

PTR5917_1quadr19:

Pesquisas em IPTS



- **Desenvolvimento da Pesquisa Científica em Engenharia**
 - Aulas sobre metodologia científica
 - Estudo de artigos científicos
 - Resumos e apresentações
- **Projeto de Pesquisa**
 - Escolha de disciplinas
 - Revisão bibliográfica
 - Fontes de dados
 - Métodos de tratamento dos dados
 - Ferramentas computacionais
- **Conceitos de ITS**
 - Aulas expositivas
 - Referências (livros, cadernos técnicos, artigos, normas)
- **Ferramentas de pesquisa:**
 - Aulas práticas utilizando softwares para modelos de simulação
 - Apresentação de estudos de casos
 - Plataformas científicas (Web of Science, Scielo, Sucupira, Orcid, Lattes, Revisão textos, verificação de plágio etc)

ITS (Sistemas Inteligentes de Transportes)

Ênfase 1: Aplicação na Operação de Ônibus Urbanos

Dissertações já concluídas

1. Modelagem e Simulação da Aplicação de Prioridade Semafórica Condicional em Corredores de ônibus (2015)
2. Influência de fatores climáticos na operação de frotas de ônibus urbanos (2017)
3. Aplicativo móvel para uma operação de ônibus comandada pelo viajante: um projeto de experiência do usuário (UX) [2019]

Dissertações em fase de finalização

1. Estimativa da ocupação de ônibus do transporte público através do sensoriamento por Wi-Fi de telefones móveis
2. Intervenções operacionais visando a regularidade e a eficiência de sistemas de ônibus urbanos: resenha de estudos acadêmicos e simulação de aplicações com dados reais

Aplicativo móvel para uma operação de ônibus comandada pelo viajante: um projeto de experiência do usuário (UX)

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:

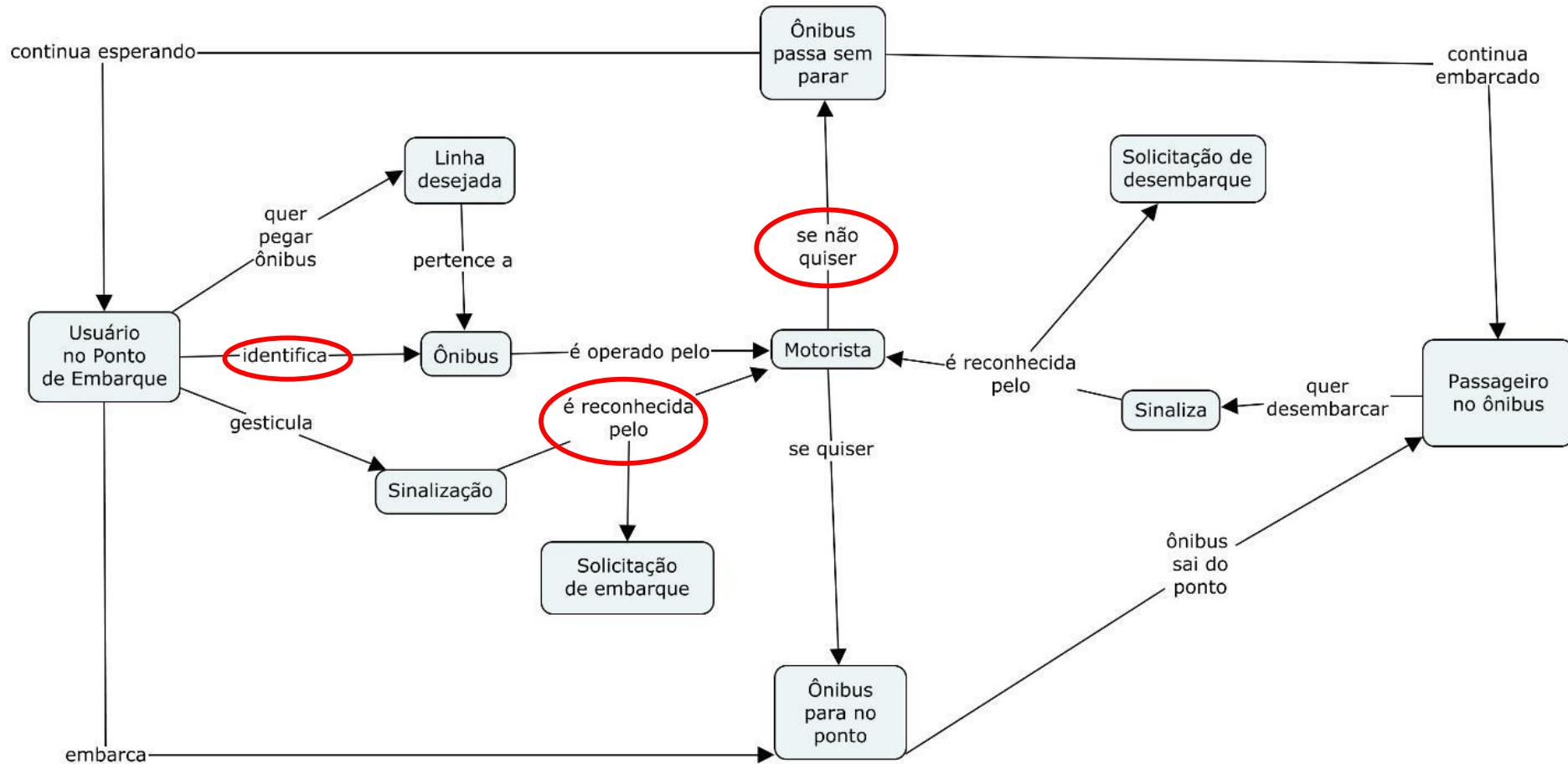
- Identificar que está na hora de pedir a parada
- Saber se o ônibus vai parar
- Chegar na porta

Do motorista:

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

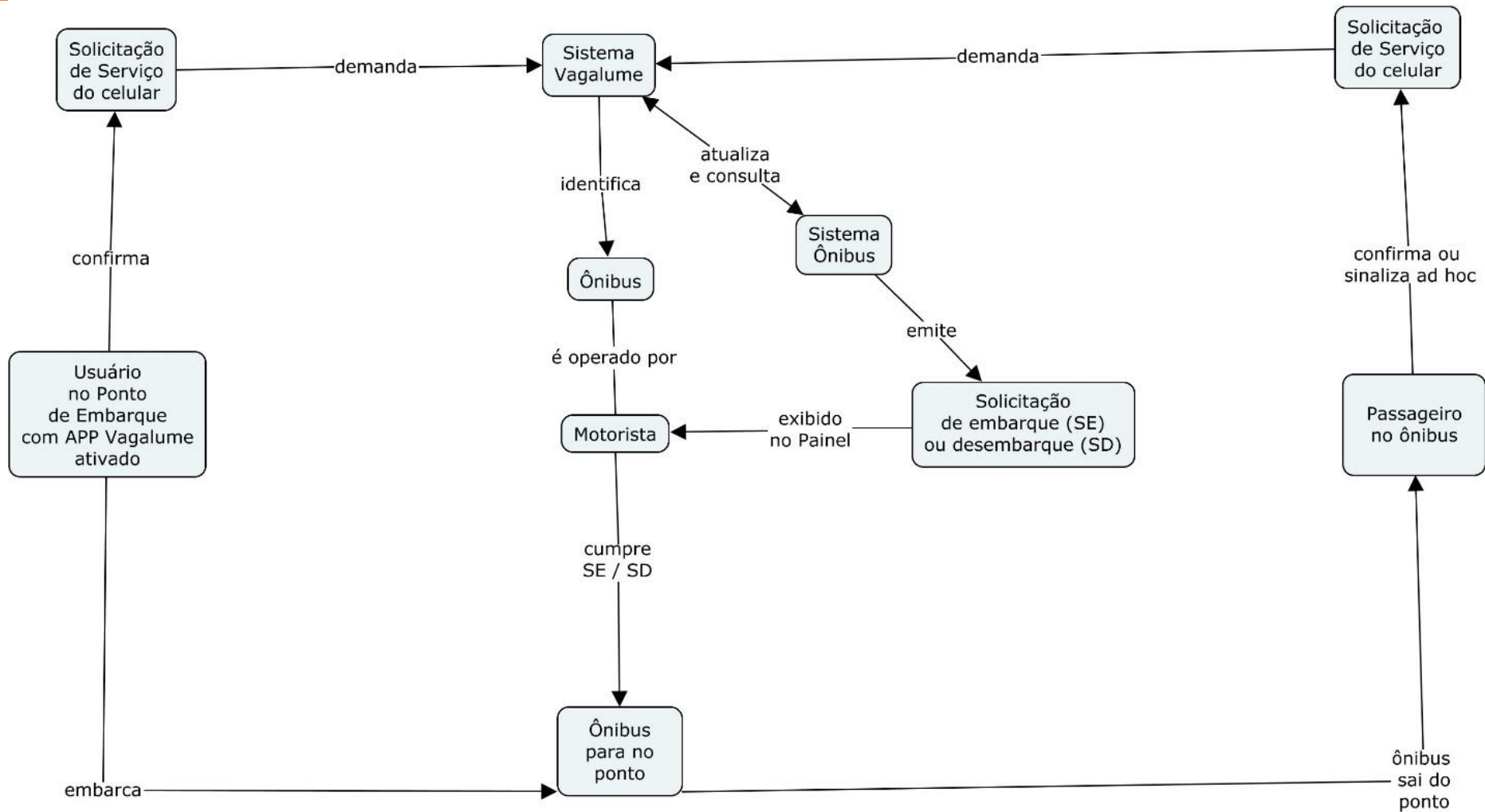
EMBARQUE E
DESEMBARQUE

Como ocorre o problema de embarque e desembarque nos ônibus?



SOLUÇÃO PROPOSTA

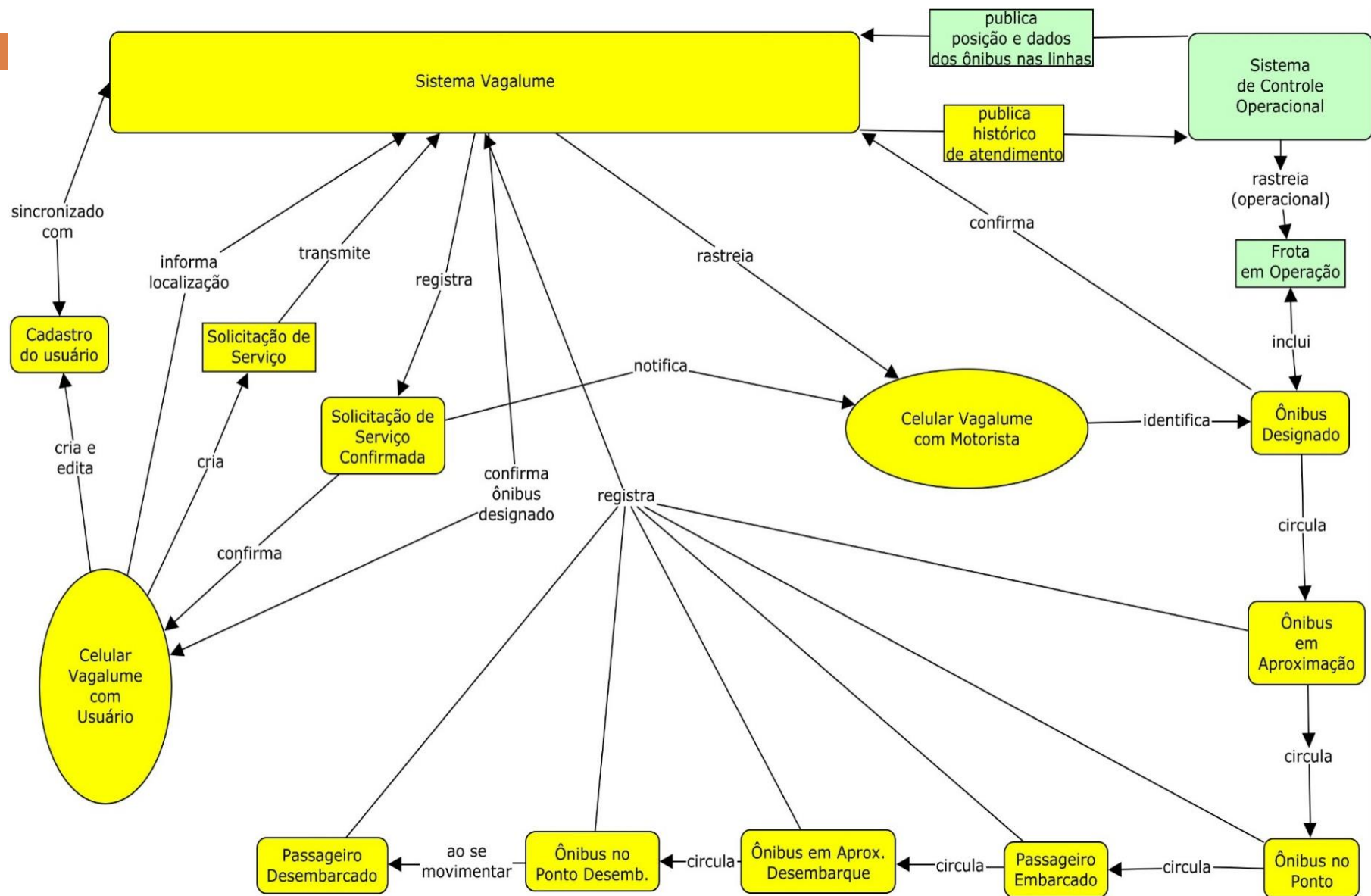
Como funcionaria uma solução para o problema de embarque e desembarque nos ônibus?



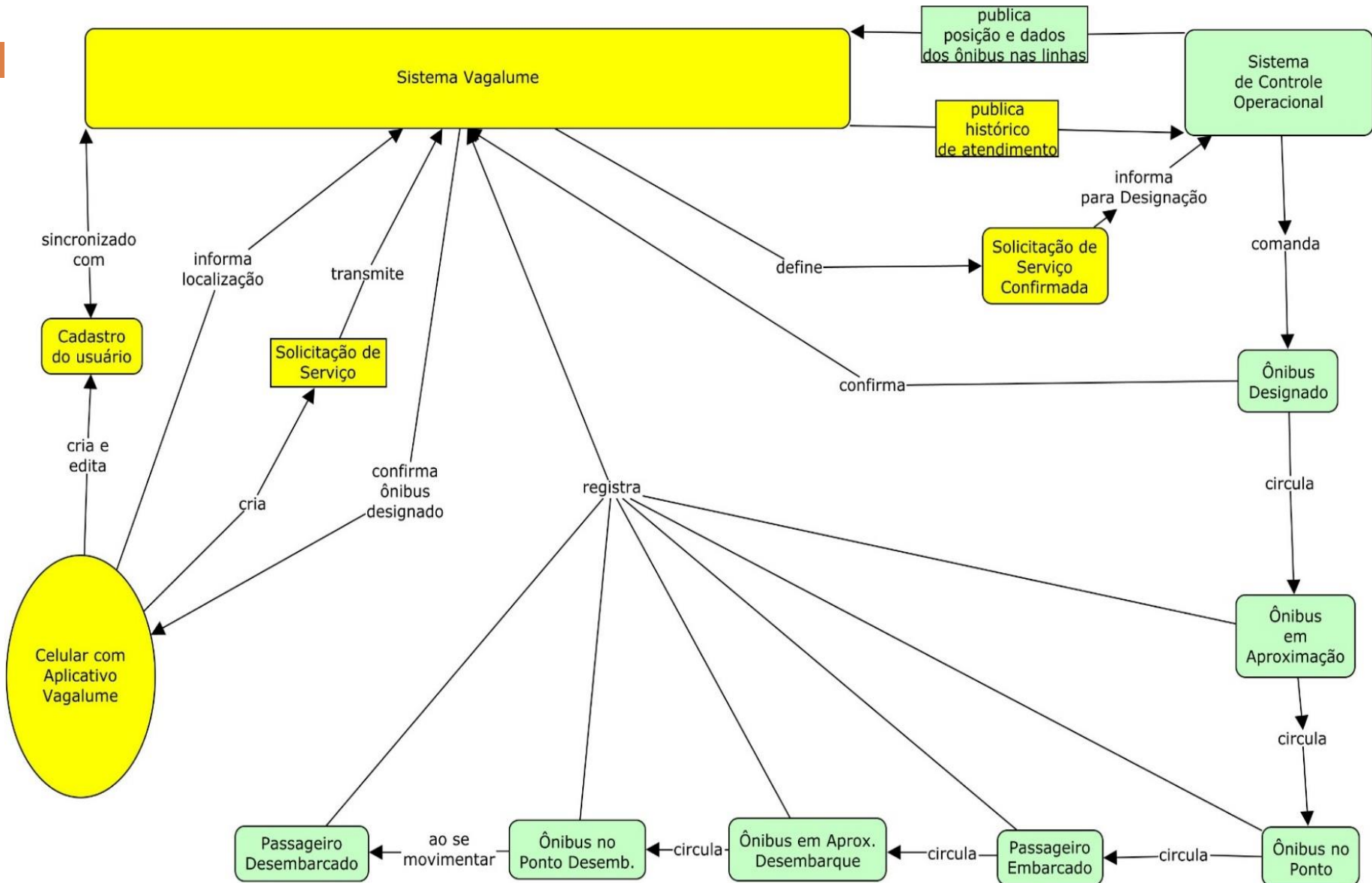
ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO

- 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

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)

ALTERNATIVAS

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 usuário se desenvolve linearmente como fotogramas
- A experiência final é o resultado de momentos de destaque
- Outras viagens anteriores e suas impressões se somam
- Imagens sem maiores elaborações, não promocionais

No ponto



EMOCIONAL





**Procurando
ver e ser visto**

EXPERIÊNCIA

Sua confirmação

IMAGINÁRIO



A photograph of a male bus driver wearing glasses and a light blue shirt, seen from the side while driving. The dashboard features a digital display showing a camera feed of the road ahead. The background shows a city street with trees and a bus.

**Motorista é
avisado no
painel**

CONTROLE E NÃO APENAS INFORMAÇÃO

Seu clube de assistência

ASSISTÊNCIA



VAGALUME

0800 333 347

www.vagalume.com.br

Nilza XXXXXXXX

Cadastro 340073

ASSISTÊNCIA



VAGALUME

Em caso de dificuldades de comunicação, desmaio ou desorientação favor usar os dados deste cartão para ajudarmos nosso associado. Obrigado.

COMUNIDADE E PROTEÇÃO



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)

Estrutura Proposta



Estrutura Proposta

- Conjunto de serviços responsáveis pela coordenação entre sistemas de transporte e trânsito, visando melhorar os serviços de transferência intermodos e priorizar o TP em entroncamentos semaforicos.



ITS4BRT: Estrutura Proposta

- ▣ **Coordenação Multimodos**

- Integração entre modos
- Gestão da Semaforização

Coordenação Multimodos

- **Definição do Grupo de Funcionalidades [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Coordenação entre sistemas ITS, visando melhorar os serviços de transferência intermodos e priorizar o transporte público coletivo em entroncamentos semafóricos.
- **Funções ITS componentes deste grupo:**
 - ▣ Gestão da semaforização
 - ▣ Integração entre modos

Coordenação Multimodos – Gestão da Semaforização

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Nos **entroncamentos** onde houver um **sistema de controle de tráfego adaptativo**
 - ▣ busca **privilegiar a circulação dos veículos do TP**
 - através de uma prioridade nos semáforos de trânsito
 - ▣ Estabelece um canal de comunicação entre o(s) Sistema(s) de Controle Operacional do TP e o(s) Sistema(s) de Controle Operacional do Tráfego Urbano
 - visando uma coordenação entre ambos, melhorando o desempenho do TP, sem degradar o tráfego.

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

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

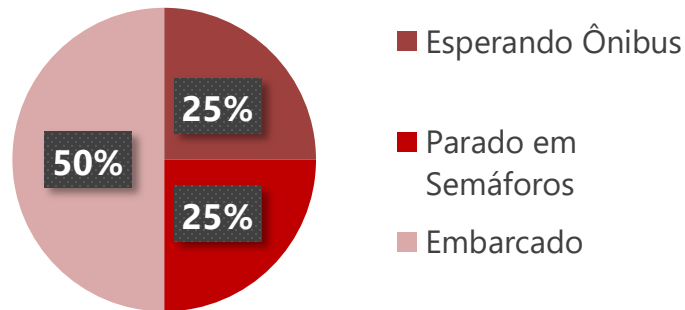
□ <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-05112015-103715/pt-br.php>

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)

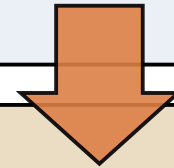
Esta pesquisa investiga priorização do transporte público coletivo e seus impactos nos modos não priorizados, por meio da prioridade semafórica com uso de microssimulação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Constituído de 3 blocos:

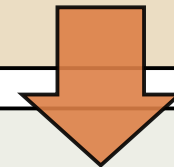
Medidas de prioridade para o transporte público coletivo:

Principais características e aplicações.



Sistemas Inteligentes de Transportes:

Arquitetura, sistemas de prioridade semafórica 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

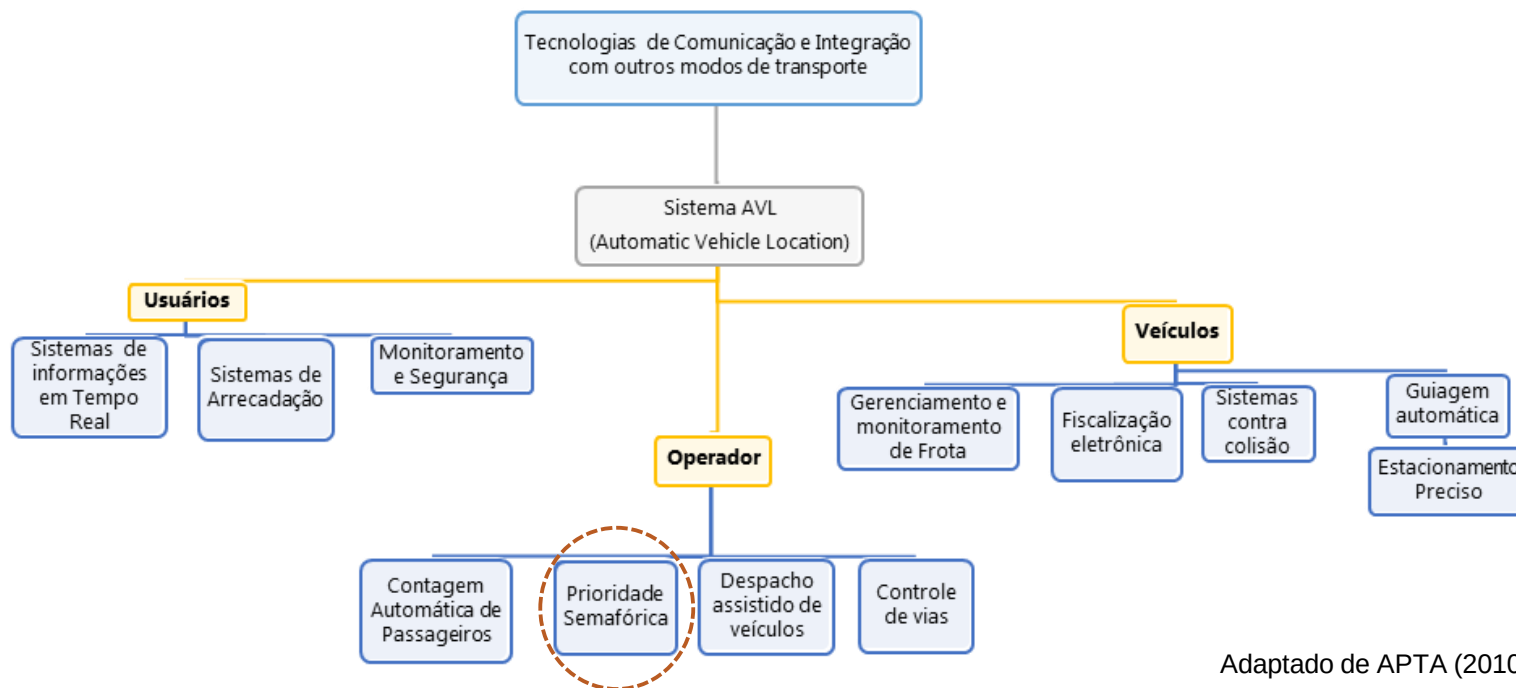
Arquitetura, sistemas de prioridade semafórica e medidas de desempenho.

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

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

(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).

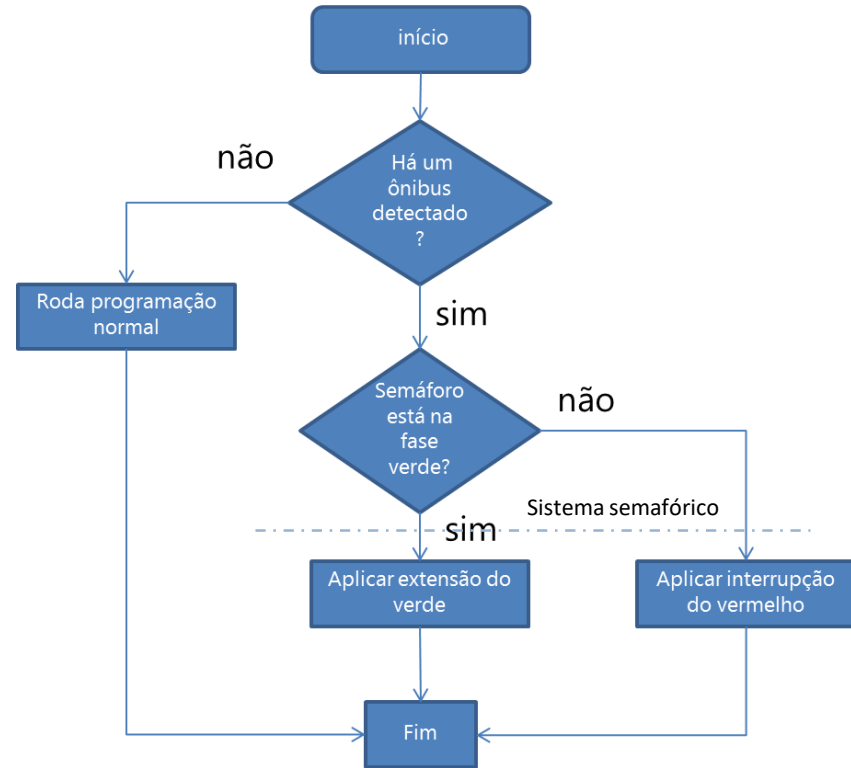
Dois algoritmos:

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)

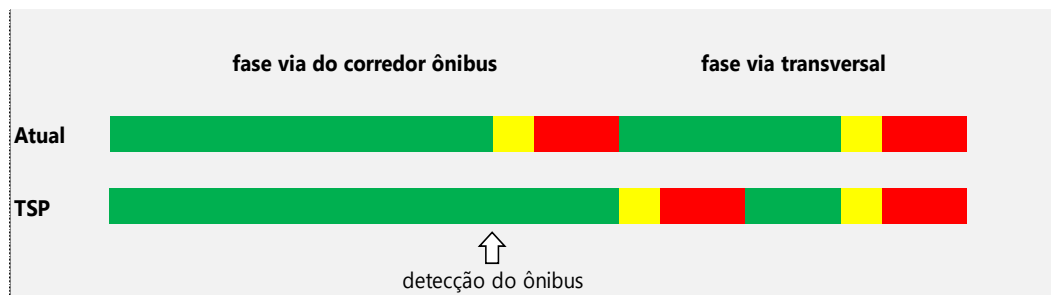
REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

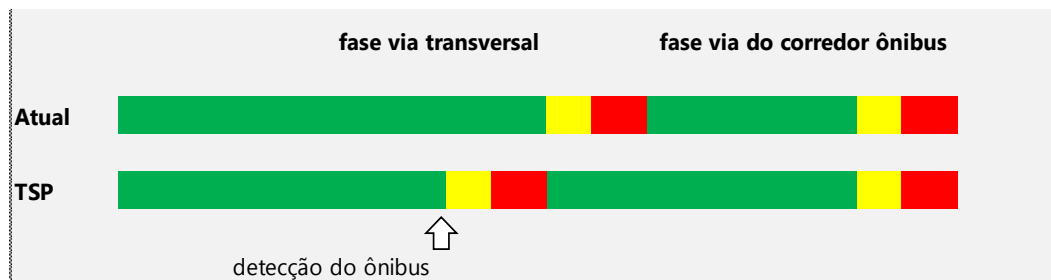
Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

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:

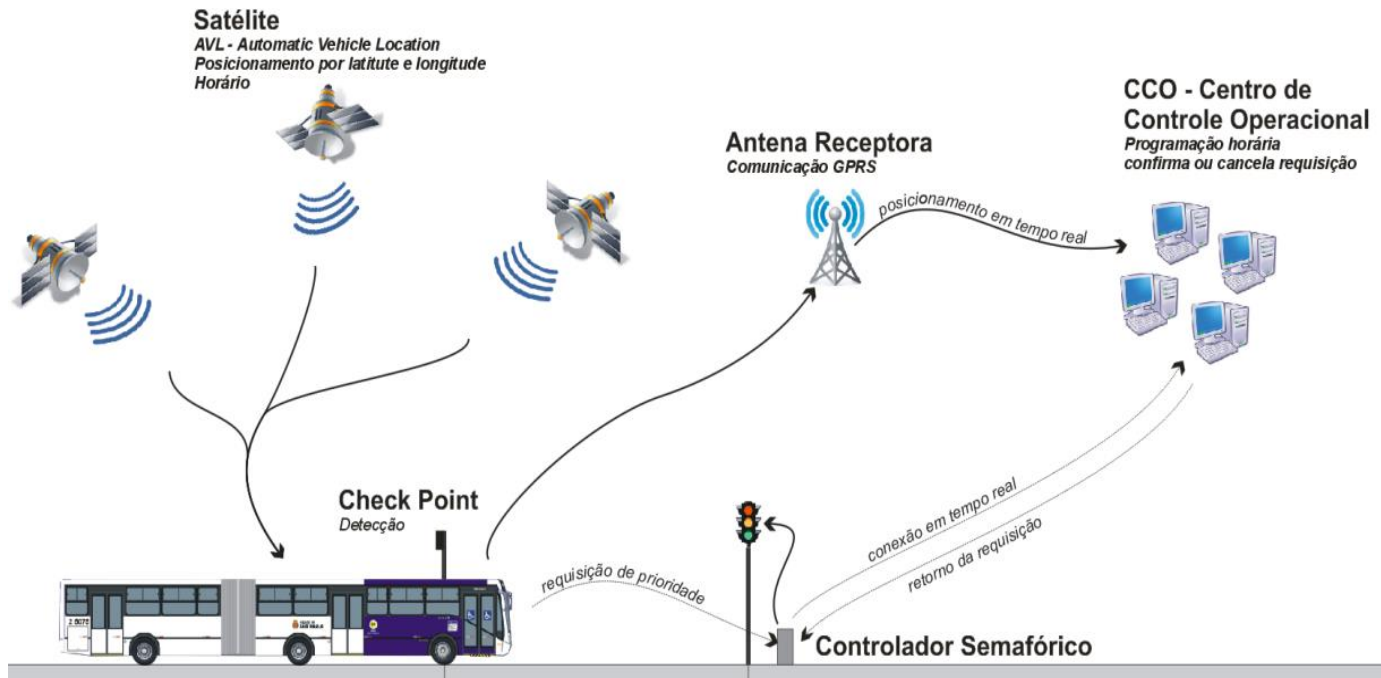
- ✓ Evita impactos negativos para a corrente do tráfego não priorizado (FURTH E MULLER, 2002);
- ✓ Deve-se limitar a frequência de prioridade para ônibus (USDOT e FTA, 2008);
- ✓ Gerar prioridade apenas para os veículos que atendam critérios pré-estabelecidos, tais como: aderência à programação horária 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

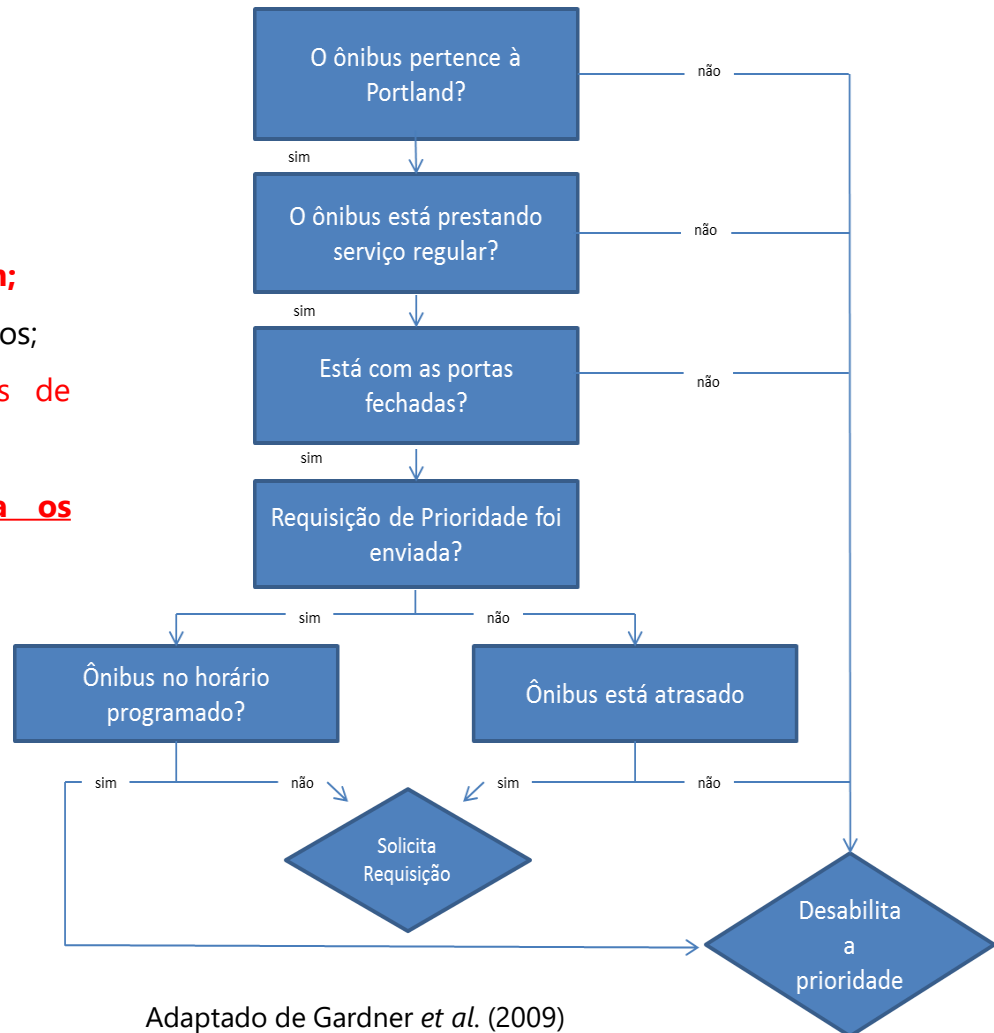
Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Prioridade Ativa Condicional: 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.**

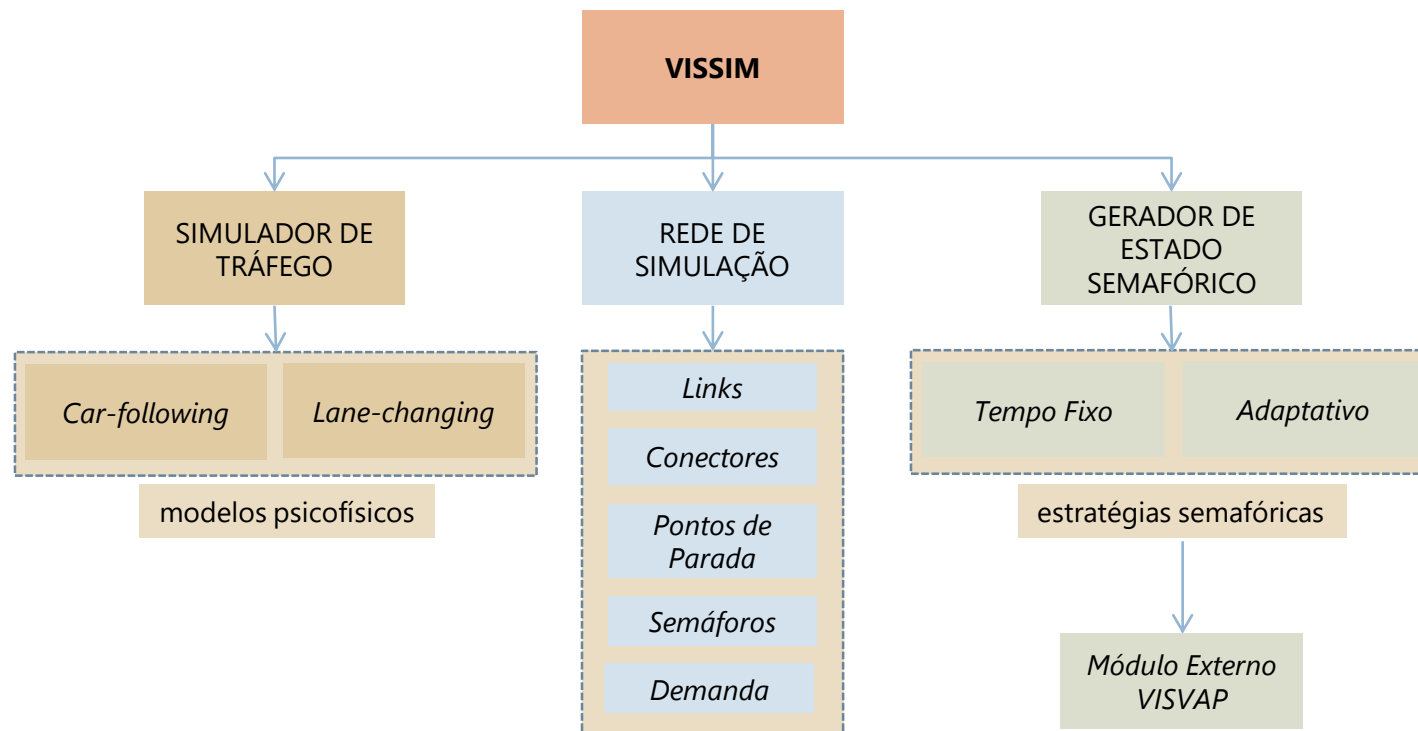


Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

REFERENCIAL TEÓRICO

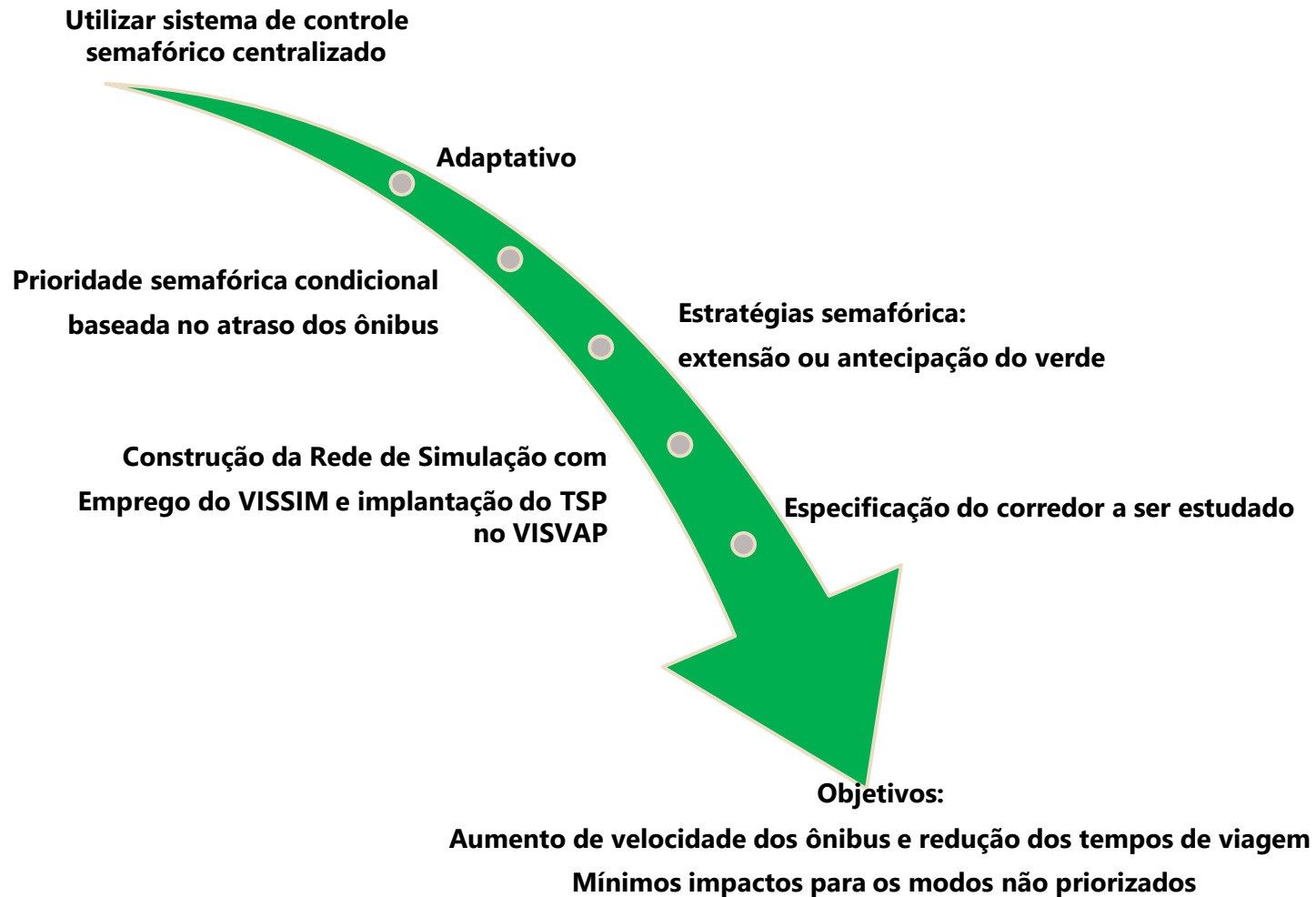
Microssimulação (Ferramenta de Análise)

Características do software



APLICAÇÃO

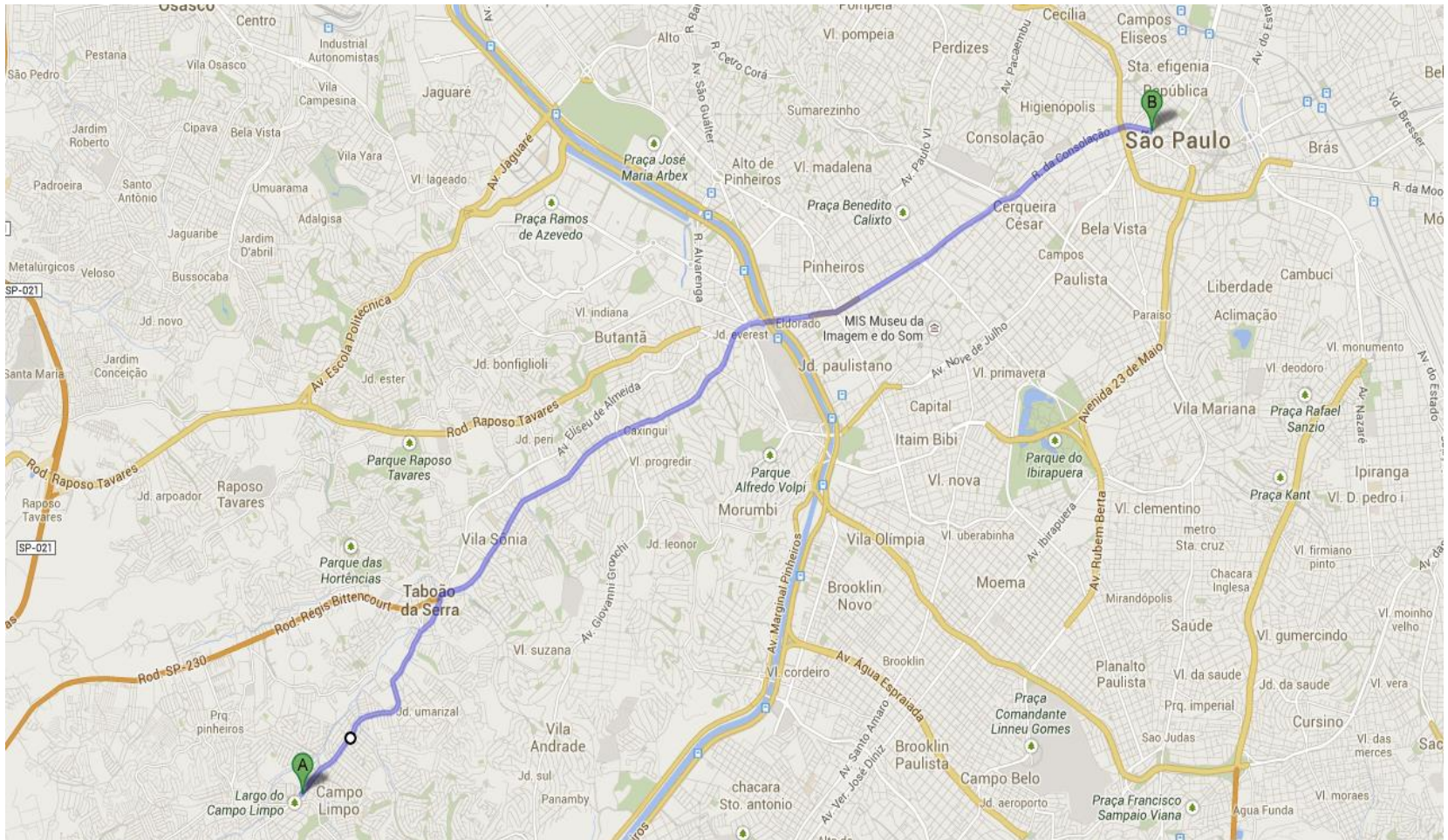
Hipótese considerada



APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado

Corredor Analisado: Corredor Campo Limpo - Rebouças - Centro



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 semaforicos - 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

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**

1 RASTREAMENTO LINHA 8700-10 – TERM. CAMPO LIMPO – PÇA. RAMOS DE AZEVEDO



Trechos onde ocorrem mais retenções

2 RASTREAMENTO LINHA 8700-10 – TERM. CAMPO LIMPO – PÇA. RAMOS DE AZEVEDO



Trechos com retenções. Obras no sistema viário

3 RASTREAMENTO LINHA 8700-10 – TERM. CAMPO LIMPO – PÇA. RAMOS DE AZEVEDO



Trecho com retenção isolada (semáforo)

4 RASTREAMENTO LINHA 8700-10 – TERM. CAMPO LIMPO – PÇA. RAMOS DE AZEVEDO



Trecho onde as retenções são mais intensas

APLICAÇÃO

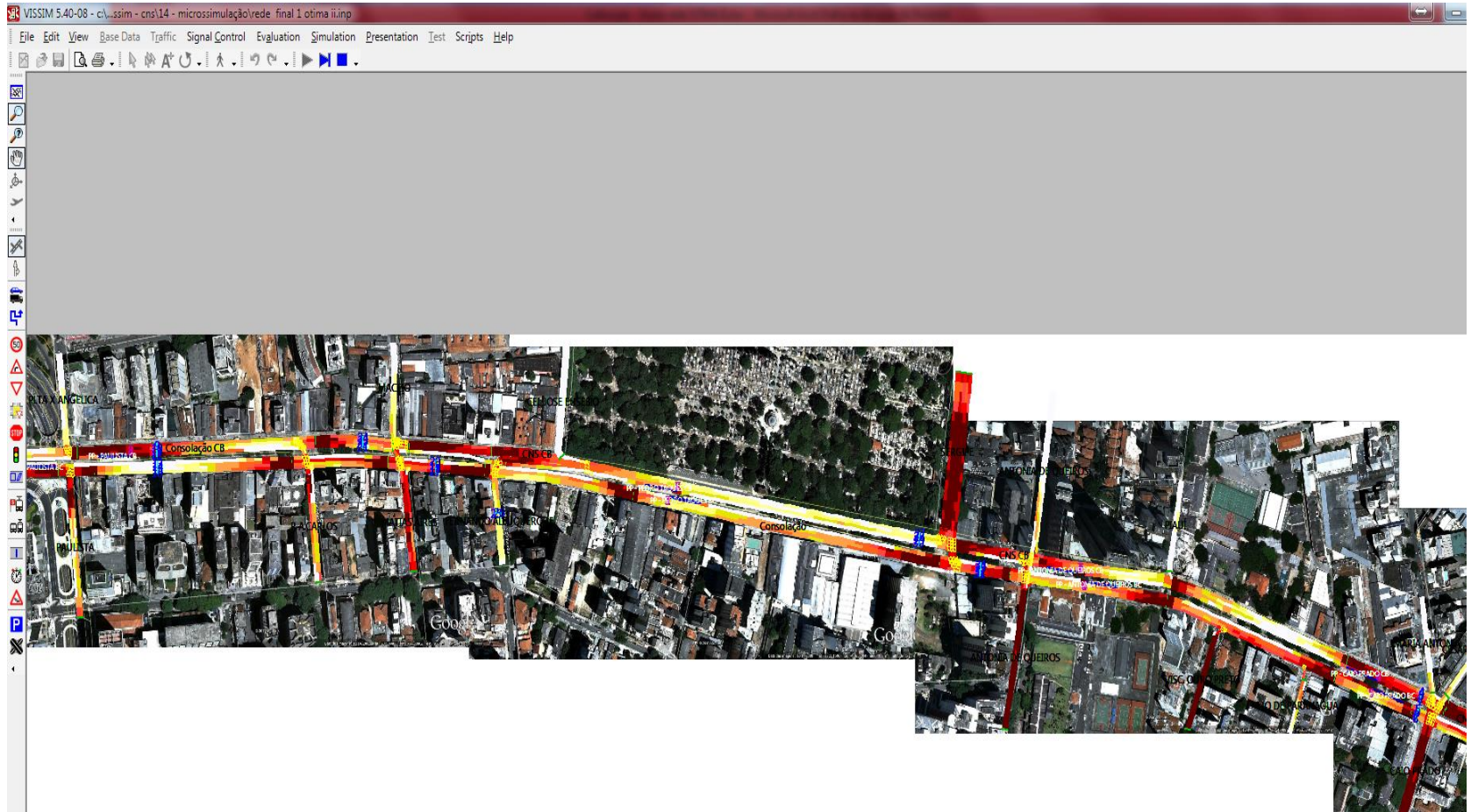
Especificação do corredor a ser estudado.

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

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

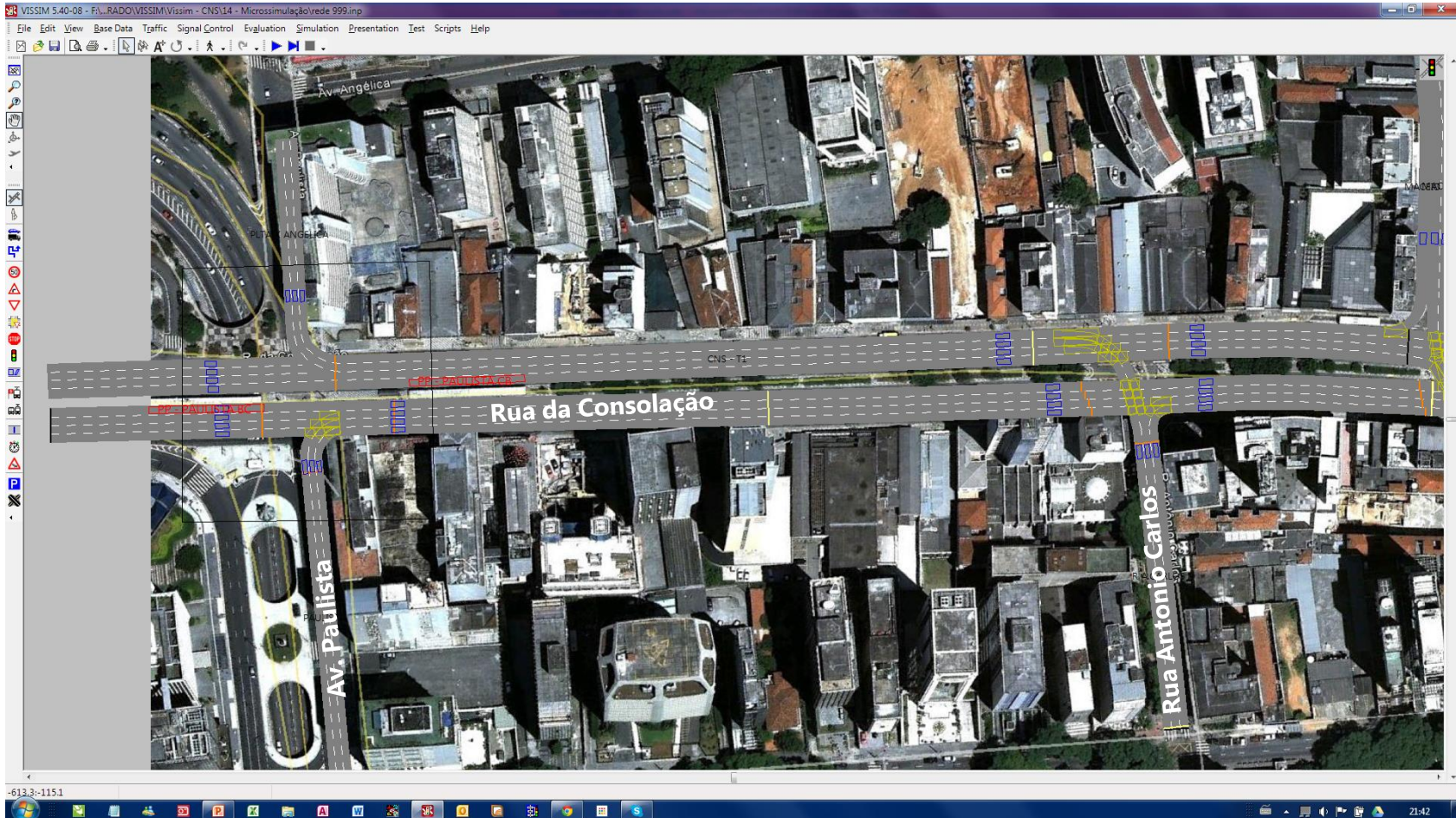


Rede de Referência – Localização dos retardamentos



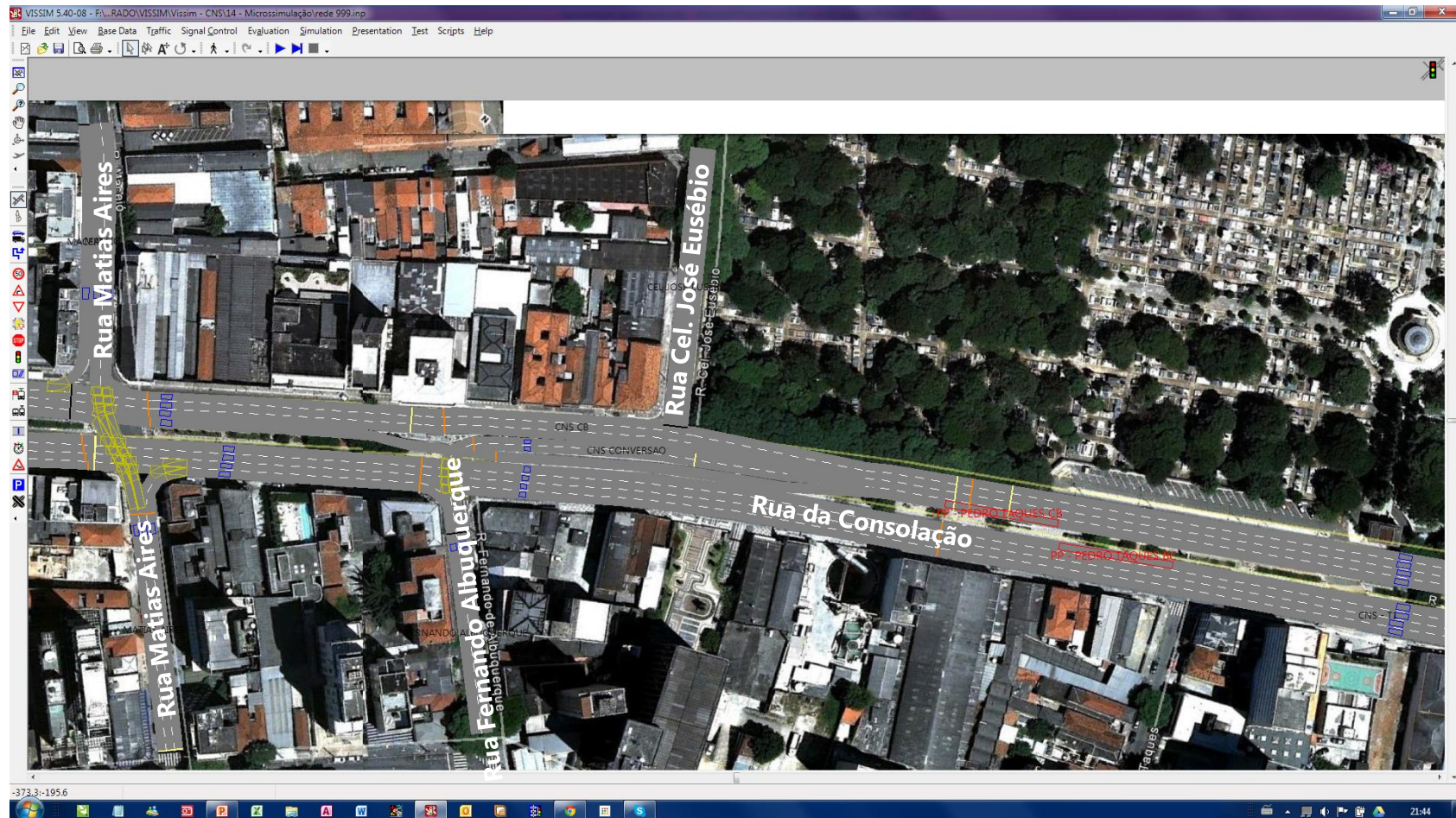
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



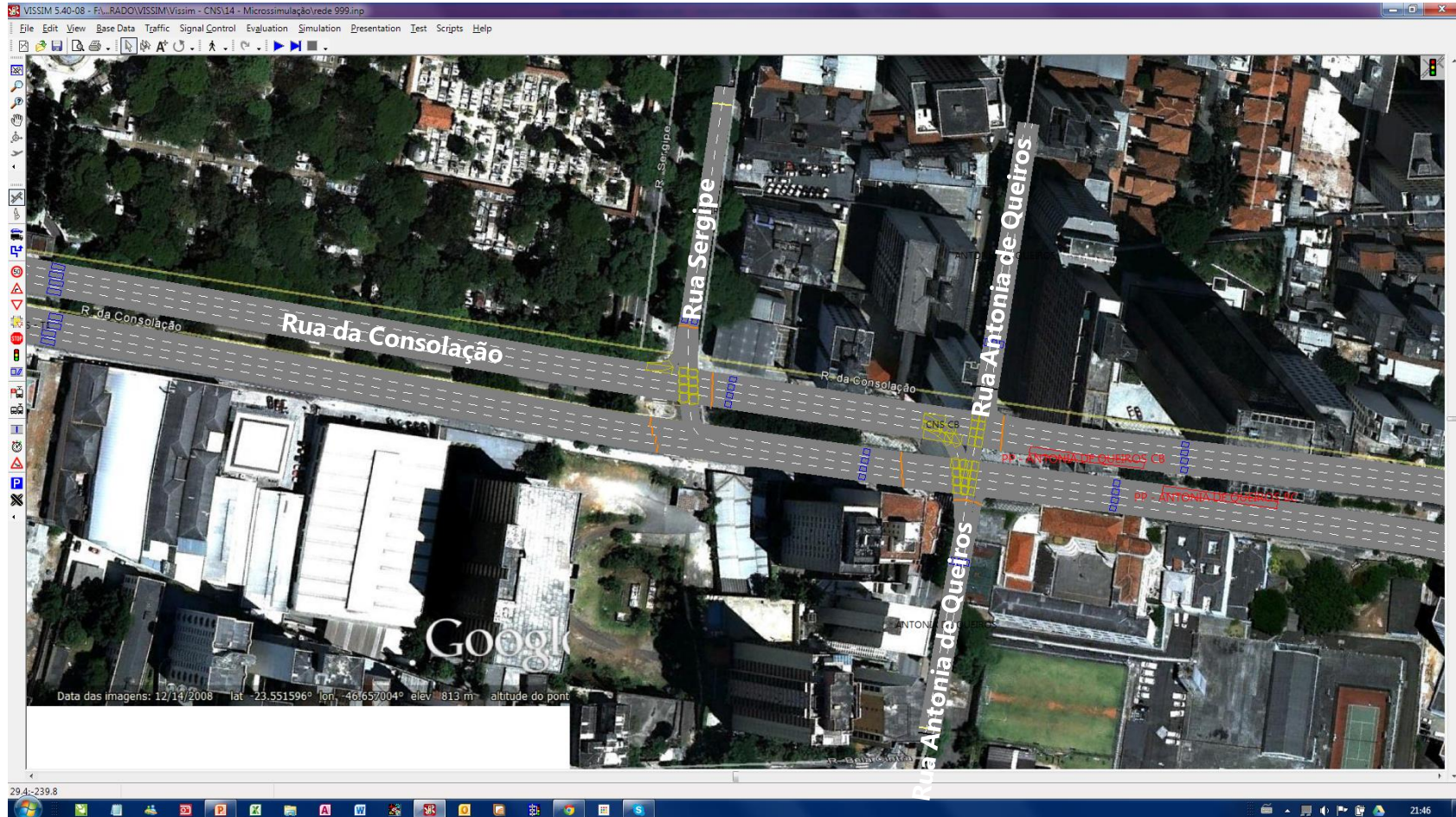
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



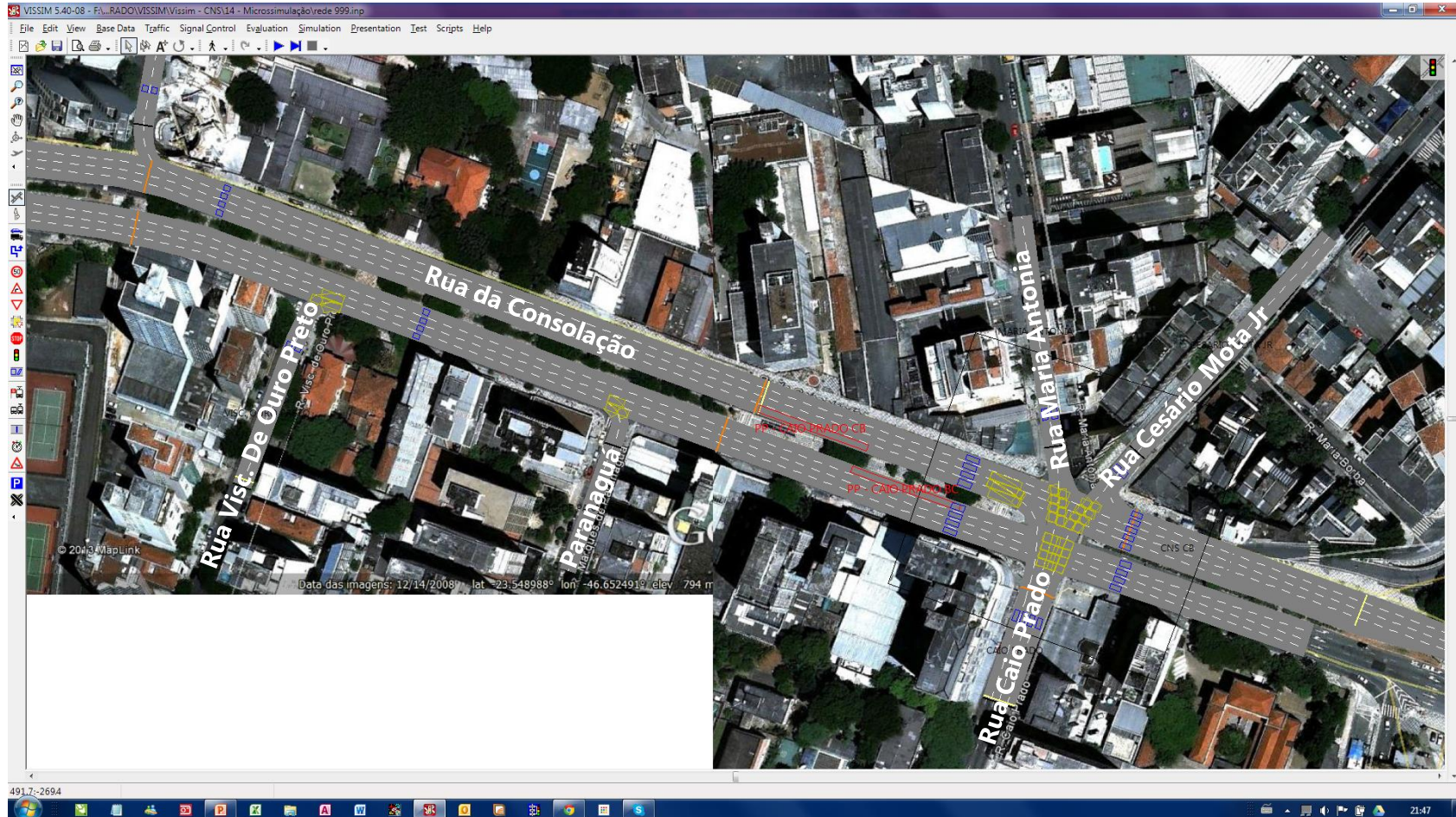
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



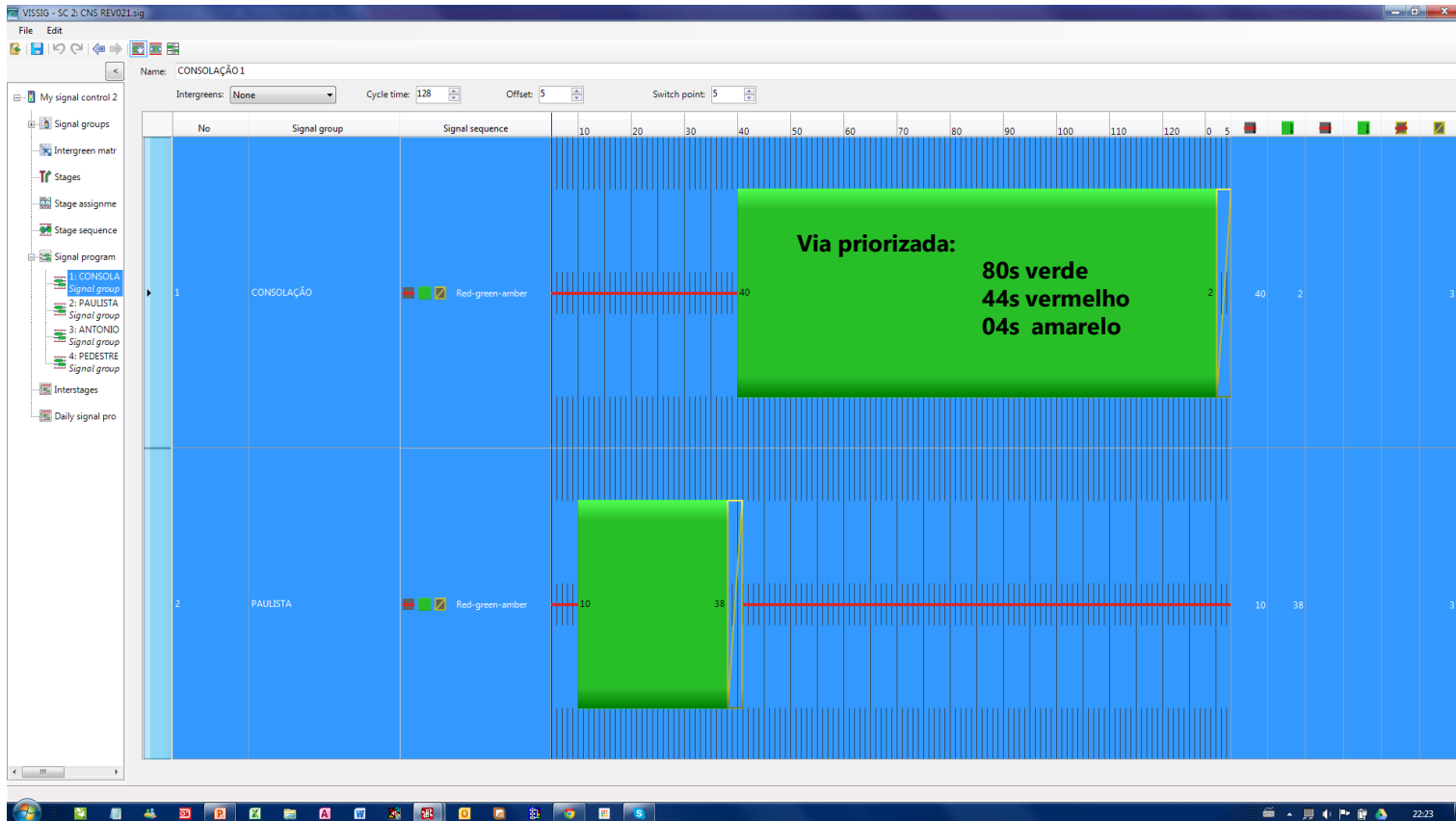
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

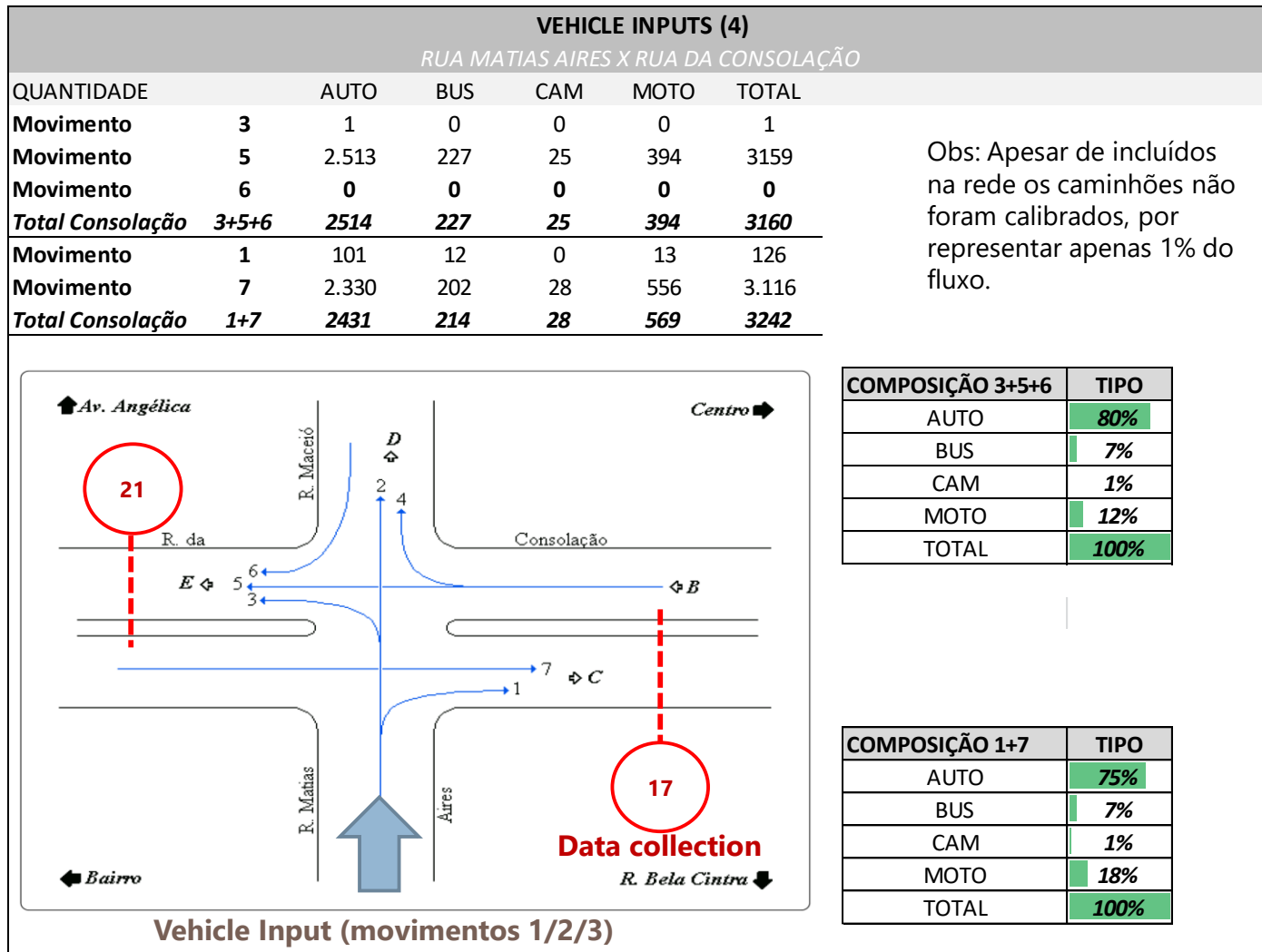
Configuração dos ciclo semaforico : 128 segundos (tempo fixo)



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

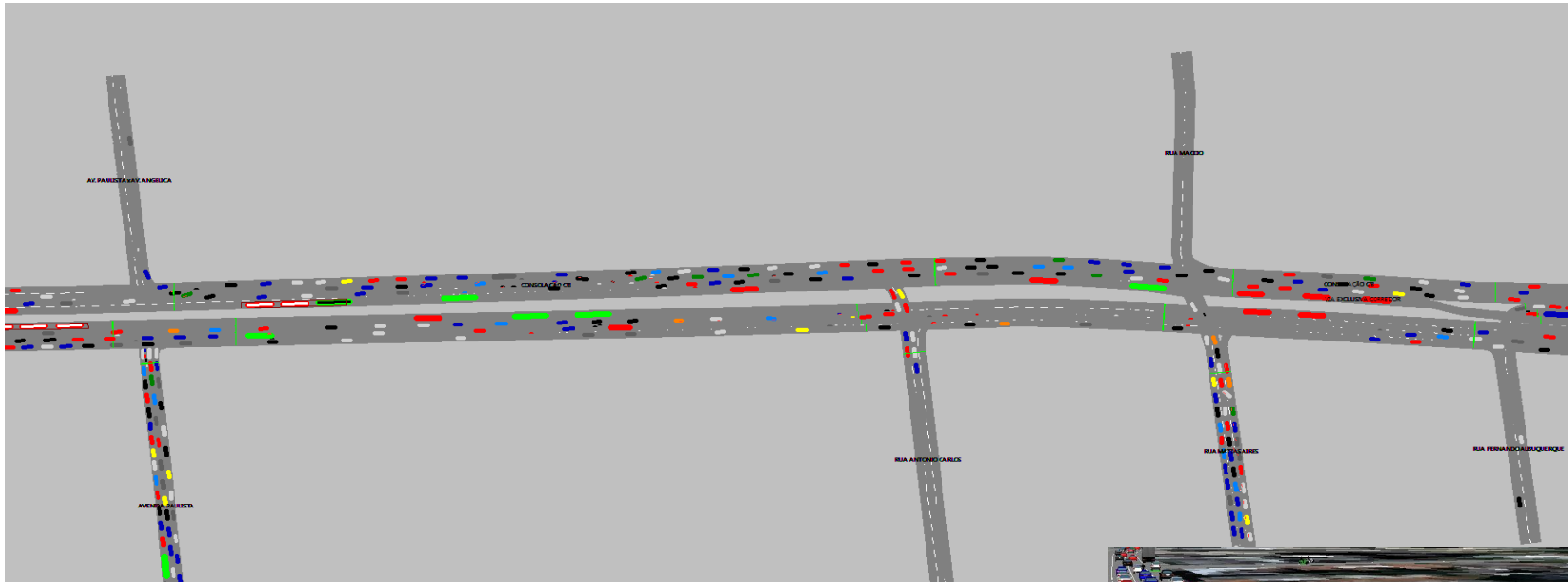
Inclusão do Tráfego (Demanda)

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

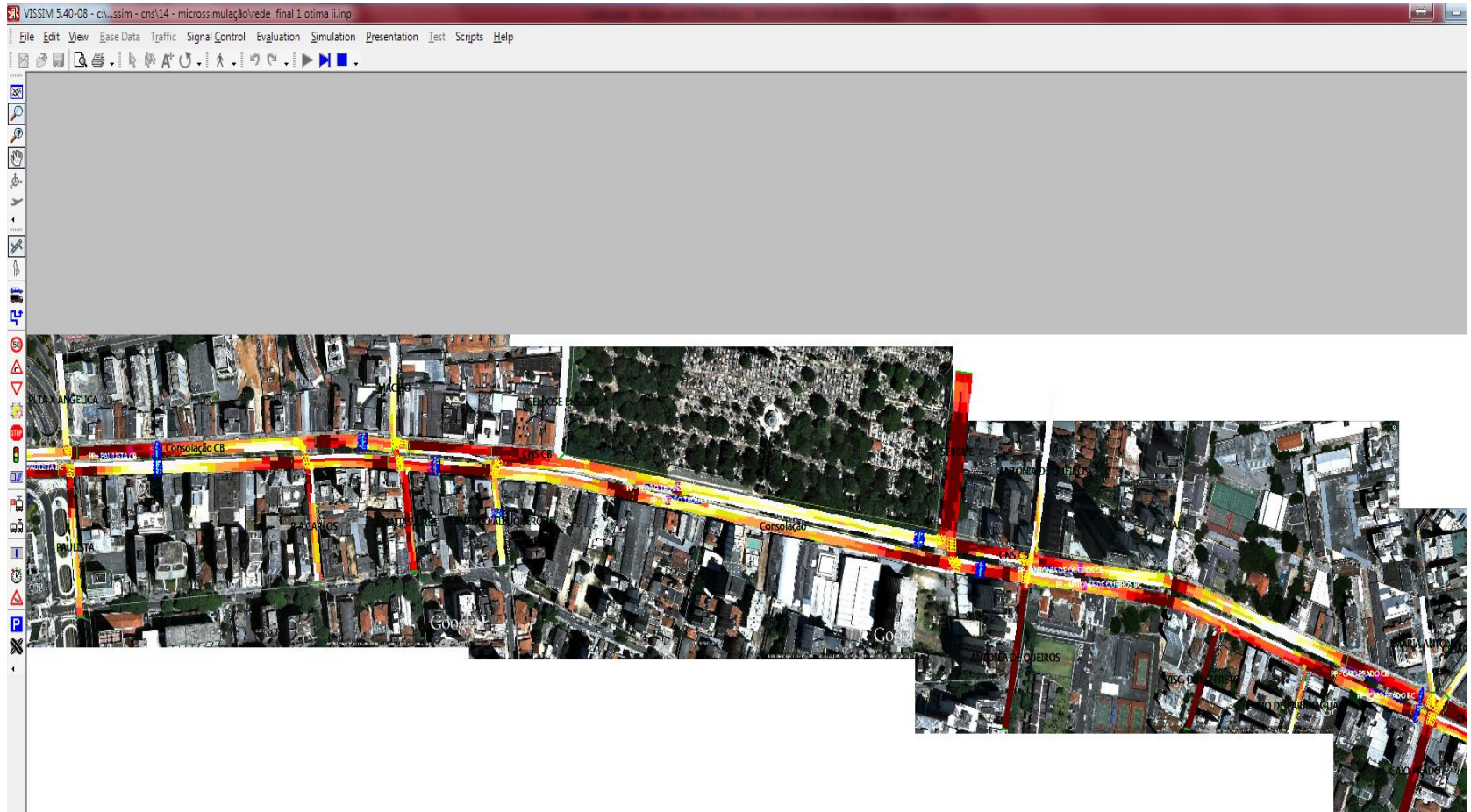
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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%

Rede de Referência – Localização dos retardamentos



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 semaforica 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 semaforica: 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).

Elaboração dos Cenários – Localização dos Sensores na via



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Disposição dos sensores: 1 sensor = 1 cenário



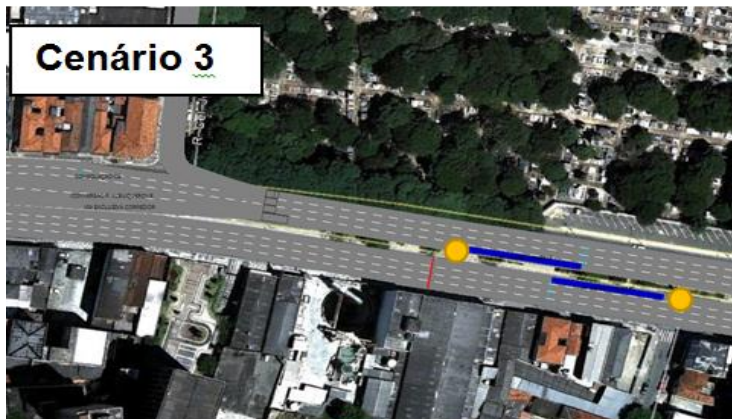
Cenário 1

Avenida Paulista e rua da Consolação;



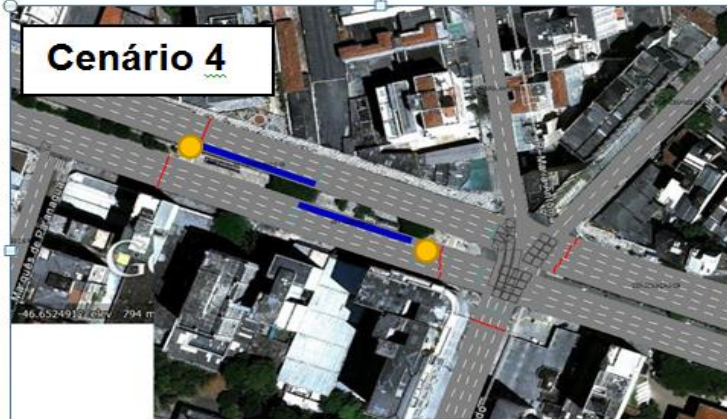
Cenário 2

Rua Matias Aires e rua da Consolação;



Cenário 3

Rua Fernando de Albuquerque e Sergipe;

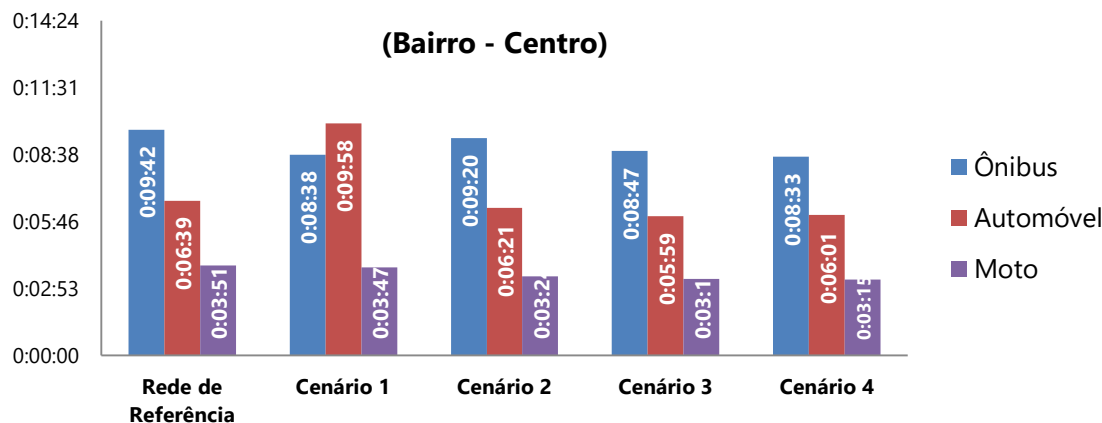


Cenário 4

Marques de Paranaguá e Caio Prado

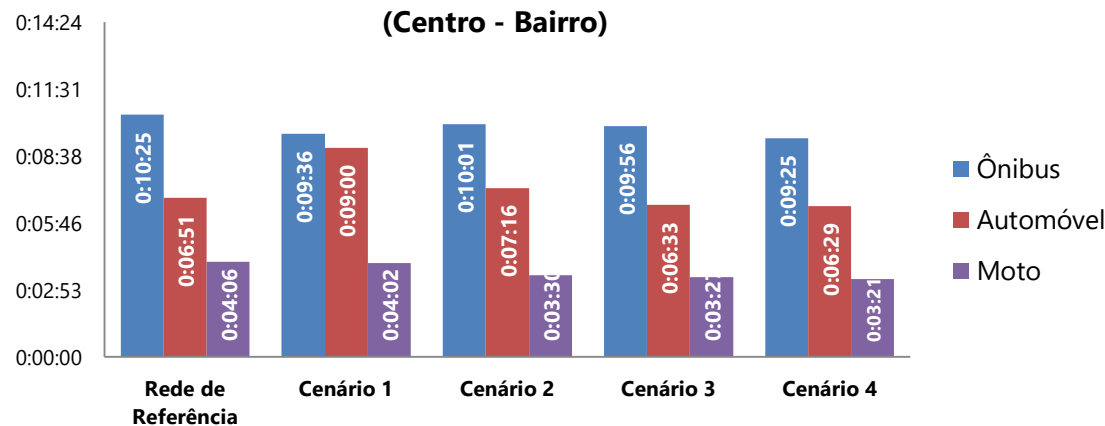
ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

Comparativo entre os tempos médios de viagem (minutos)



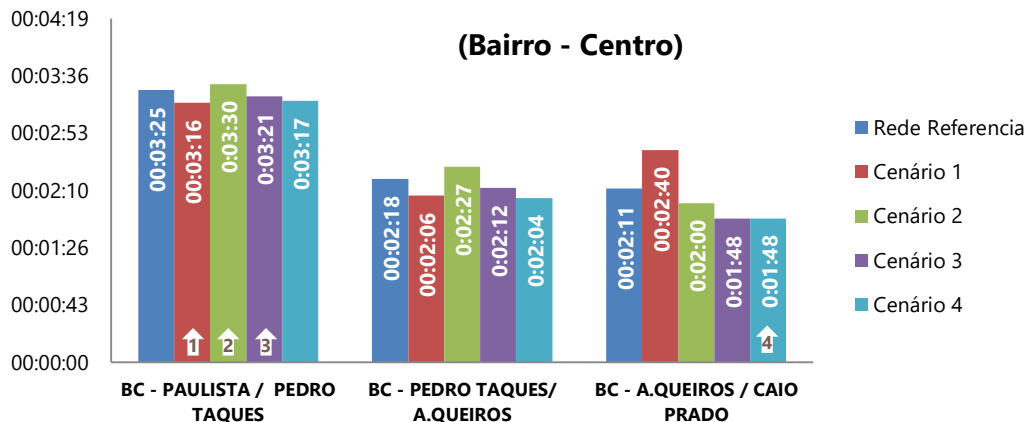
Resultados:

- ✓ 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.



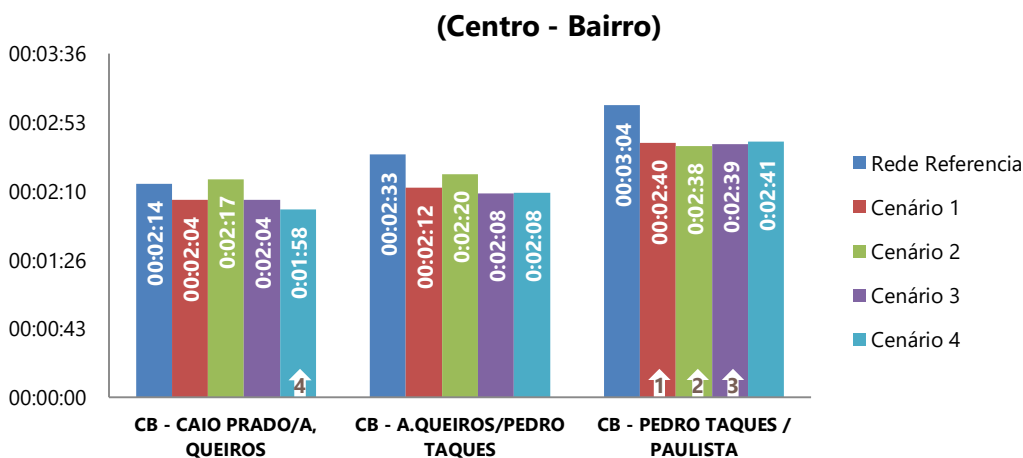
ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

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
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.

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	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 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.



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

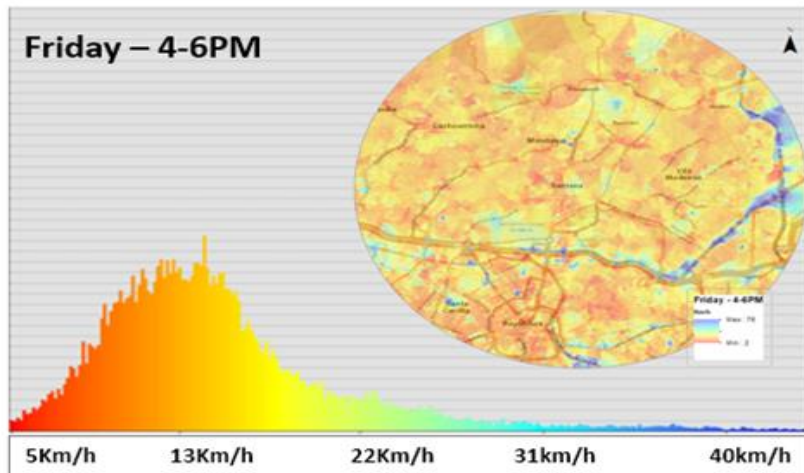
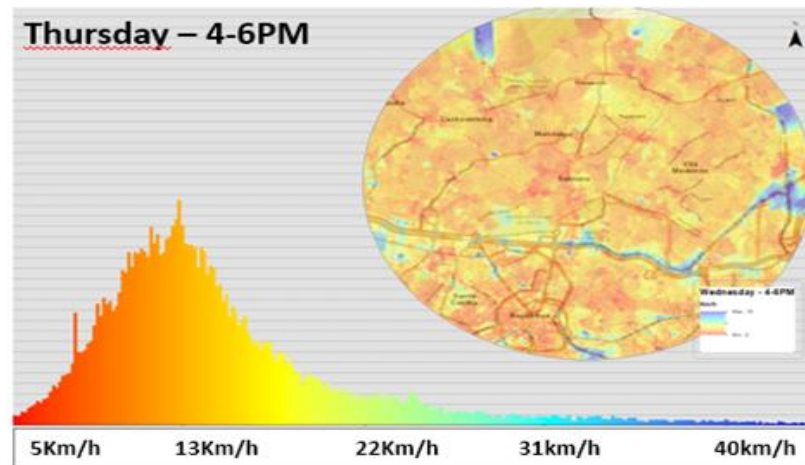
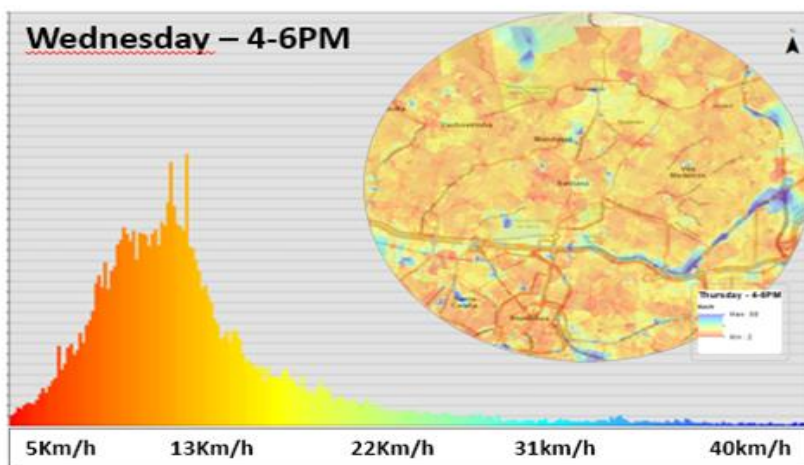
Erick Sobreiro GONÇALVES (2017)

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

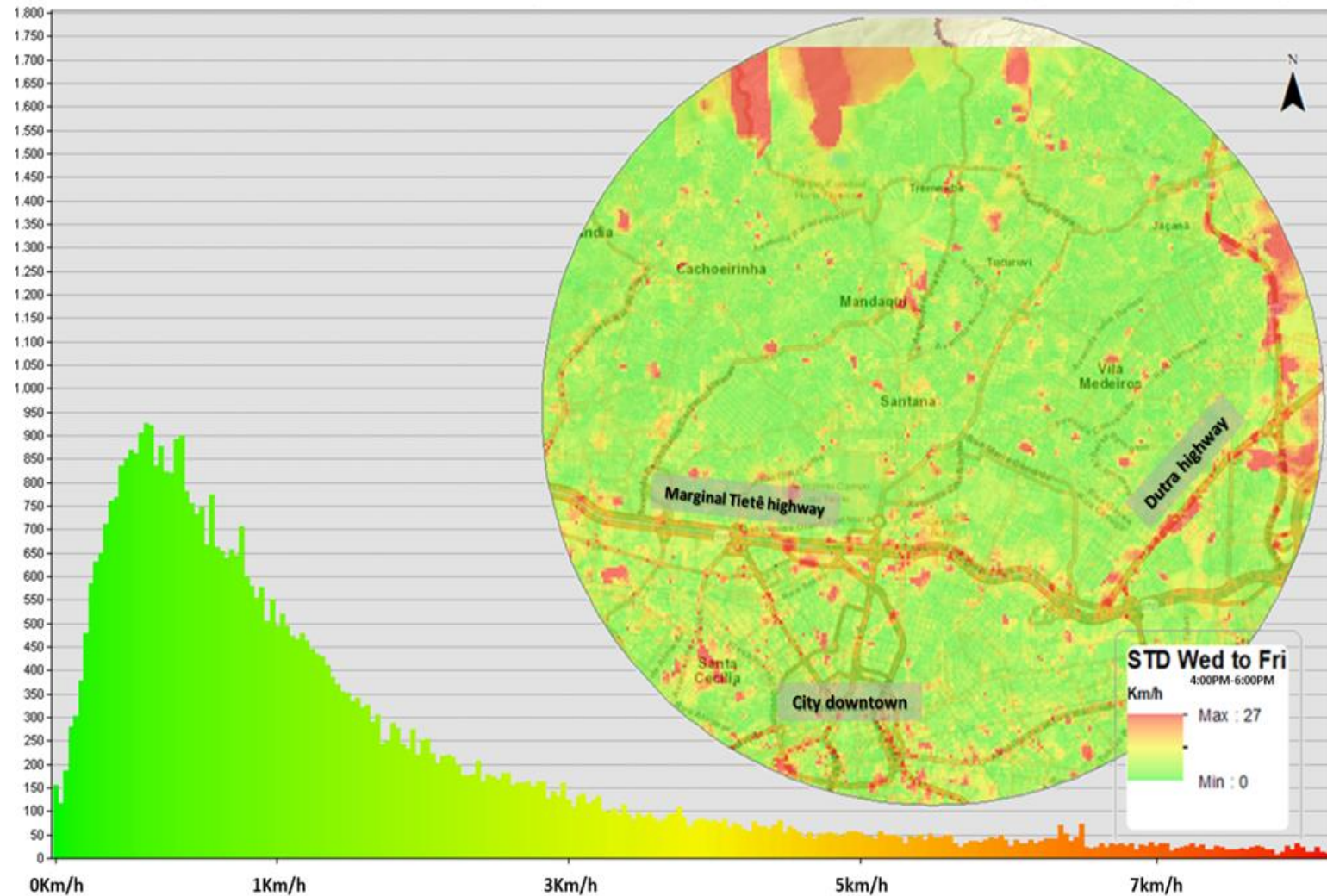


Statistics comparsion

	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)

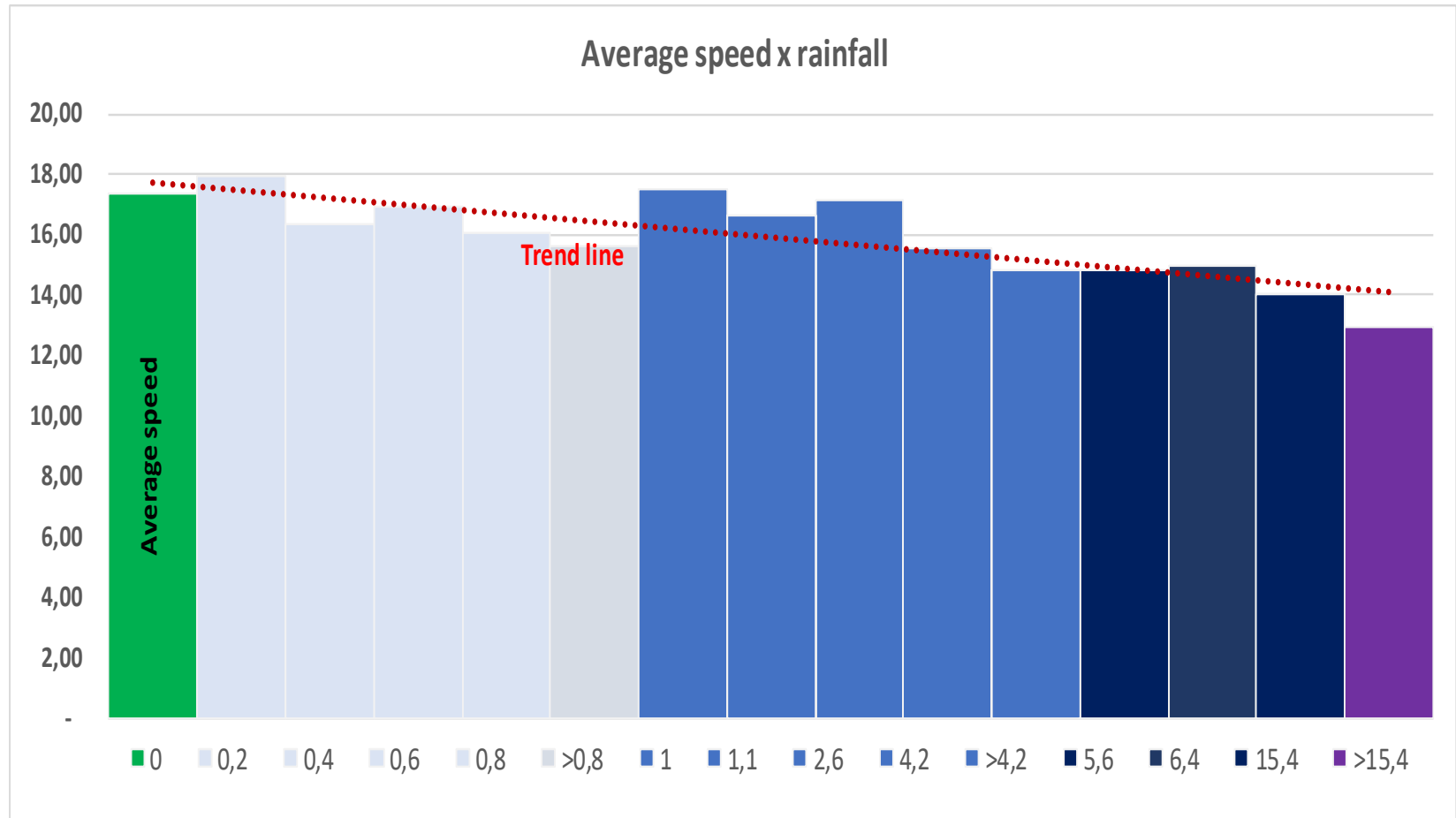
Standard deviation map: 4PM-6PM Wednesday-Friday maps



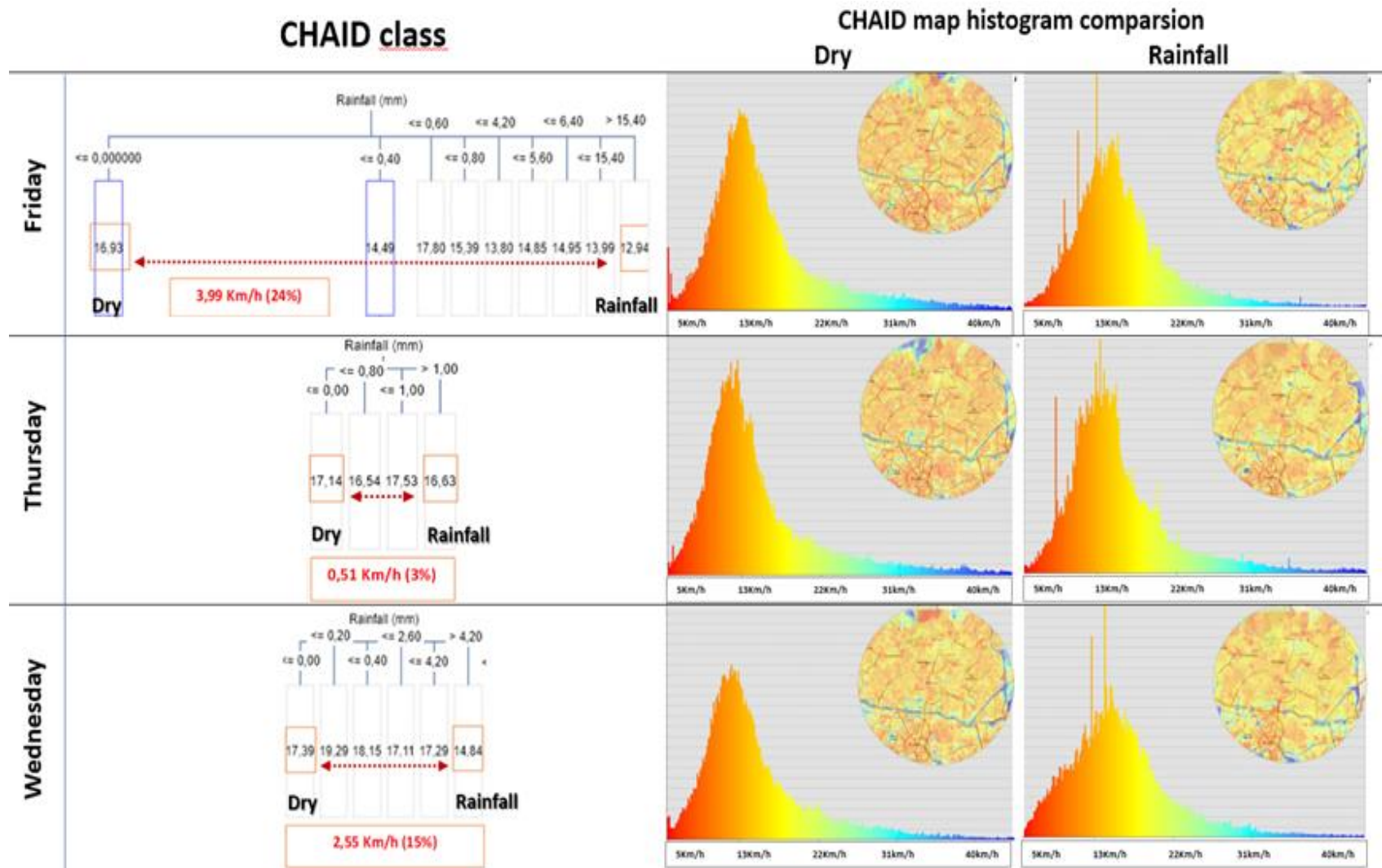
VM dos ônibus urbanos frente à precipitação de chuva (> 0 mm de chuva / hora) [1]

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]

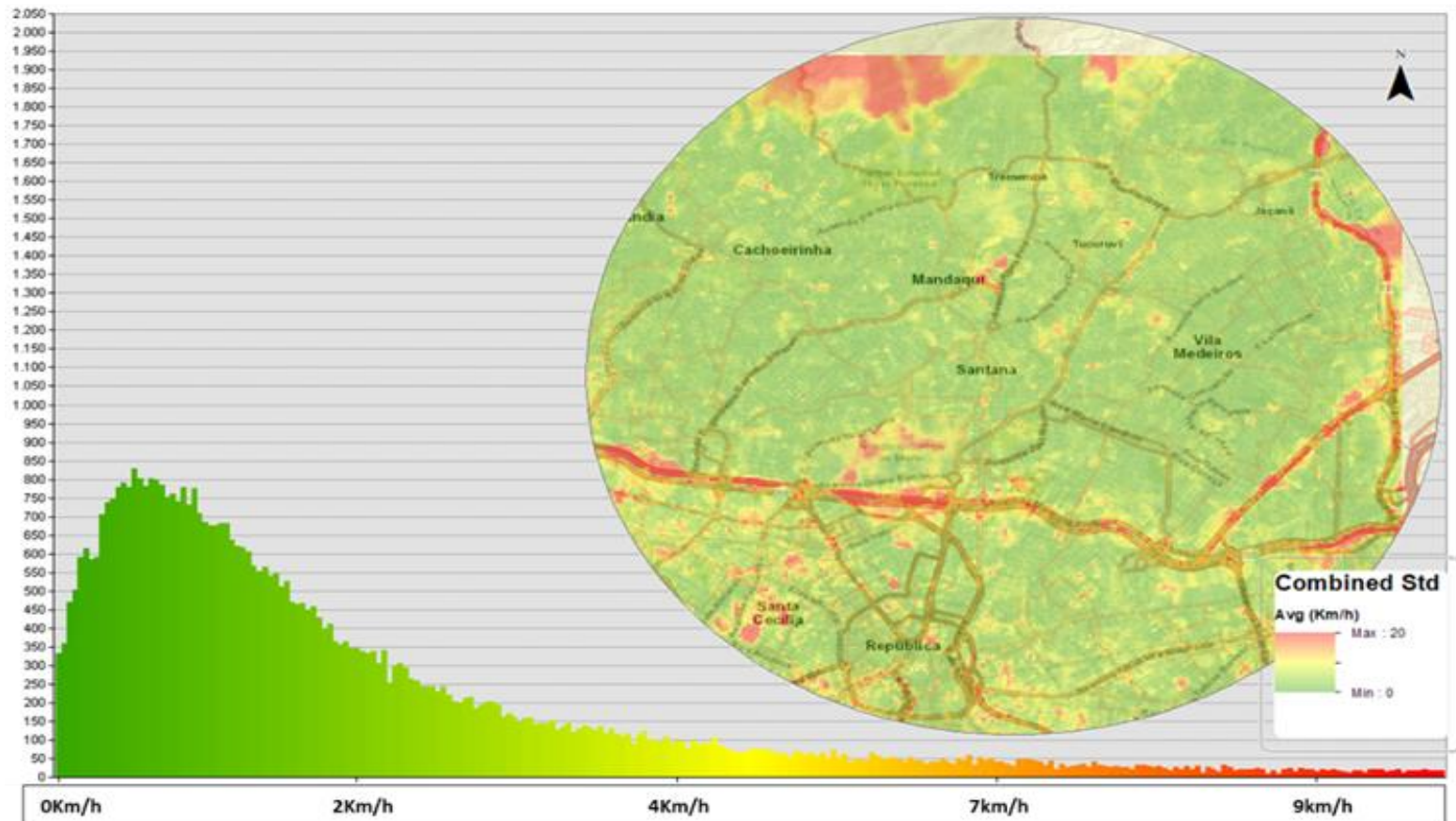


Árvores ChAID, superfícies e histogramas das VM dos ônibus urbanos frente à ausência e com precipitação de chuva, para os dias de quartas, quintas e sextas-feiras, no horário de pico (4:00 – 6:00 PM)

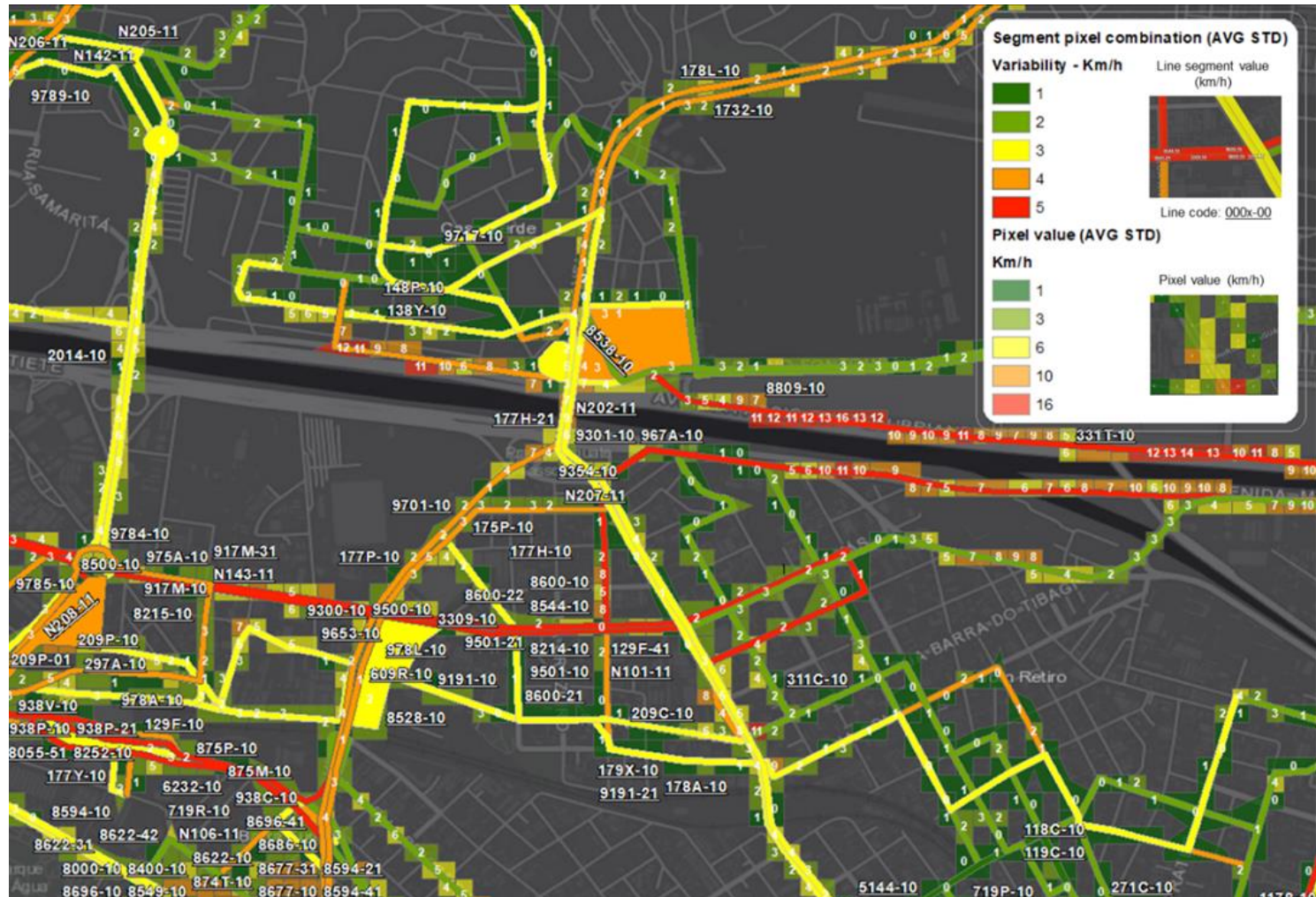


Superfície e histograma dos DP das velocidades dos ônibus urbanos frente à ausência e com a presença de precipitação de chuva para os dias de quartas, quintas e sextas-feiras, no horário de pico (4:00 – 6:00 PM)

Deviation average map
CHAID class standard deviation map



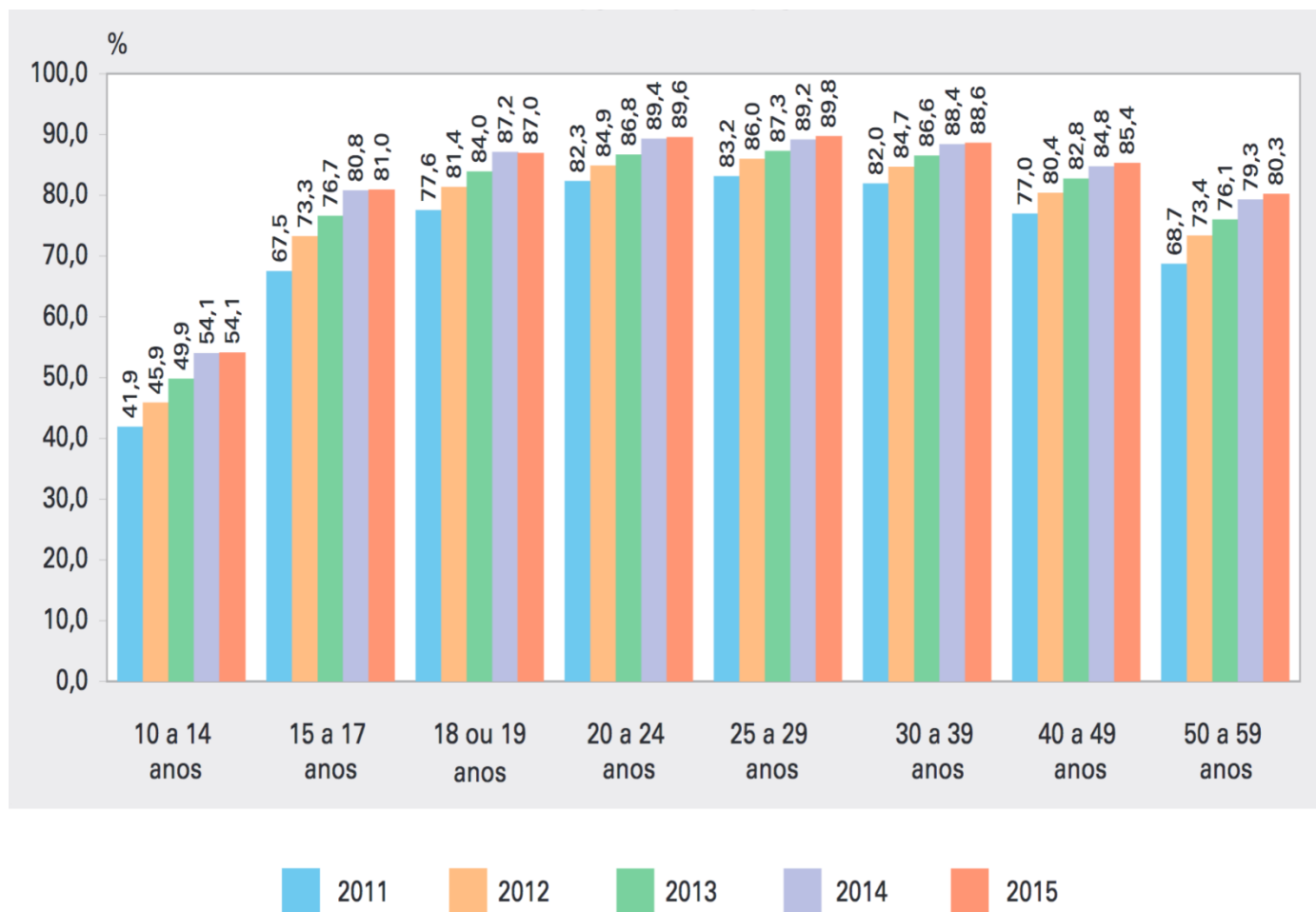
Identificação das linhas de ônibus urbanos e trechos específicos sob o impacto do clima na variabilidade das velocidades



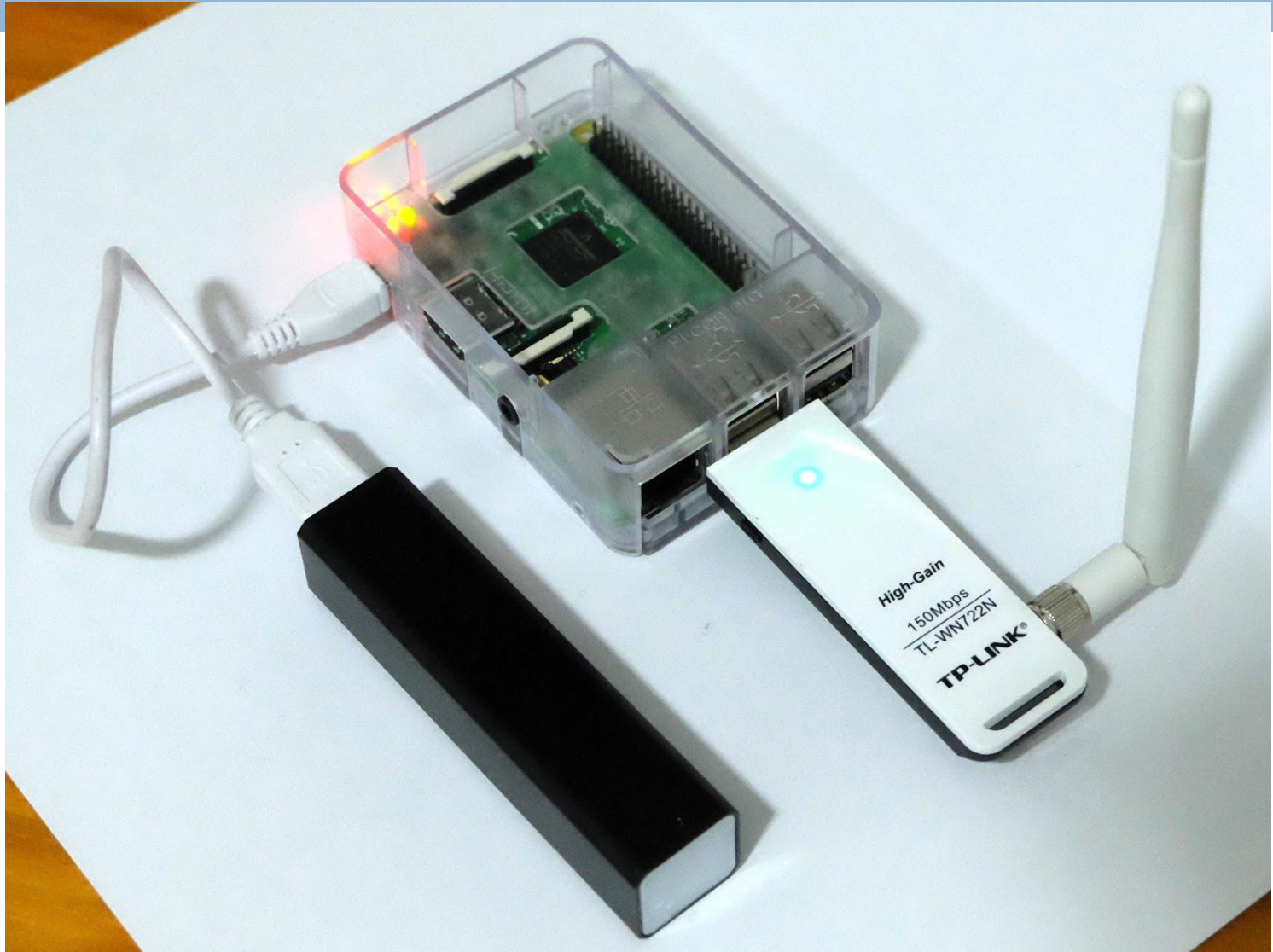


Estimativa da ocupação de ônibus do transporte público através do sensoriamento por Wi-Fi de telefones móveis

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

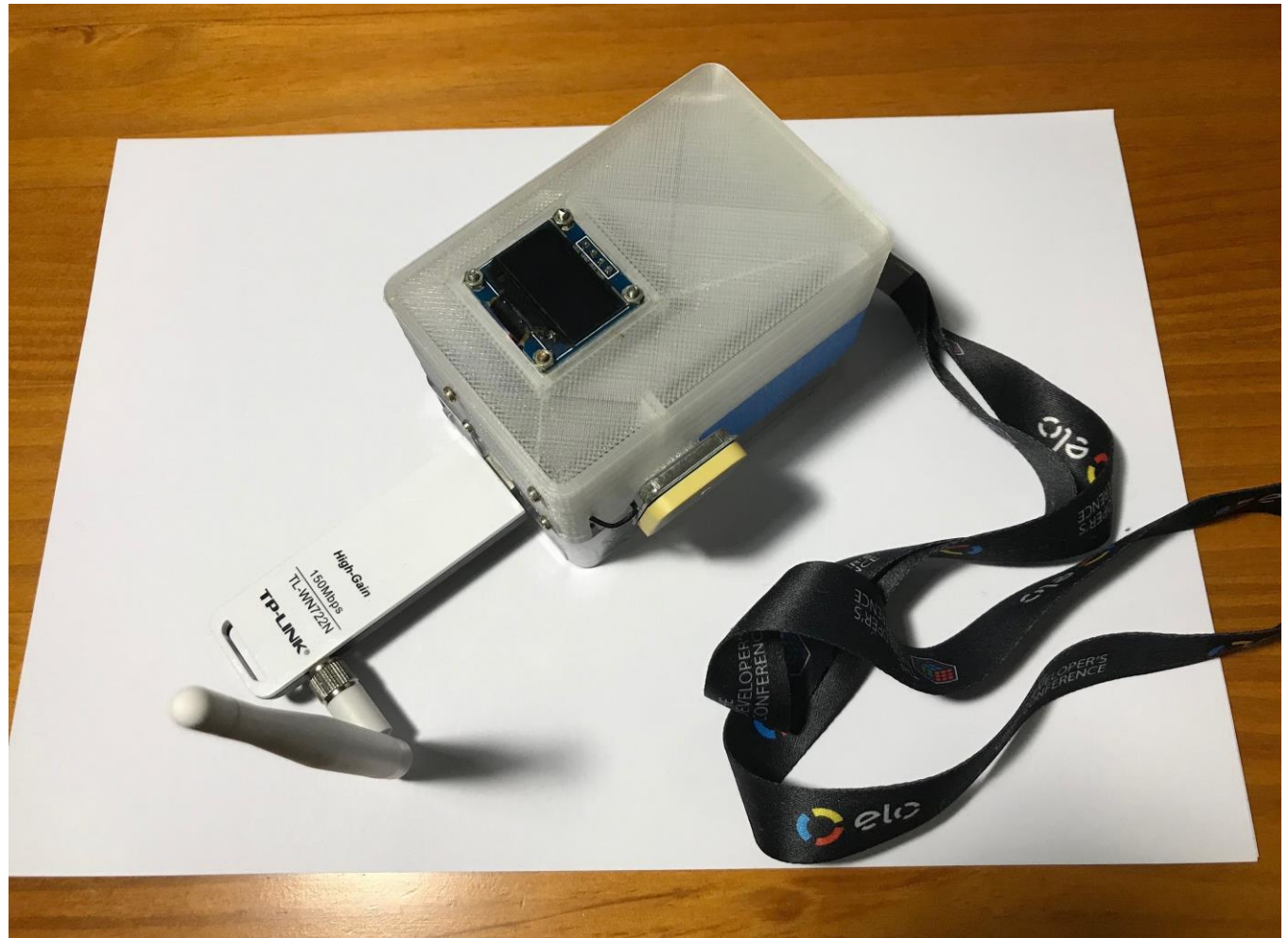
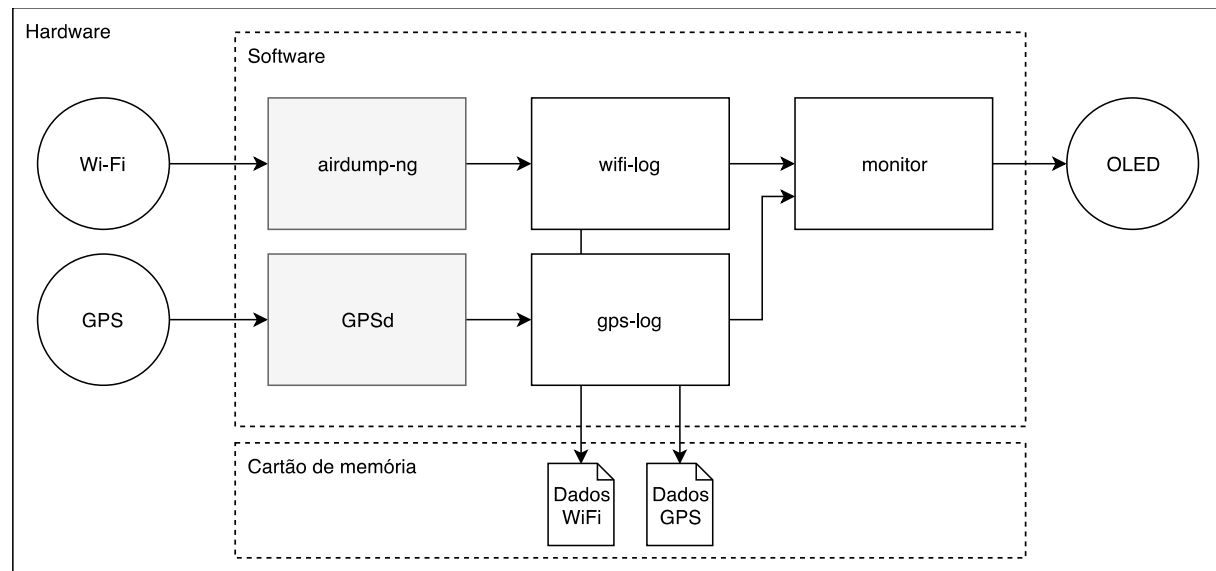
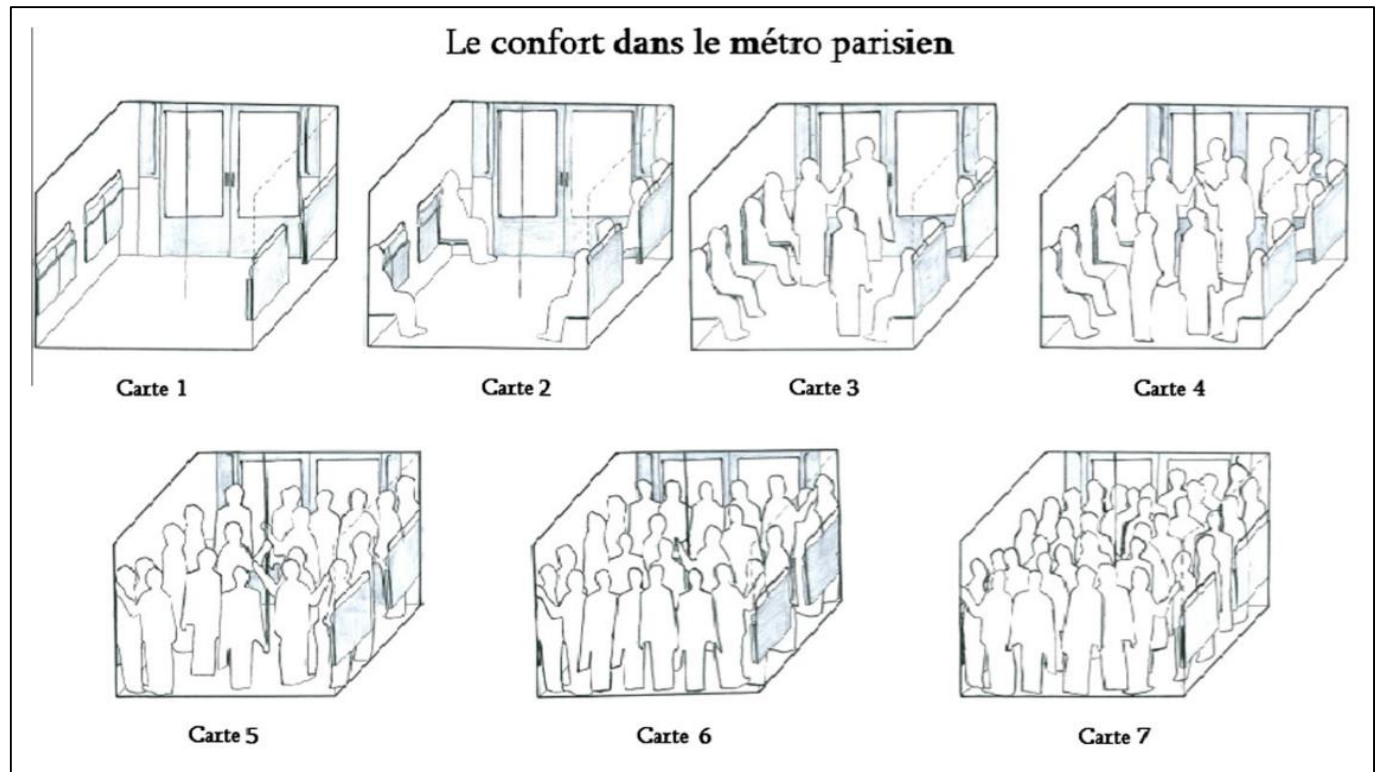


Diagrama dos componentes que compõe o protótipo



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

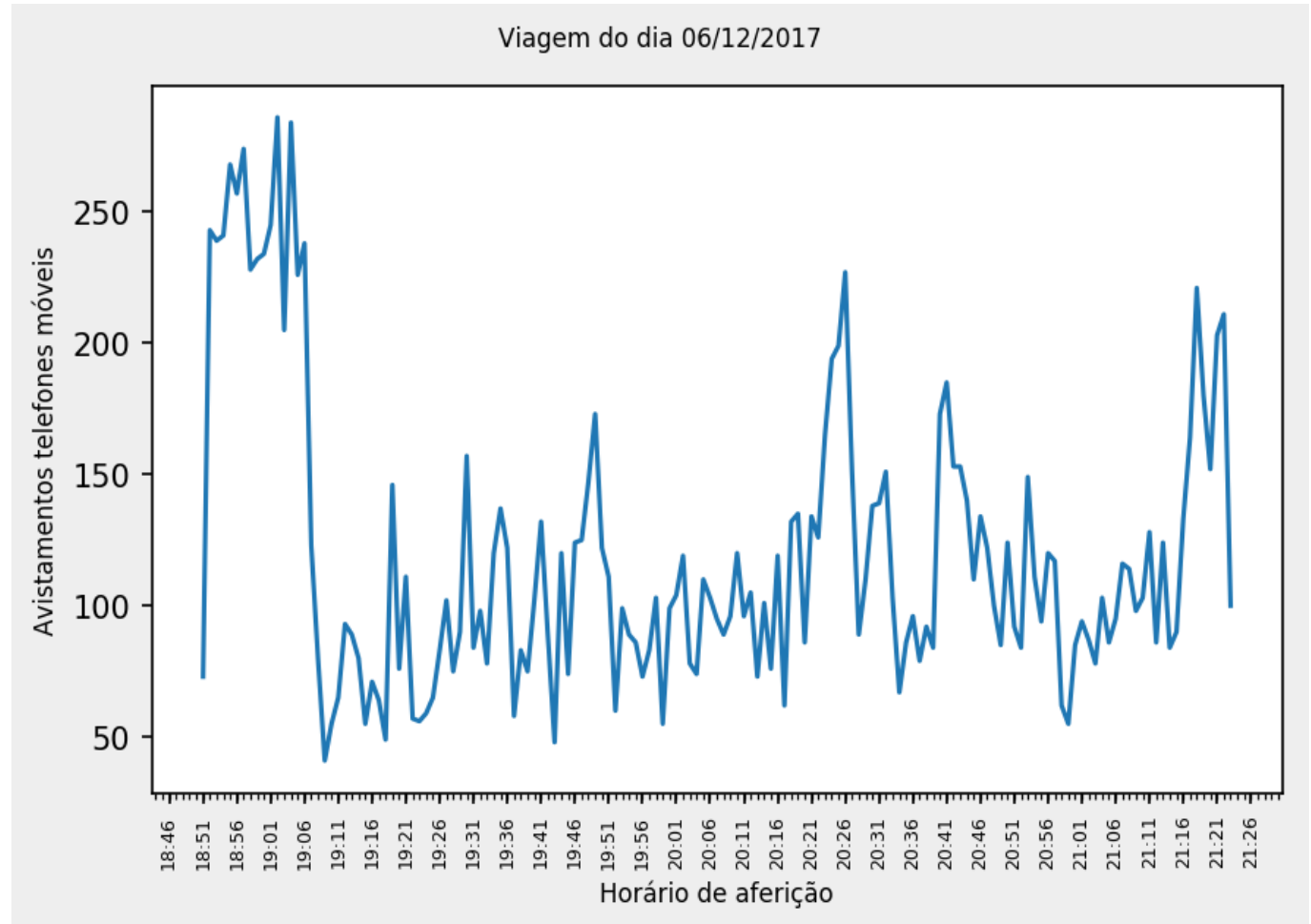
Trajeto de ida e volta da Linha 6500-10: Term. Bandeira – Term. Sto. Amaro



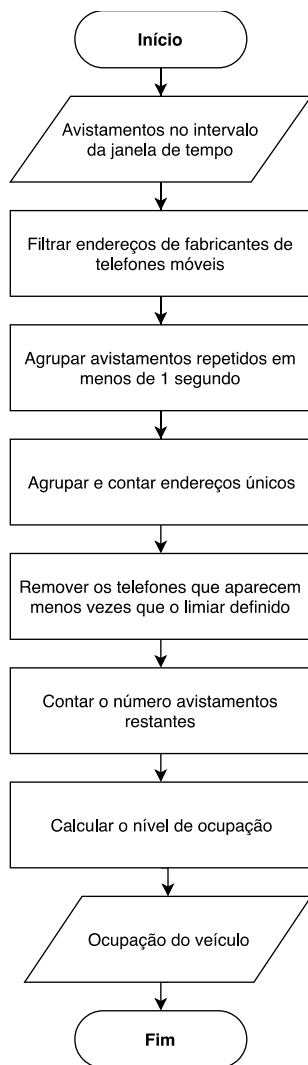
Planilha de dias e horários em que o experimento foi executado

Data	Sentido	Horário de início	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

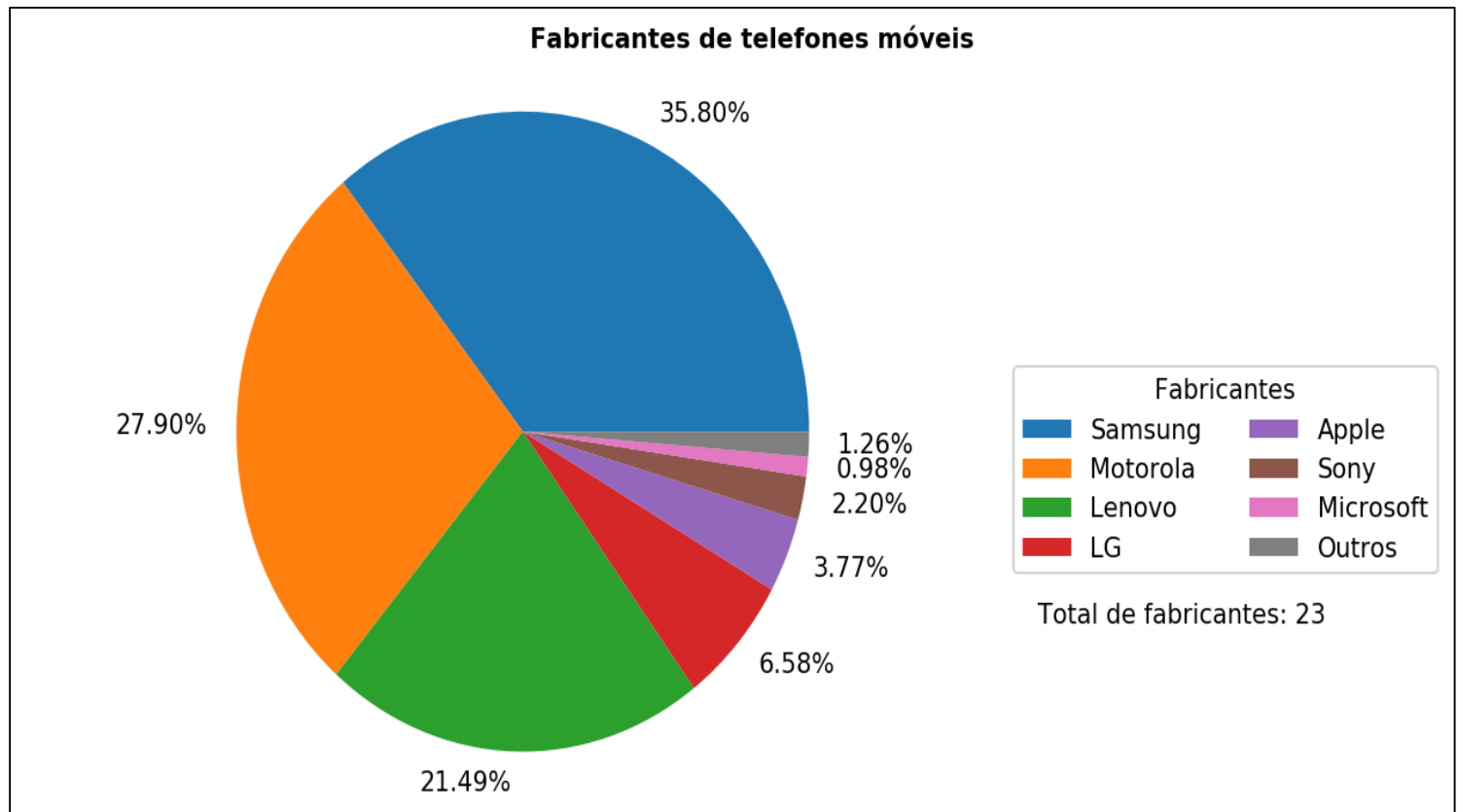


Fluxograma das etapas do algoritmo de estimativa da ocupação E, Mapeamento dos níveis de ocupação de pesquisa visual com a saída do algoritmo

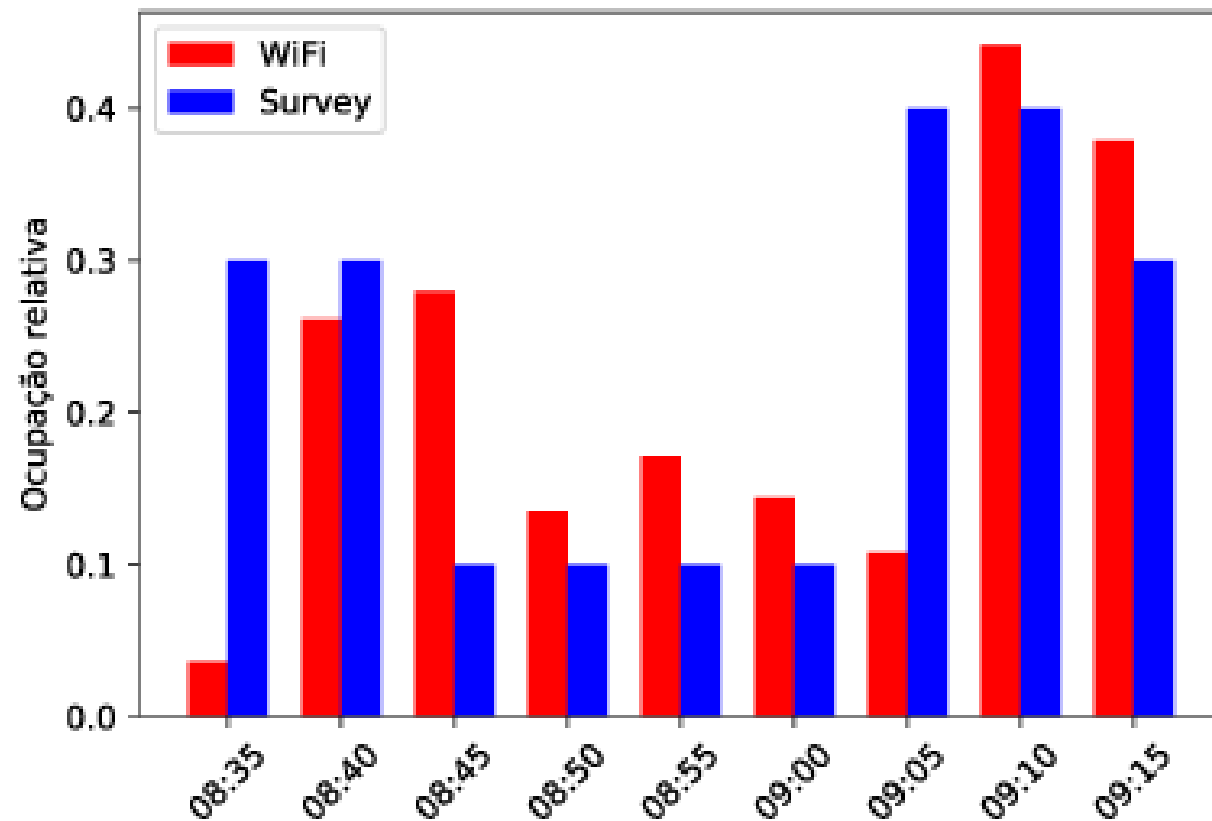


Nível	Descrição	Saída do algoritmo	Estim. de passageiros
1	Parcialmente sentados	< 15%	Até 26 pessoas
2	Sentados	≥ 15% e < 25%	Até 43 pessoas
3	25% de ocupação	≥ 25% e < 40%	Até 70 pessoas
4	50% de ocupação	≥ 40% e < 60%	Até 104 pessoas
5	75% de ocupação	≥ 60% e < 80%	Até 139 pessoas
6	90% de ocupação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

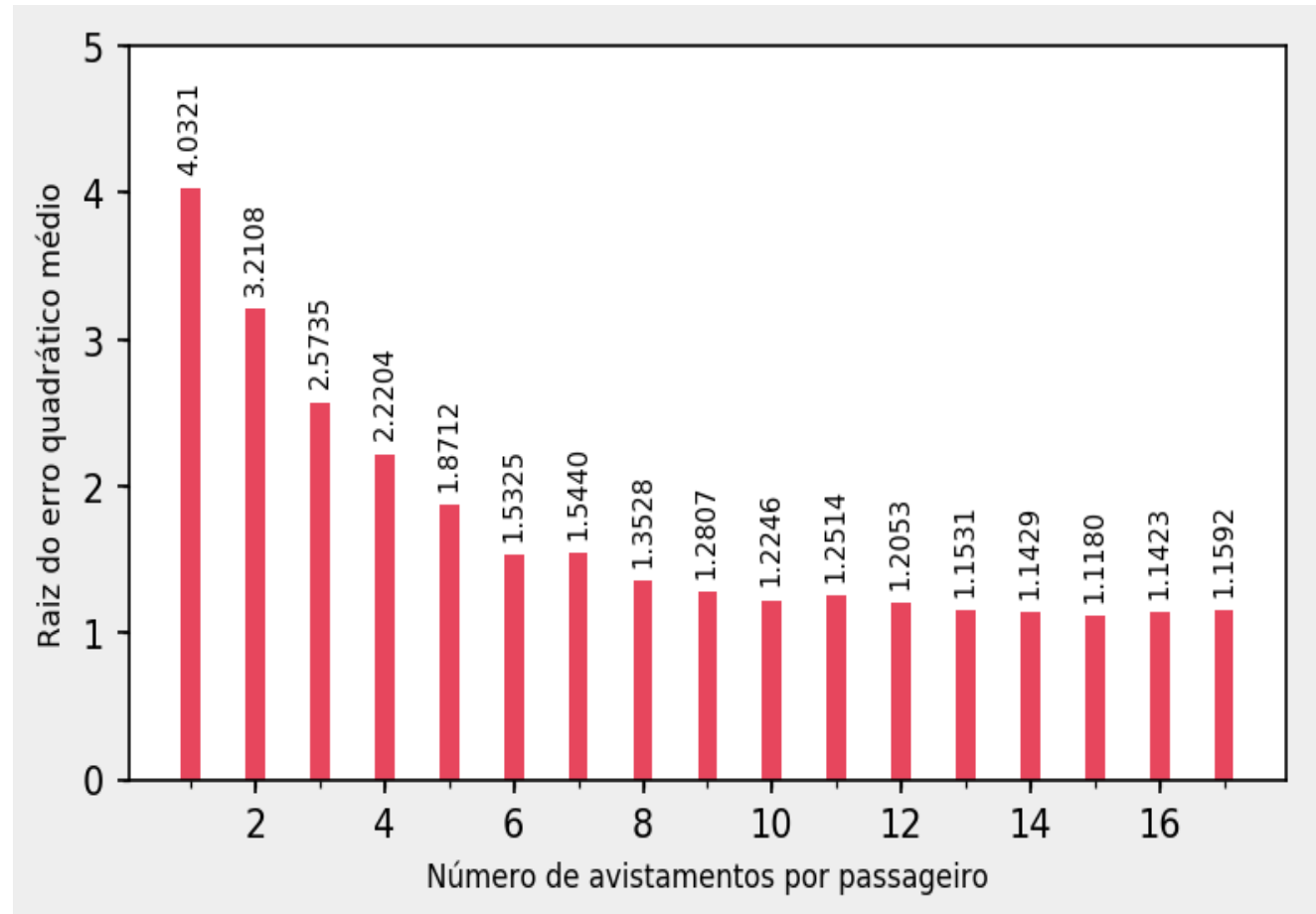


Dados emparelhados da ocupação: provindos do sensor e observados



Análise de variância dos limiares do número de passageiros

incerteza de
 ± 22 passageiros



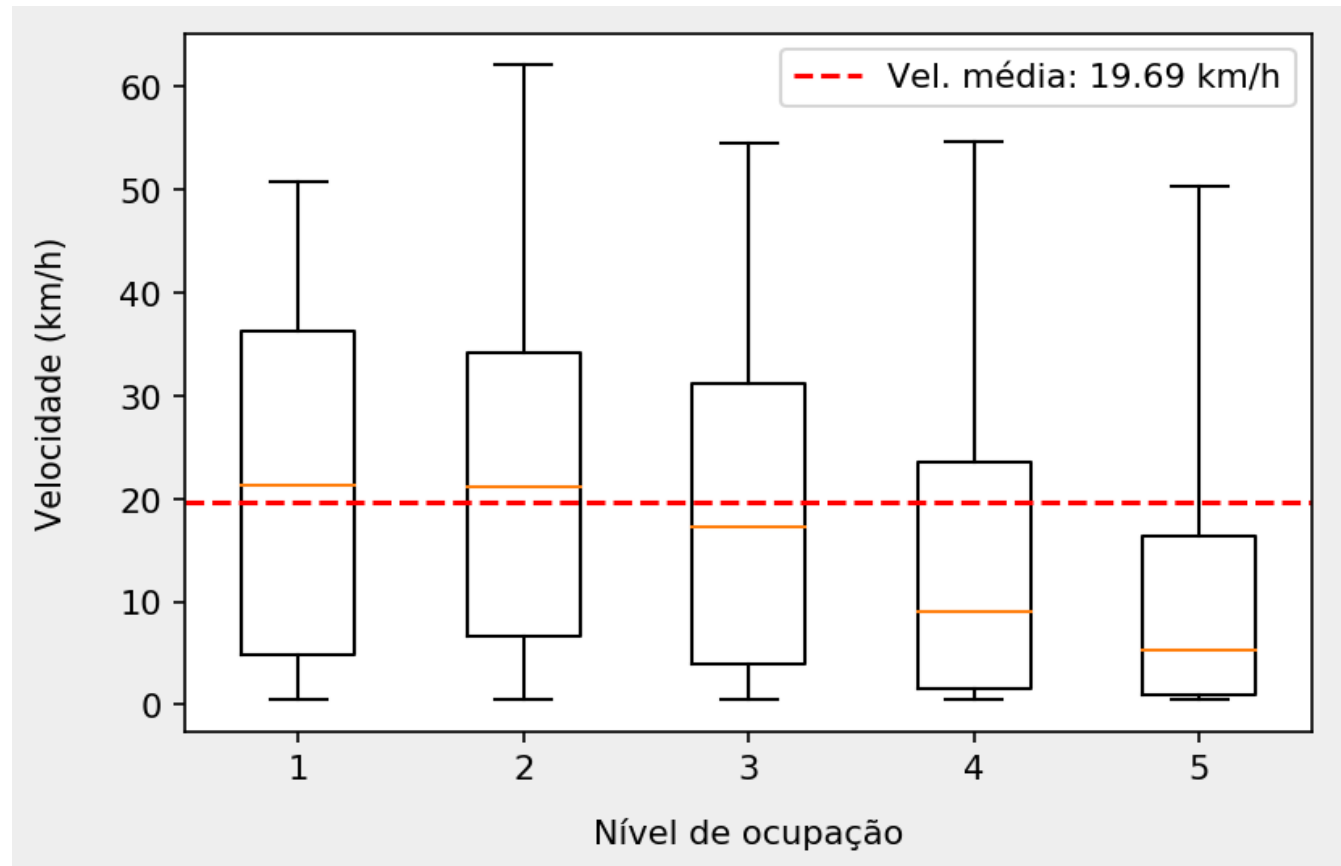
Teste qui quadrado de aderência dos dados observados e esperados para cada viagem

nível de significância $\alpha = 20\%$

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

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.





Intervenções operacionais visando a regularidade e a eficiência de sistemas de ônibus urbanos: resenha de estudos acadêmicos e simulação de aplicações com dados reais