

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

Desafios dos sistemas de transportes

- Como introduzir mudanças eficientes nos sistemas de transportes ?
- Como fazer para que os acertos nessas mudanças sejam mais imediatos e não necessitem de muita experimentação de campo ?

Desafios dos sistemas de transportes

- Como introduzir mudanças eficientes nos sistemas de transportes ?
- Como fazer para que os acertos nessas mudanças sejam mais imediatos e não necessitem de muita experimentação de campo ?

Agenda



- **Arquiteturas ITS: Tráfego e Transporte**
- Modelos de Simulação de Tráfego

Tópicos de Estudos Introdutórios

- O que são Sistemas Inteligentes de Transportes ?
- Quais as aplicações possíveis dessas tecnologias em transportes ?
- O que é a Simulação de Modelos de Transportes ?
- Como aplicar a Simulação de Modelos de Transporte ao ITS ?

O que são ?

- De forma mais completa, Williams (2008) define ITS como:
 - ▣ “serviços de apoio aos **viajantes** de todas as classes – **motoristas, passageiros e pedestres** - e também como **apoio à gestão** e desempenho da rede rodoviária, utilizando sistemas de informação, comunicação e controle, **nos cenários urbano e rural**, para proporcionar maior segurança e melhorar a experiência de viajar, incluindo aspectos intermodos ou multimodos”.
 - ▣ “Tais serviços incluem a **prevenção de acidentes e mitigação, serviços de resposta e apoio em emergências, de assistência ao motorista, informação ao viajante, gestão do tráfego, informação e entretenimento (infotainment)** durante a rota, **transportes públicos (de passageiros), transportes comerciais e de serviços, prevenção ao roubo e após a recuperação deste**”.

O que são ?

- sistemas aplicados aos transportes, nos quais veículos interagem com o ambiente, e uns com os outros, de forma a proporcionar uma experiência avançada de condução, e cuja infra-estrutura inteligente melhora a segurança e a capacidade dos sistemas rodoviários.
- Aplicação de recursos tecnológicos de telemática para melhorar a segurança e o desempenho dos Sistemas de Transporte
 - Além desses estão se tornando cada vez mais importantes os aspectos ambientais, como a minimização da poluição e das emissões.

Considerações sobre a aplicação de ferramentas de TICs

❖ Reconhecer o trajeto da aplicação de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação)

- ▣ **Indústria (Processos / Primário)**

- ▣ **Comércio (Secundário)**

- ▣ **Serviços (Terciário)**

- **Governo (e-Gov)**

- **Edificações (Automação Predial)**

- **Transportes**

- **Cidades**

Quais as aplicações possíveis ?

Alguns exemplos relevantes:

- Semáforos Inteligentes
- Controle de Corredores de Ônibus para Trânsito Rápido (*Bus Rapid Transit*) (BRT)
- Radares com velocidade variável conforme intensidade do congestionamento
- Painéis de Mensagens Variáveis (para informação ao usuário em tempo real)

ITS: Objetivos

- **Visa endereçar respostas nas seguintes áreas de aplicações** (WILLIAMS, Bob. Intelligent Transport Systems Standards. Artech House, 2008):
 - **Multimodalidade de viagem:** informações ao usuário
 - **Operações na “rede de transporte”**
 - **Gerenciamento de Tráfego**
 - **Gerenciamento do Transporte Público Coletivo**
 - **Operação de Veículos**
 - Outras Frotas
 - Mobilidade e conectividade da carga
 - **Atividades de coordenação de resposta a emergências e desastres**
 - **Tarifação variável:** para viagens pessoais e cargas

ITS: Objetivos

- ❖ Explorar a aplicação de “Pacotes de Serviços” (“Ferramentas Telemáticas”) TICs no setor de Transportes [“(Rodo)Viários”]:
 - ▣ Ger. de Transporte Público (de Passageiros)
 - APTS / IPTS: **Advanced** (Intelligent) Public Transportation Services
 - ▣ Informações ao Usuário
 - ATIS: **Advanced** (Intelligent) Traveler Information Services
 - ▣ Pagamento relacionado ao Transporte (Tarifação Variável)
 - EFC / AFC: Electronic (Automatic) Fee Collection (Toll)
 - ▣ Ger. de Tráfego
 - ATMS / ITMS: **Advanced** (Intelligent) Traffic Management Services
 - ▣ Operação de Veículos (Frotas e Mobilidade da Carga)
 - CVO: Commercial Vehicle Operations
 - ▣ Gerenciamento e coordenação de resposta a desastres e emergências

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



14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

2. Operações e gerenciamento de tráfego

2.1 Gerenciamento e controle de tráfego

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

ATMS - (Intelligent) Advanced Traffic Management Services



ATMS

Gerenciamento de Tráfego

Advanced (Intelligent) Traffic Management Services

AHS: Advanced Highway Services



Ger. de Tráfego em Rodovias

Serviços/funções envolvidas



Praça de Pedágio com as diferentes pistas de arrecadação

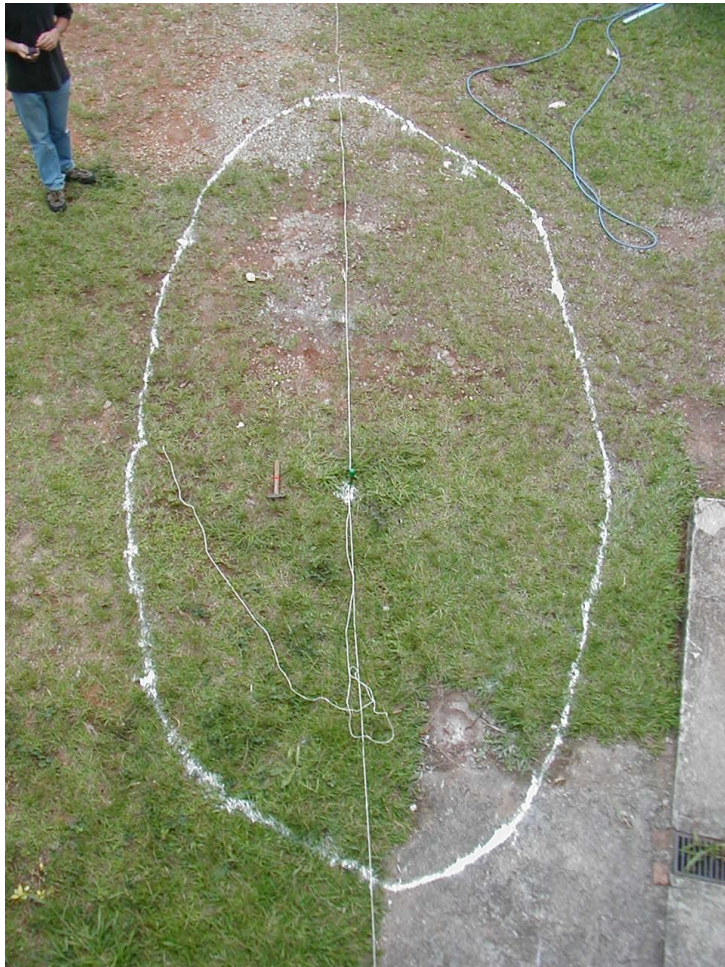




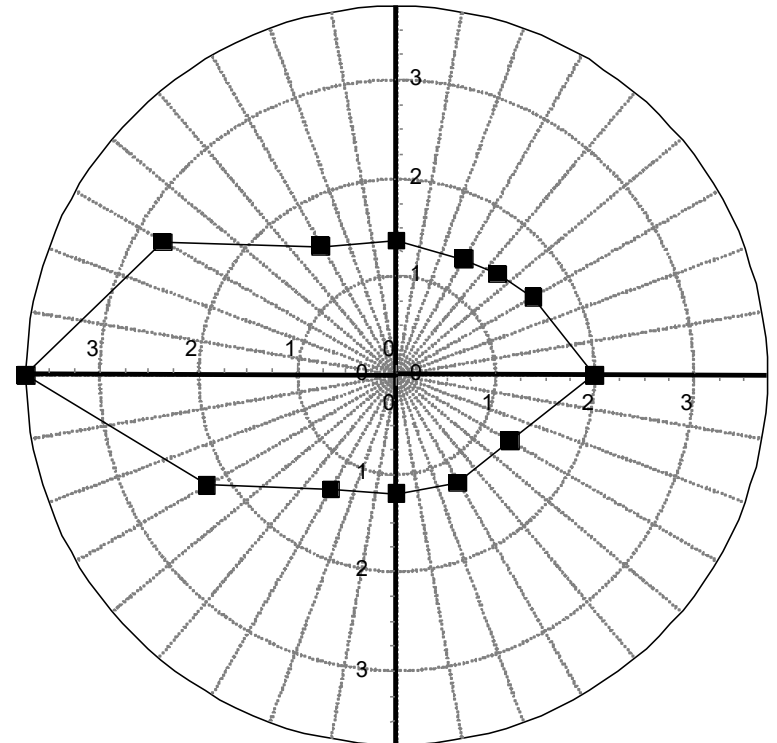
TOLL SCHEDULE

CARS / 2 AXLES	0.75
EACH ADDL AXLE	0.75

Electromagnetic Compatibility Tests



Illuminated Area Geometry



Radares: equipamento/sistema tipo fixo



Ger. de Tráfego em Rodovias

Supervisão Aplicada às Autoestradas: Mapa de CCO



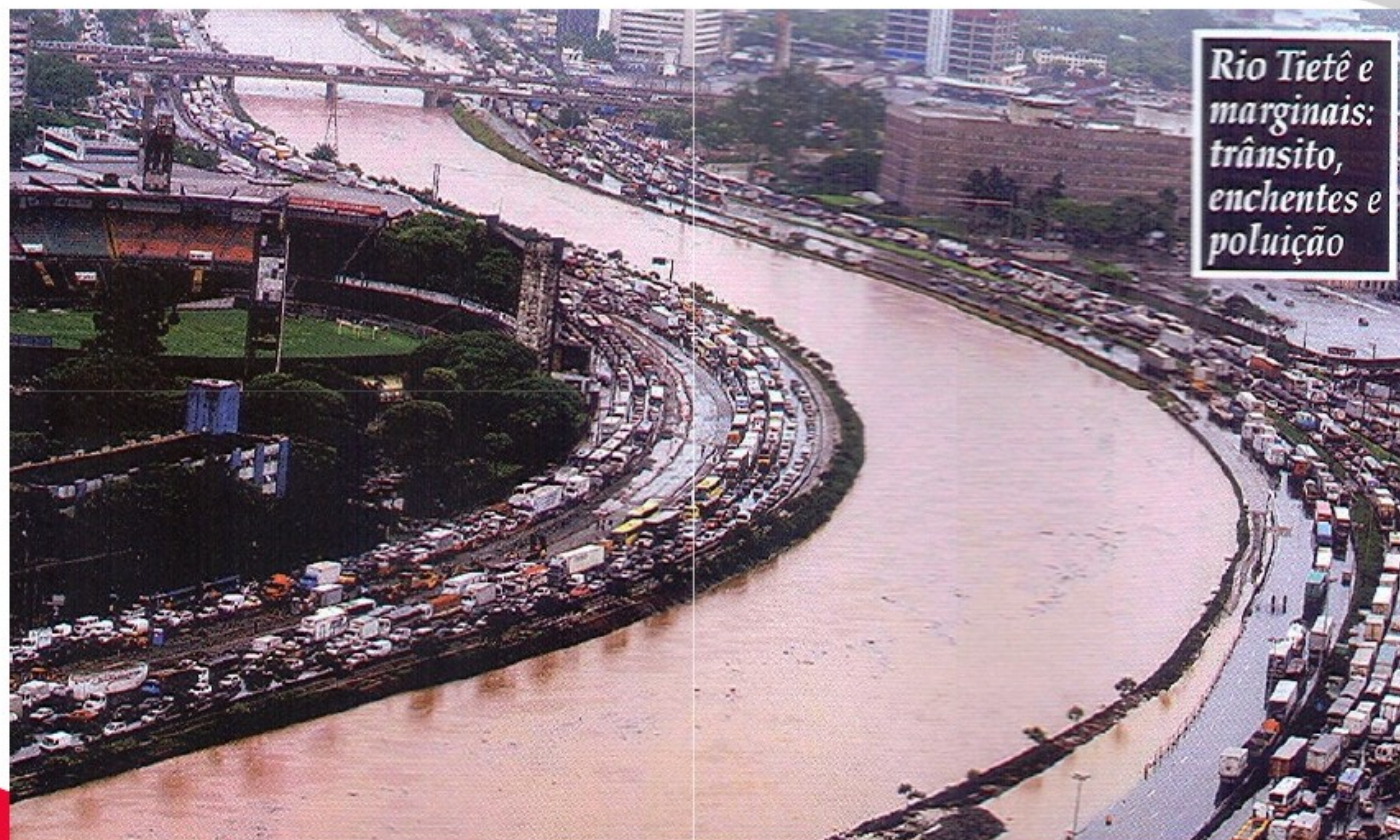
Considerações sobre Gerenciamento de Tráfego Interurbano

- ❖ Da ordem de 50 concessionárias administram cerca de 10.000 Km de rodovias [ABCR] [ITSBr]
 - ▣ Se aproximando ao que é administrado pelo DER/SP
 - ▣ Valoração da experiência dos profissionais da DERSA
 - ▣ Ex. por vir: Programa de Concessão de MG [ANTT]
 - ▣ São Paulo (> 5.000 Km) – ARTESP
 - Transporte Rodoviário de Carga no Brasil < 60%
 - Transporte Rodoviário de Carga em SP > 90%
 - (2005) VDM das rodovias concessionadas > 60%

Gerenciamento de Tráfego

Conhecimento do Problema

AV. MARGINAL TIETÊ: 1 MILHÃO DE VEÍCULOS/DIA



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



14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

5. Transporte Público

5.1 Gerenciamento de transporte público

5.2 Transporte compartilhado e responsivo de demanda

CHAMAR ÔNIBUS





ÔNIBUS
NÃO PARA

Expresso Tiradentes (Via Elevada)

Encaminhamento da Solução

EXPRESSO TIRADENTES



Expresso Tiradentes (Via Elevada)

Encaminhamento da Solução

EXPRESSO TIRADENTES



APTS – (Intelligent) Advanced Public Transportation Systems



APTS

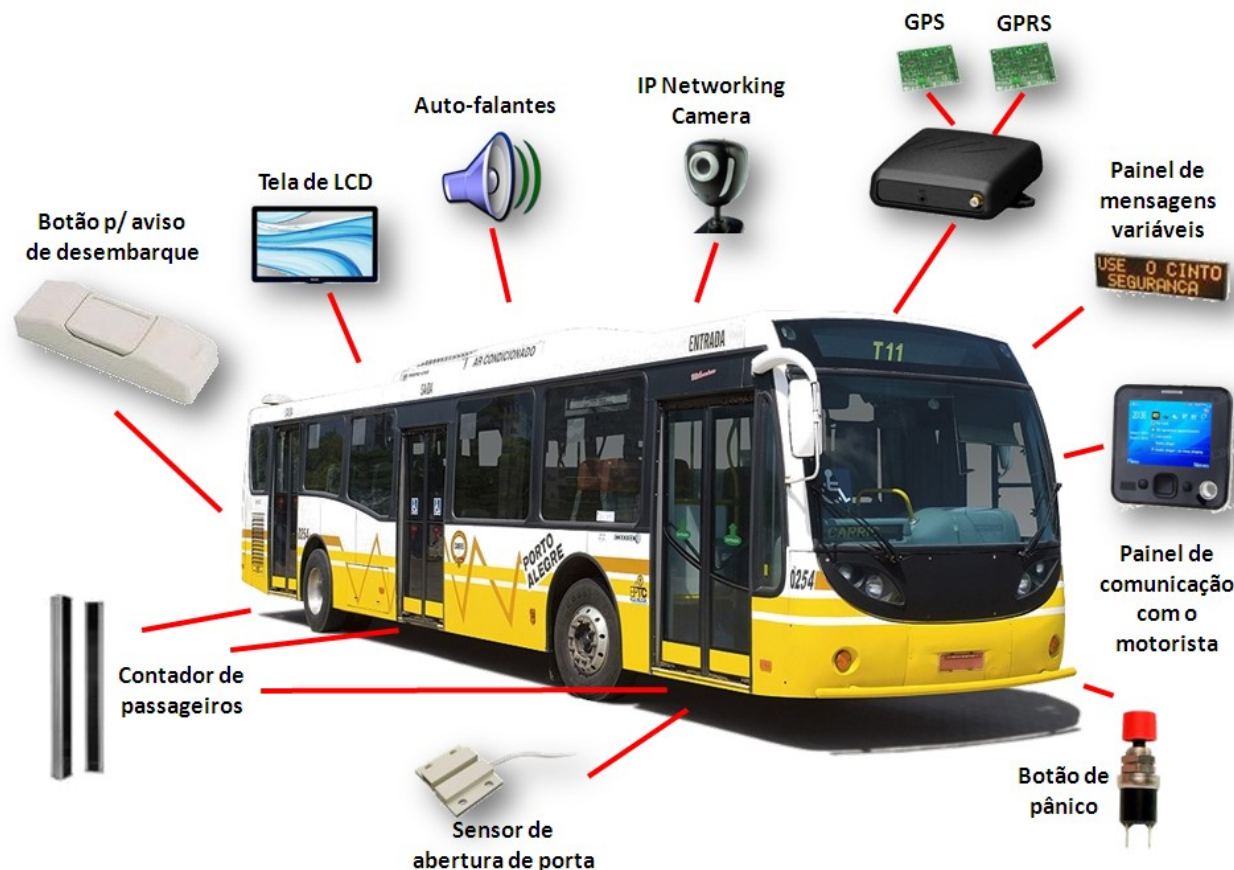
**Gerenciamento de Transporte
(Passageiros)**

**Advanced (Intelligent) Public
Transportation Services**

Planejamento, Programação e Gestão (**Controle Operacional**)

- Supervisão, Fiscalização, Gestão e Controle Operacional
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)

- Ilustração



LONDRES - *A CIDADE E A REDE DE ÔNIBUS*



CENTRAL DE MONITORAMENTO

– FUNÇÕES [1]

35

□ FUNÇÕES DA CENTRAL

- ▣ Monitoramento do Serviço
- ▣ Detecção e Tratamento de Incidentes

□ CONTROLE OPERACIONAL

- ▣ Função de cada Operadora
- ▣ Interesse: Remuneração por Regularidade

□ RECURSOS TECNOLÓGICOS

- ▣ A cargo da TfL
- ▣ Operadoras usam sistema da TfL
- ▣ Sistema Monitoramento - TRAPEZE



**USO INTENSIVO DOS SISTEMAS DISPONÍVEIS –
GESTORA E OPERADORAS**

MONITORAMENTO - PRODUTOS

36



❑ PRODUTOS

- Quilometragem operada e confiabilidade
- Segurança, acidentes e incidentes
- Padrões de condução
- Padrões de Engenharia e de Veículos

❑ IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

- Vias, Operadores e Veículos

❑ REMUNERAÇÃO

- **km percorrida + km em congestionamento**
- Indicador de Tempo de Espera nos pontos

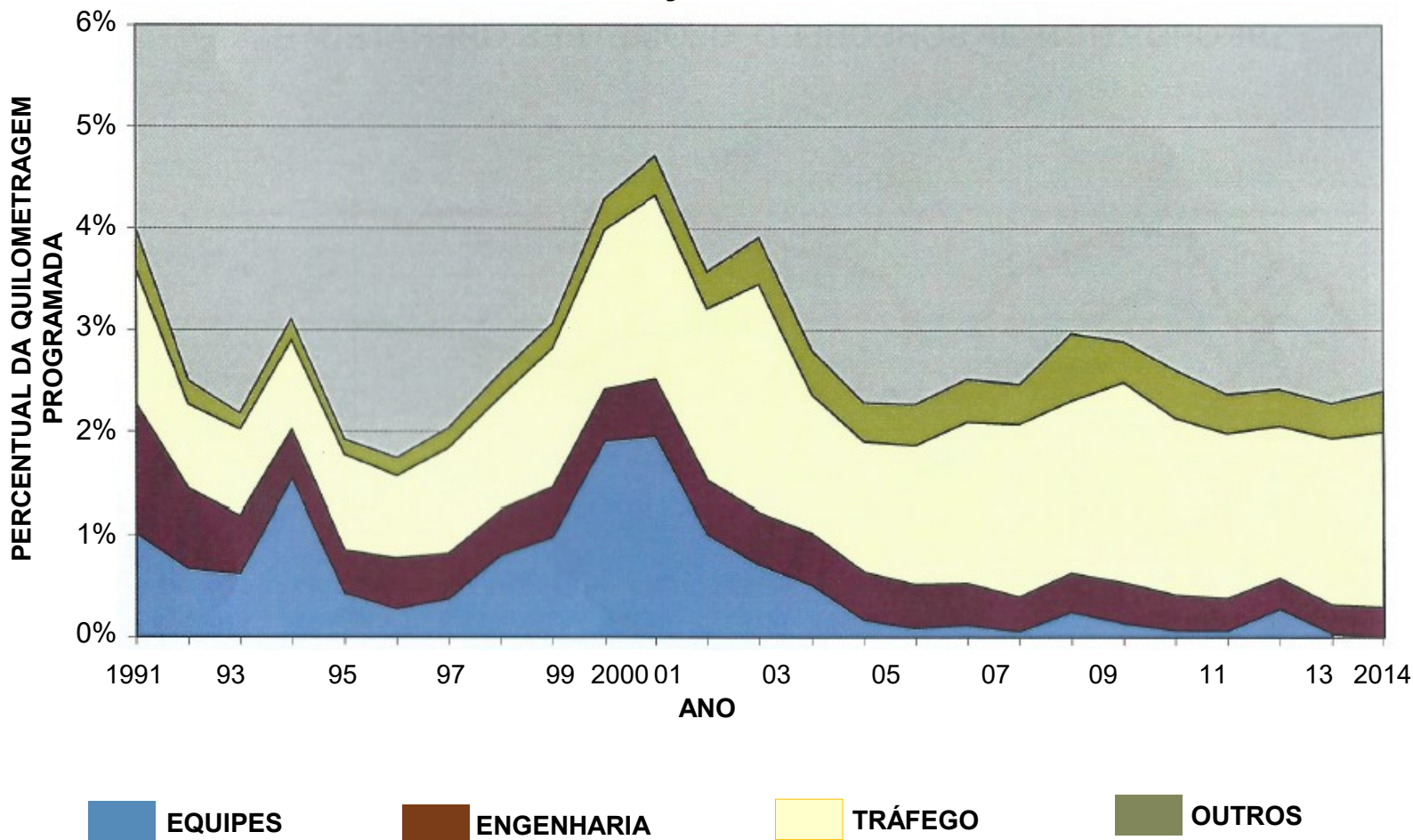
❑ SOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM CONJUNTO COM OPERADORES E COM AGENTES DA CENTRAL DE OPERAÇÃO (Trânsito e Policiamento)

Londres (TfL): Medição da Quilometragem “Perdida”

EVOLUÇÃO DA QUILOMETRAGEM “PERDIDA”

PERCENTUAL POR MOTIVO EM RELAÇÃO À QUILOMETRAGEM PROGRAMADA

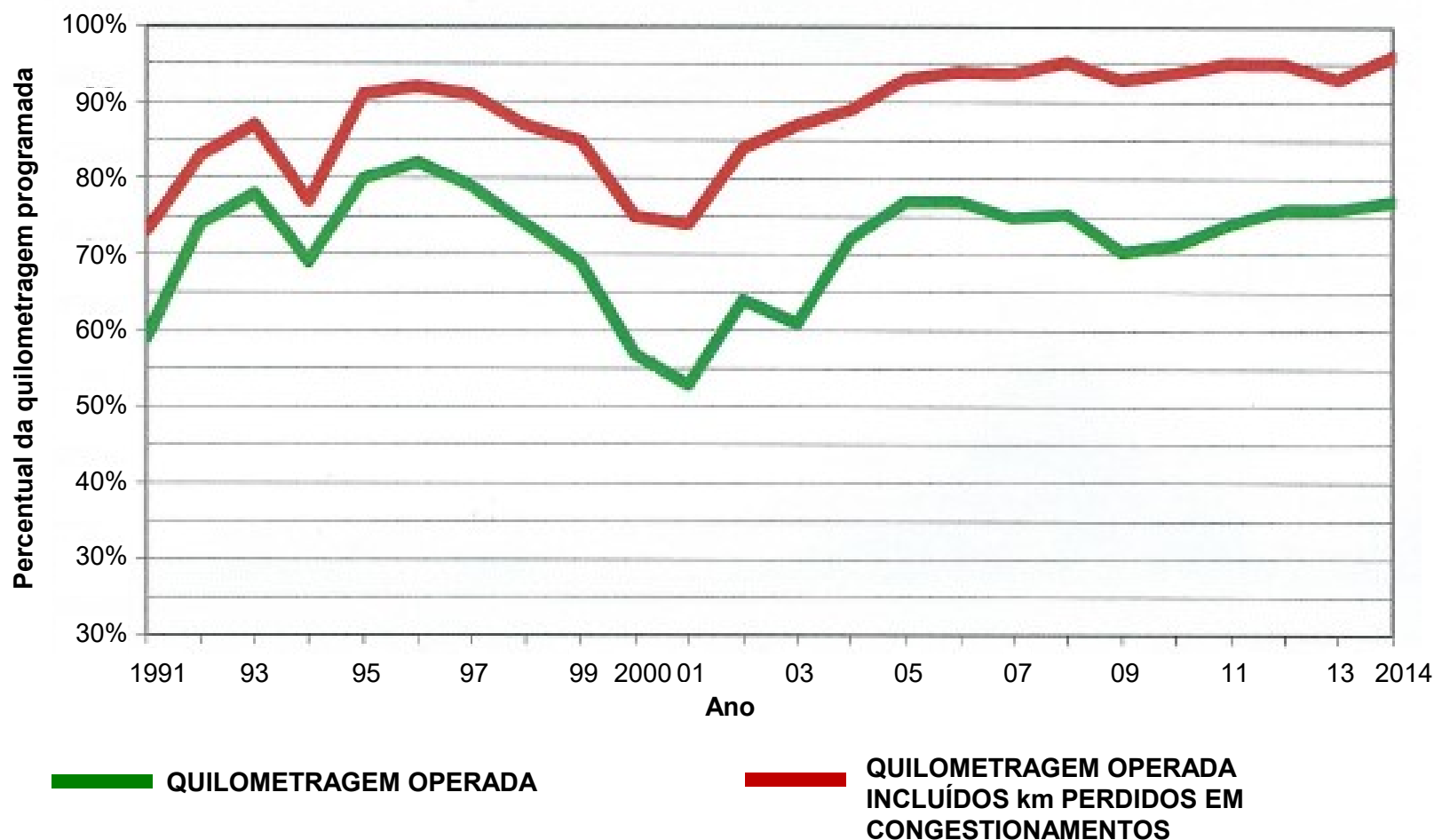
Evolução 1991 – 2014



Londres (TfL): Medição do Custo dos Congestionamentos na Remuneração dos Operadores

**PERCENTUAIS EM RELAÇÃO À QUILOMETRAGEM PROGRAMADA
COM E SEM INCLUSÃO DOS CONGESTIONAMENTOS**

Evolução 1991 – 2014



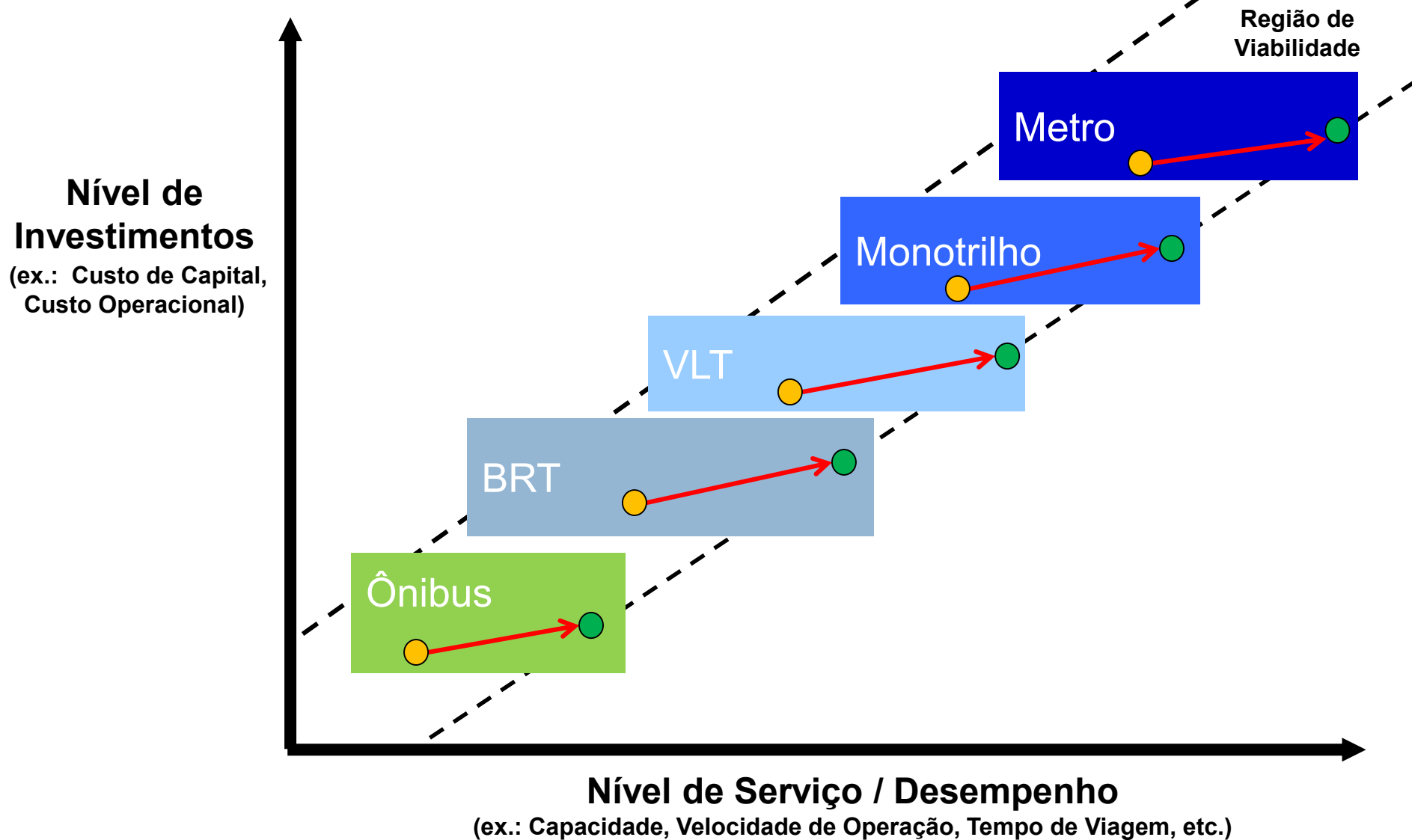
EVOLUÇÃO DA CONFIABILIDADE x TIPOS CONTRATO [15]

CONFIABILIDADE – EXCESSO DO TEMPO DE ESPERA EM MINUTOS

Evolução 1977 – 2014



Custo x Desempenho



Agenda

- Arquiteturas ITS: Tráfego e Transporte
- **Modelos de Simulação de Tráfego**

Tópicos de Estudos Introdutórios

- O que são Sistemas Inteligentes de Transportes ?
- Quais as aplicações possíveis dessas tecnologias em transportes ?
- O que é a Simulação de Modelos de Transportes ?
- Como aplicar a Simulação de Modelos de Transporte ao ITS ?

Simulação de Modelos de Transporte

Representação de sistemas de transporte em modelos, geralmente computacionais, a fim de prever como as alterações podem resultar em benefícios no funcionamento do sistema real.

A simulação é **importante**, pois:

- Gera economia
- Reduz tempo de procura da melhor solução possível para o sistema

<https://vimeo.com/94343080>

<http://leapcraft.dk/cits/>

<https://stateofgreen.com/en/profiles/leapcraft/solutions/cits-copenhagen-intelligent-traffic-solutions>

Curso: Fundamentos de X CITS project on Vimeo X

https://vimeo.com/94343080

vimeo Inscreva-se Entrar Hospede videos Assistir On Demand

Pesquisar videos, pessoas e ... Carregar

CITS Online

Live Simulation

DIGGING PLANNING EMERGENCY SIMULATION SPEED LIMIT SIMULATION CO2 IMPACT VISUALIZATION SIGNAL SIMULATION WEATHER SIMULATION ITS STORE

Andelsboligforeningen Viktoriaegade 14-14 A Færgekroen Copenhagen Design Week Design Society H. C. Andersens Blvd Foreningen Ssp København Rio Bravo Running Sushi Vester Voldgade Hereford House Dantes Pl I pyramidernes skygge Dante

RECORD DATA PLAYBACK 14:00 15:00

CITS project

Vídeos Relacionados

Reprodução automática ligada

Pergunte-me alguma coisa

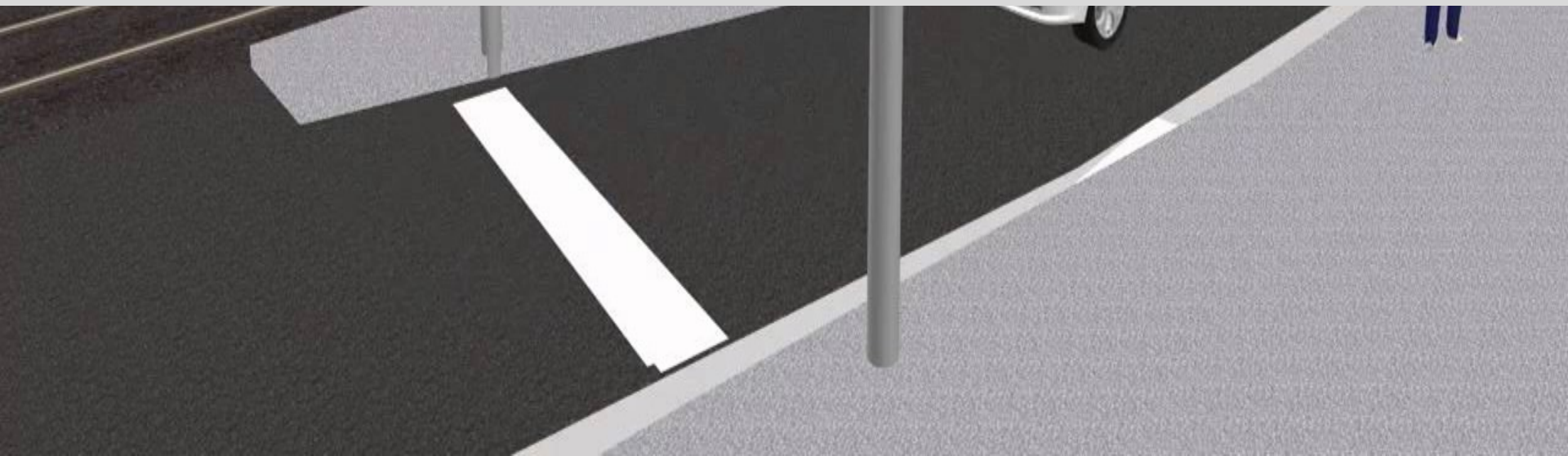
POR 03:52 PTB2 04/10/2016

Como aplicar simulações à decisões sobre ITS ?

- Representar o sistema de transportes em um modelo computacional (vias de transporte urbano e interurbano, redes de trem, metrô etc)
- Verificar se essa representação é precisa o suficiente
- Introduzir mudanças (**ITS**) que considera serem benéficas no modelo computacional
- Simular o modelo com as mudanças feitas e coletar resultados (índices significativos)
- Comparar as diferentes soluções através de cenários
- Adotar a solução mais eficaz (a que reduza mais o congestionamento, a mais barata, a mais rápida ou, ainda, a que combine melhor esses benefícios na quantidade desejada)



Micro simulation with PTV VISSIM



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

APLICAÇÃO

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

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



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



Trechos onde ocorrem mais retenções

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

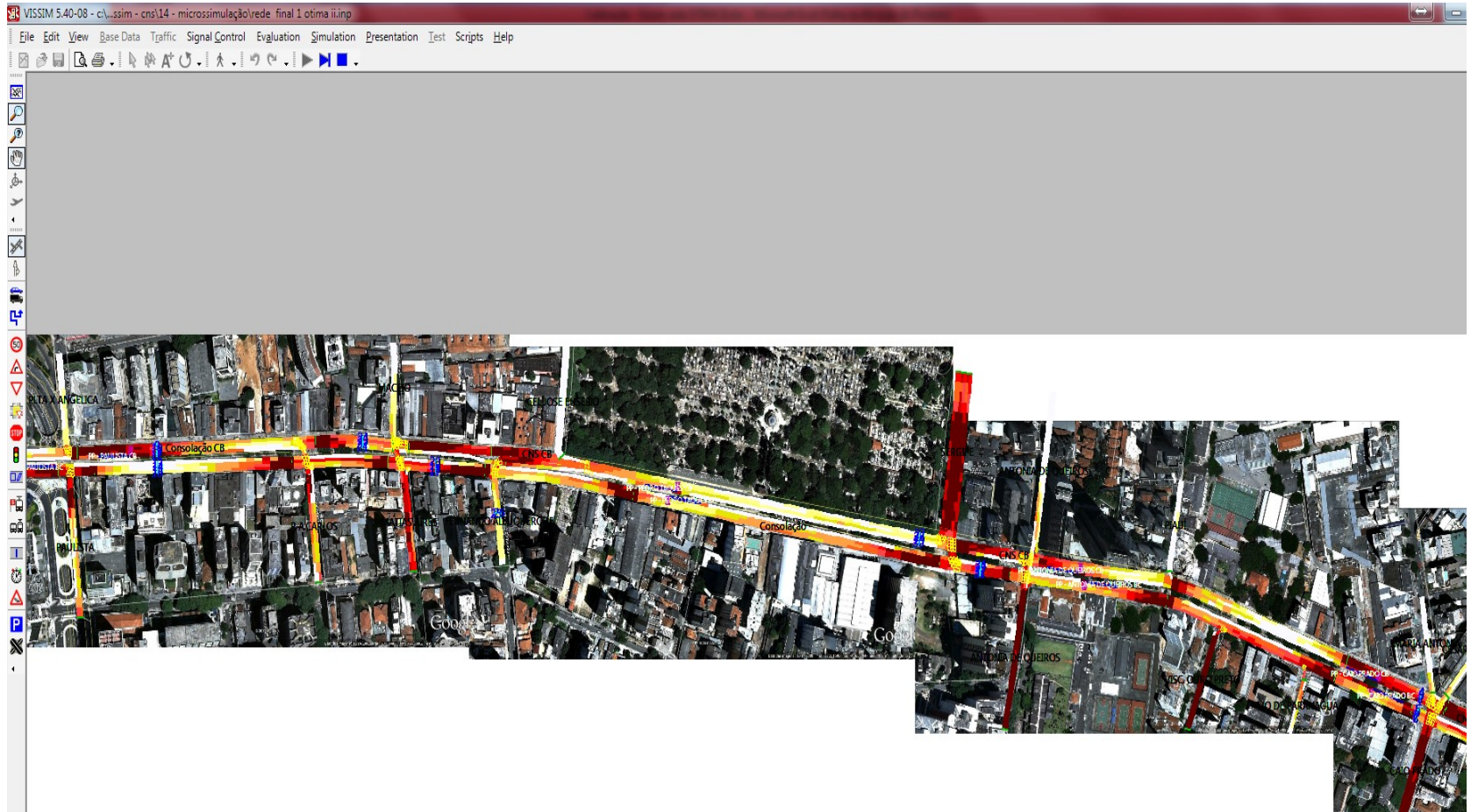
Especificação do corredor a ser estudado.

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



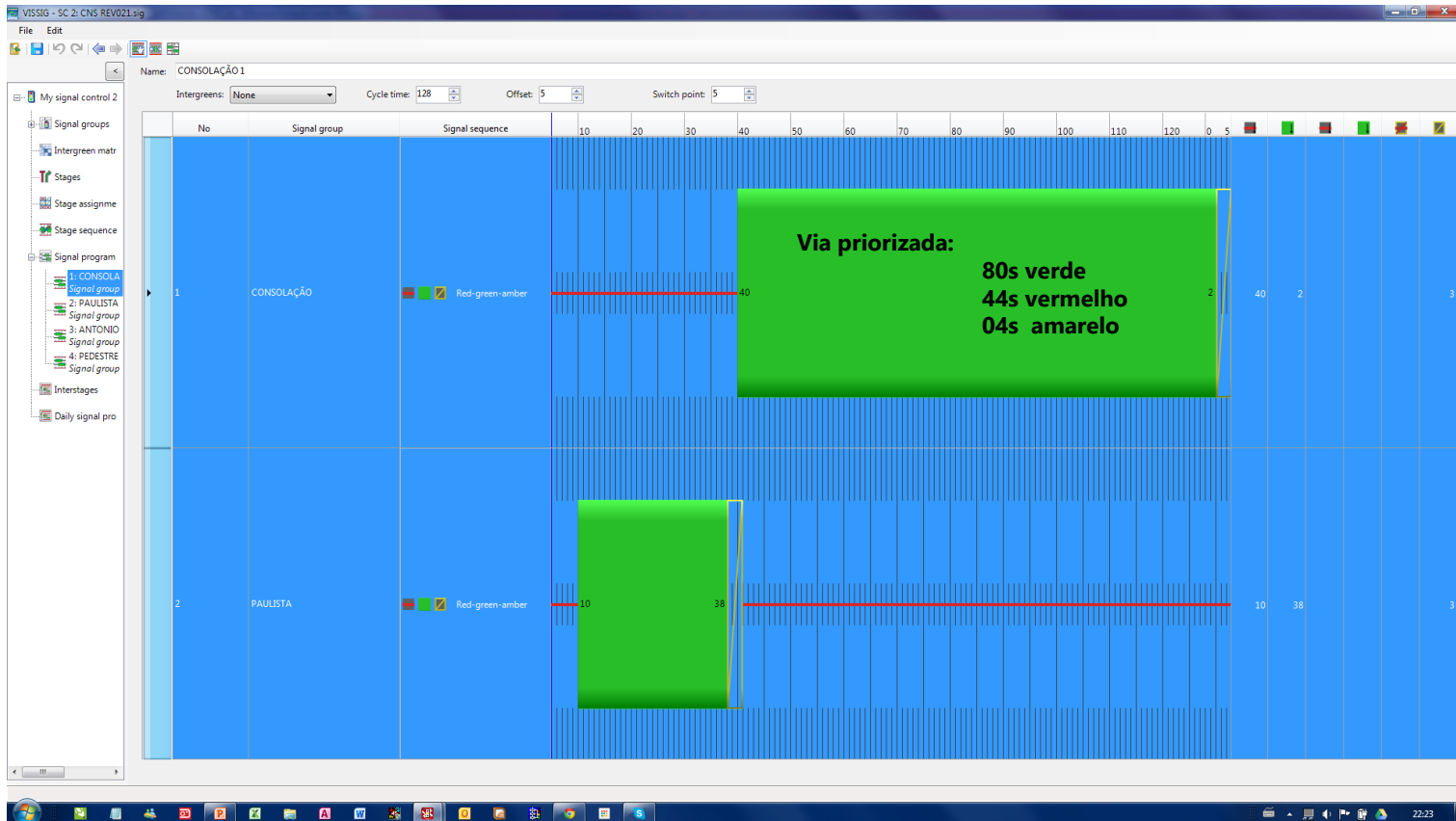
Elaboração dos Cenários – Localização dos Sensores na via



Cenário 1

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Configuração dos ciclo semaforico : 128 segundos (tempo fixo)



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

2015

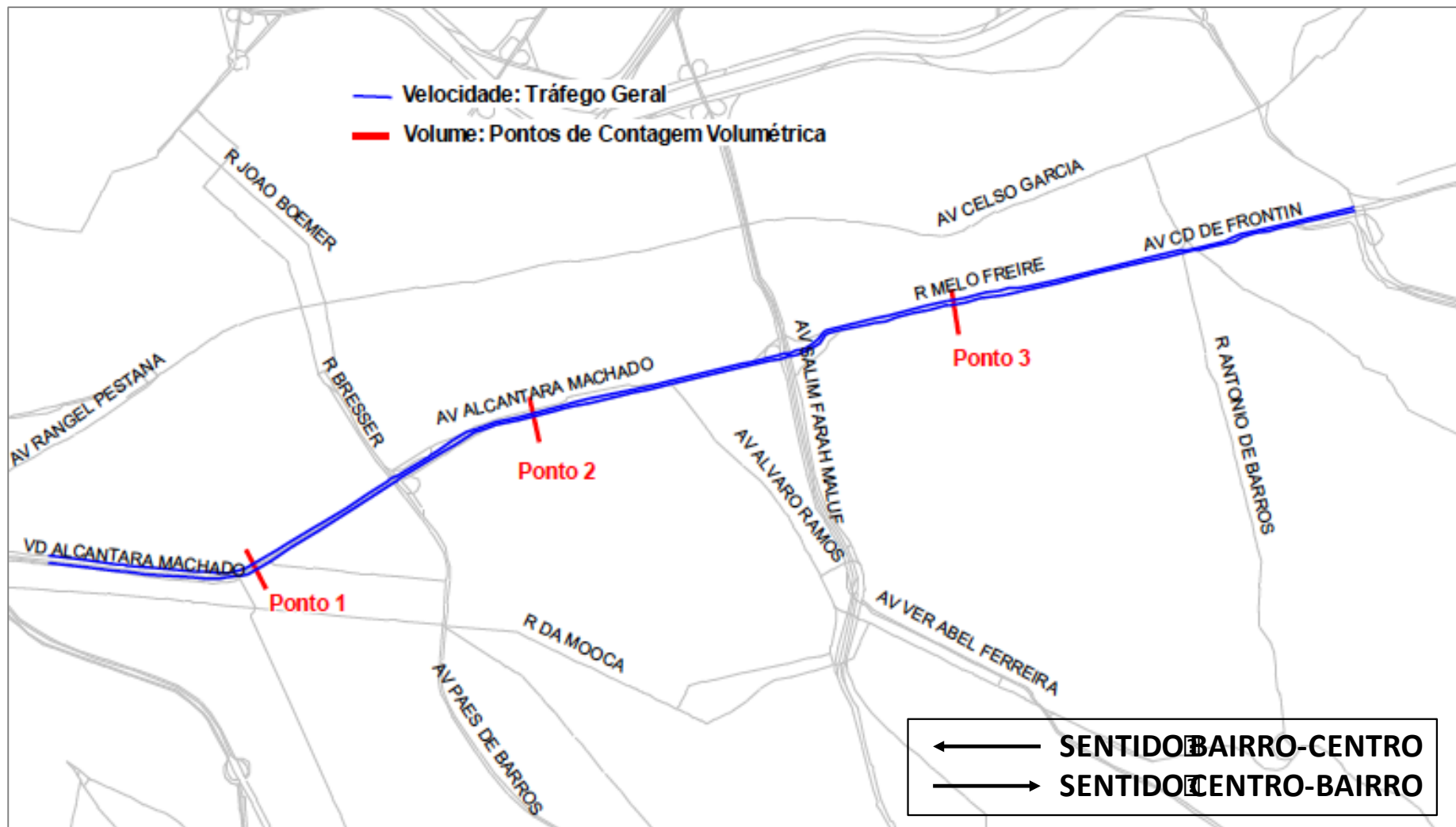
HOSHINA, L. N. N; CHIOVETTI, P. B.;
DELUCA, R. S.



Case study: Av. RADIAL LESTE



7G Route



SITUAÇÃO ATUAL



BRT / CORREDOR



Simulação e Análise do Fluxo de Pedestres em Terminais

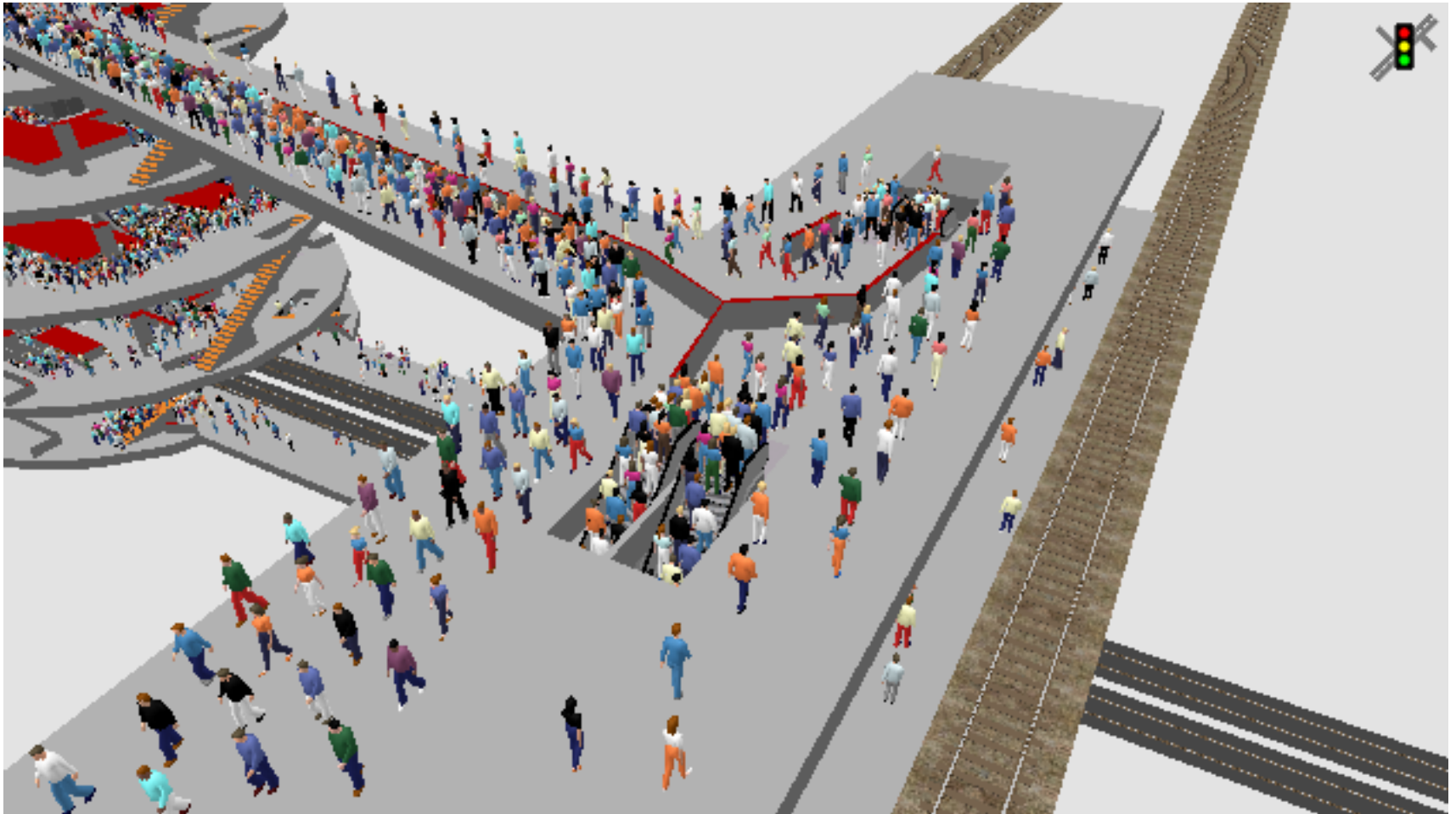
2017

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

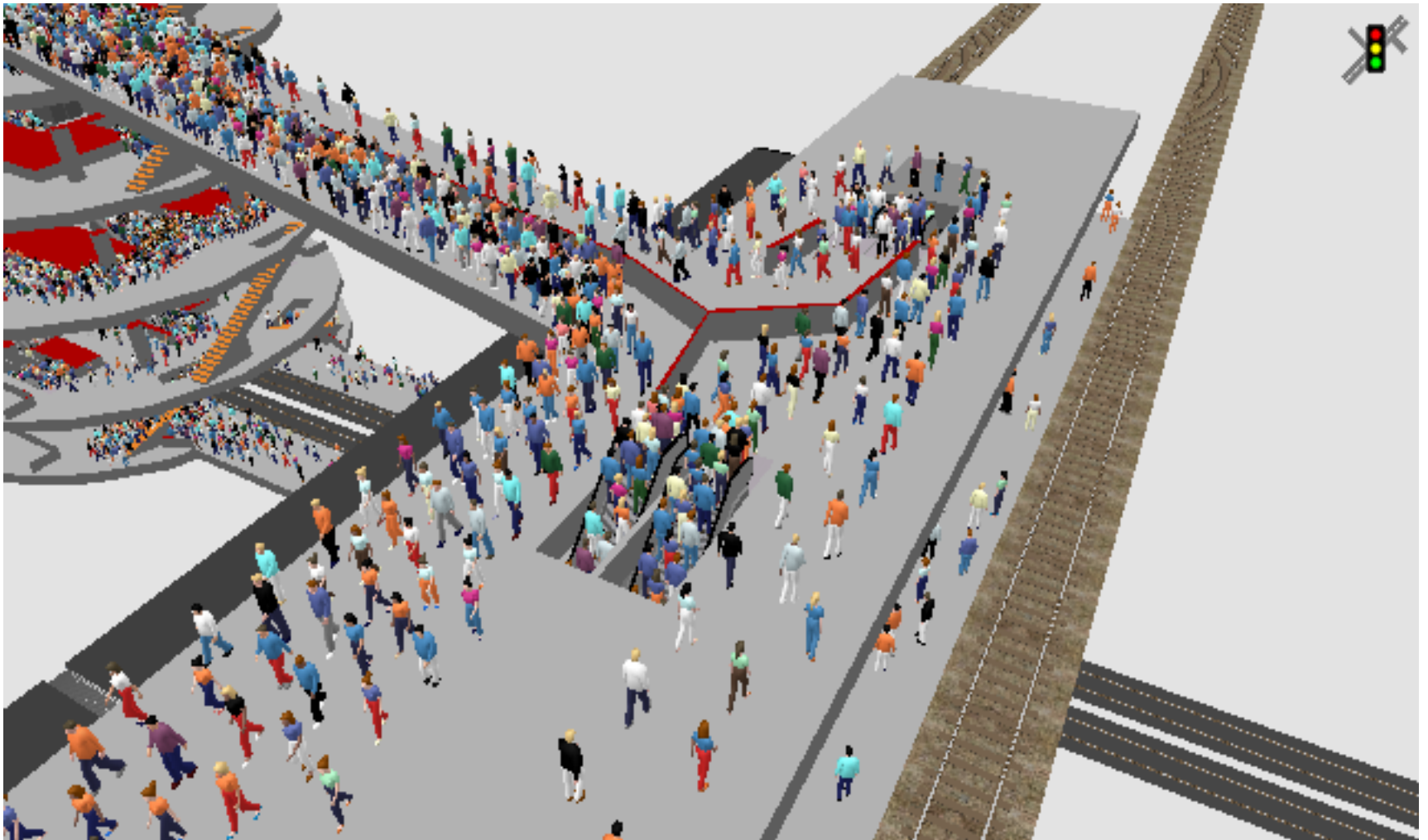
Terminal Pinheiros



Terminal Pinheiros: Cenário 2017



Terminal Pinheiros: Cenário 2030

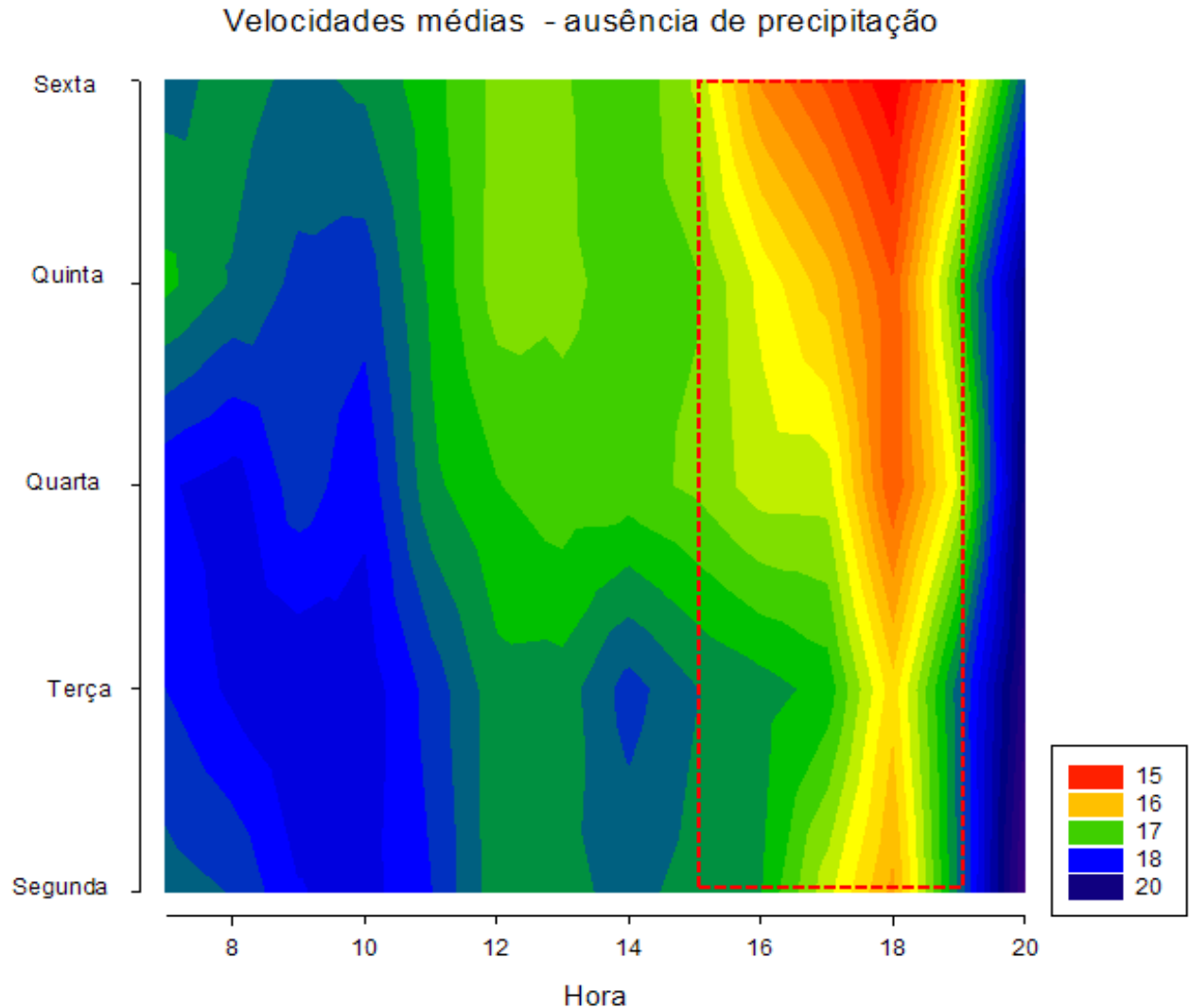


Análise de Comportamento de Operação de Ônibus Urbanos sob o impacto de chuva utilizando as Técnicas de Árvores de Regressão ChAID e Estatística Geográfica

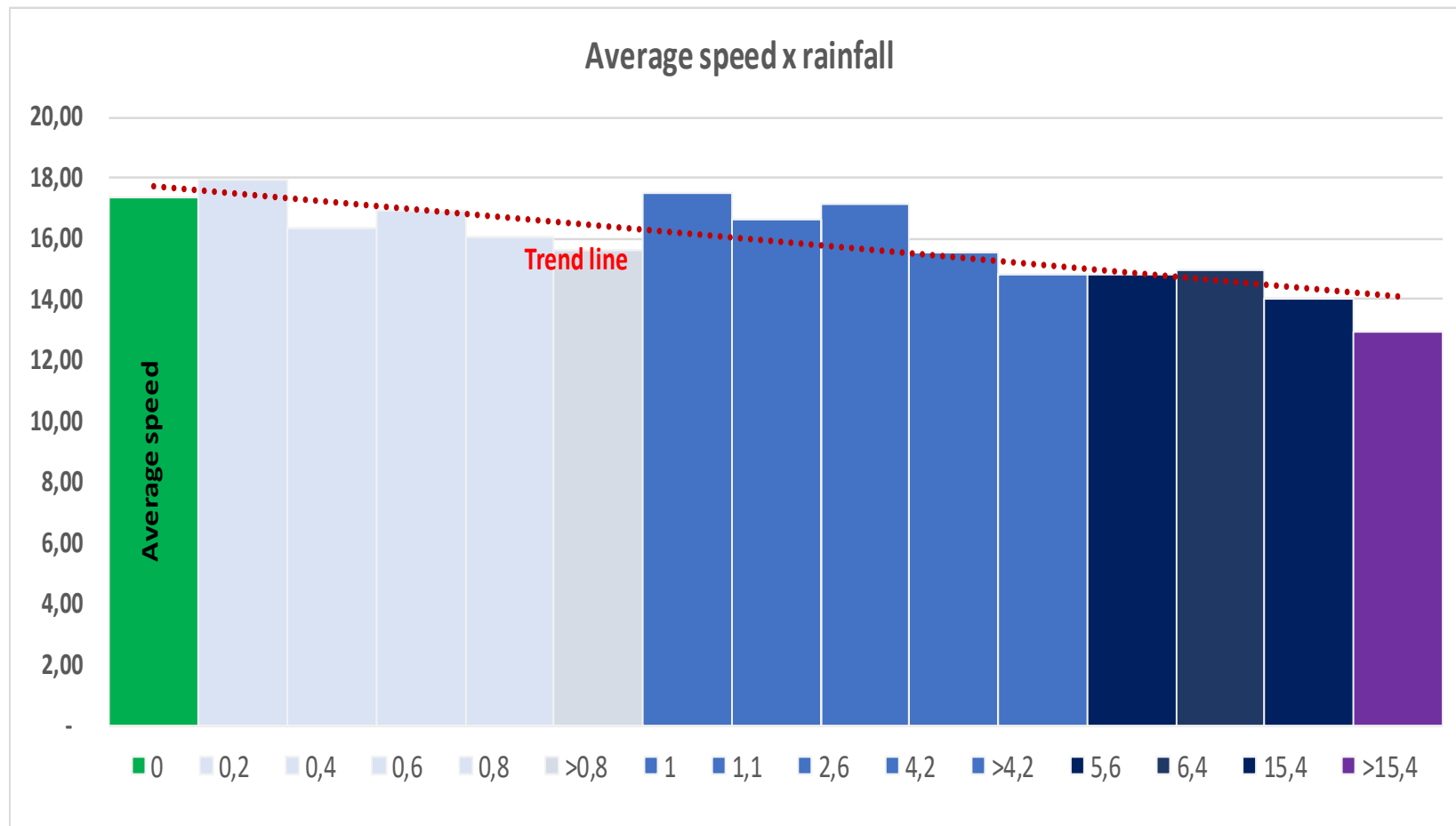
2017

Erick Sobreiro GONÇALVES

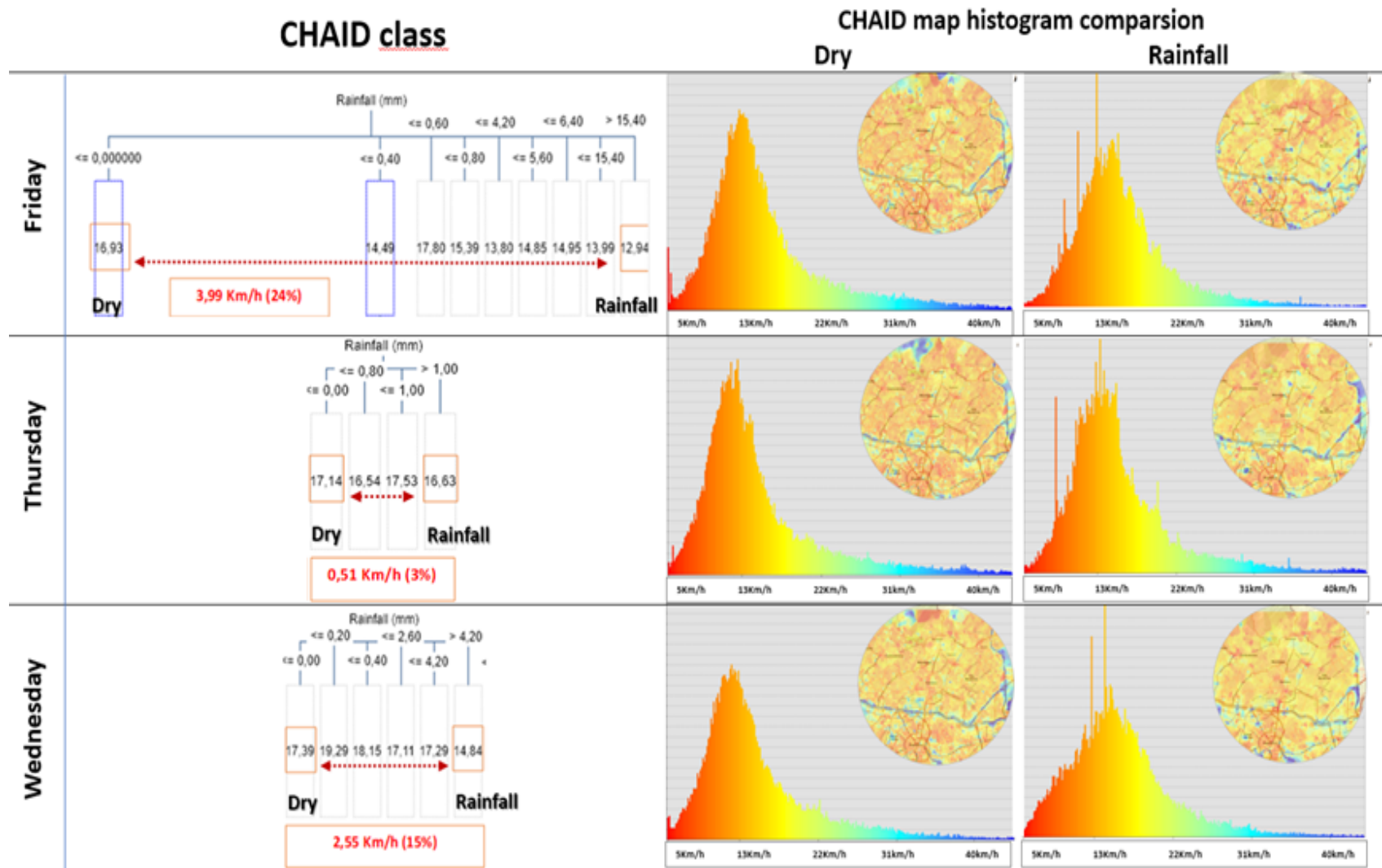
Average speed (km/h) per week day and hour of day

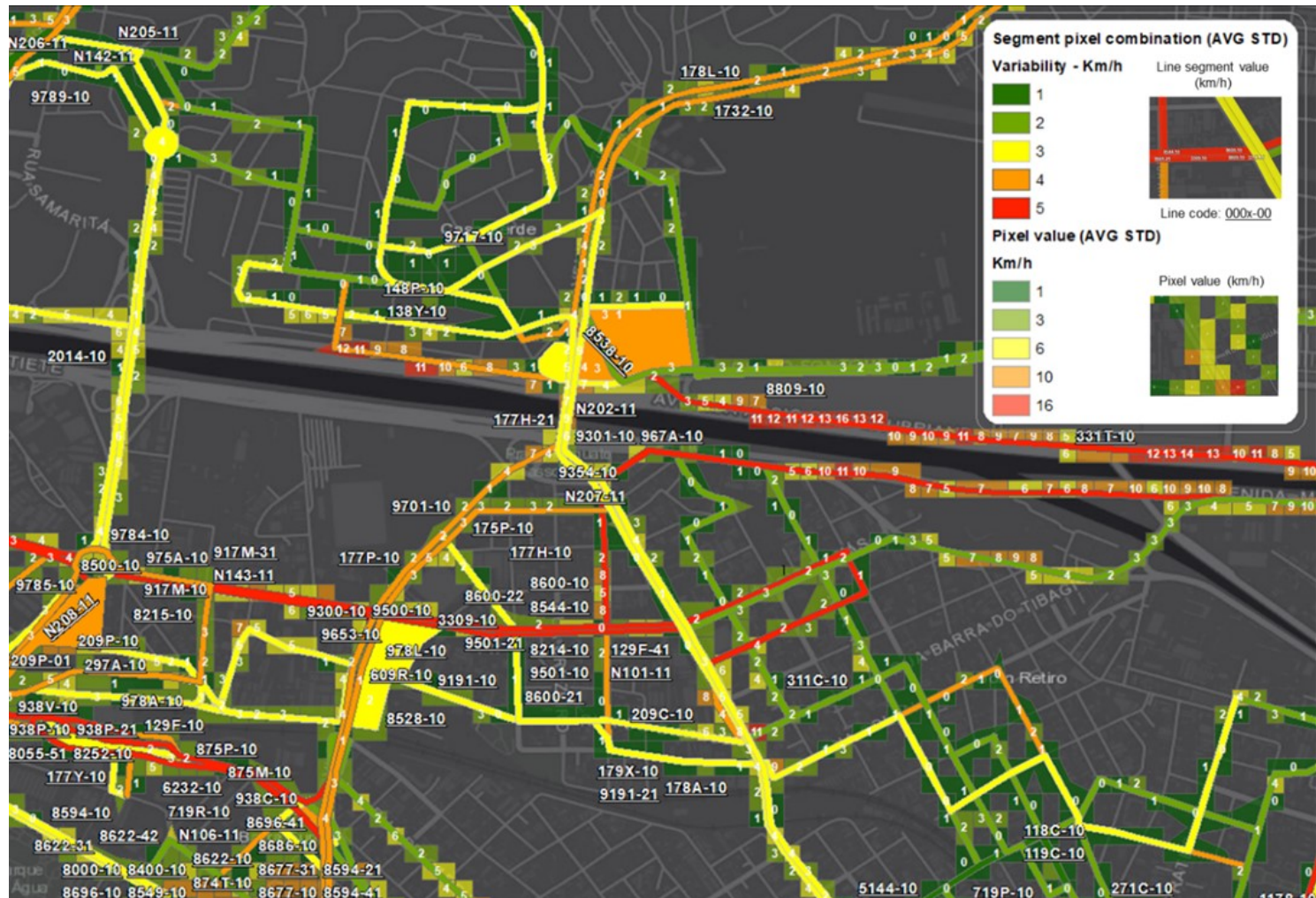


VM dos ônibus urbanos frente à precipitação de chuva (> 0 mm de chuva / hora) [2]



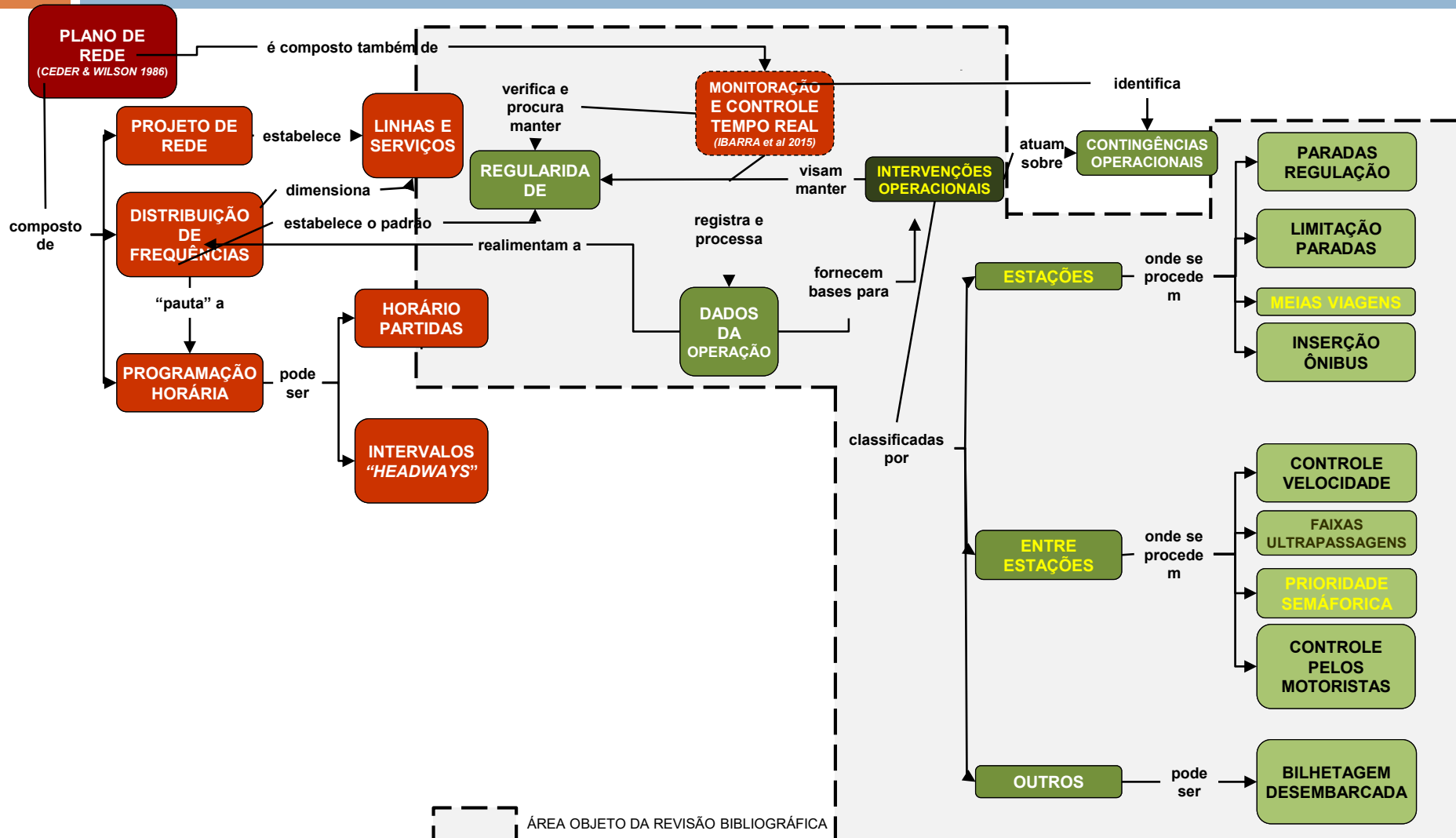
Árvores ChAID, superfícies e histogramas das VM dos ônibus urbanos frente à ausência e com precipitação de chuva, para os dias de quartas, quintas e sextas-feiras, no horário de pico (4:00 – 6:00 PM)



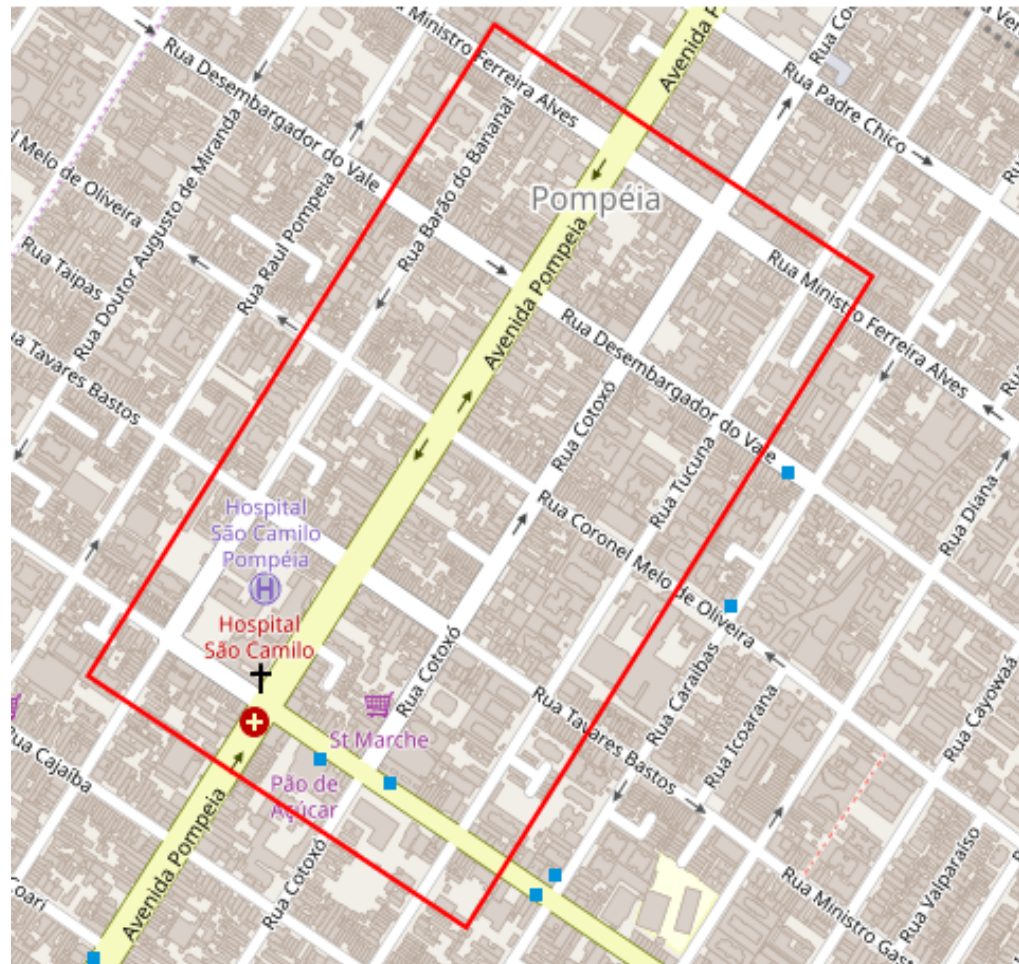


Intervenções operacionais visando a regularidade e a eficiência de sistemas de ônibus urbanos: resenha de estudos acadêmicos e simulação de aplicações com dados reais

Monitoring, Control and Operational Interventions

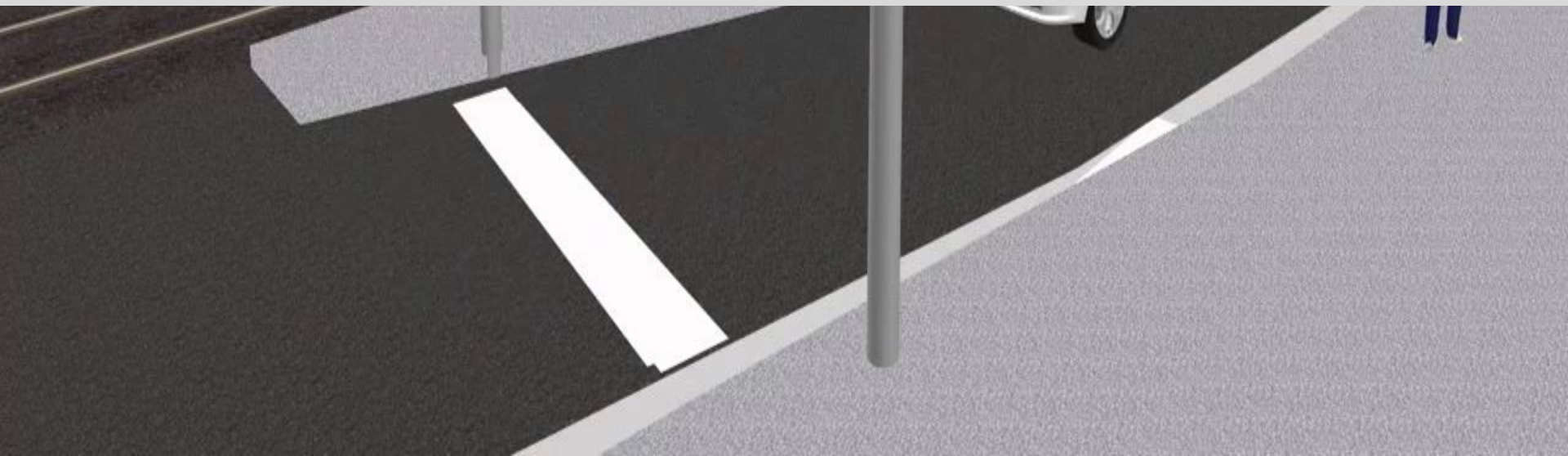


Avaliação de sistemas de otimização semafórica em tempo real: um estudo de caso na Cidade de São Paulo





Macro simulation with PTV VISUM





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

Network x Matrices

view (Links)

Count: 1

12235

743

700

3

B,C,W

0.083km

24000

60km/h

105612

PrT(API)

Marking

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

12235(743->700)

Network editor (Edit: Links)



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-defin

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

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

Volume PrT [veh] (A

Link bars

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

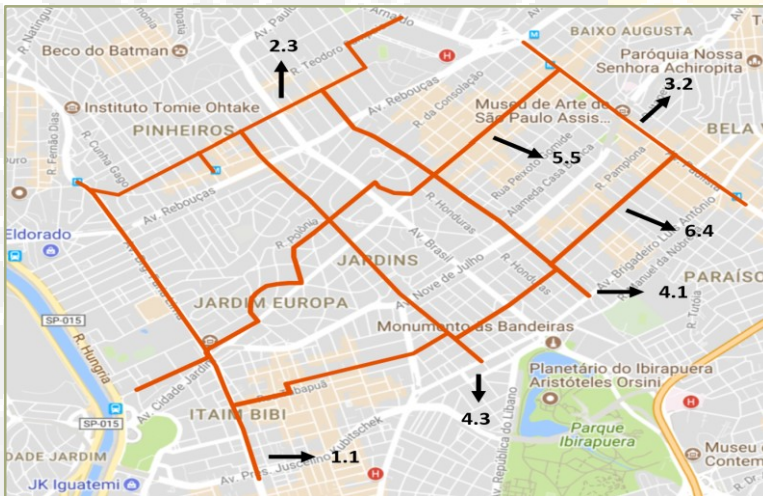
2017

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	

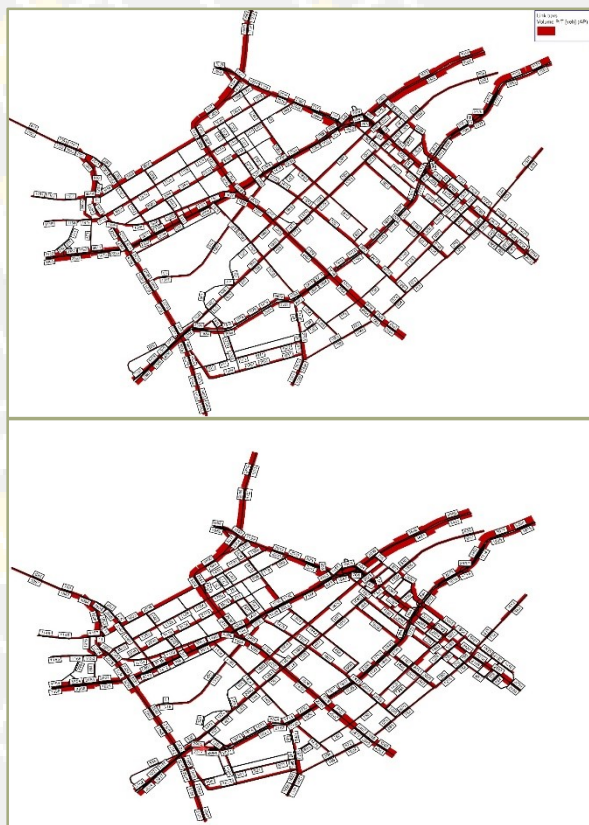
Cenário A



Cenário B



Macrossimulação dos resultados



Alocaco das censos refernciais e A



Diferena entre as alocaces das censos refernciais e A



Fundamentos de ITS



Sobre a disciplina:
Macro Temas (v_19_8_20)

Macro-Programação

		Planejamento da Disciplina. Pacotes de Serviços (e Funções) ITS. Arcabouço Conceitual e Metodológico - Arquiteturas ITS. Informações ao Usuário [ITIS]
Parte 1	Introdução	
Parte 2	Gerenciamento de Tráfego [IHS / ITMS]	Cenário Interurbano - Supervisão Aplicada as Rodovias. Fiscalização do cumprimento de regras de trânsito. Serviços de Apoio aos Usuários (SAU). Cenário Urbano - Gerenciamento de Incidentes. Controle do Fluxo e da Demanda.
Parte 3	Gerenciamento de Frotas [IPTS, CVO]	Cenário Urbano: Operação do Transporte Público (TP) de “Rota Fixa”. Gestão de Frotas e dos Serviços Prestados. Prevenção e Segurança. Coordenação Multimodos. BRTs (Bus Rapid Transit) Transporte sob Demanda. Processos relacionados ao Veículo Comercial (Baldeações Modais). Gerenciamento de Frotas para o Transporte de Cargas.

Macro-Programação

Parte 4	Coordenação de Resposta à Emergências e Desastres	Transporte de Cargas Perigosas (HAZMAT). Tratamento de Incidentes - categorizados como emergência. Atividades, baseadas no transporte rodoviário, em resposta a desastres.
Parte 5	Tarifação Variável [EFC / ETC]	Arrecadação / Validação e “ <i>Clearing</i> ”. Cenário Interurbano - Pagamento Eletrônico de Pedágio. Cenário Urbano - Geração e Distribuição (dos créditos eletrônicos). Controle de Benefícios.
Parte 6	Resumos	Temas relacionados à operação de transportes (rodoviários, transporte público coletivo urbano).
Parte 7	Projeto Temático	Proposição de “intervenções tecnológicas” para “melhoria da operação”.
Parte 8	Laboratórios	Modelos de Simulação de Redes de Transporte

Fundamentos de ITS



Sobre a disciplina:
Forma de Apresentação,
Plano de Aulas e
Critério de Avaliação

Forma de Apresentação

❖ “Pacotes” de Serviços

▣ Funções envolvidas

- Propósito **[o que é]**

- Benefícios → Correlacionamento das Funções ITS com os Atores **[para que serve]**

▣ Integração (inter-relacionamento) com outras funções ou pacotes

- ▣ Aspectos da Tecnologia envolvida (padrões, interfaces)

❖ Aspectos de Implantação

- ▣ Implementações de sucesso

- ▣ Exemplos de Boas Práticas

❖ Referências para maiores informações

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)

Plano de Aulas

□ Aulas em quatro “momentos”

▣ Apresentação de Resumo de Artigo (~15 min)

▣ Aulas Expositivas (Participativas) (~40 min)

- Descrever Domínios e Funcionalidades ITS aplicadas aos cenários urbano e interurbano

▣ Aulas Práticas (~40 min)

- Explorar, com Aplicativos Computacionais, os benefícios que podem ser trazidos na ampliação da infraestrutura, na aplicação de funcionalidades ITS ...

▣ Fechamento da aula (~5min)

Critério de Avaliação

A Média Final da disciplina obedece à seguinte composição:

$$\text{MF} = 75\% * \text{Projeto Temático} + 25\% * \text{Resumos}$$

- **Projeto Temático (apresentação e relatório):**
 - ▣ Apresentação Parcial – Construção da Rede (30% da MF)
 - ▣ Apresentação Parcial – Rede Calibrada (30% da MF)
 - ▣ Apresentação Final – Cenários Futuros (15% da MF)
- **Resumos:**
 - ▣ Apresentação
- **MF = Média Final**

Bibliografia Sugerida e Leitura Recomendada

Bibliografia Sugerida

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. **Sistemas Inteligentes de Transportes**. Série Cadernos Técnicos – Volume 8. São Paulo. Maio de 2012.
 - ▣ http://issuu.com/efzy/docs/ct_its201208/1?e=2834637/4039886
- WILLIAMS, Bob. **Intelligent Transport Systems Standards**. Artech House, 2008. [\[e-book\]](#)

Leitura Recomendada – Aula 1

- ABNT / ISO 14813-2006 – Parte 1

- **ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Sistemas Inteligentes de Transportes. Série Cadernos Técnicos – Volume 8. São Paulo. Maio de 2012.**
 - ▣ http://issuu.com/efzy/docs/ct_its201208/1?e=2834637/4039886
 - ▣ **Artigo 2: Planejamento em Sistemas de Transportes Inteligentes (ITS)**

Leitura Recomendada – Aula 1

- **Big Data Analytics in Intelligent Transportation Systems: A Survey**
- Li Zhu, Fei Richard Yu , Yige Wang, Bin Ning, and Tao Tang
- IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 20, NO. 1, JANUARY 2019

PTR3514 – ITS

- Claudio L. Marte
 - ▣ Tel (cel / whatsapp): 999 183 655
 - ▣ E-mail: claudio.marte@usp.br

- STOA:
 - ▣ PTR3514_2sem20
 - ▣ Sistemas Inteligentes de Transporte