zona destino.
- Procedimento determina o conjunto de zonas candidatas a origem (segmentos I) e zonas candidatas a destino (segmentos III).



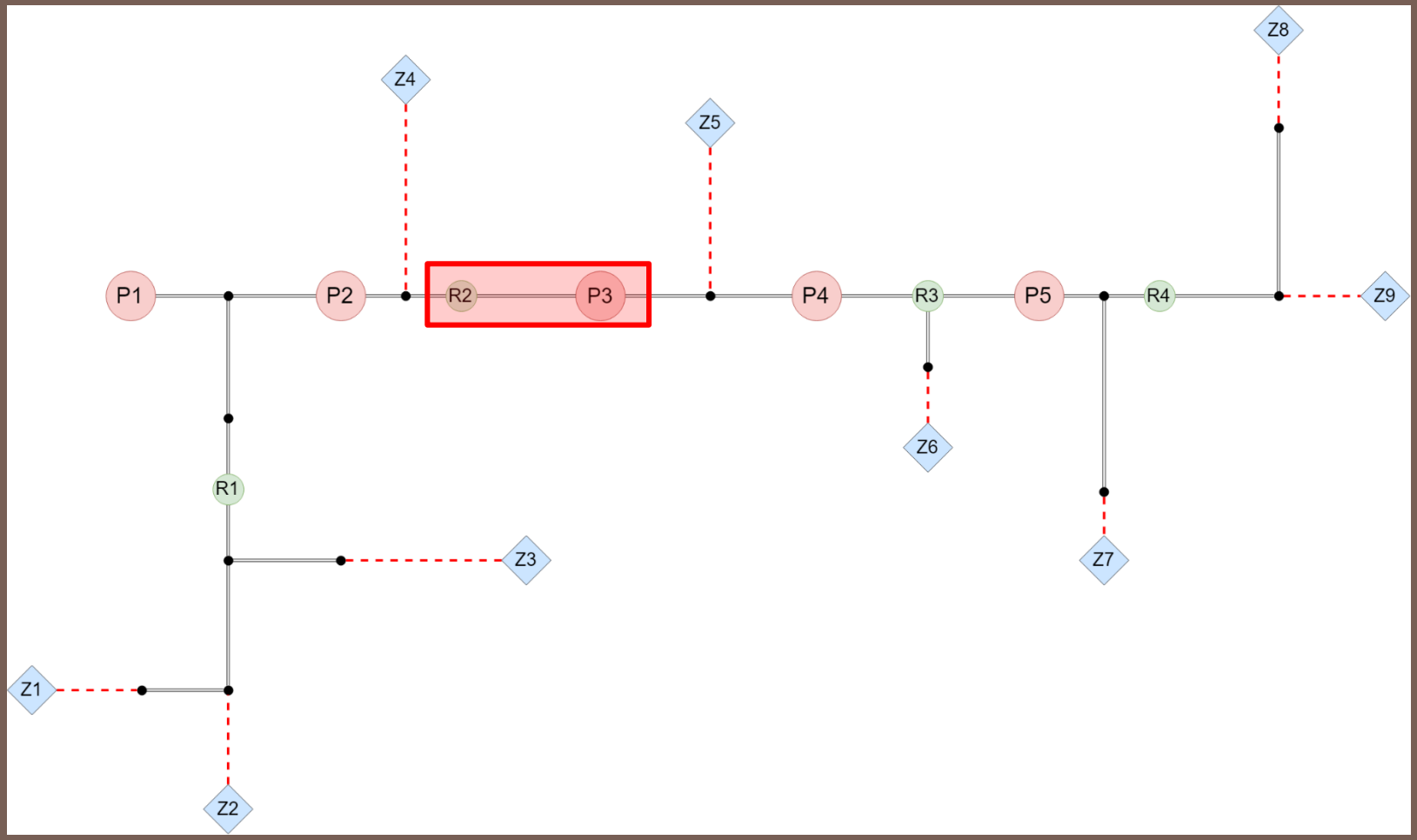
Matrizes OD Zonas

- Em seguida alguns exemplos práticos que ilustra

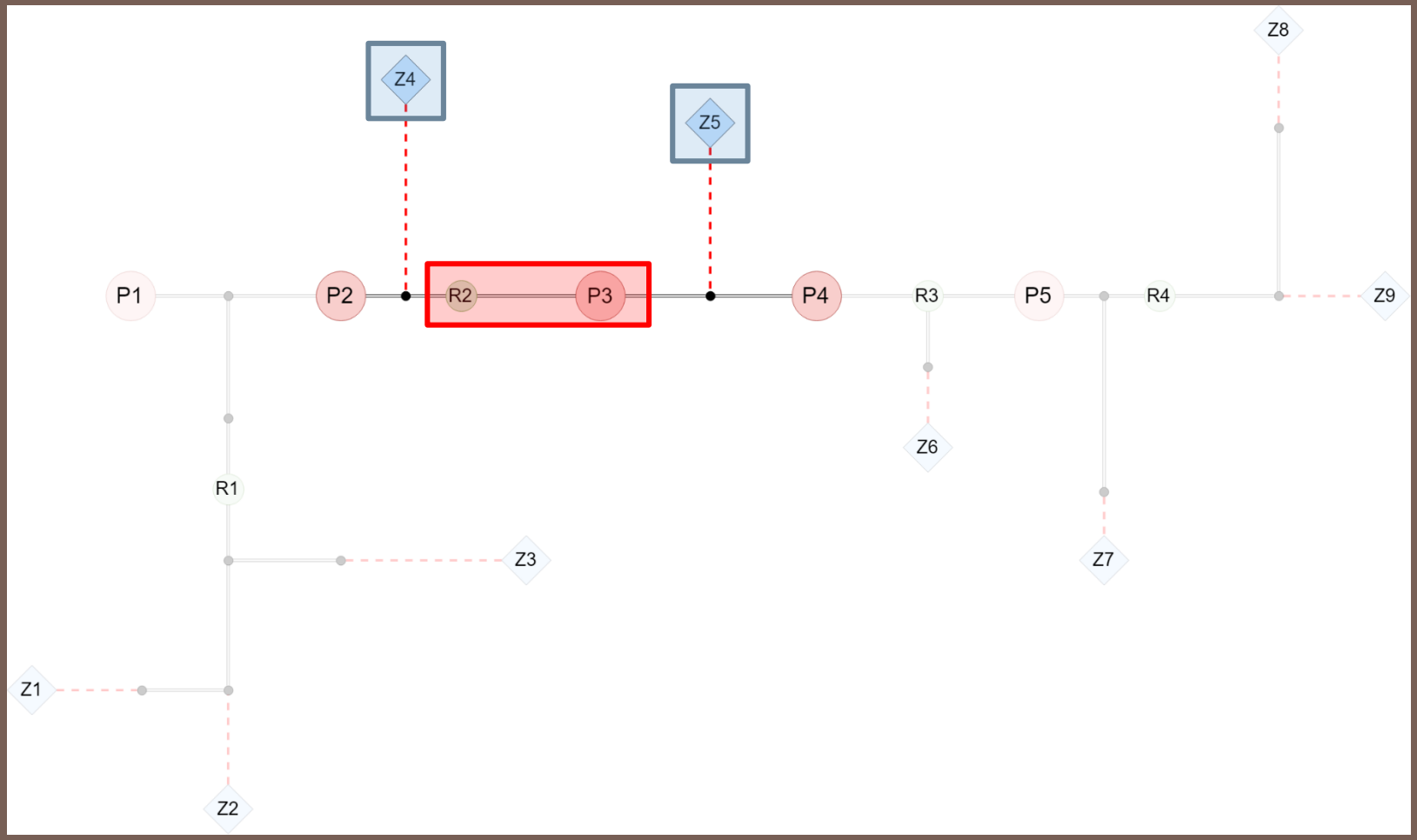
Sub-rota: R2,P3



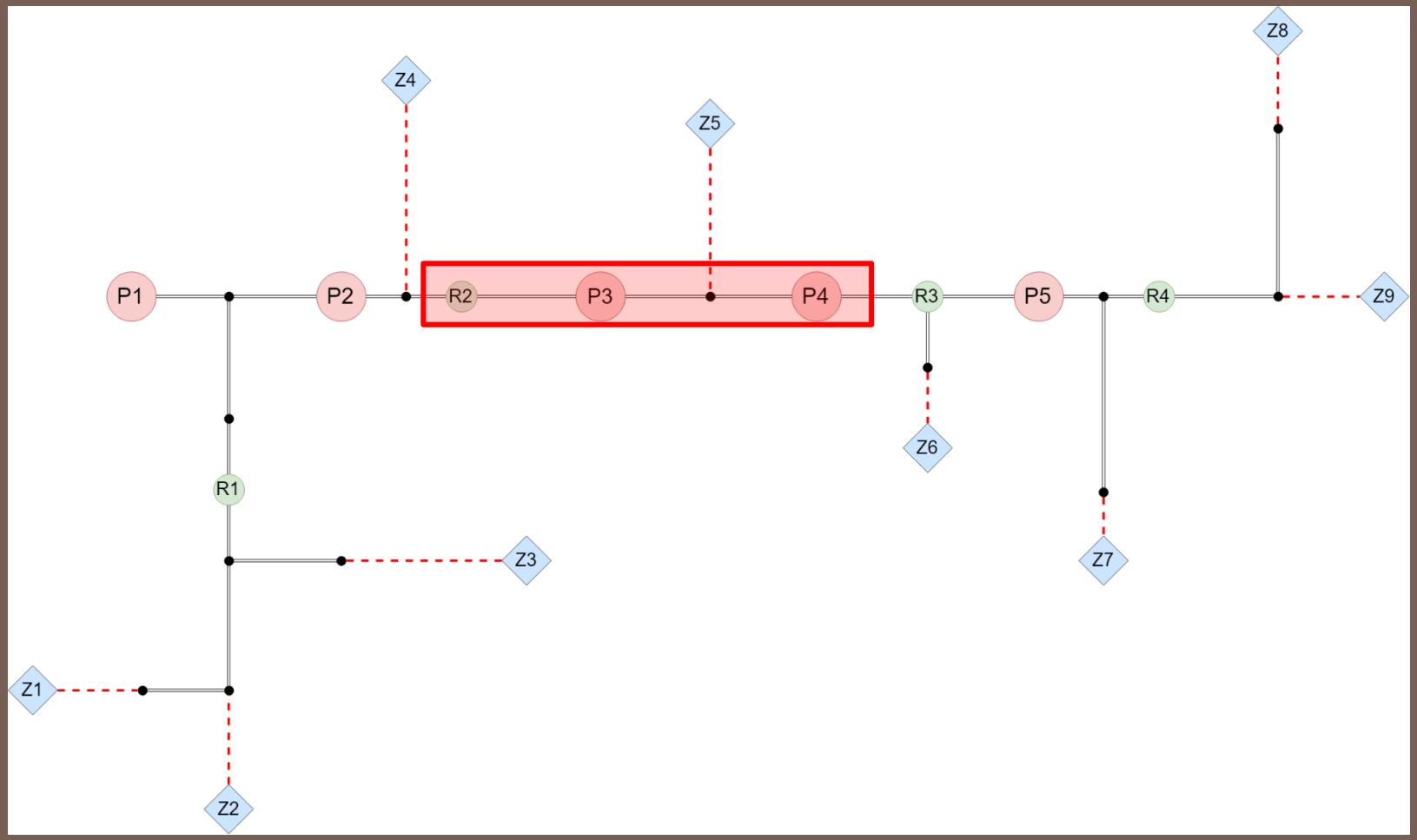
Sub-rota: R2,P3



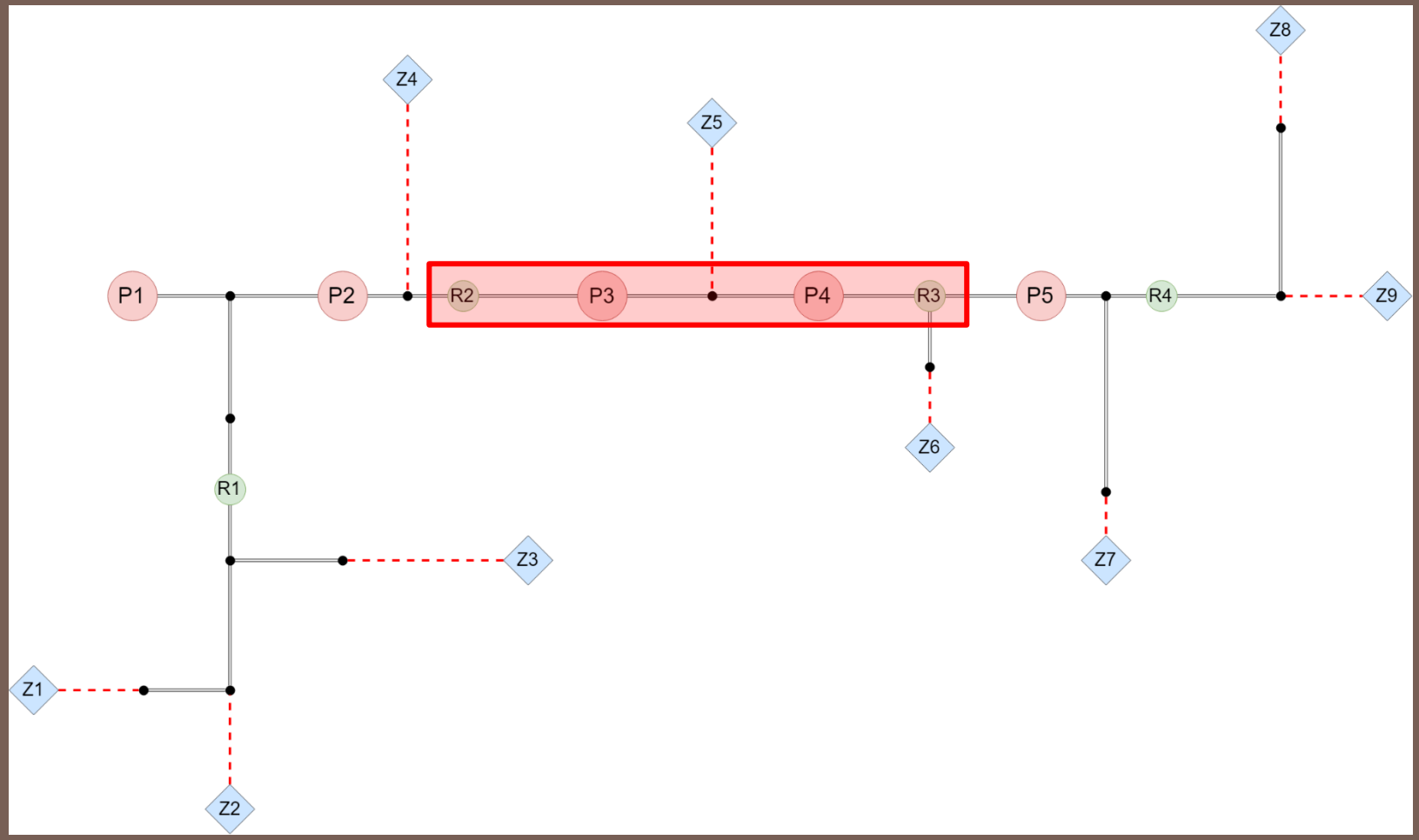
Sub-rota: R2,P3
Zonas Origem: Z4
Zonas Destino: Z5



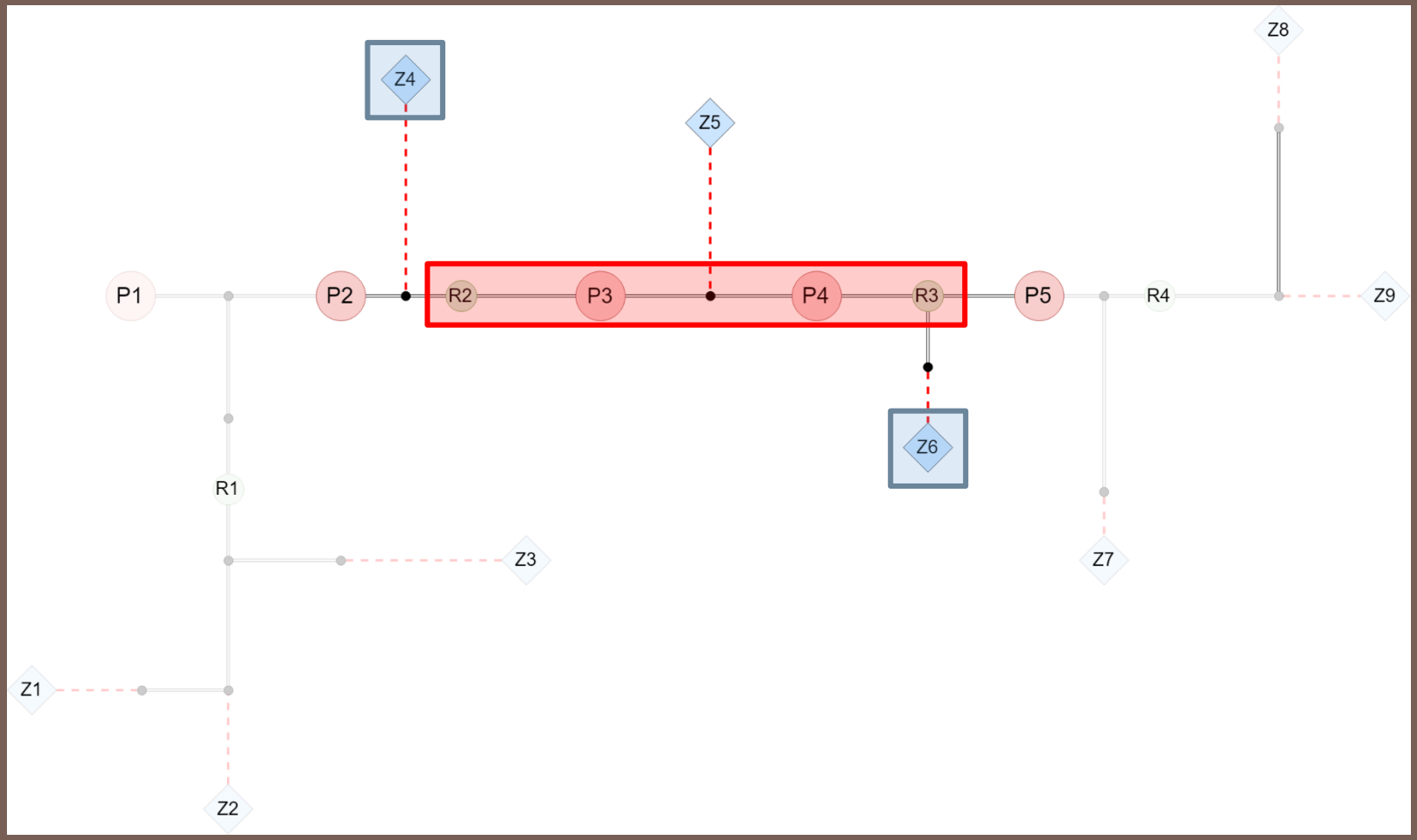
Sub-rota: R2,P3,P4



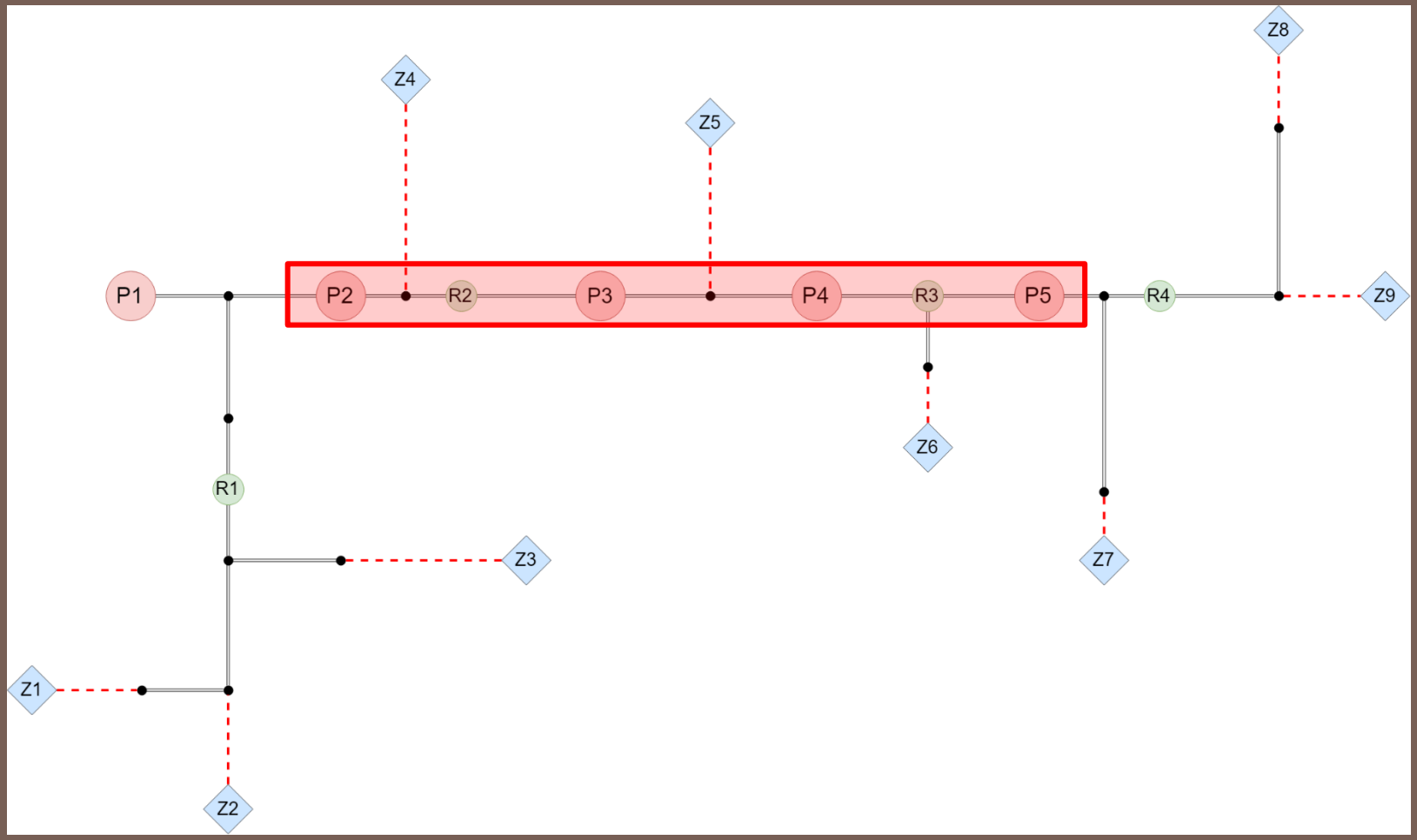
Sub-rota: R2,P3,P4,R3



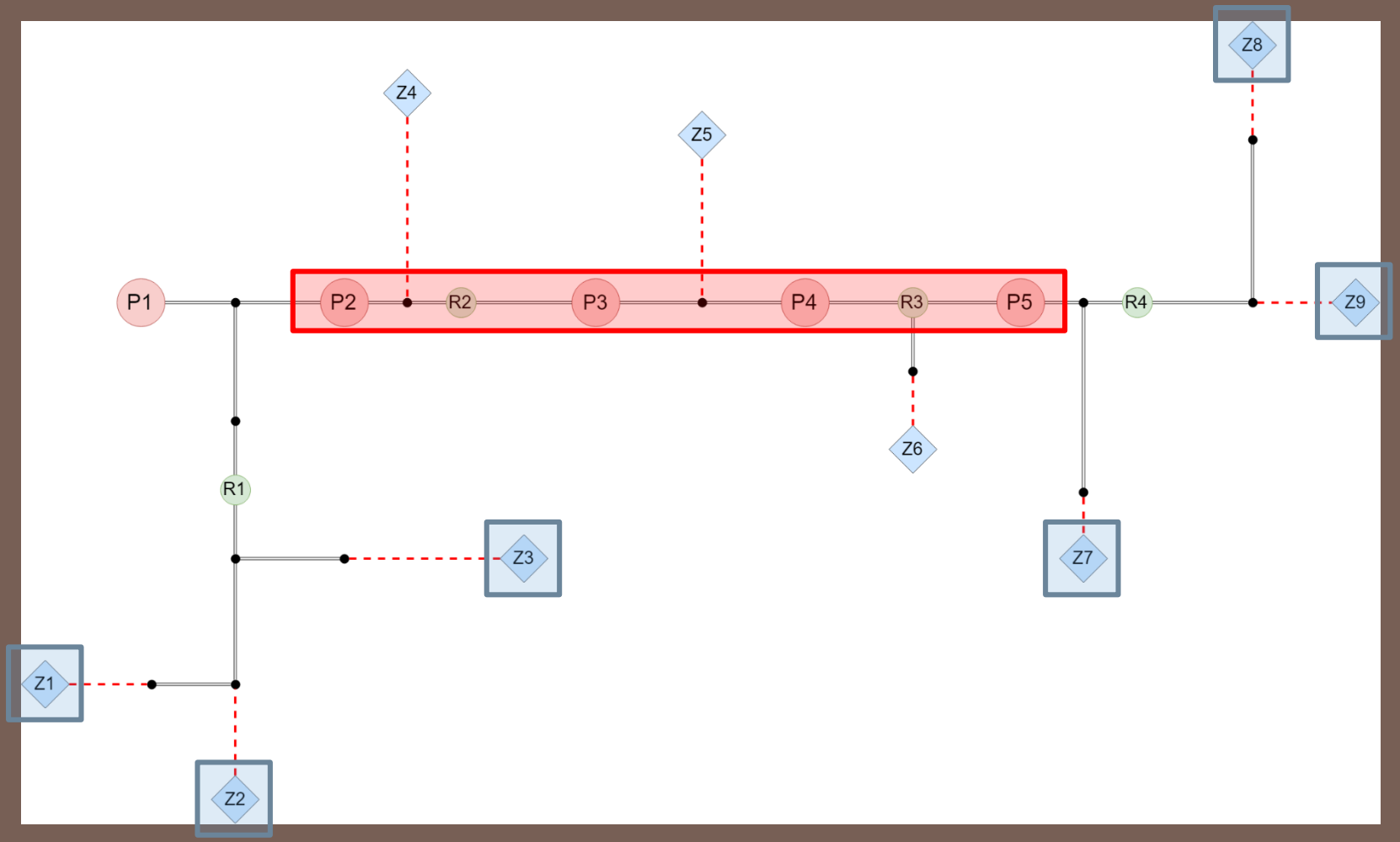
Sub-rota: R2,P3,P4,R3
Zonas Origem: Z4
Zonas Destino: Z6



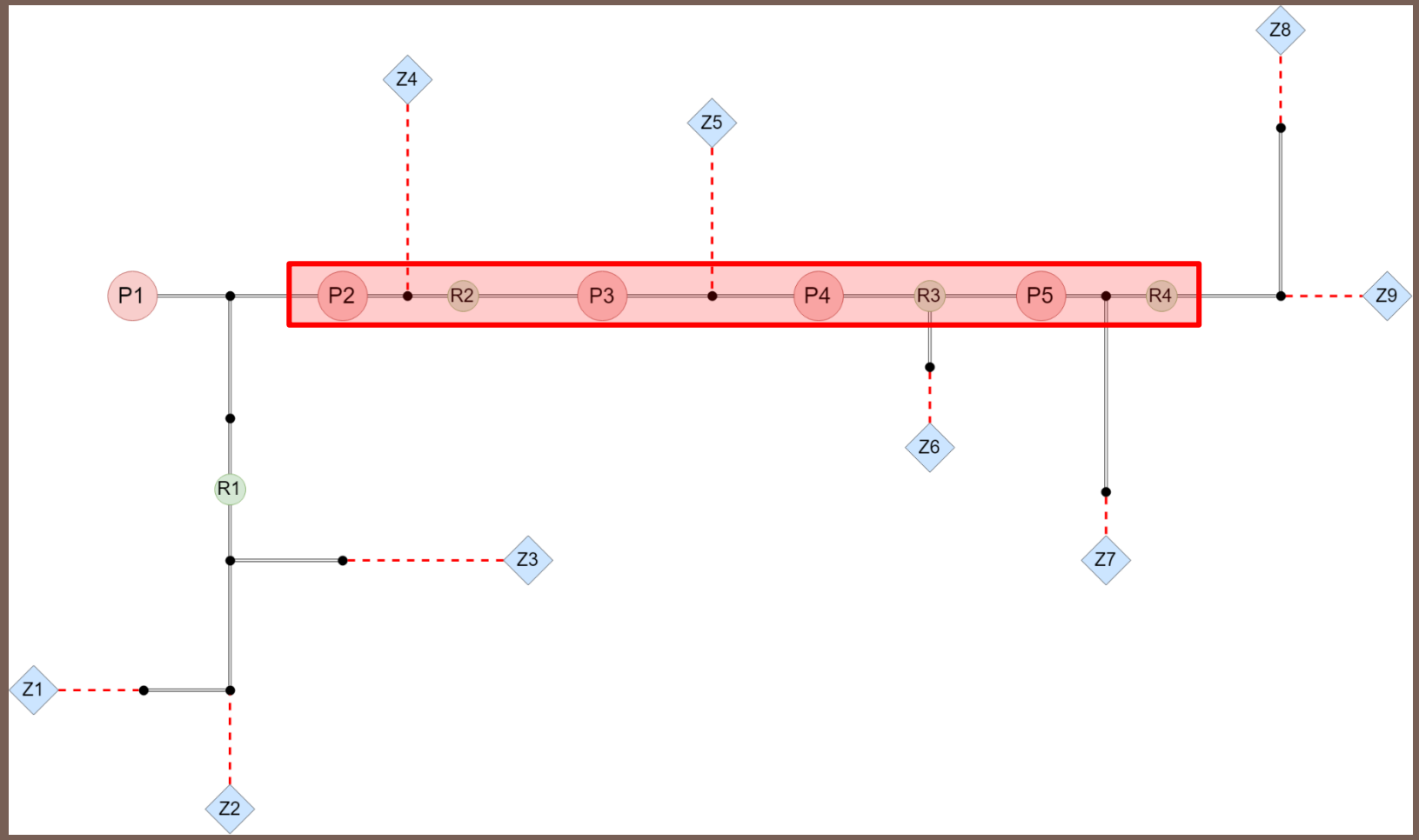
Sub-rota: P2,R2,P3,P4,R3,P5



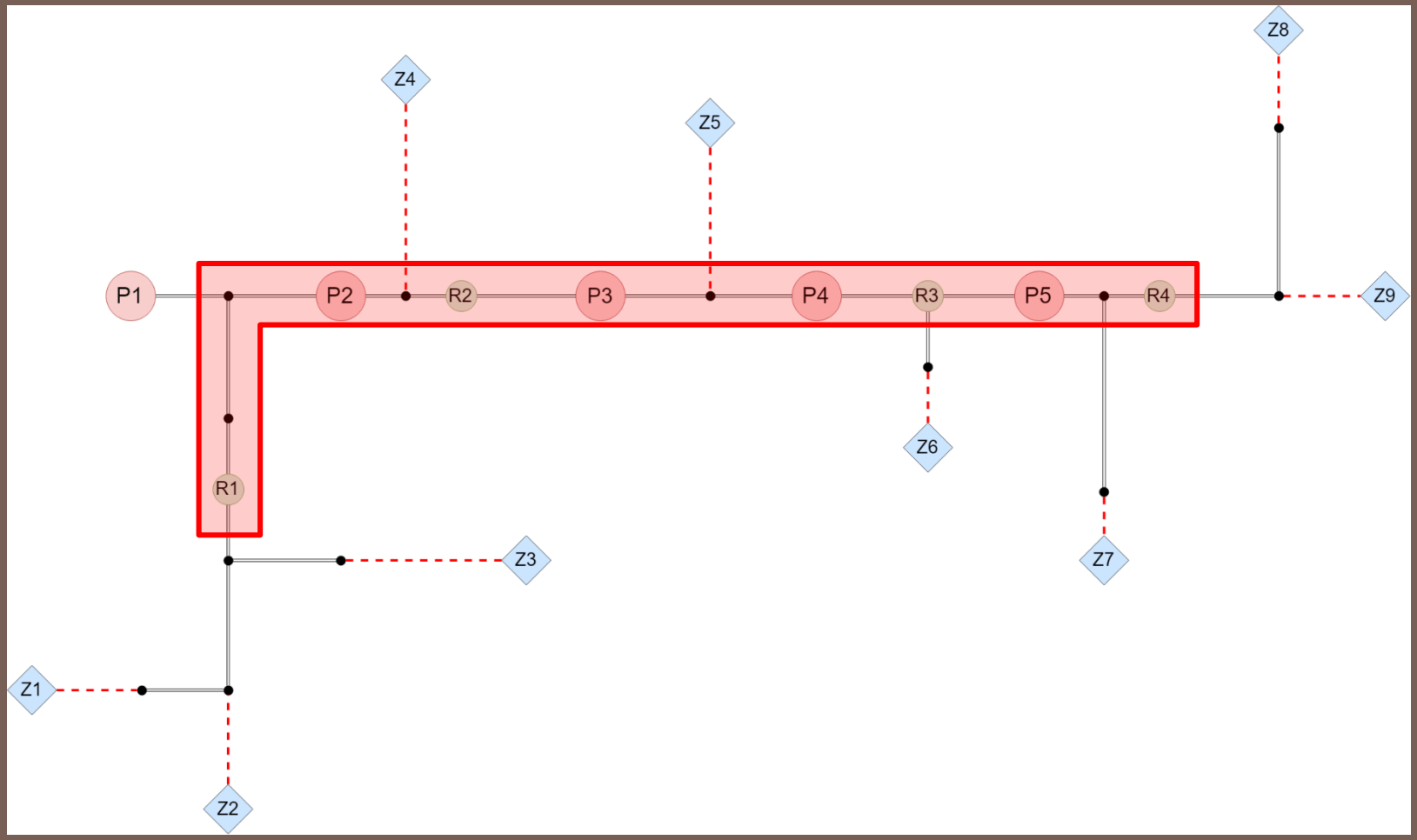
Sub-rota: P2,R2,P3,P4,R3,P5
Zonas Origem: Z1,Z2,Z3
Zonas Destino: Z7,Z8,Z9



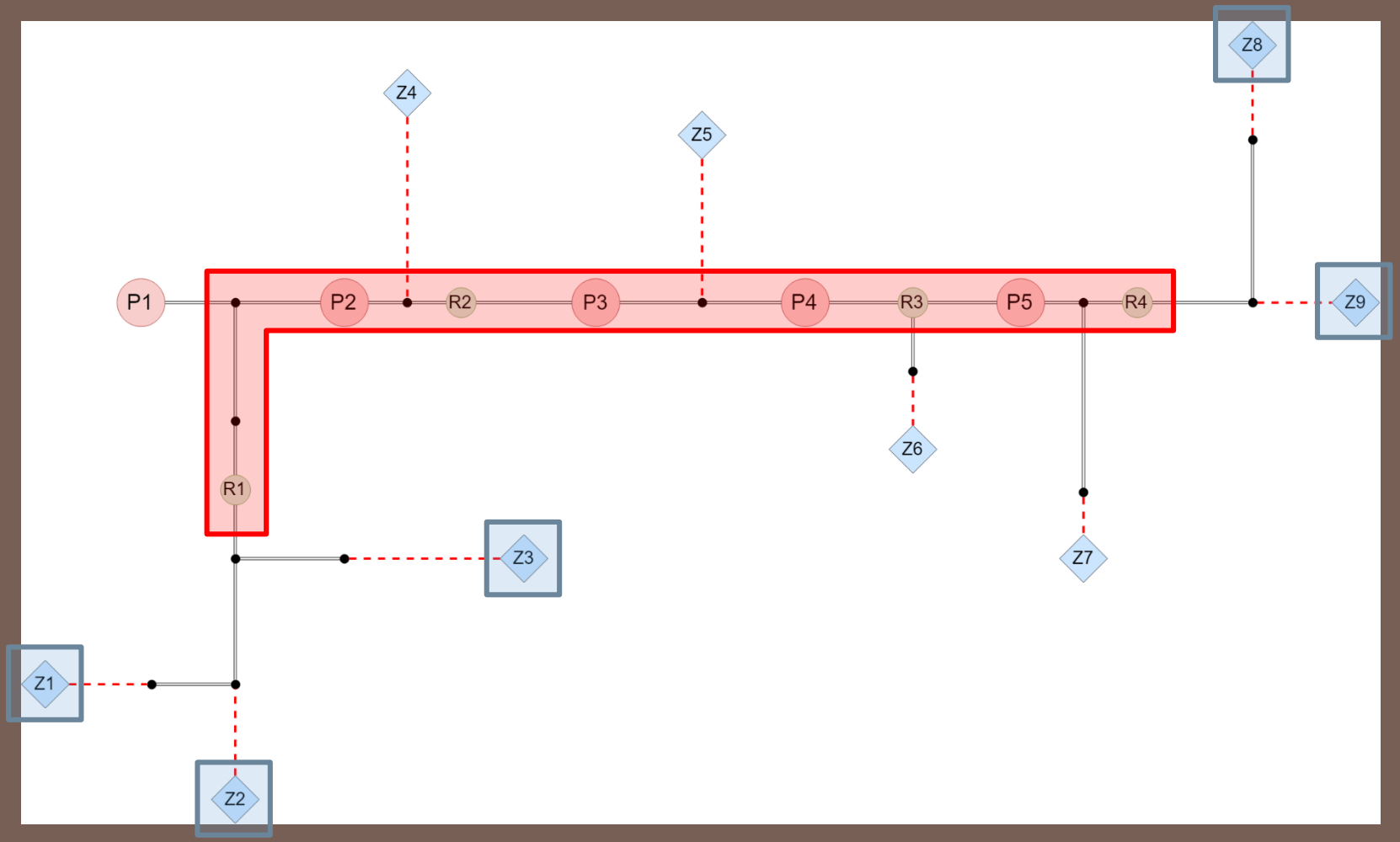
Sub-rota: P2,R2,P3,P4,R3,P5,R4



Sub-rota: R1,P2,R2,P3,P4,R3,P5,R4



Sub-rota: R1,P2,R2,P3,P4,R3,P5,R4
Zonas Origem: Z1,Z2,Z3
Zonas Destino: Z8,Z9



PRO-3480: Gestão Integrada de cidades inteligentes

Mobilidade Inteligente

Thank you for your attention !!

CLAUDIO LUIZ MARTE
claudio.marte@usp.br
55 11 99918-3655

Mobile application for a bus operation controlled by the passenger: a user experience design project (UX)

2019

CLAUDIO SENNA Frederico

CHAMAR ÔNIBUS

ÔNIBUS NÃO PARA

Pontos fracos do embarque de responsabilidade do passageiro:

- Identificar a linha do ônibus que se aproxima
- Sinalizar para que pare (ser visto)
- Saber se foi visto
- Saber se ônibus vai parar

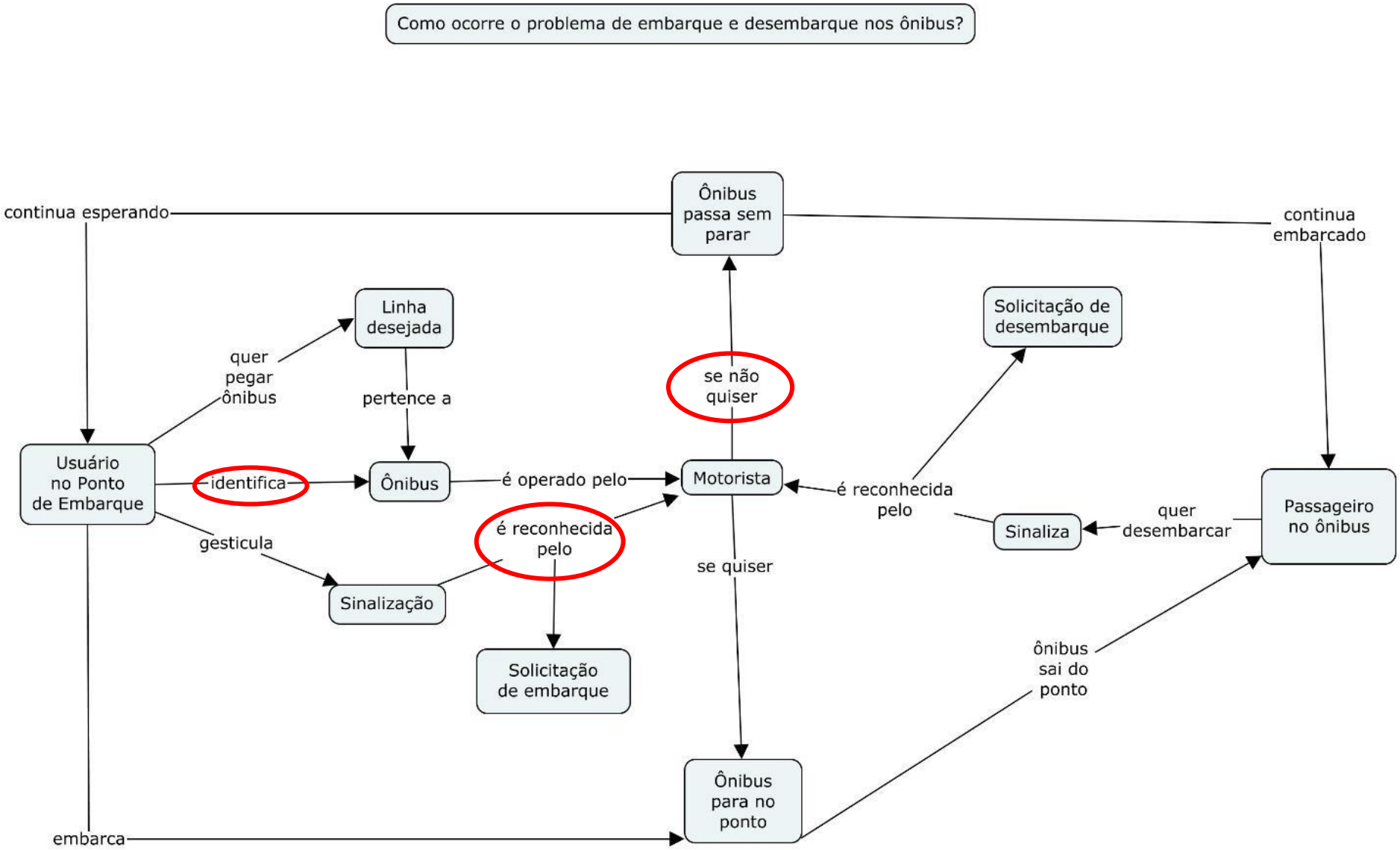
No desembarque:

- Identificar que está na hora de pedir a parada
- Saber se o ônibus vai parar
- Chegar na porta

Do motorista:

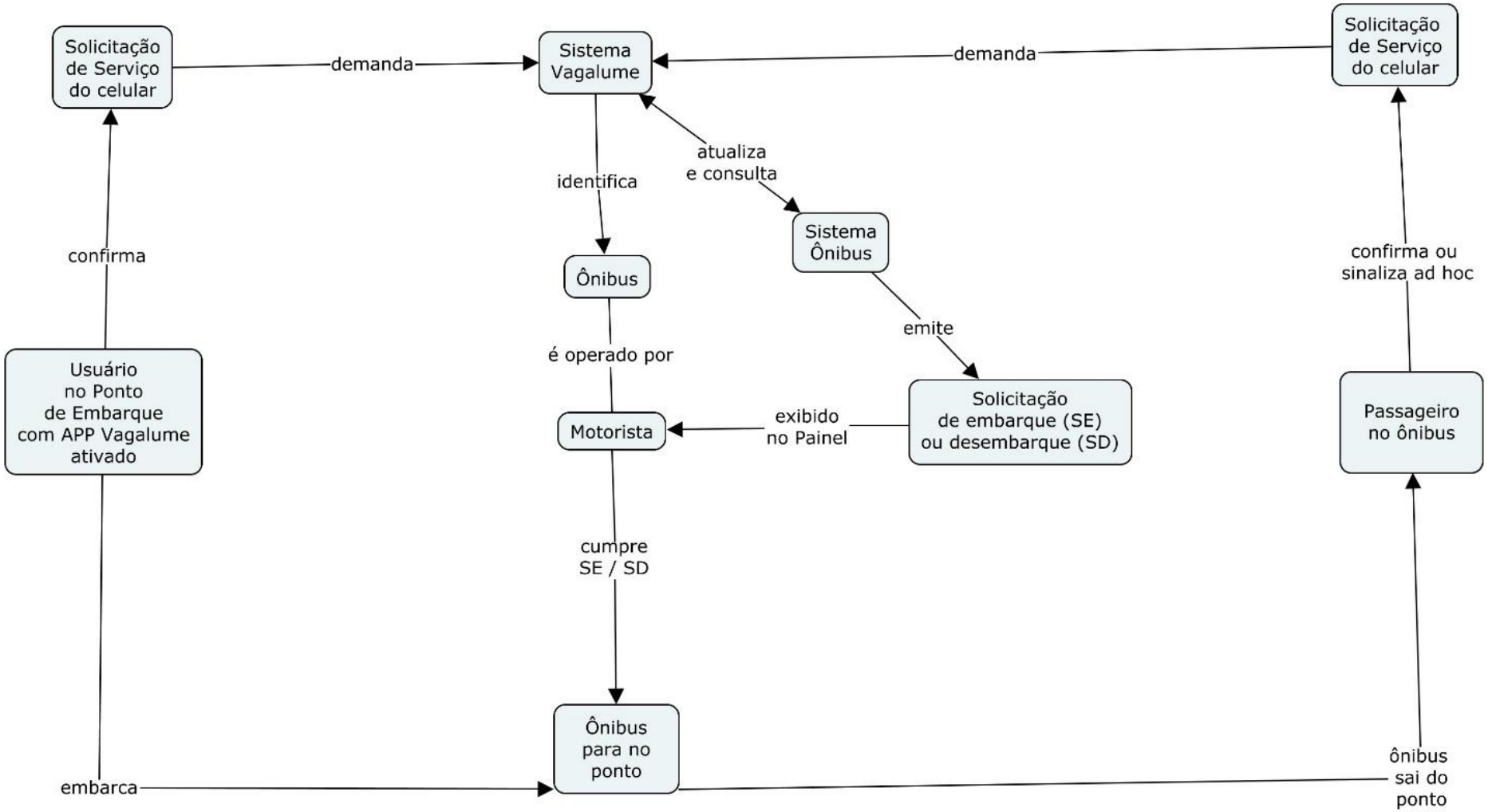
- Ver ou ouvir o sinal
- Poder parar
- Querer parar

EMBARQUE E DESEMBARQUE


Como ocorre o problema de embarque e desembarque nos ônibus?
continua esperando
Ônibus passa sem parar
continua embarcado
Linha desejada
Solicitação de desembarque
quer pegar ônibus
pertence a
se não quiser
Usuário no Ponto de Embarque
identifica
Ônibus
é operado pelo
Motorista
é reconhecida pelo
Passageiro no ônibus
gesticula
é reconhecida pelo
Sinaliza
quer desembarcar
Sinalização
se quiser
Solicitação de embarque
ônibus sai do ponto
Ônibus para no ponto
embarca

SOLUÇÃO PROPOSTA

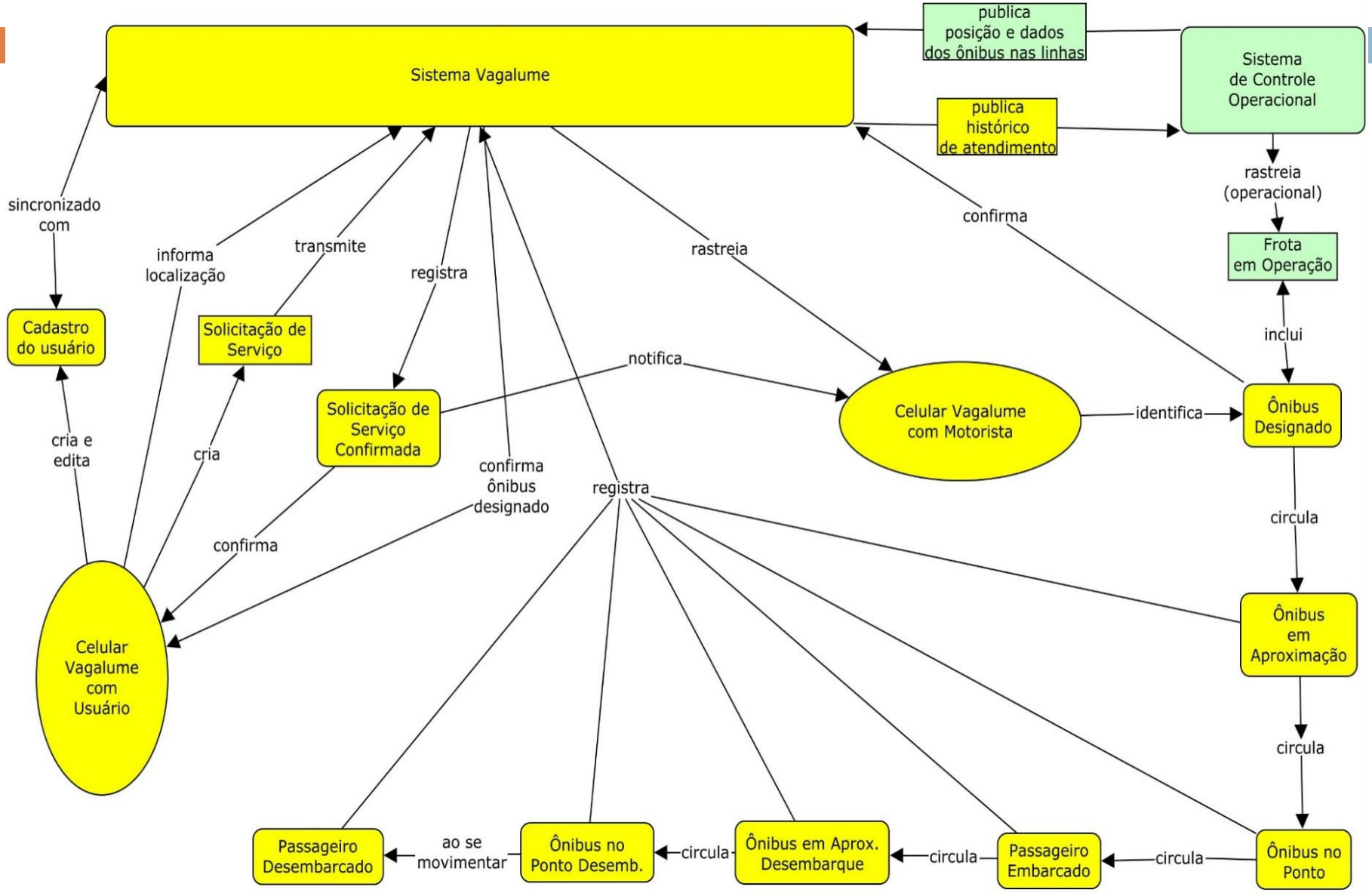
Como funcionaria uma solução para o problema de embarque e desembarque nos ônibus?



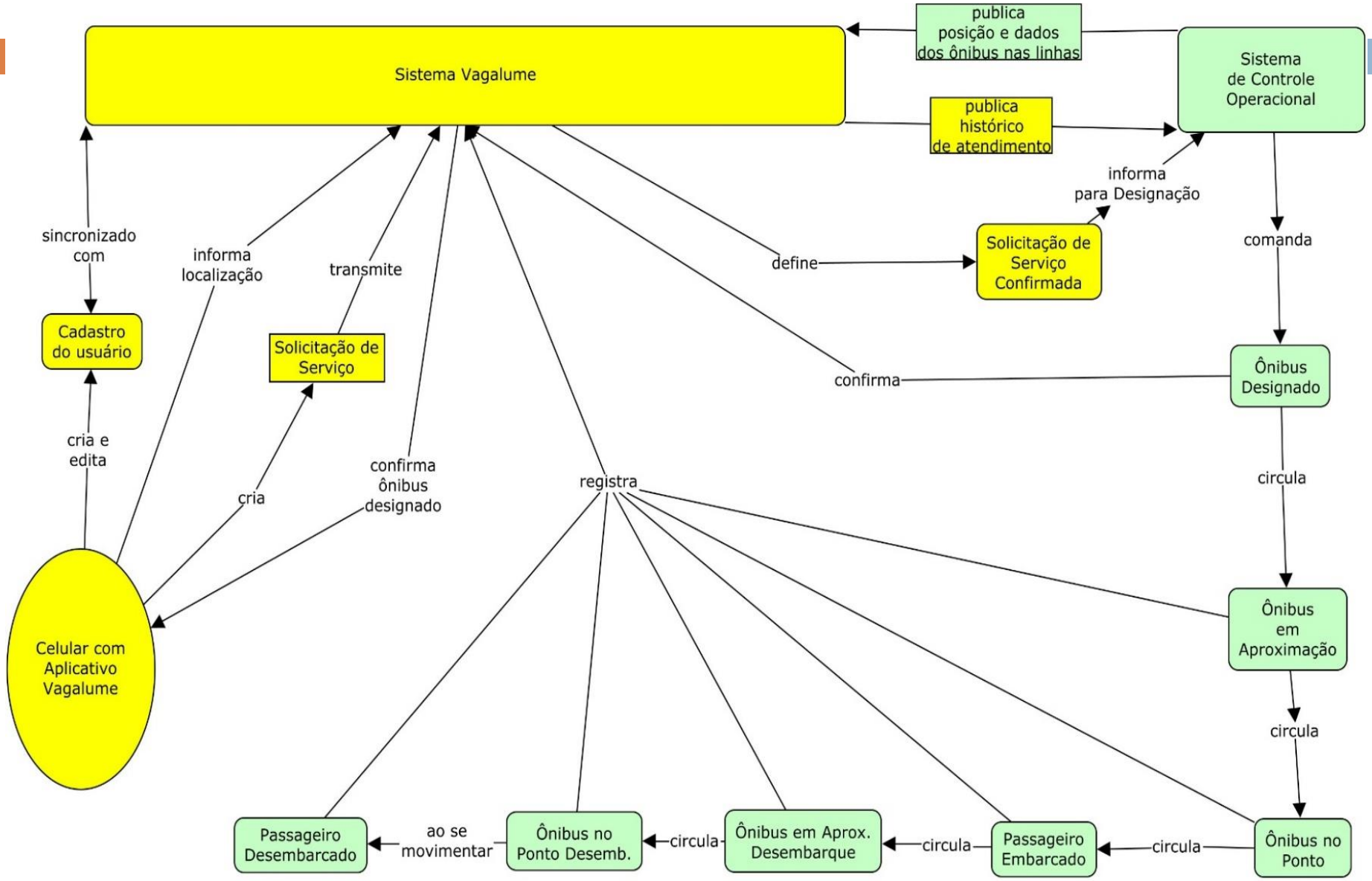
ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO

- Numa solução híbrida seria utilizada a APL para Desenvolvedores para transferir informações para o Sistema do Passageiro
- Neste caso, teria que ser acrescentada uma ligação de transferência de informações do Sistema do Passageiro para a operadora que enviaria os comandos aos ônibus
- Numa solução independente poderiam ser utilizadas as informações da APL existente, ou não
- Se não, o rastreamento seria feito por equipamento do Sistema do Passageiro no ônibus
- Comandos seriam enviados diretamente aos ônibus nos dois casos

Alternativa Independente



Alternativa Híbrida



PESQUISA DE AVALIAÇÃO

ALTERNATIVAS

- Experiência do usuário (ISO)
- Características do produto + valores e circunstâncias
- Experiência associada ao produto
- Definir antes o público a ser selecionado
- Definir áreas de opinião de interesse
- Aplicativo de celular tem influência social (Grupo)

UTAUT Teoria Unificada de Aceitação de Uso de Tecnologia (Koivumaki)

Construções teóricas para facilitar a adoção:

- Expectativa de desempenho
- Expectativa de simplicidade de uso
- Influências sociais
- Condições facilitadoras, como:
  - Conhecimento prévio
  - Hábitos prévios

SEQUÊNCIA

- Apresentação, ocupação, rotina (aquecimento)
- Comentários gerais sobre uso de transporte público
- Primeira parte das imagens sobre uso de ônibus
- Comentários livres e discussão das informações desejadas
- Foco em chamar ônibus
- (Grupo 1) Imaginação de soluções
- (Grupo 2) Apresentação das imagens da solução
- (Grupo 2) Discussão sobre a solução

GRUPO 1 (CONTROLE)

GRUPO 2

Uso de Imagens

- Facilitam despertar e identificar emoções – álbum de família
- Momentos focados: aguardar no ponto – sinalizar – ônibus não parar – embarcar – sinalizar o desembarque no momento certo – desembarcar
- A experiência do usuario se desenvolve linearmente como fotogramas
- A experiência final é o resultado de momentos de destaque
- Outras viagens anteriores e suas impressões se somam
- <u>Imagens sem maiores elaborações, não promocionais</u>

EMOCIONAL

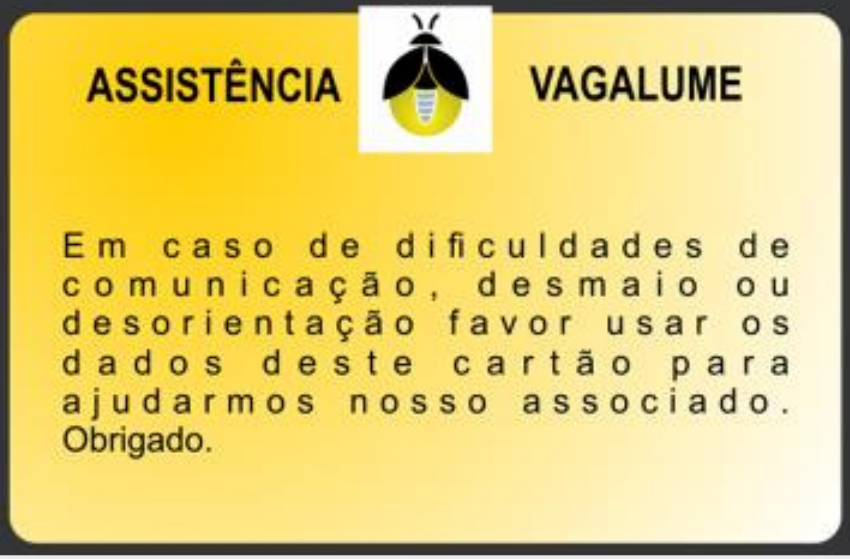
EXPERIÊNCIA

Sua confirmação

IMAGINÁRIO

CONTROLE E NÃO APENAS INFORMAÇÃO

Seu clube de assistência



COMUNIDADE E PROTEÇÃO

Para quem o socorrer

RESULTADOS E CONCLUSÕES

- A solução por aplicativo pode resolver o problema
- A solução é, em princípio, tecnicamente viável
- Pode ser aplicada a sistemas antigos, novos ou sem rastreamento
- A validação para propensão ao uso foi alcançada
- O método qualitativo e não representativo foi suficiente pois:
  - A experiência despertada foi nítida (favorável)
  - O grupo de controle indicou autenticidade das reações
  - Era propensão ao uso e não facilidade de manipulação
- O método é solução para validação prematura
- Observações feitas pelos grupos são importantes no desenvolvimento do aplicativo

Observações dos grupos

- Dificuldades do embarque e desembarque são reais e importantes
- Funcionalidades do aplicativo são desejadas
- Funções adicionais também são importantes
  - Visibilidade digital / comunidade
- Há um desejo de fortalecimento do passageiro
  - Status fica claro na dúvida sobre implantação “fora da Paulista”
- Deve ser parte de um aplicativo mais completo
- Evitar imagem de especialização nos fracos
- Imagem deve ser de “empoderamento”

Público alvo do aplicativo

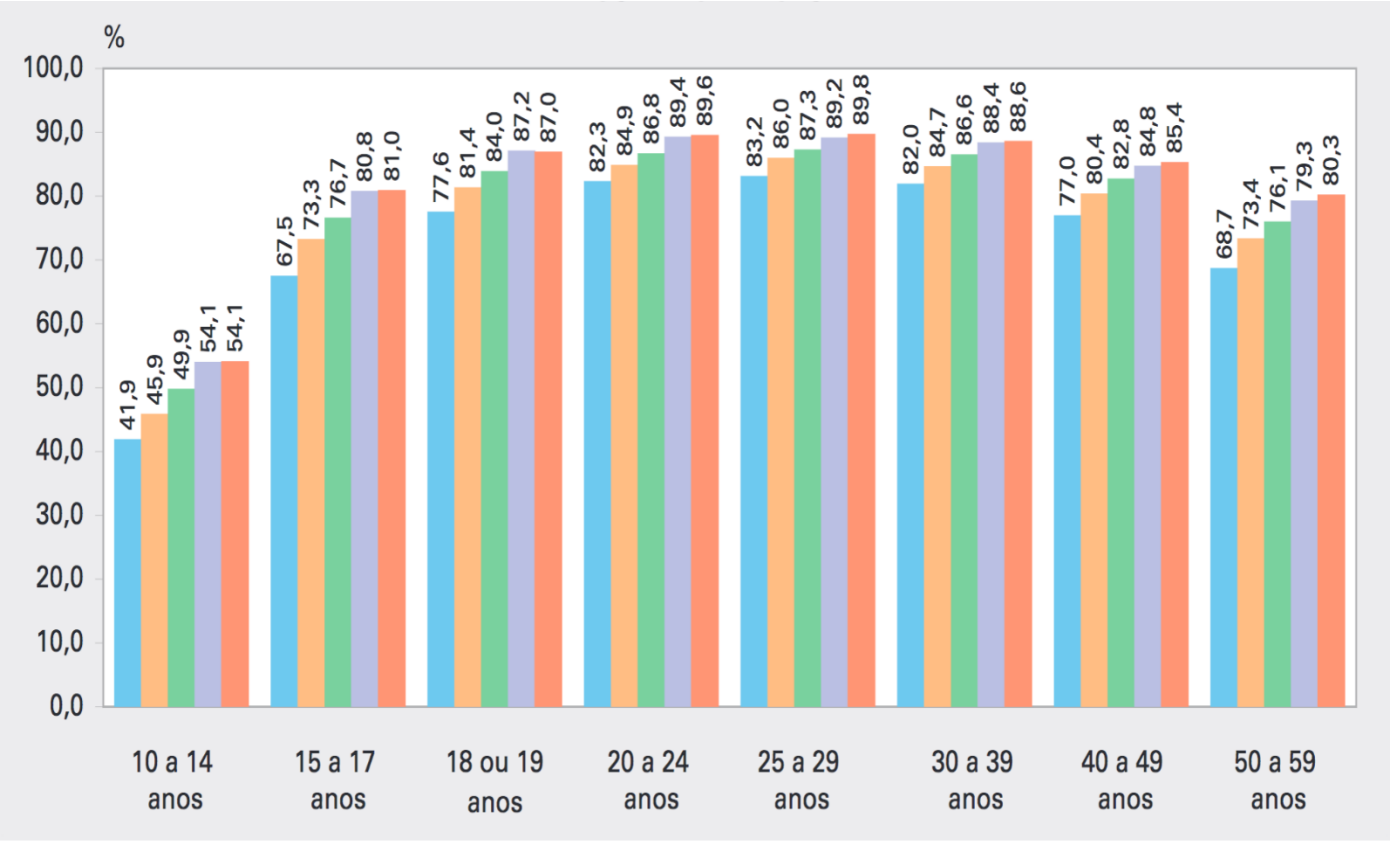
- Todos os usuários aproveitariam a conveniência e segurança
- Todos encontram situações vulneráveis em certos dias e horas
- Todos serão vulneráveis em certos períodos de vida
- Permanentemente vulneráveis têm dificuldades de competir: visão e locomoção, principalmente
- Crianças também são vulneráveis (precisam receber atenção) e jovens (os pais acham que precisam)

Estimation of public transport bus occupancy throught Wi-Fi sensing

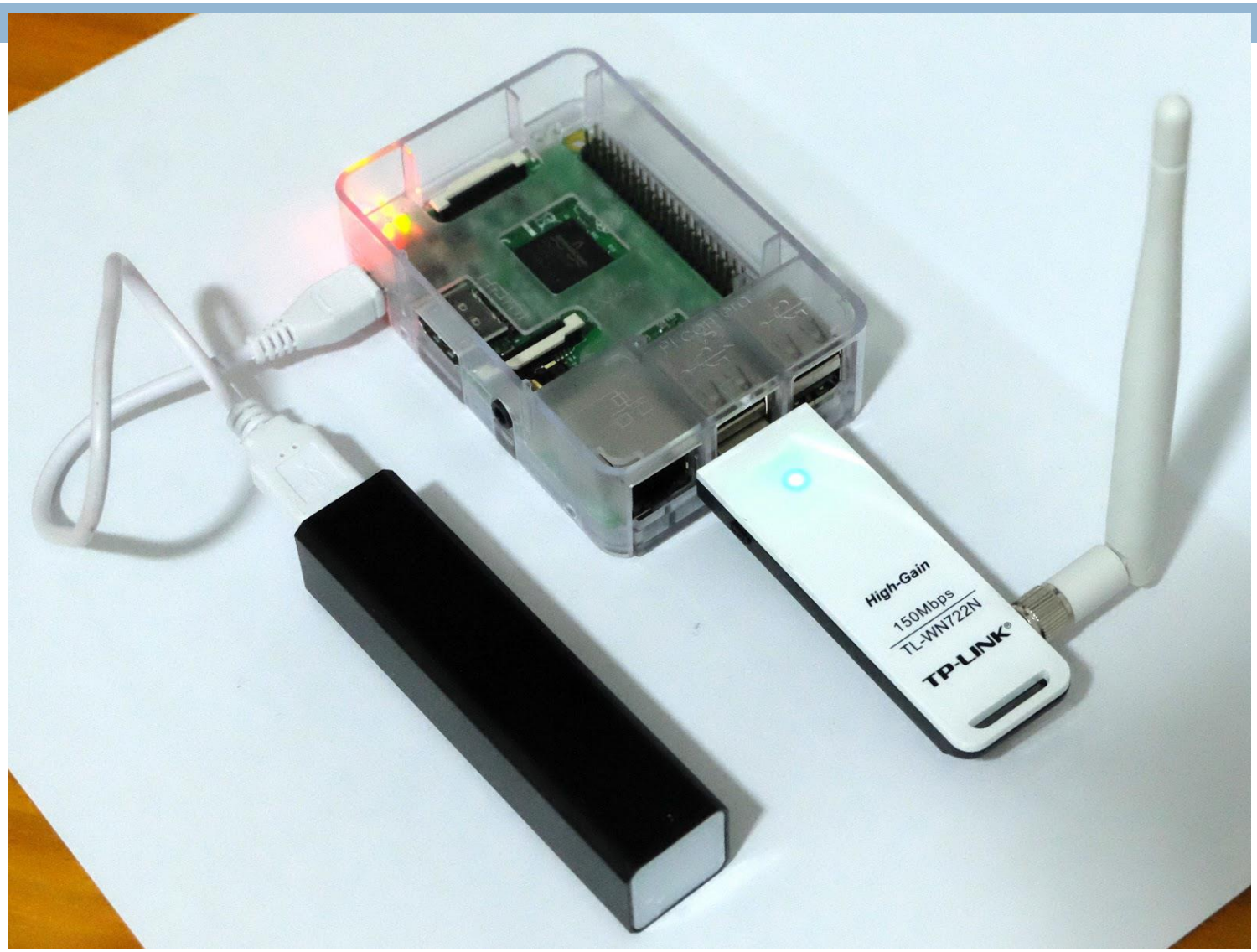
2019

EDSON Hilios Marques Nunes

Percentual das pessoas que tinham telefone móvel celular para uso pessoal por grupo de idade de 2011 até 2015



Protótipo do APC com Raspberry Pi, antena *WiFi* e bateria externa



Versão final do protótipo do APC WiFi

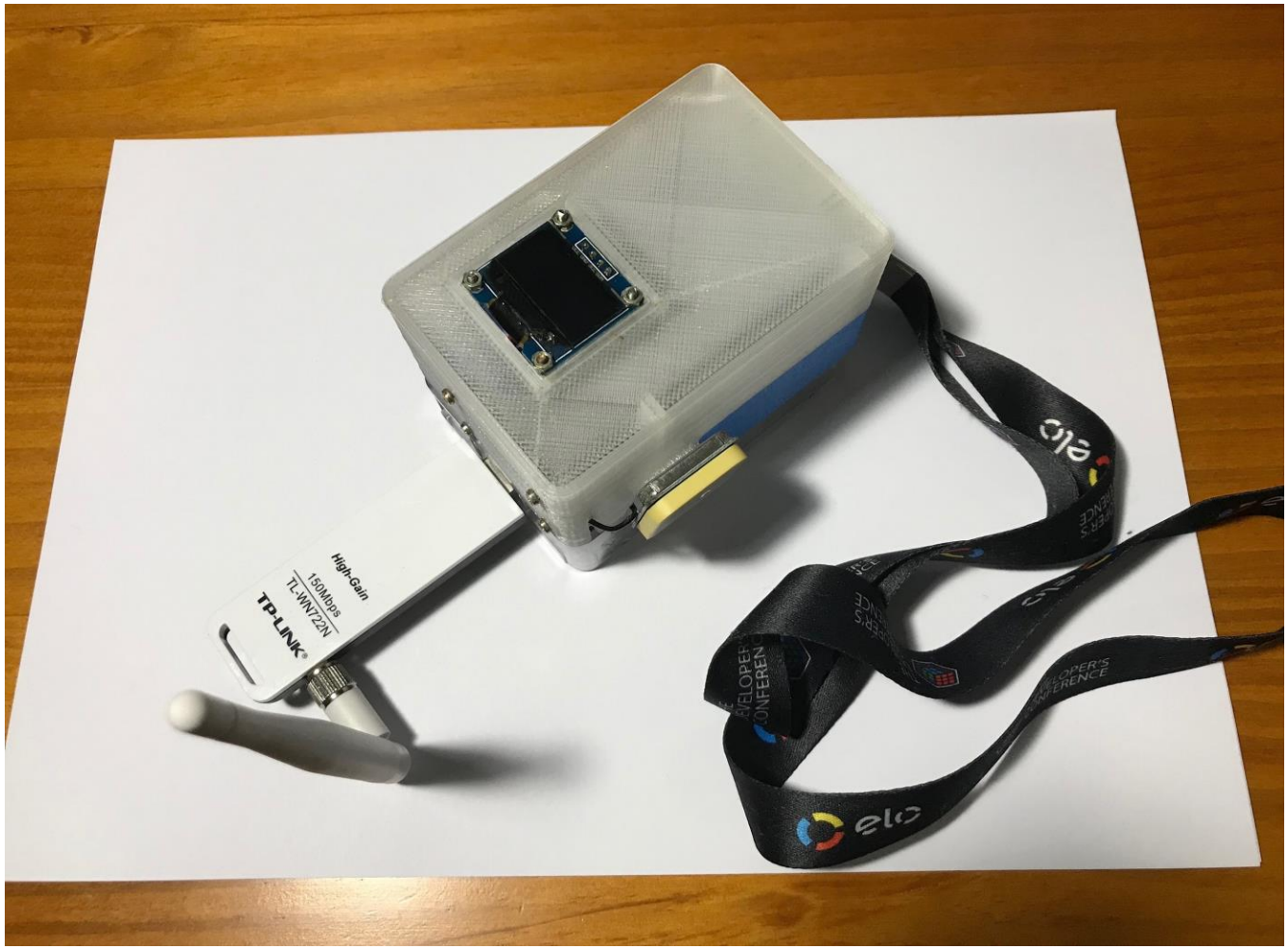
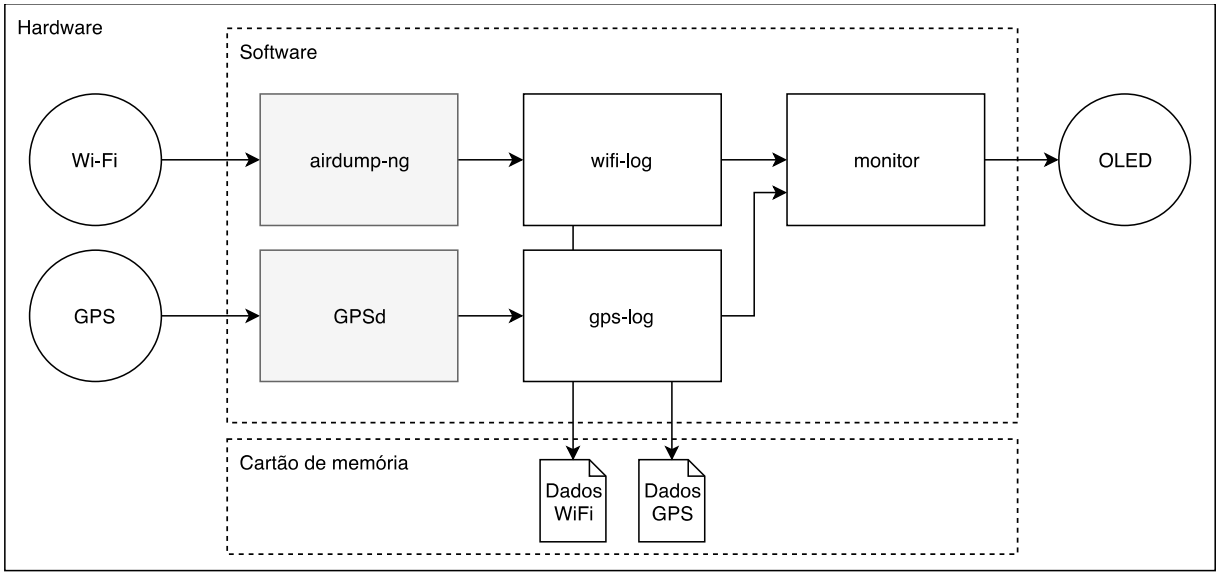
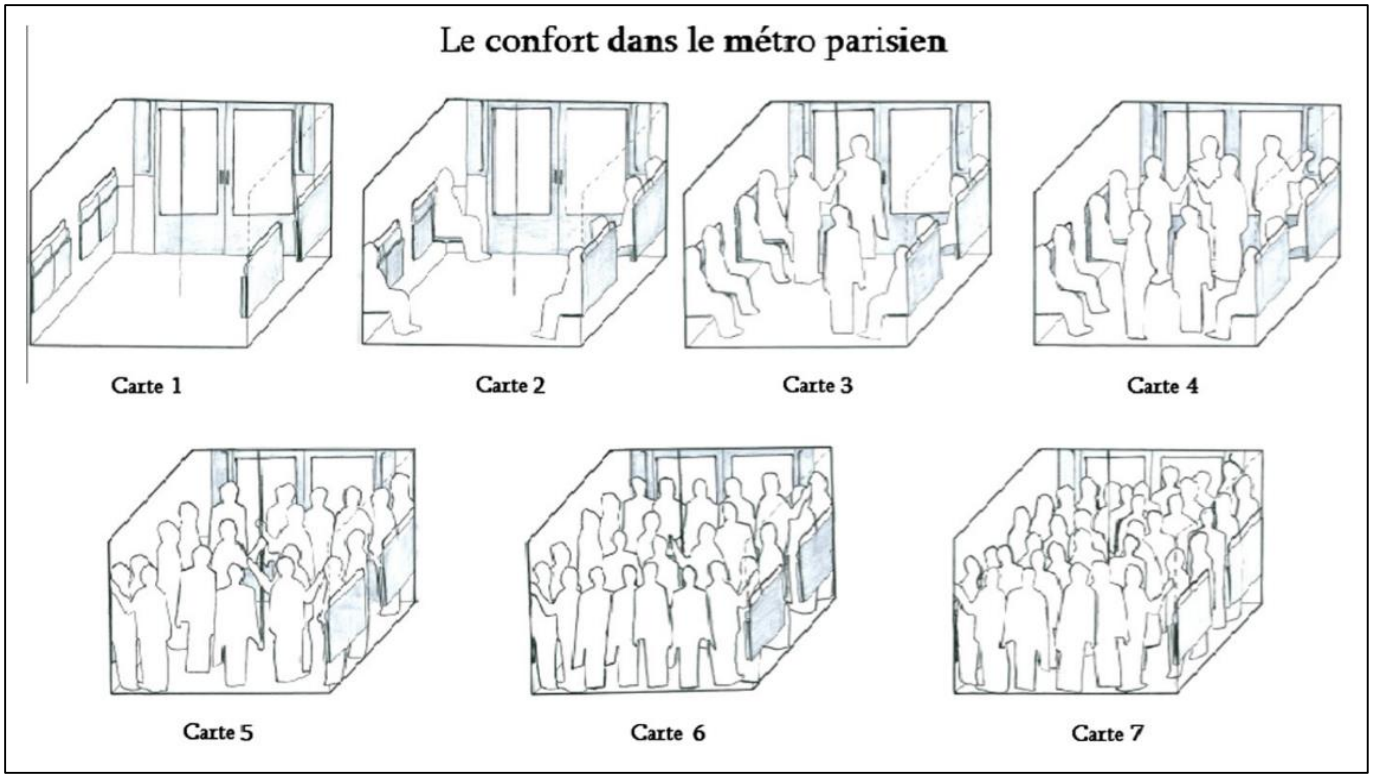


Diagrama dos componentes que compõe o protótipo



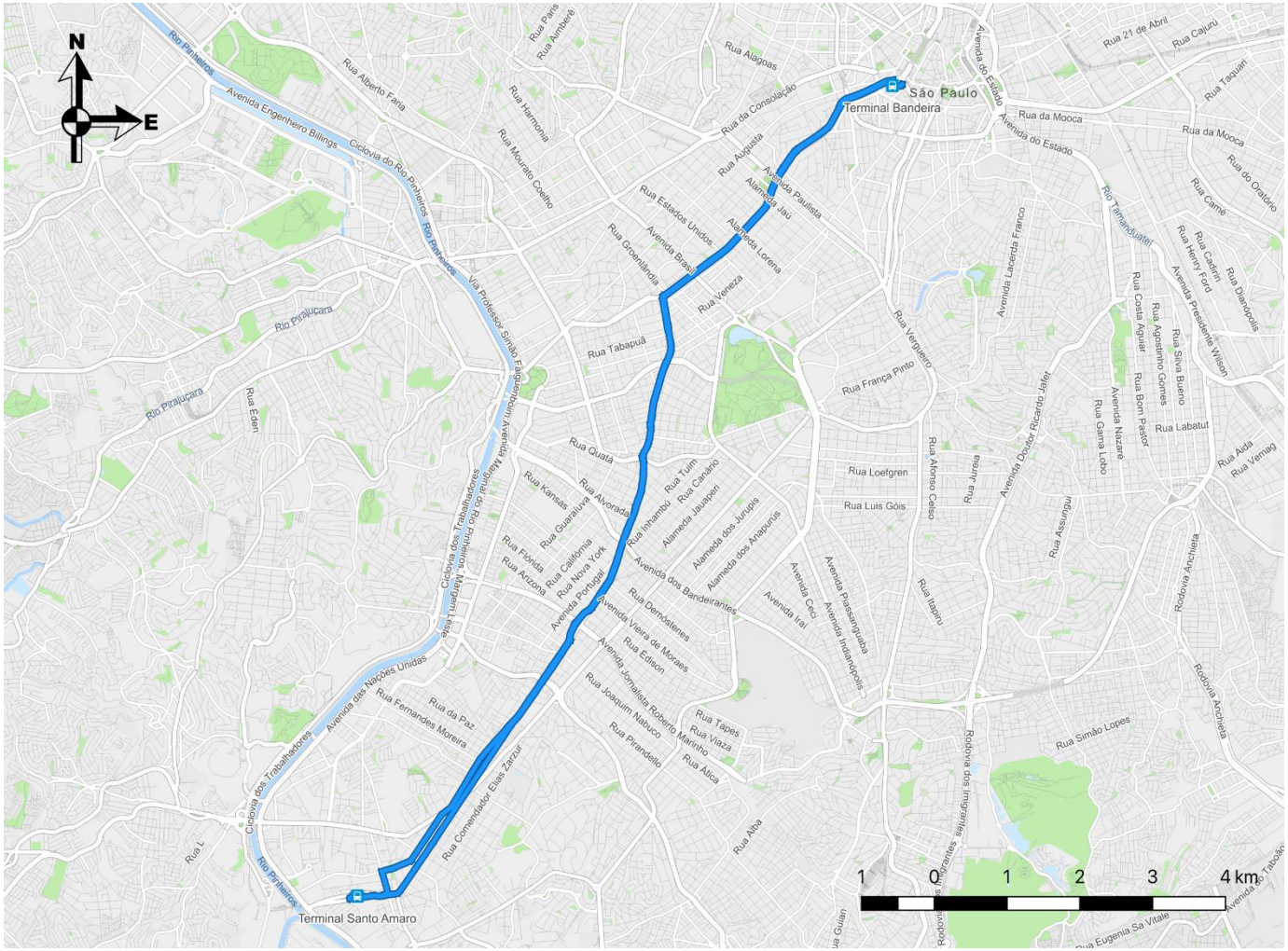
Classificação da ocupação do carro através da densidade de pessoas



Escala de classificação da ocupação de um veículo e sua definição

Nível	Descrição	Definição
1	Parcialmente sentados	Alguns lugares vazios
2	Sentados	Todos os bancos ocupados
3	25% de ocupação	Todos os bancos ocupados com algumas pessoas em pé
4	50% de ocupação	Meia lotação do corredor
5	75% de ocupação	Lotação de 3/4 do veículo
6	90% de ocupação	Apesar de lotado, observa-se que tem capacidade para atender mais usuários
7	Lotado	Capacidade total utilizada
8	Superlotado	Além da capacidade normal

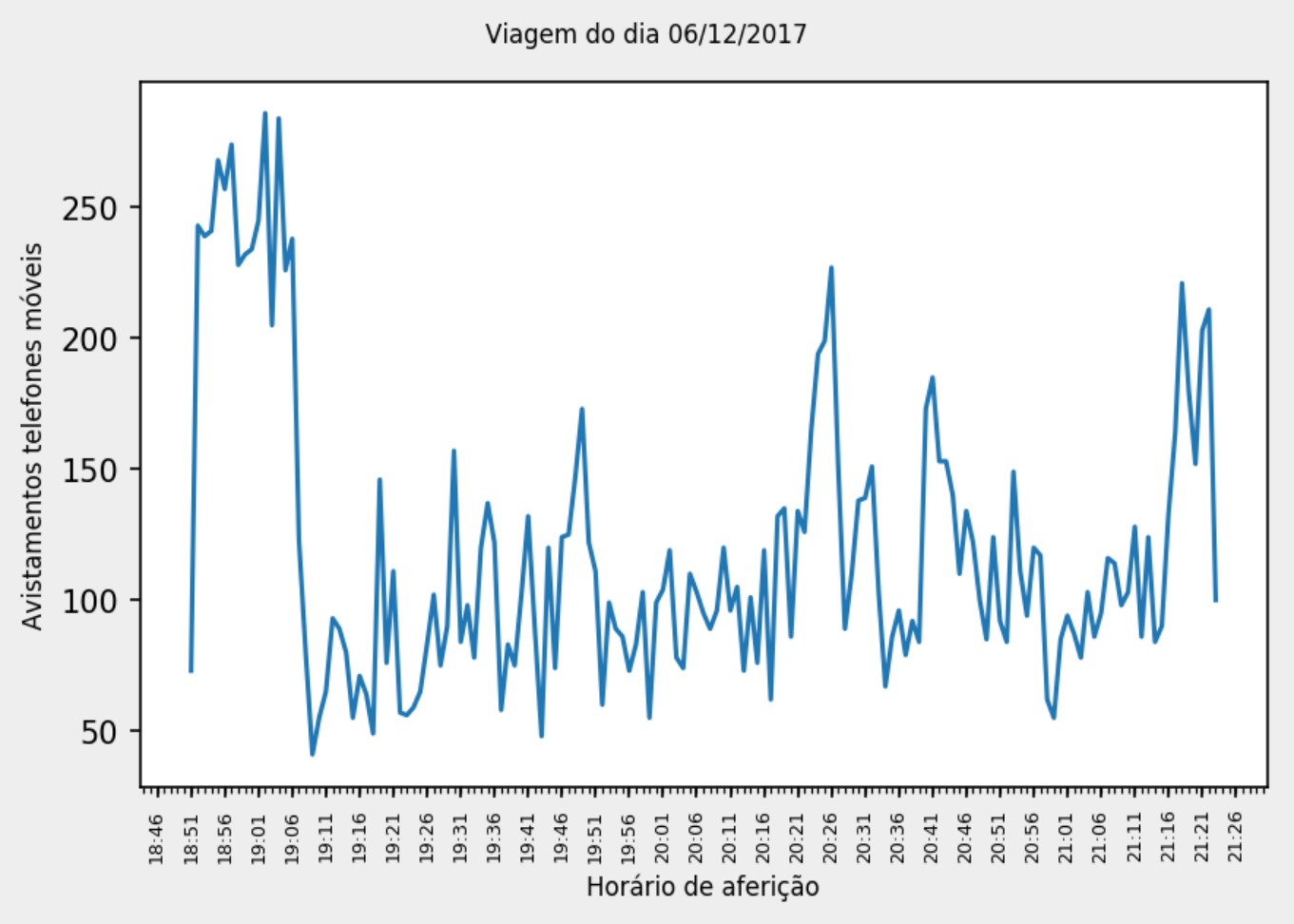
Trajeto de ida e volta da Linha 6500-10: Term. Bandeira – Term. Sto. Amaro



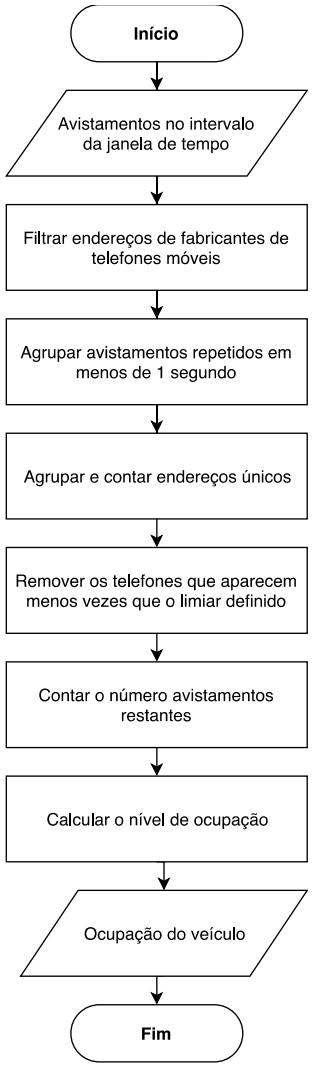
Planilha de dias e horários em que o experimento foi executado

Data	Sentido	Horário de inicio	Horário de fim
Qua. 29 de nov. de 2017	Term. Sto. Amaro	07 h 56 min	08 h 41 min
	Term. Bandeira	08 h 56 min	09 h 45 min
Qua. 6 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	19 h 03 min	20 h 02 min
	Term. Bandeira	20 h 10 min	21 h 23 min
Qui. 07 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	07 h 56 min	08 h 40 min
	Term. Bandeira	08 h 45 min	09 h 36 min
Sex. 08 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	19 h 24 min	20 h 35 min
	Term. Bandeira	21 h 01 min	22 h 21 min
Seg. 11 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	08 h 26 min	09 h 18 min
	Term. Bandeira	09 h 23 min	10 h 18 min
Ter. 12 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	19 h 13 min	20 h 15 min
	Term. Bandeira	20 h 28 min	21 h 38 min
Qua. 13 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	12 h 57 min	13 h 55 min
	Term. Bandeira	14 h 03 min	14 h 56 min

Contagem simples de dispositivos móveis durante uma corrida

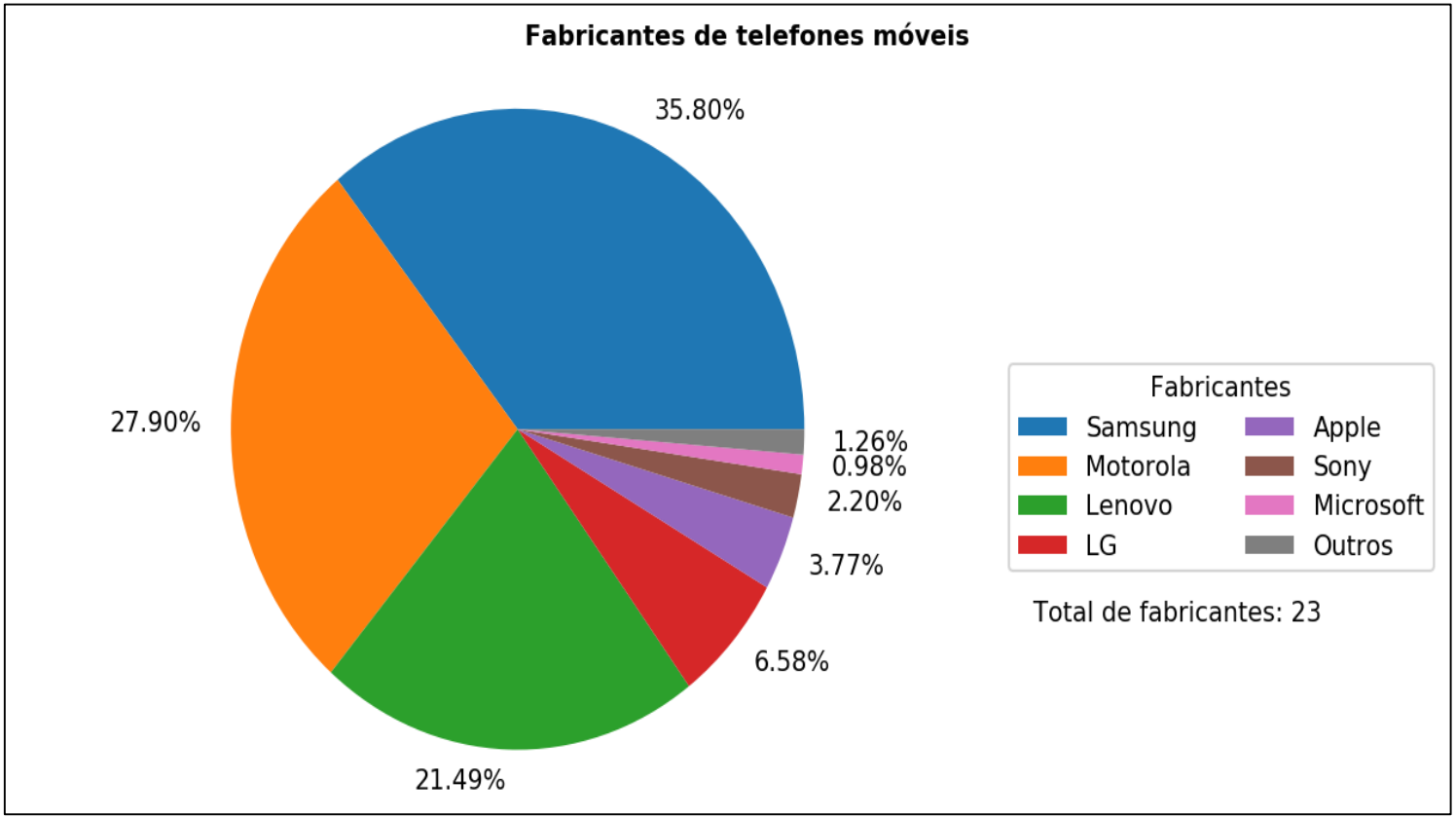


Fluxograma das etapas do algoritmo de estimativa da ocupação E, Mapeamento dos níveis de ocupação de pesquisa visual com a saída do algoritmo

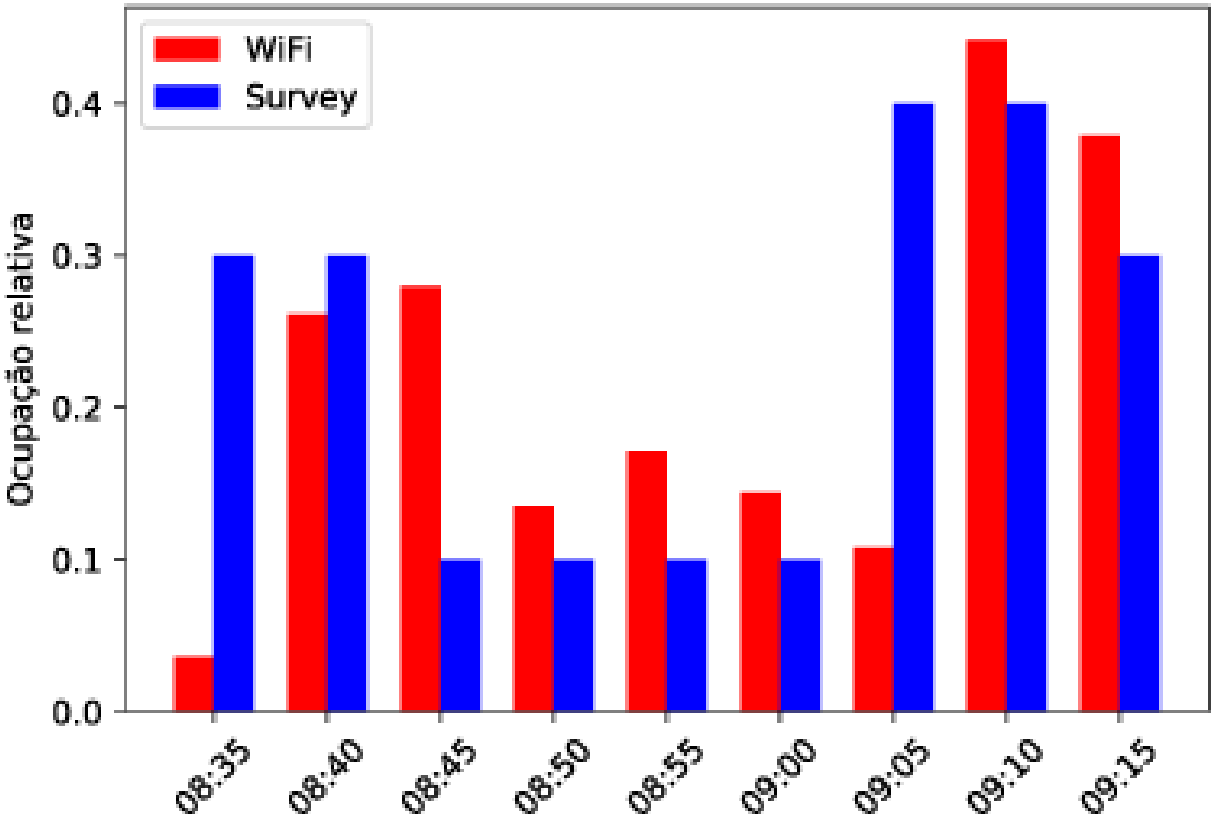


Nível	Descrição	Saída do algoritmo	Estim. de passageiros
1	Parcialmente sentados	< 15%	Até 26 pessoas
2	Sentados	≥ 15% e < 25%	Até 43 pessoas
3	25% de ocupação	≥ 25% e < 40%	Até 70 pessoas
4	50% de ocupação	≥ 40% e < 60%	Até 104 pessoas
5	75% de ocupação	≥ 60% e < 80%	Até 139 pessoas
6	90% de ocupação	≥ 80% e < 90%	Até 156 pessoas
7	Lotado	≥ 90% e < 100%	Até 174 pessoas
8	Superlotado	≥ 100%	Mais que 174 pessoas

Proporção dos avistamentos por fabricantes de telefones móveis

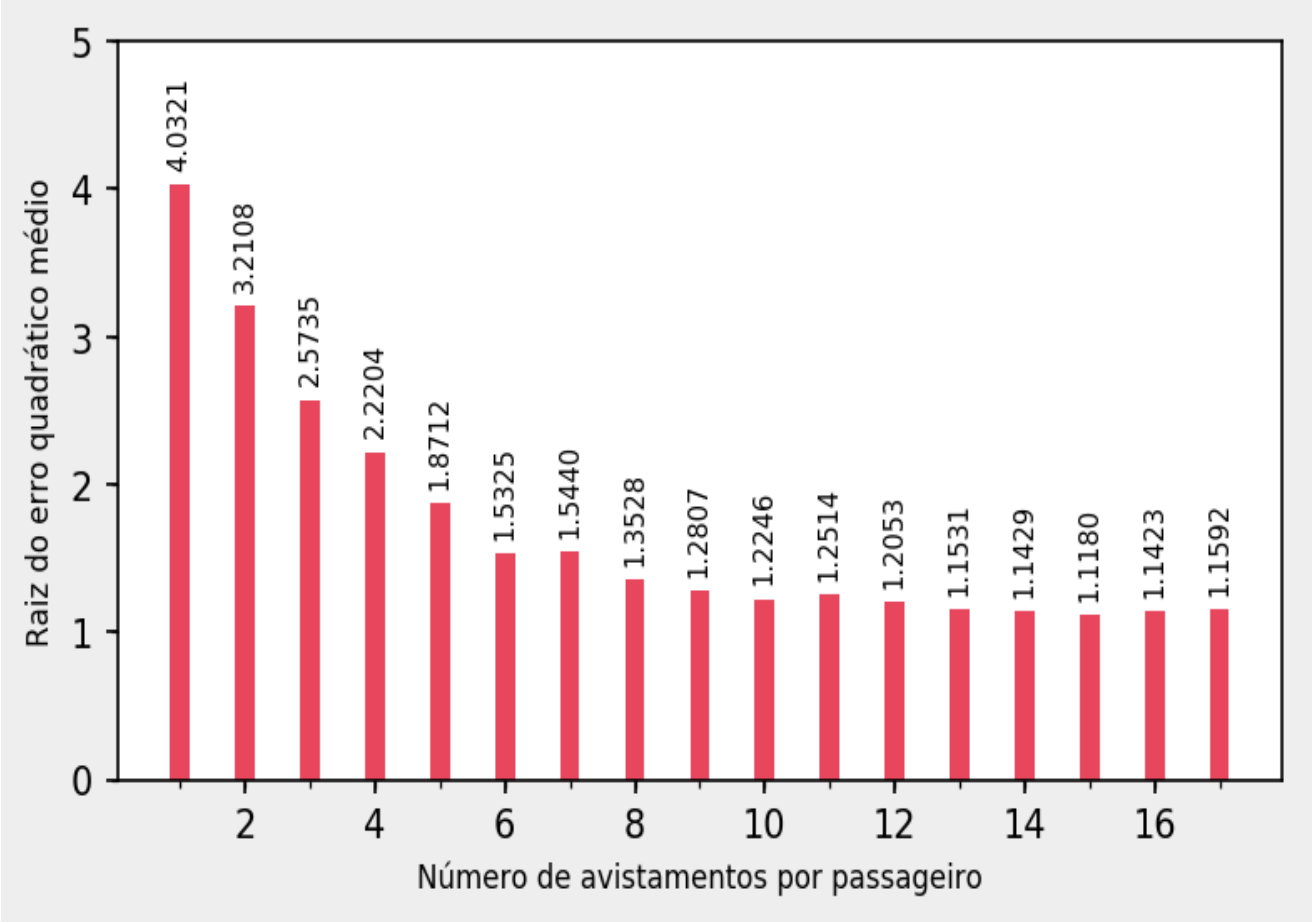


Dados emparelhados da ocupação: provindos do sensor e observados



Análise de variância dos limiares do número de passageiros

incerteza de
± 22 passageiros



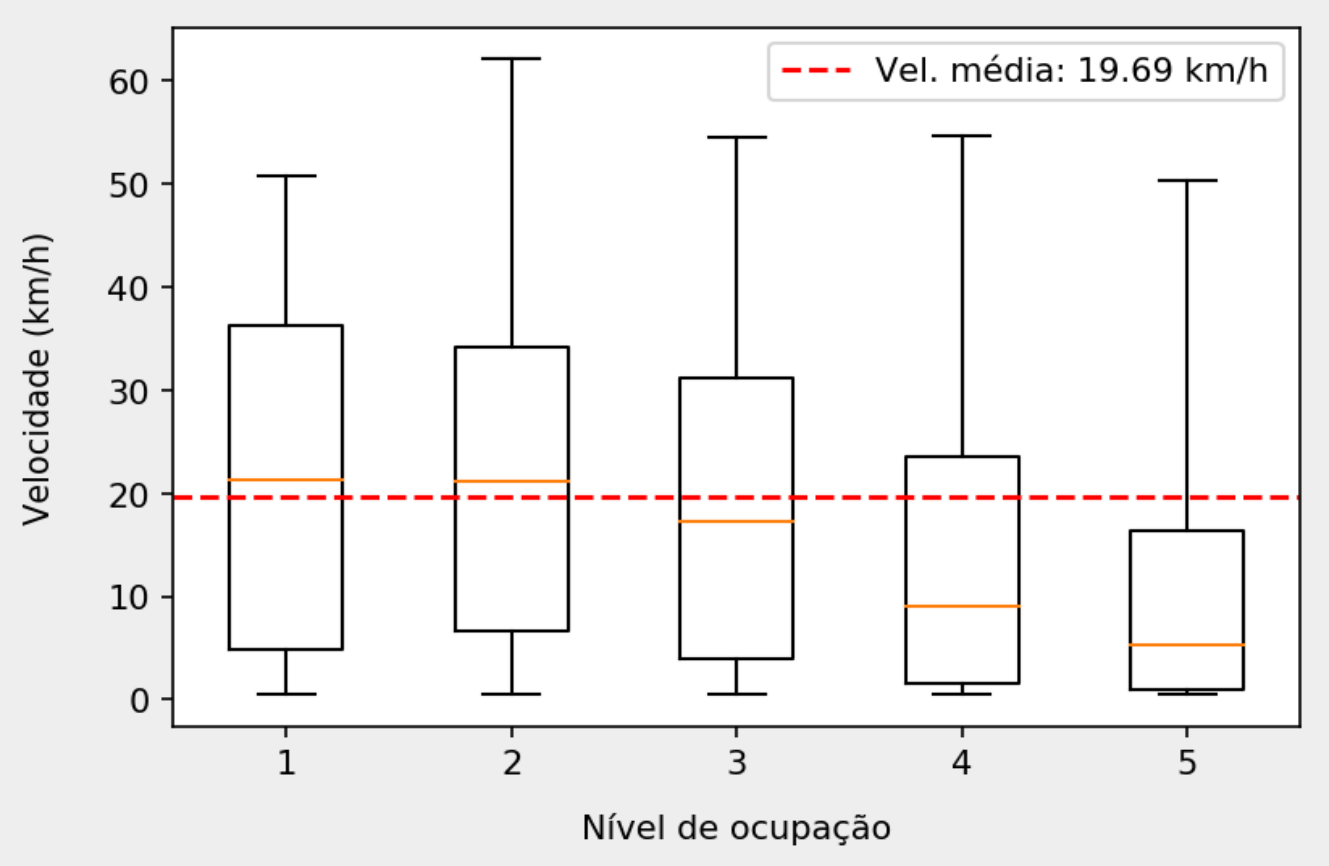
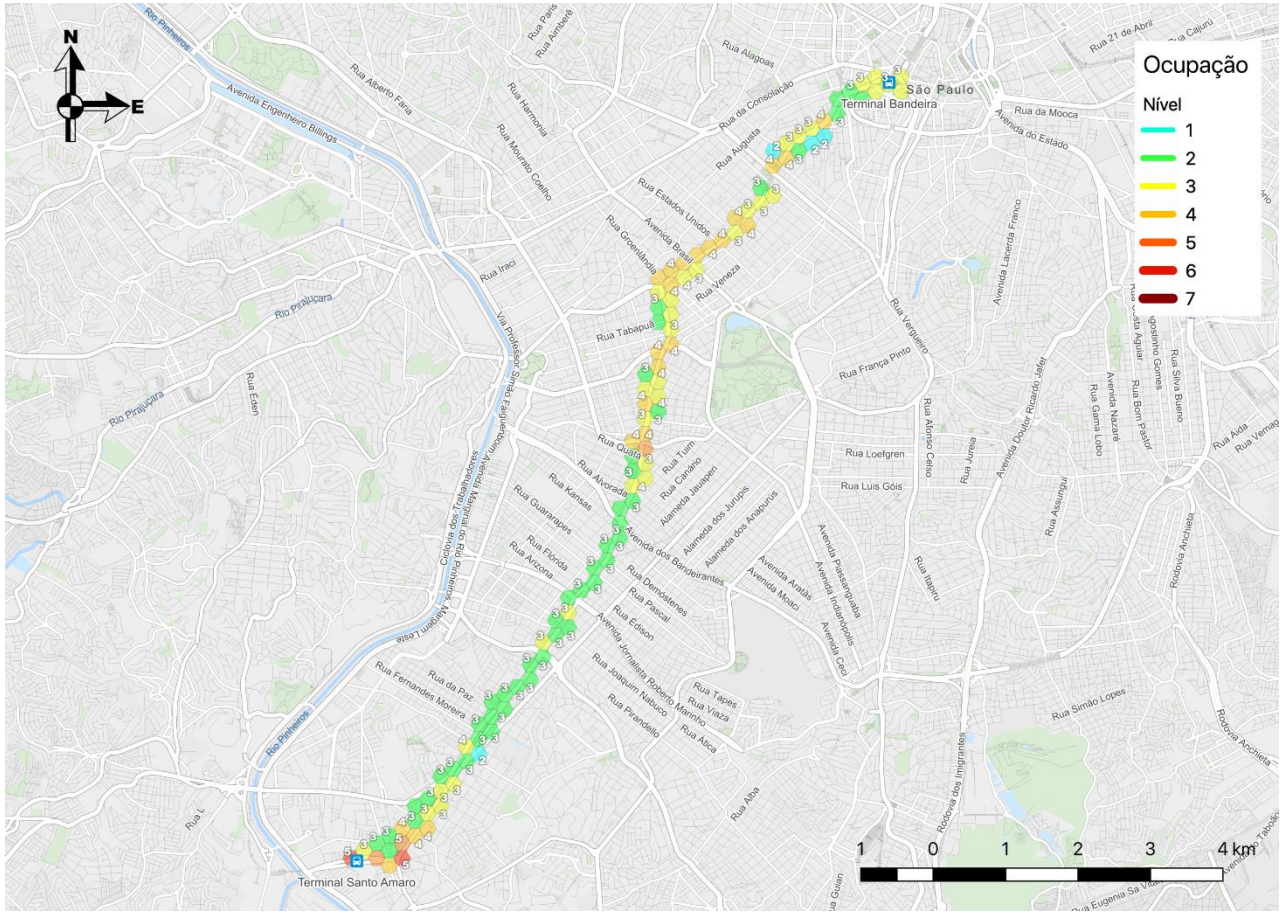
Teste qui quadrado de aderência dos dados observados e esperados para cada viagem

nível de significância α = 20%

$15\% \leq \alpha \leq 20\%$

Data	Sentido	χ^2	Valor-P	Rejeita H_0
Qua. 29 de nov. de 2017	Term. Sto. Amaro	0,0762	0,0762	Sim
	Term. Bandeira	0,1368	0,1368	Sim
Qua. 6 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	4.3333	0,0000	Sim
	Term. Bandeira	7.0833	0,1233	Sim
Qui. 07 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	6.1667	0,0068	Sim
	Term. Bandeira	18,3333	0.0871	Sim
Sex. 08 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	N/D	N/D	N/D
	Term. Bandeira	13,7667	0,7193	Não
Seg. 11 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	9,4167	0,0411	Sim
	Term. Bandeira	3,8333	0,0078	Sim
Ter. 12 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	14,3333	0,8425	Não
	Term. Bandeira	10,5000	0,1615	Sim
Qua. 13 de dez. de 2017	Term. Sto. Amaro	9,2500	0,0295	Sim
	Term. Bandeira	3,5000	0,0010	Sim

Diagrama de caixa (**Boxplot**) do efeito do nível de ocupação do veículo na sua velocidade em todas as viagens.



Mapa de densidade da matriz de origem e destino do sensor APC Wi-Fi