

PTR 3011 – Sistema de Posicionamento por Satélite e suas aplicações na Eng^a

**Sistemas Inteligentes de
Transportes (ITS) em
Transportes Públicos por
Ônibus**

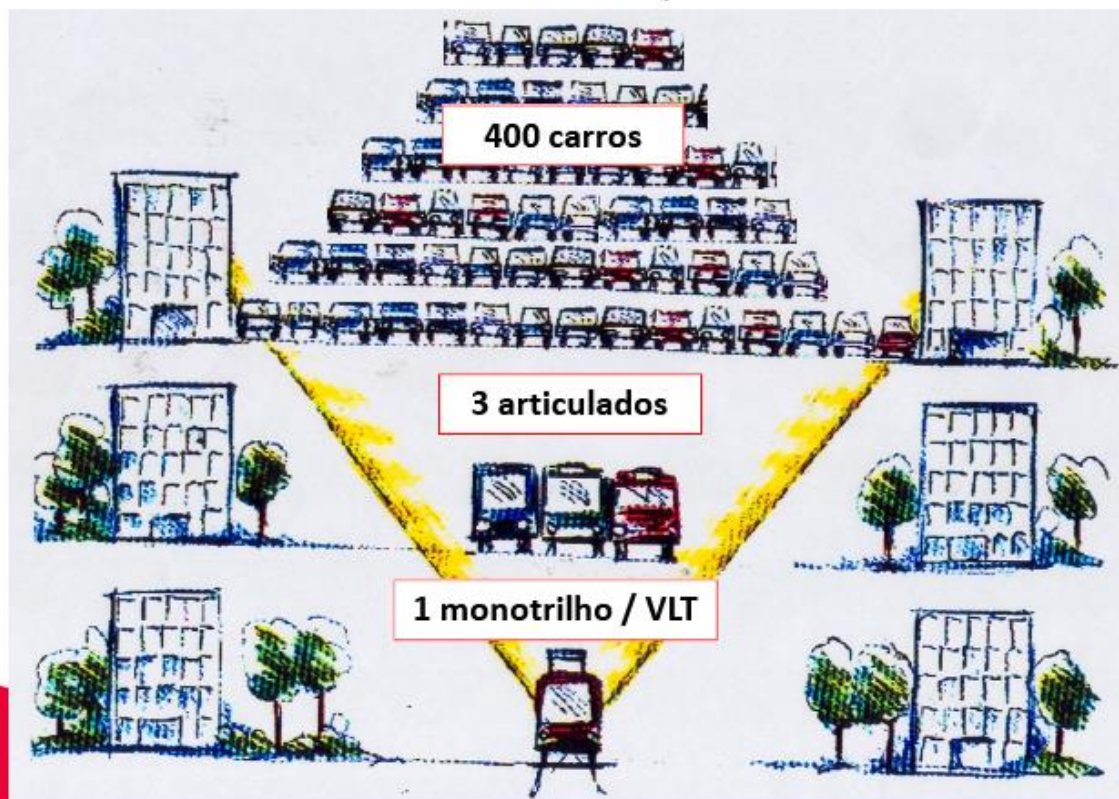
Sistemas de Média Capacidade

Encaminhamento da Solução

NEM SEMPRE O ÔNIBUS É A SOLUÇÃO PARA TODAS AS DEMANDAS

Ônibus oferecem alta acessibilidade, mas são muito sujeitos a interferências com o trânsito

Os meios sobre trilhos têm maior capacidade e mobilidade



Fonte: UITP / 2007

Gerenciamento de Transporte Público Urbano de Passageiros

Encaminhamento da Solução



**NÃO BASTA IMPLANTAR OS
CORREDORES**

É NECESSÁRIO:

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

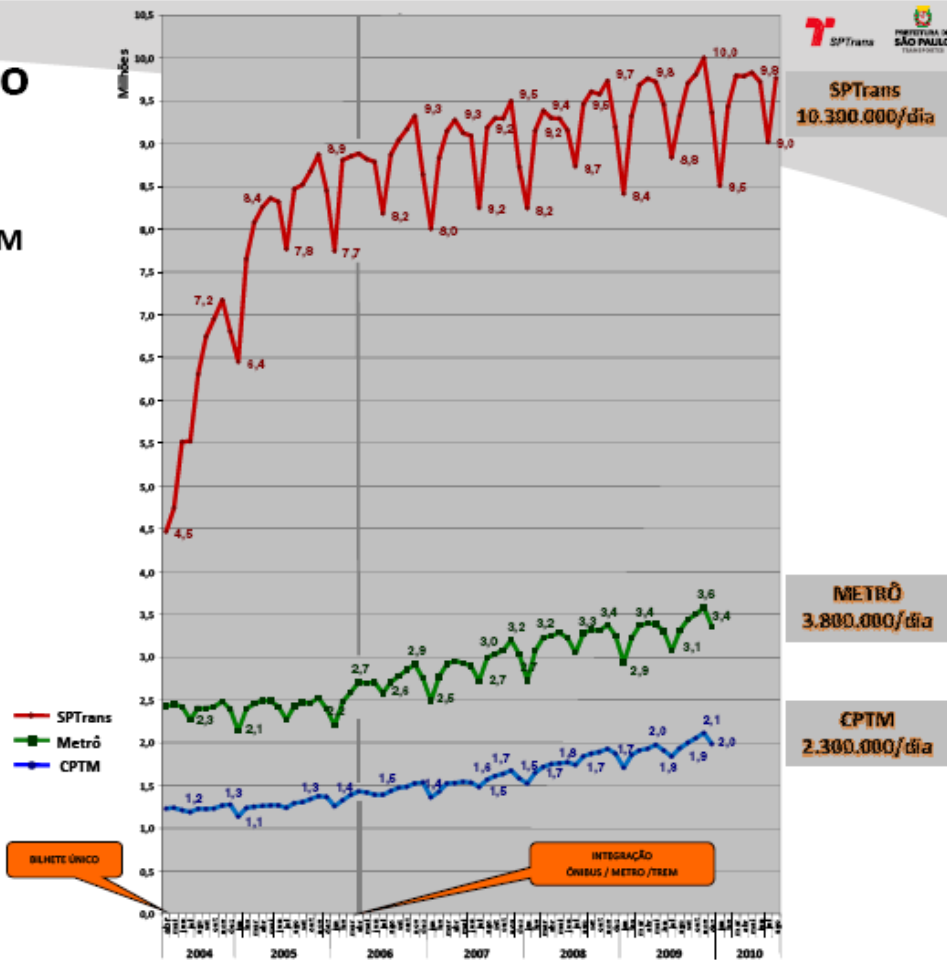
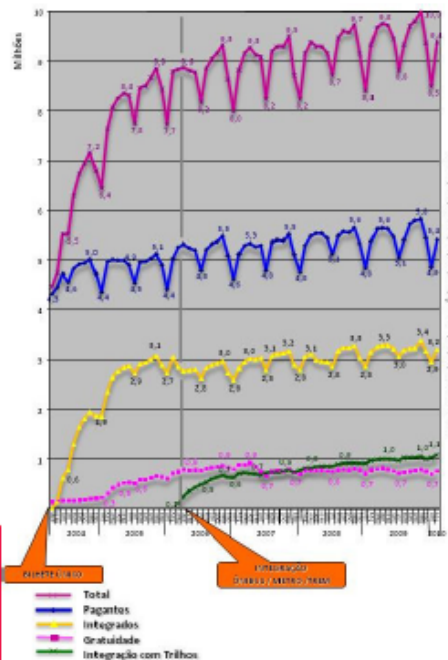
Gerenciamento de Transporte Público Urbano de Passageiros

Encaminhamento da Solução

ÔNIBUS MUNICIPAIS + METRÔ + CPTM

DUPLICARAM A DEMANDA

16 MILHÕES DE VIAGENS POR DIA



REGULARIZAÇÃO DO TRANSPORTE INFORMAL

RENOVAÇÃO DA FROTA DE ÔNIBUS, TRENS E METRÔ

CONSTRUÇÃO DE
NOVAS ESTAÇÕES,
TERMINAIS,
CORREDORES E LINHAS
DE METRÔ

Gerenciamento de Transporte Público Urbano de Passageiros

Expresso Tiradentes (Via Elevada)

Encaminhamento da Solução

EXPRESSO TIRADENTES



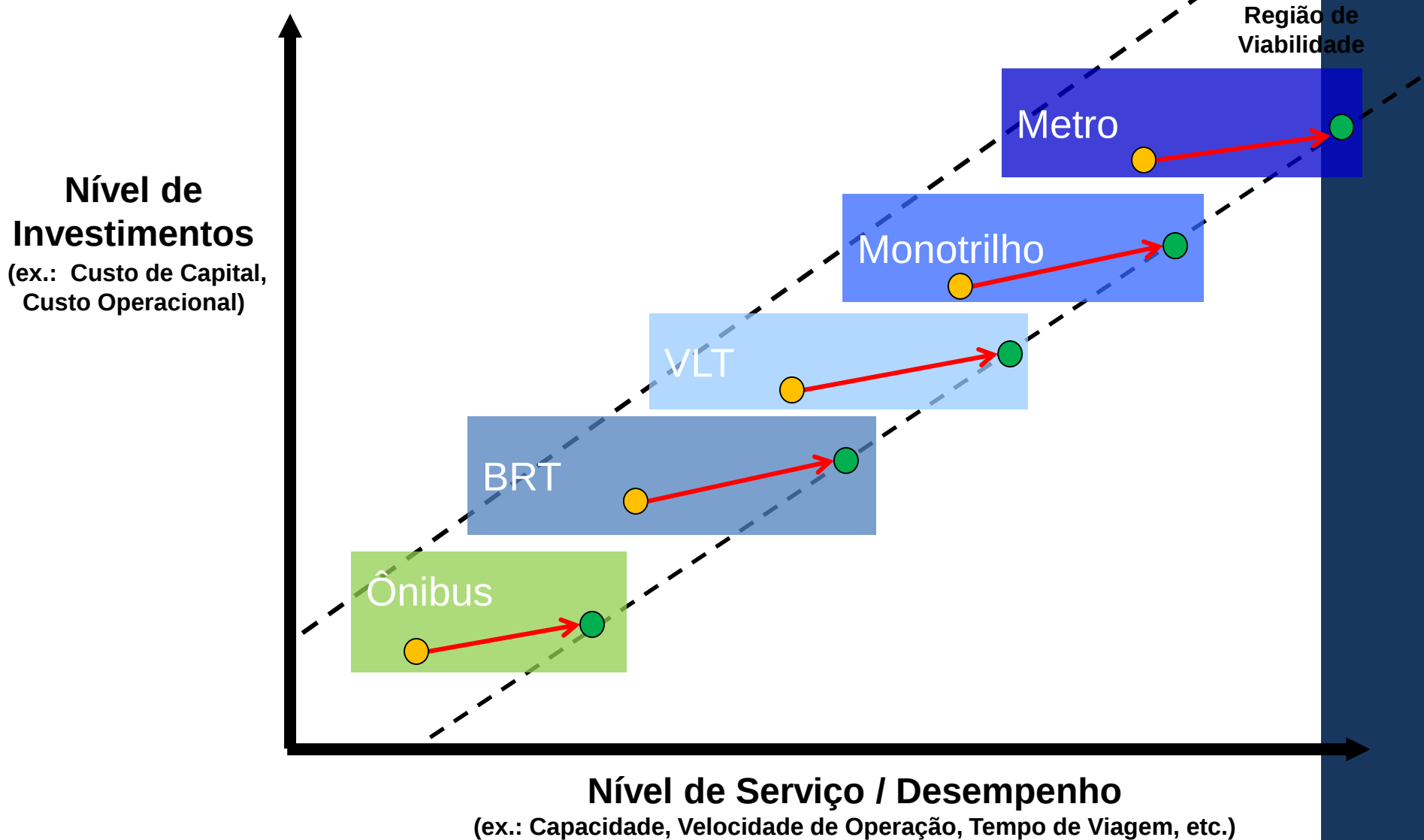
Gerenciamento de Transporte Público Urbano de Passageiros Expresso Tiradentes (Via Elevada)

Encaminhamento da Solução

EXPRESSO TIRADENTES



Custo x Desempenho



Referência Bibliográfica

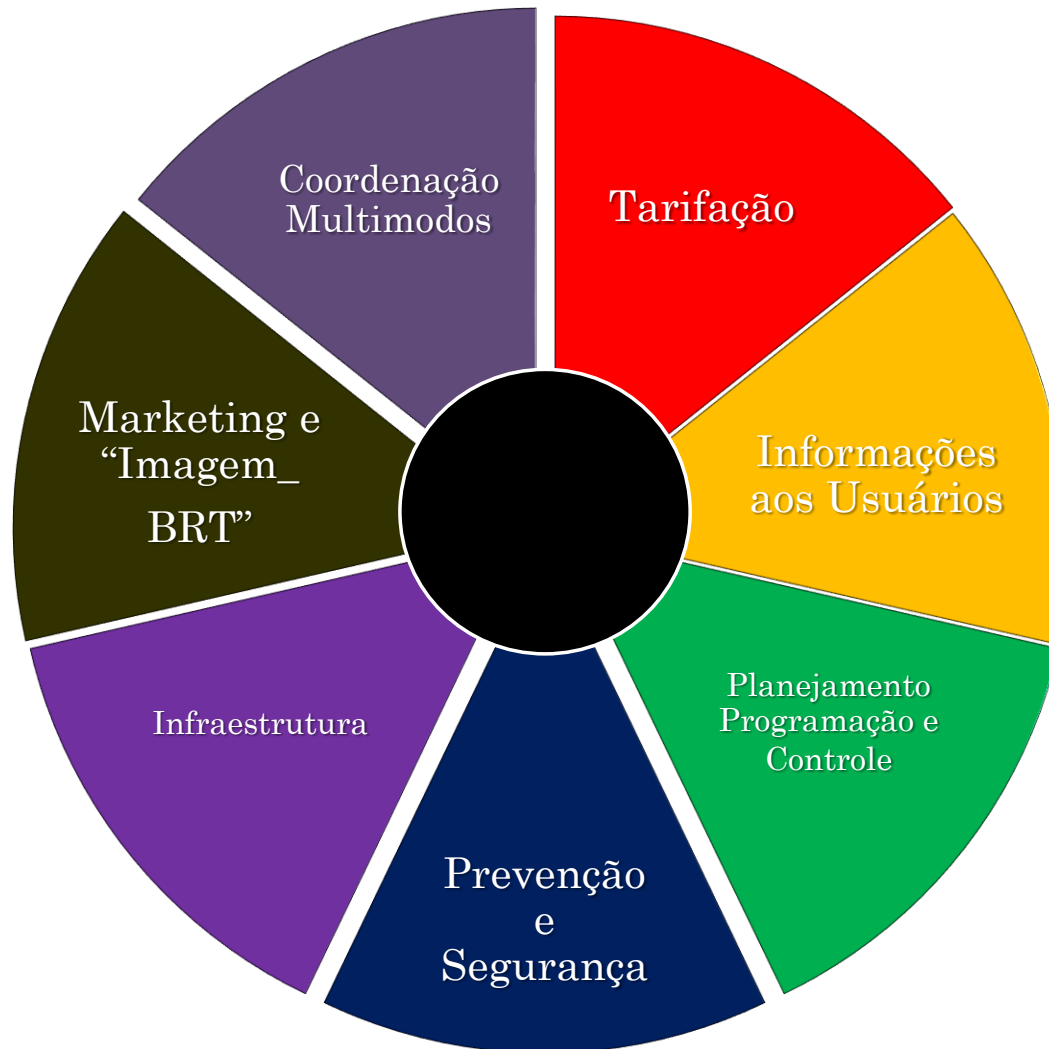
ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Sistemas Inteligentes de Transportes. Série Cadernos Técnicos – Volume 8. São Paulo. Maio de 2012.

- **Artigo 6: Estudo Preliminar de Funções ITS aplicadas na Operação de Sistemas BRT (ITS4BRT)**
- https://issuu.com/efzy/docs/ct_its201208/1?e=2834637/4039886

Revista dos Transportes Públicos (ANTP), nº 130, págs 39 à 53
(ano 34, 1º quadrimestre de 2012)

- <http://issuu.com/efzy/docs/rtp2012-130-00/1?mode=embed&layout=http://portal1.antp.net/issuu/whiteMenu/layout.xml>

ITS4BRT



PTR 3011 – Sistema de Posicionamento por Satélite e suas aplicações na Eng^a

**Impactos da Aplicação de
Ferramentas ITS em Faixas e
Corredores de Ônibus**



ESTUDO DE CASO: AV. RADIAL LESTE

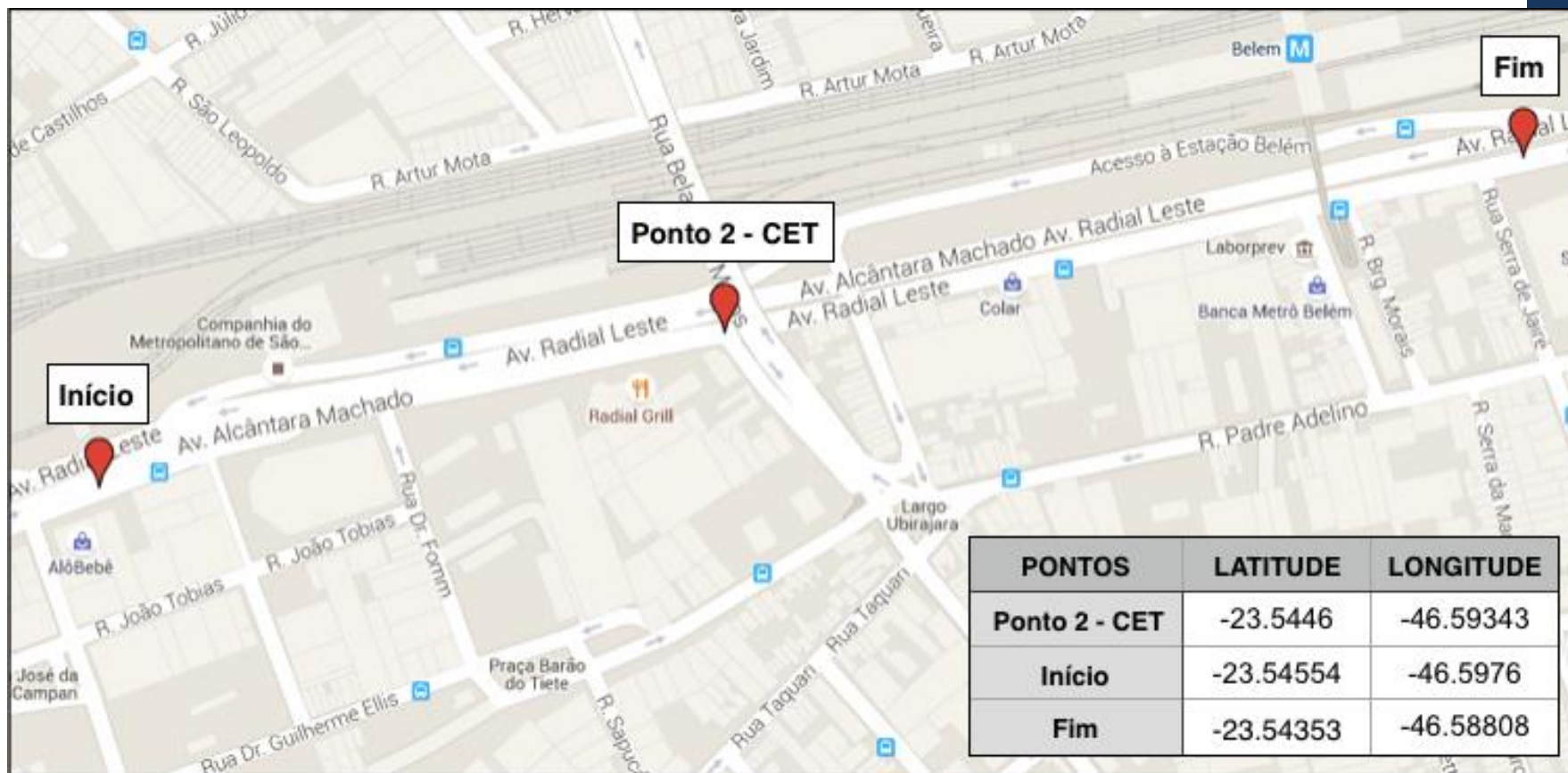
1 KM DE EXTENSÃO (LIMITAÇÃO VISSIM)

ENTRE AS RUAS JAIBARÁS E SERRA DE JAIRÉ

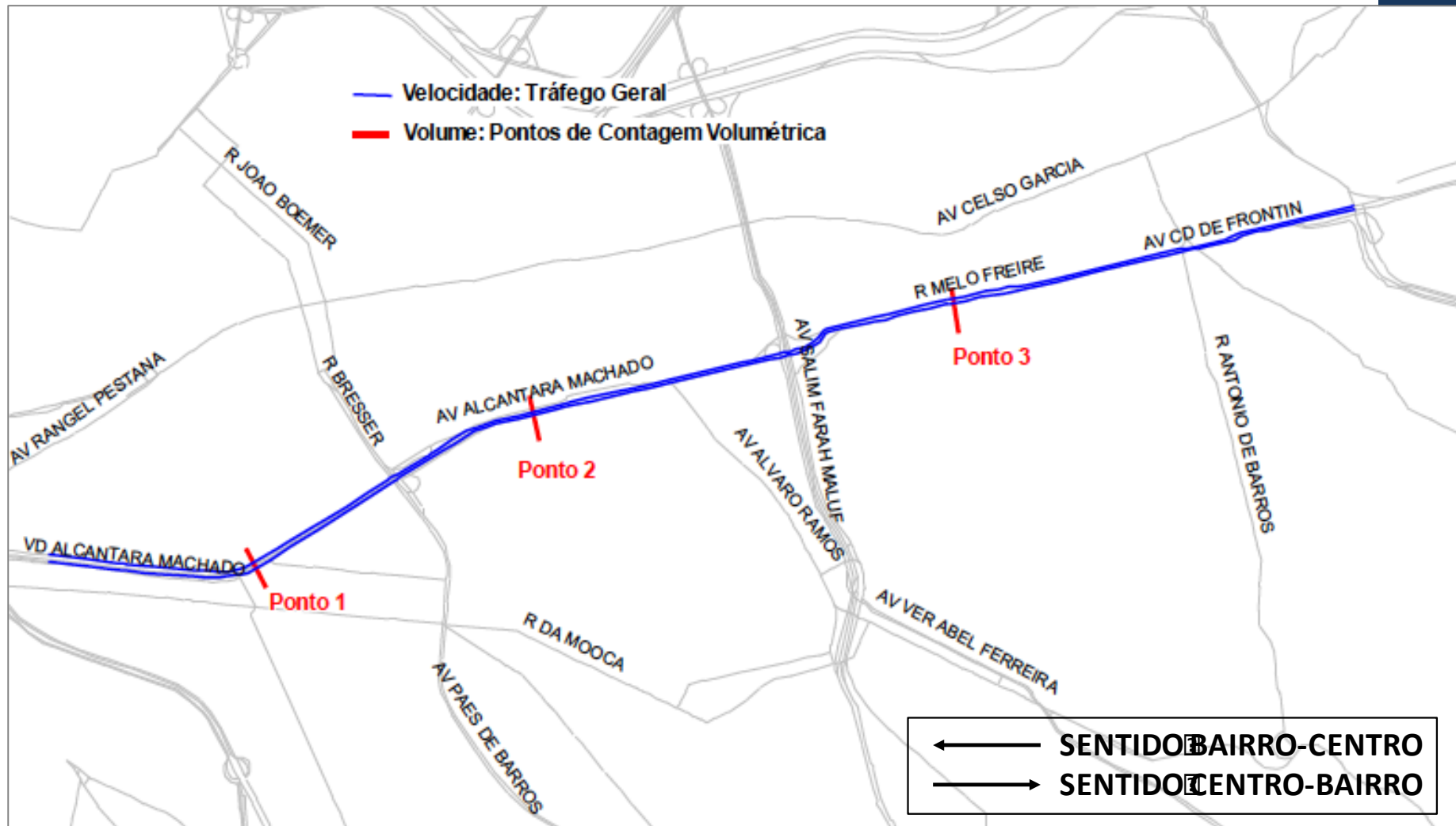
SELECIONADO A PARTIR DO

PONTO 2

DE CONTAGEM DA PESQUISA DE MONITORAÇÃO DA FLUIDEZ DA CET.



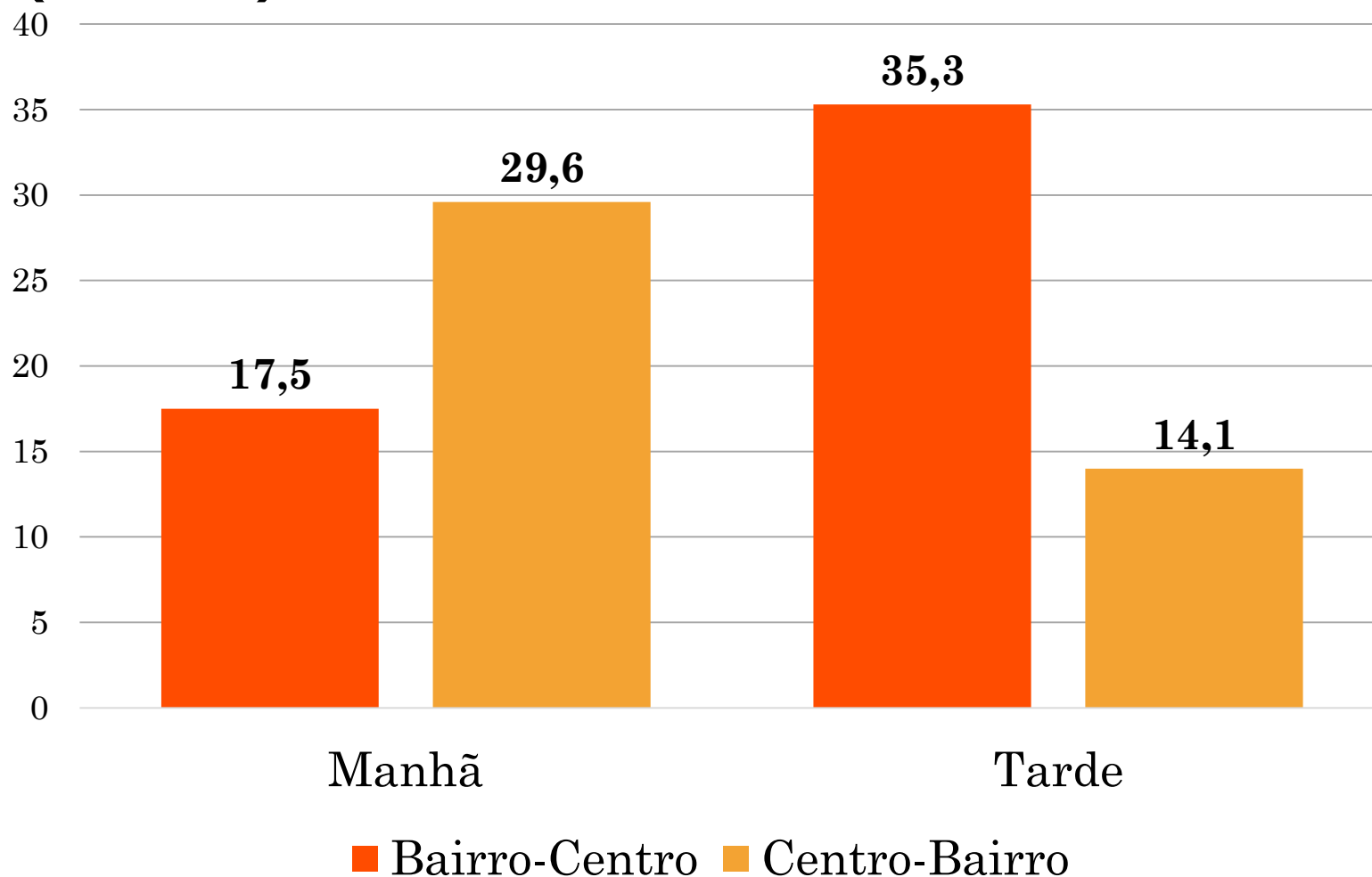
ROTA 7G



LINHAS QUE PERCORREM TODA A EXTENSÃO DO TRECHO

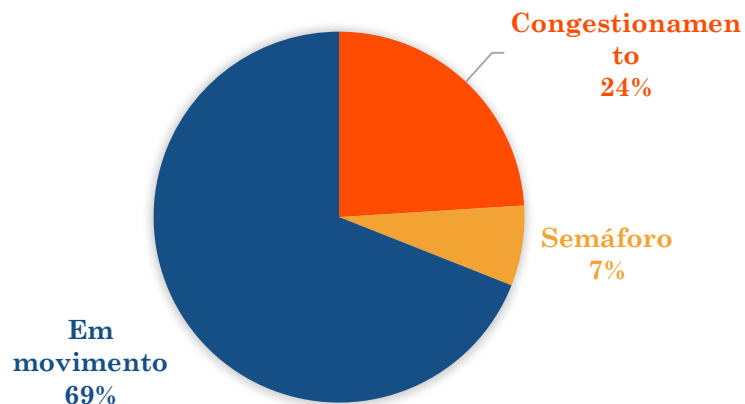
Linha	Nome	2010	2011	2012	2013	2014
1177-31	Term. A. E. Carvalho/Estação da Luz	x	x	x	x	x
3414-10	Vila Dalila/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3459-10	Itaim Paulista/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3459-21	Cemitério da Saudade/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3459-23	Metrô Bresser/Itaim Paulista	x	x	x	x	x
3459-24	Itaim Paulista/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
3539-10	Cidade Tiradentes/Metrô Bresser	x	x	x	x	x
3686-10	Jd. São Paulo/Term. Pq. D. Pedro II	x	x	x	x	x
407I-10	Conj. Manoel da Nóbrega/Metrô Bresser	x	x	x	x	x
4310-10	E. T. Itaquera/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4311-10	Term. São Mateus/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4312.10	Jardim Marília/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4313.10	Term. Cid. Tiradentes/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4314-10	Inácio Monteiro/Term. Pq. D. Pedro II				x	x
4315-10	Term. Vila Carrão/Term. Pq. D. Pedro II				x	x

VELOCIDADES (2013)

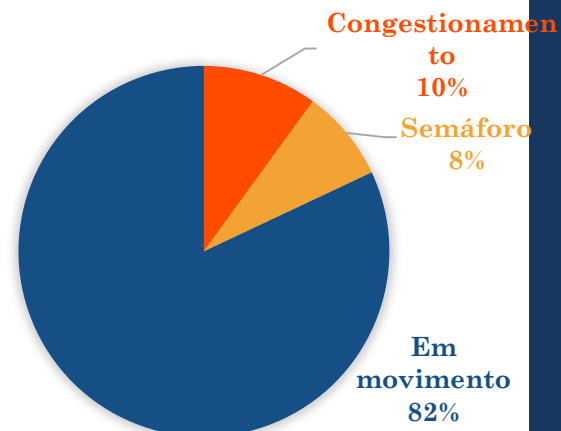


MANHÃ

BAIRRO-CENTRO



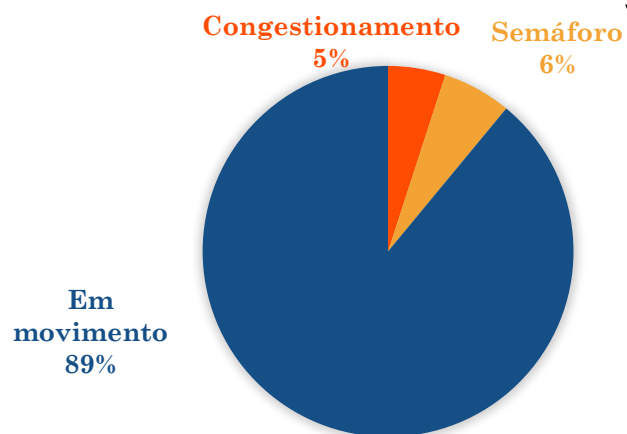
CENTRO-BAIRRO



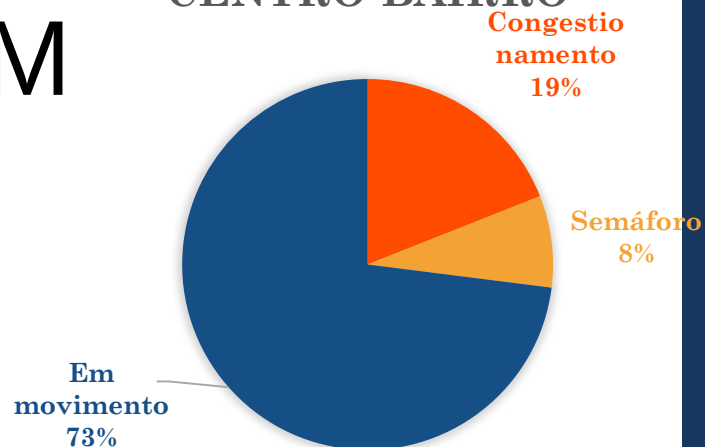
TEMPO DE VIAGEM

TARDE

BAIRRO-CENTRO

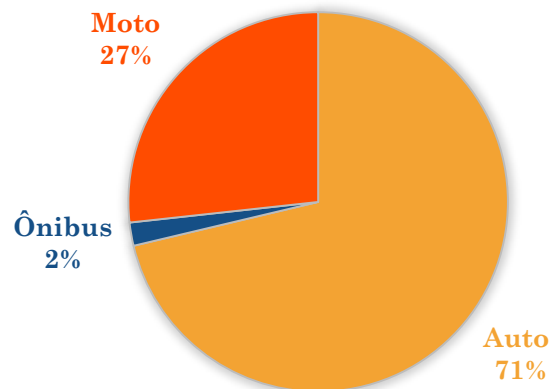


CENTRO-BAIRRO

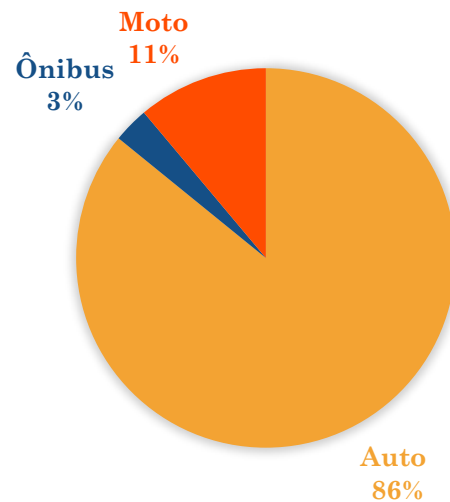


MANHÃ

BAIRRO-CENTRO



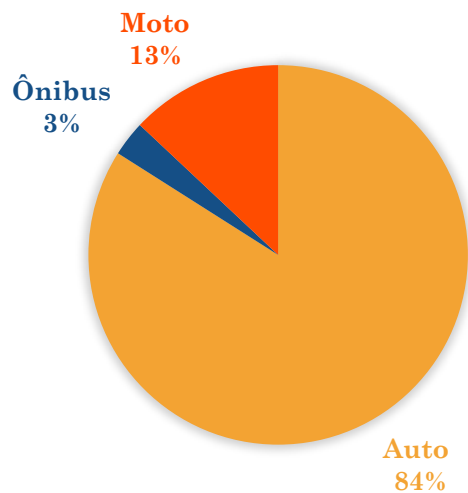
CENTRO-BAIRRO



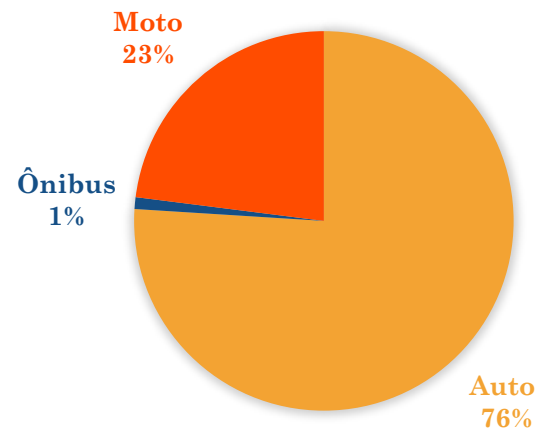
COMPOSIÇÃO

TARDE

BAIRRO-CENTRO

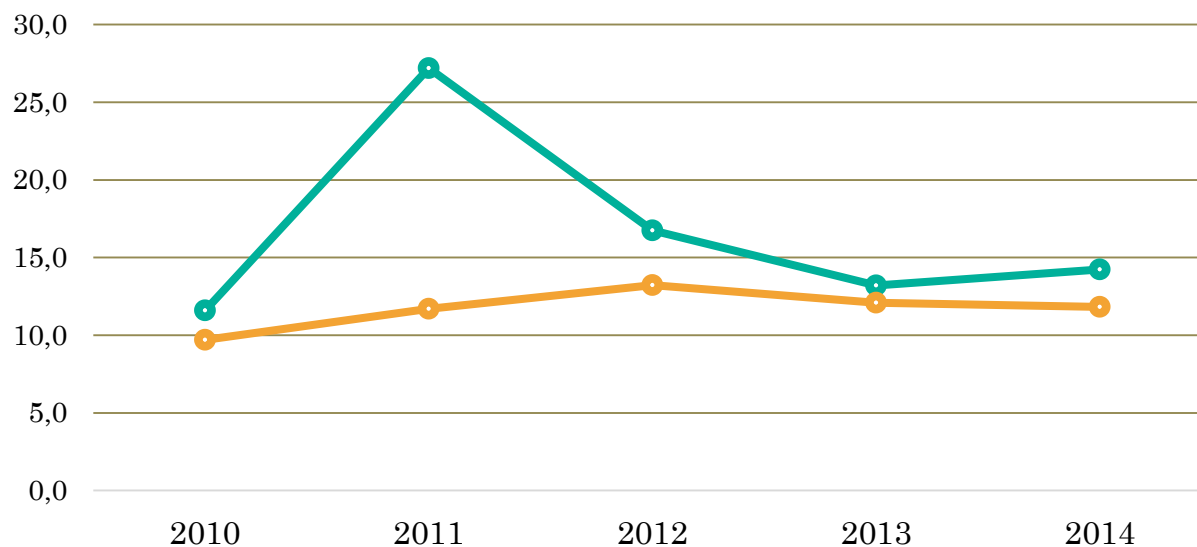
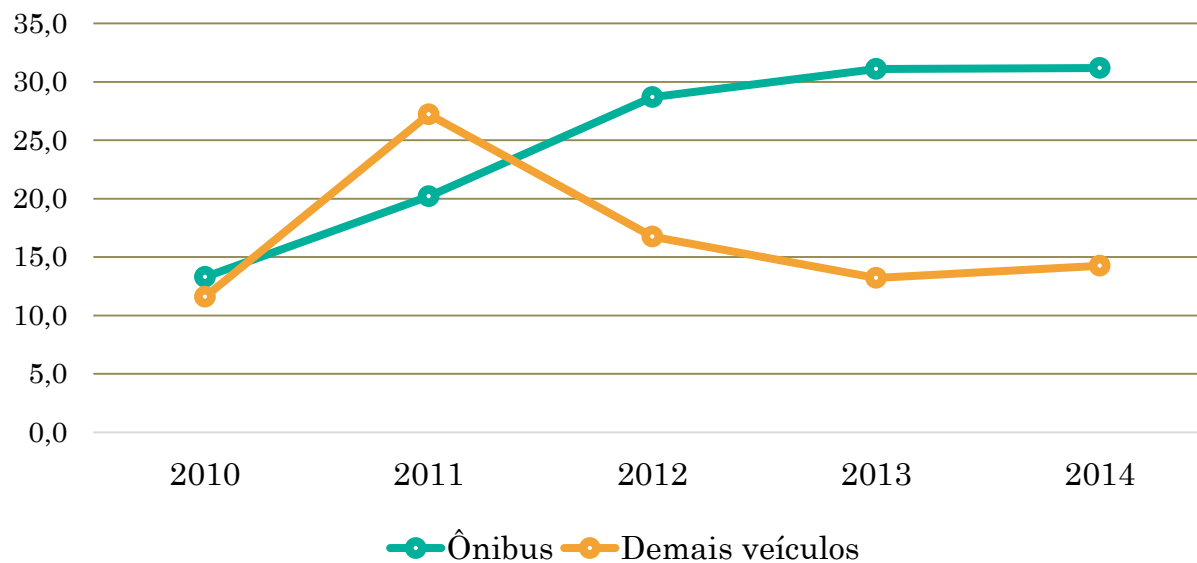


CENTRO-BAIRRO

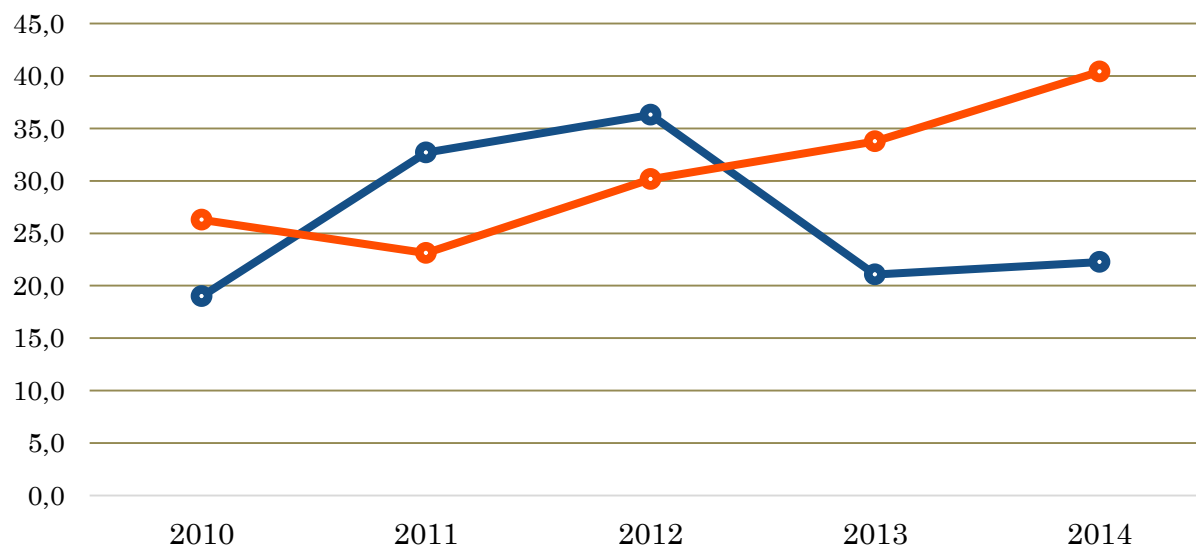
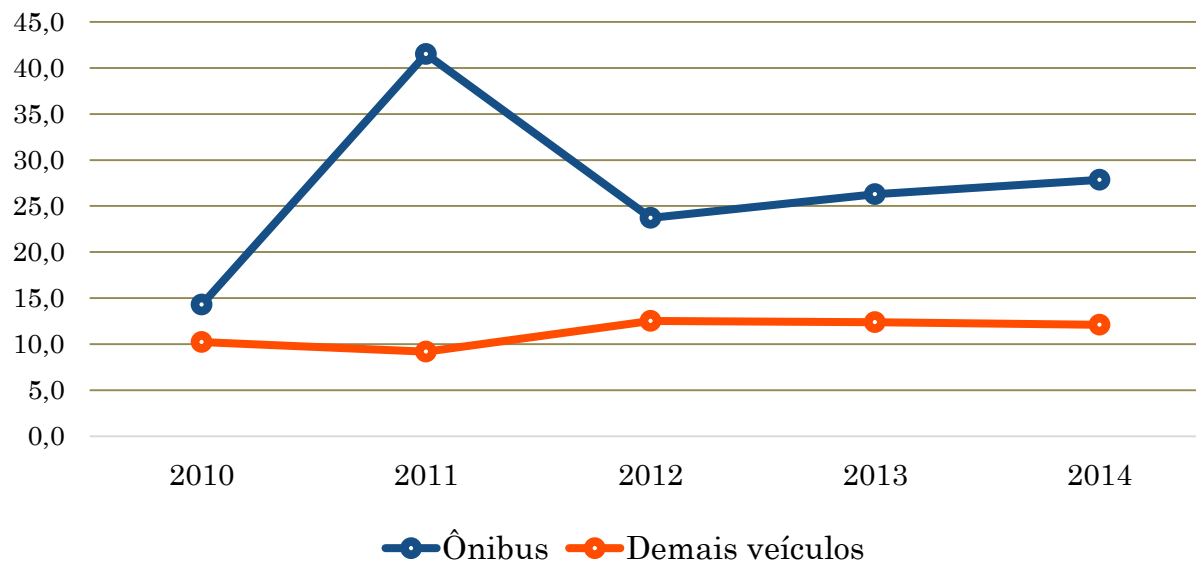


CENTRO-BAIRRO BAIRRO-CENTRO

VELOCIDADES ÔNIBUS X AUTOMÓVEIS - TARDE



VELOCIDADES ÔNIBUS X AUTOMÓVEIS - MANHÃ





SIMULAÇÃO PTV VISSIM

CENÁRIOS SIMULADOS

- 1 SITUAÇÃO ATUAL
- 2 CORREDOR DE ÔNIBUS
- 3 SITUAÇÃO ATUAL + SKIP-STOP
- 4 BRT COM DIMINUIÇÃO DO TEMPO DE PARADA
- 5 BRT + SKIP-STOP
- 6 BRT COM LINHA TRONCAL DE HEADWAY PEQUENO
- 7 CAPACIDADE DO BRT

SITUAÇÃO ATUAL



BRT / CORREDOR



PARAMETRIZAÇÃO

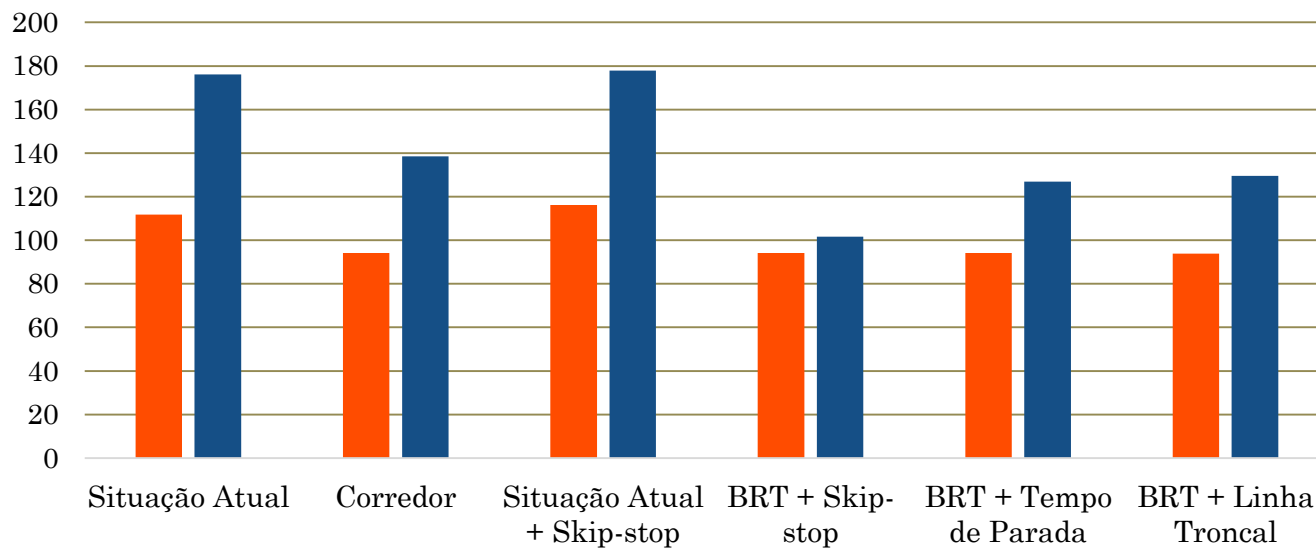
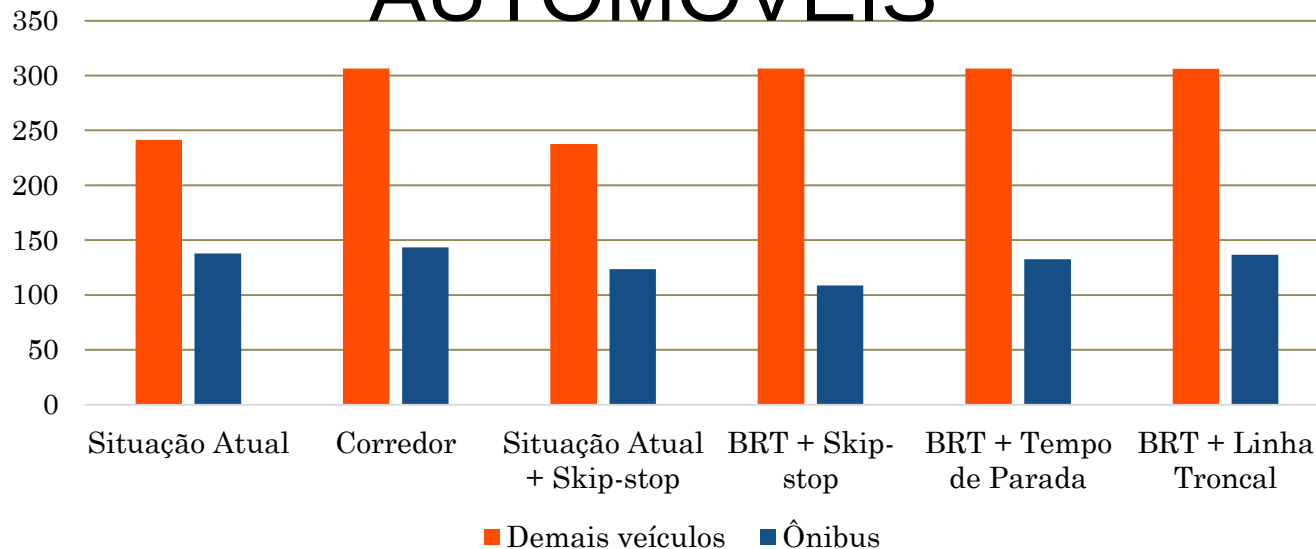
VOLUMES				
Veículo	Ônibus		Demais veículos	
Sentido	Centro-bairro	Bairro-centro	Centro-bairro	Bairro-centro
CET/ SPTrans	112	113	3294	5890
Simulado	103	114	3263	5887
Relação	92,0%	100,9%	99,1%	99,9%
VELOCIDADES				
Veículo	Ônibus		Demais veículos	
Sentido	Centro-bairro	Bairro-centro	Centro-bairro	Bairro-centro
CET/ SPTrans	21,1	26,3	33,8	12,4
Simulado	20,4	26,1	32,2	14,9
Relação	96,9%	99,4%	95,3%	120,3%



SIMULAÇÃO



TEMPO DE VIAGEM ÔNIBUS X AUTOMÓVEIS



ITS4BRT

- 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.**



PTR 3011 – Sistema de Posicionamento por Satélite e suas aplicações na Eng^a

**Contribuição Metodológica
para aplicação de Prioridade
Semafórica (TSP) Condicional
em Corredores de Ônibus**

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

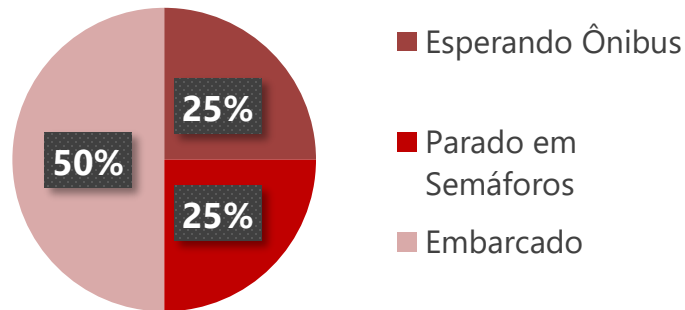
- <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-05112015-103715/pt-br.php>

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)

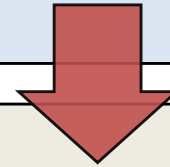
Esta pesquisa investiga priorização do transporte público coletivo e seus impactos nos modos não priorizados, por meio da prioridade semafórica com uso de microsimulação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Constituído de 3 blocos:

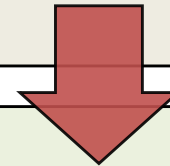
Medidas de prioridade para o transporte público coletivo:

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

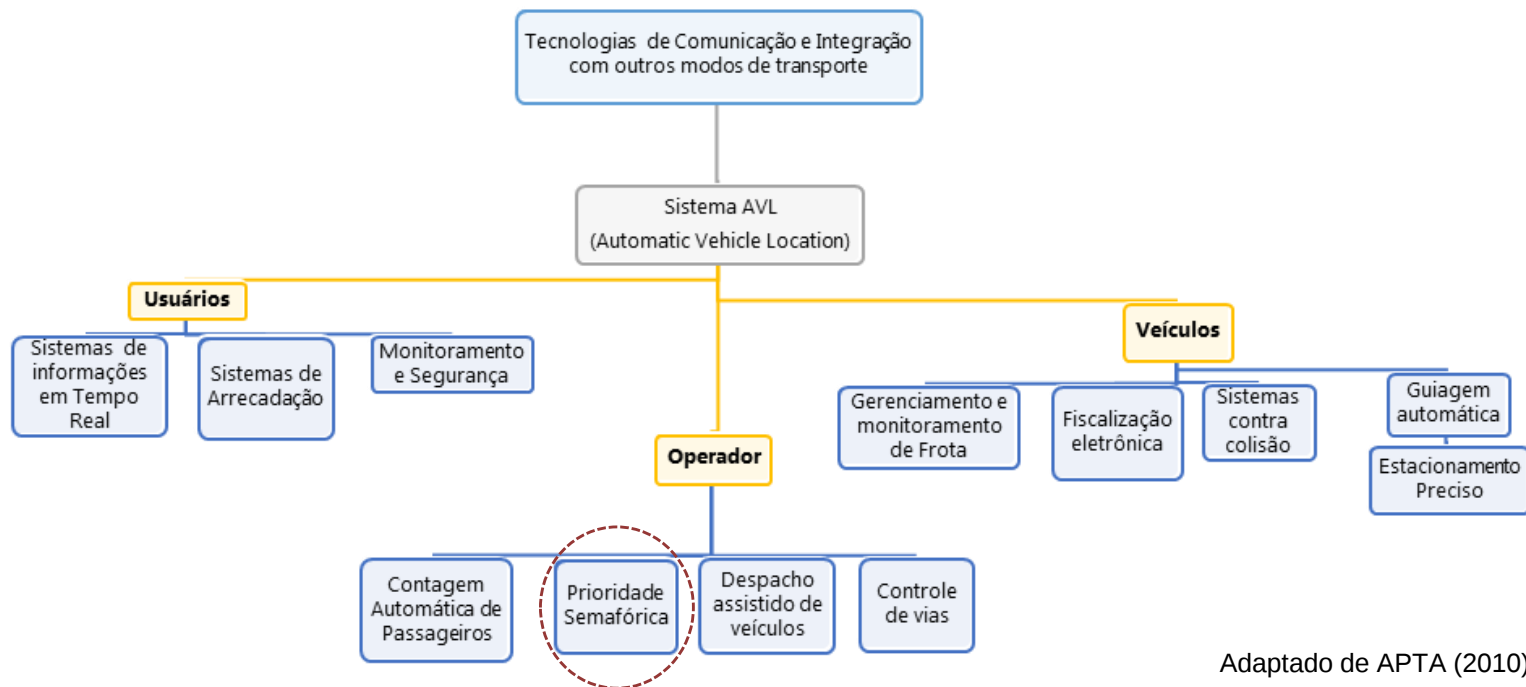
Arquitetura, sistemas de prioridade semafórica e medidas de desempenho.

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)



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).

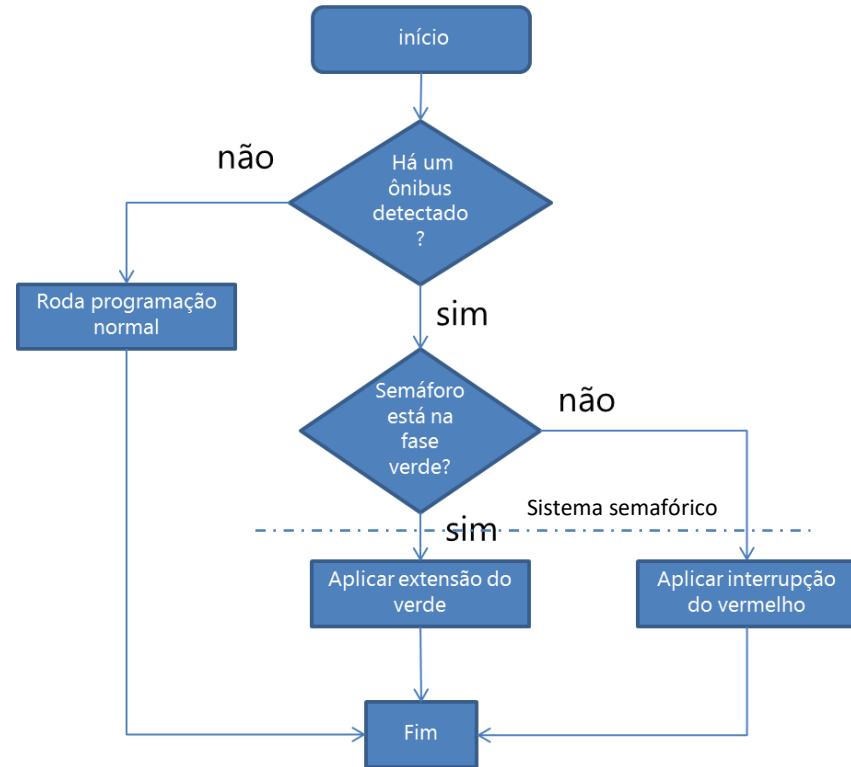
Dois algoritmos:

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)

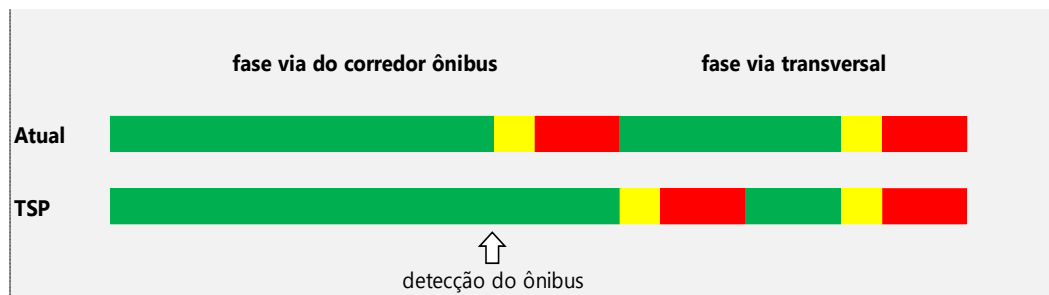
REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

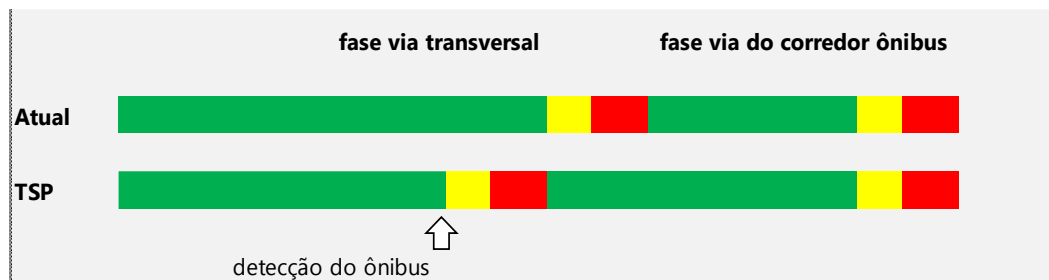
Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

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:

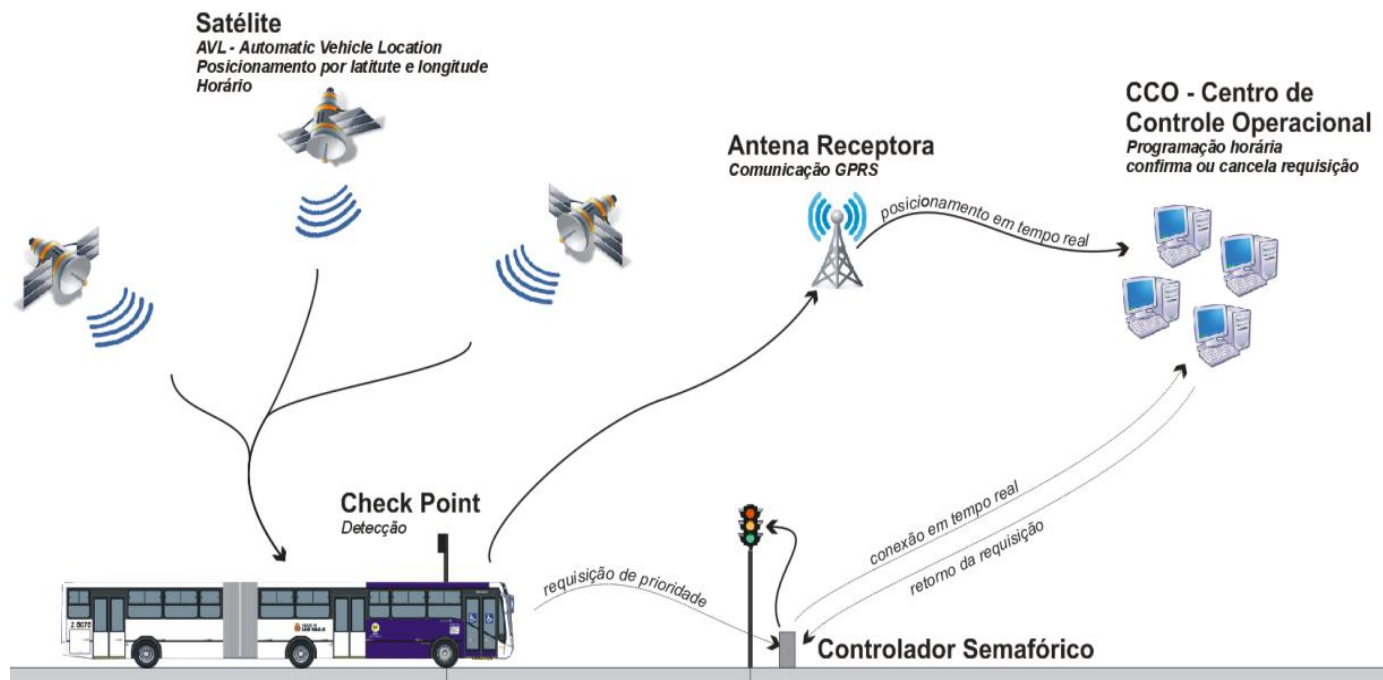
- ✓ Evita impactos negativos para a corrente do tráfego não priorizado (FURTH E MULLER, 2002);
- ✓ Deve-se limitar a frequência de prioridade para ônibus (USDOT e FTA, 2008);
- ✓ Gerar prioridade apenas para os veículos que atendam critérios pré-estabelecidos, tais como: aderência à programação horária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

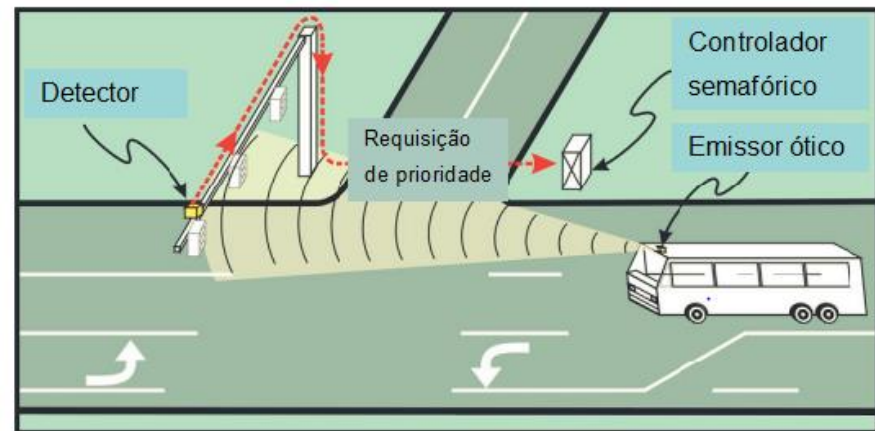
Características:

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

Condicionantes do TSP:

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

Arquitetura do TSP em Portland, EUA



Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

REFERENCIAL TEÓRICO

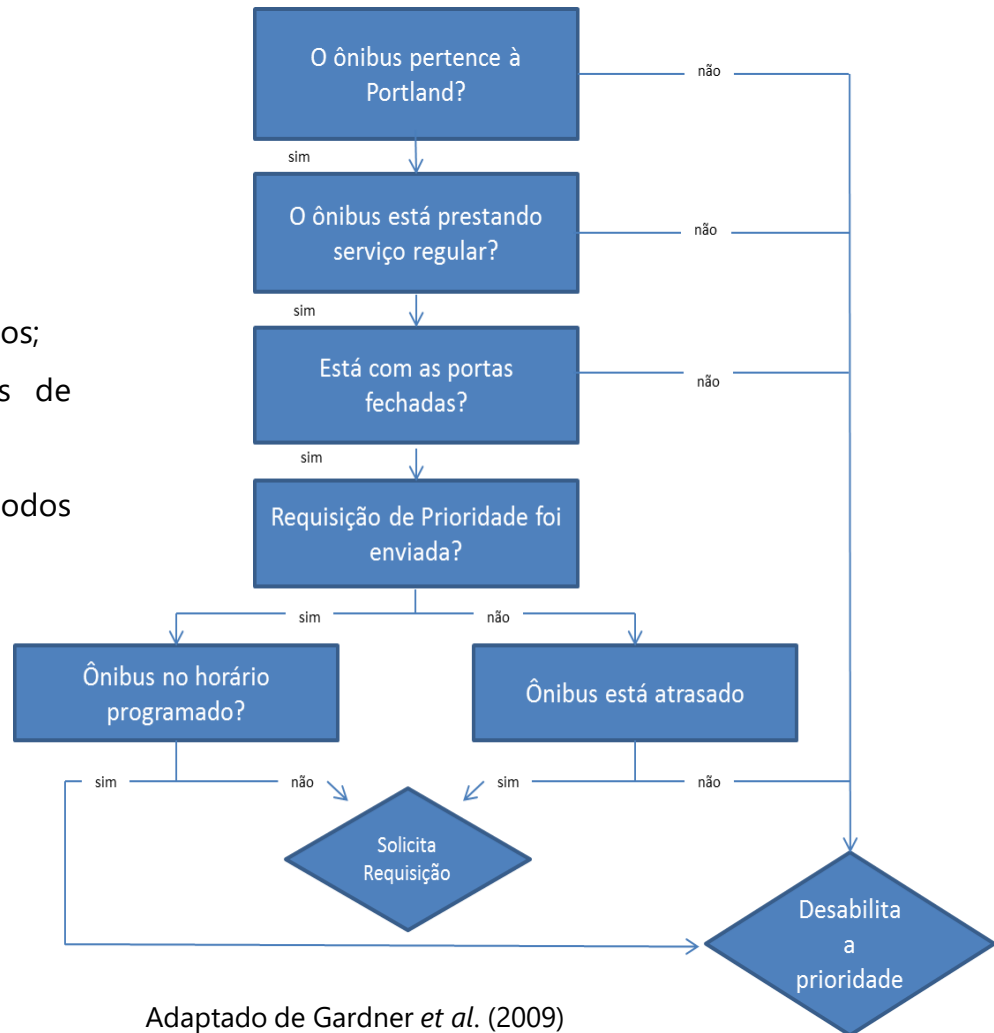
Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Prioridade Ativa Condicional: Exemplo de Portland, EUA.

Resultados:

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

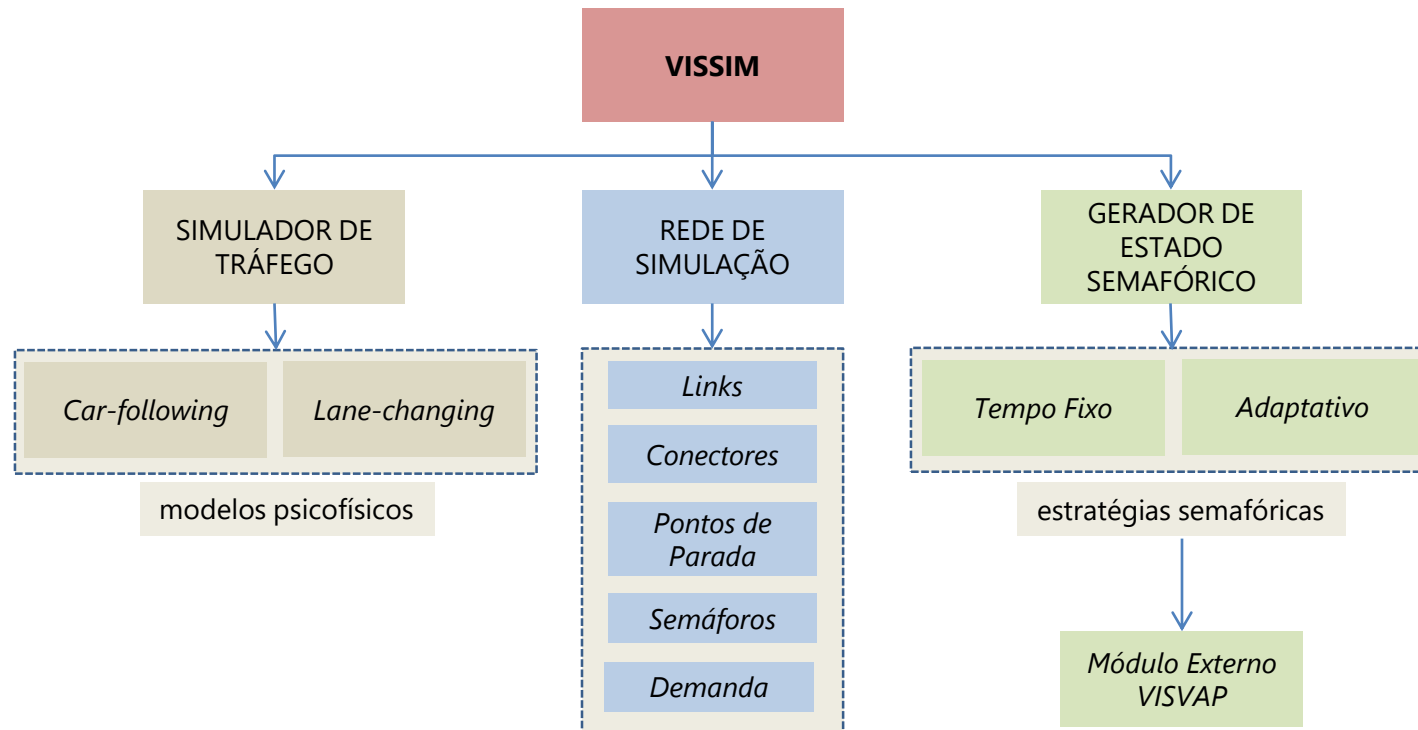


Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

REFERENCIAL TEÓRICO

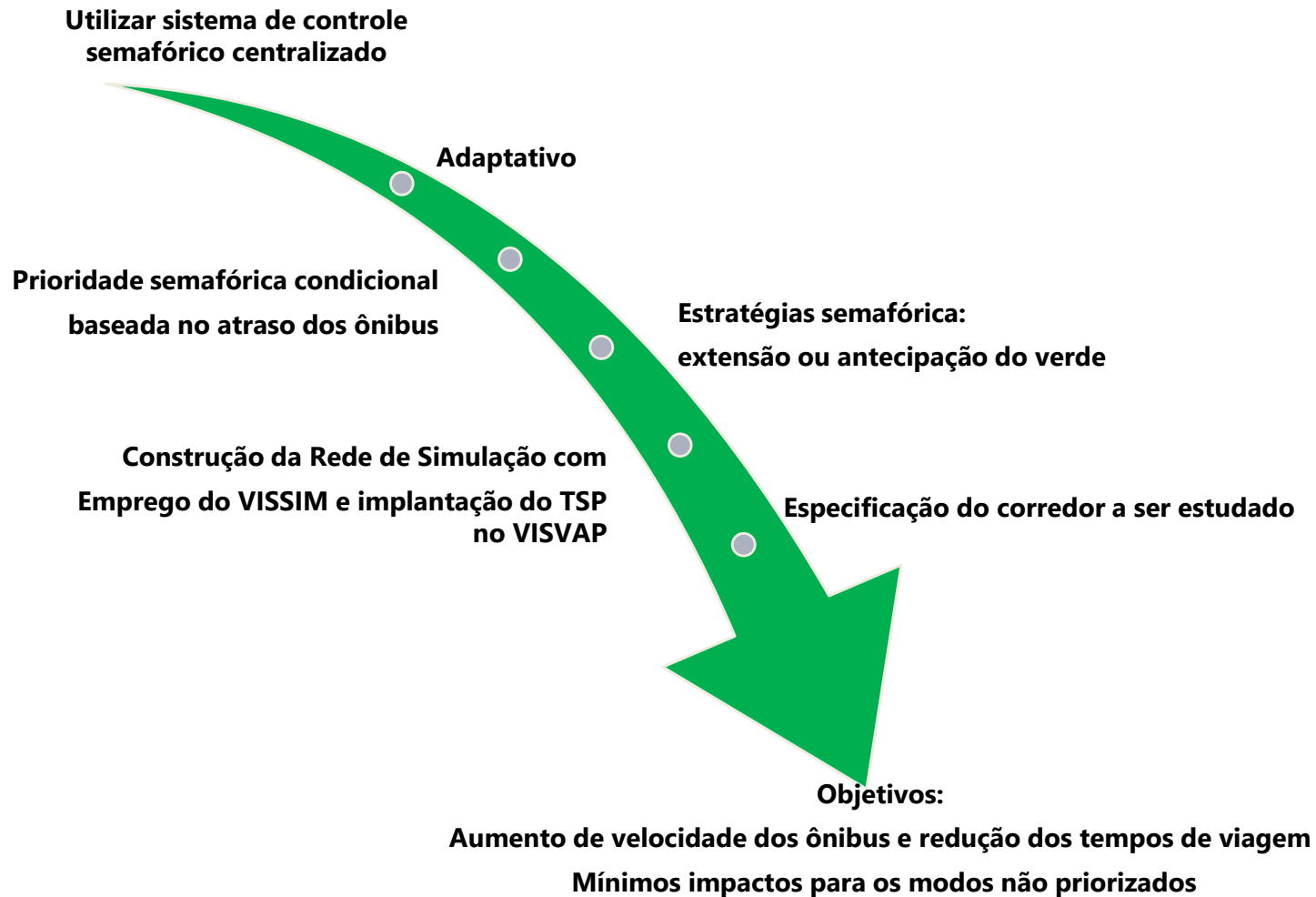
Microssimulação (Ferramenta de Análise)

Características do software



APLICAÇÃO

Hipótese considerada



APLICAÇÃO

Variáveis Utilizadas

Transporte coletivo:

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

Tráfego Geral:

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

Sistema Viário:

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

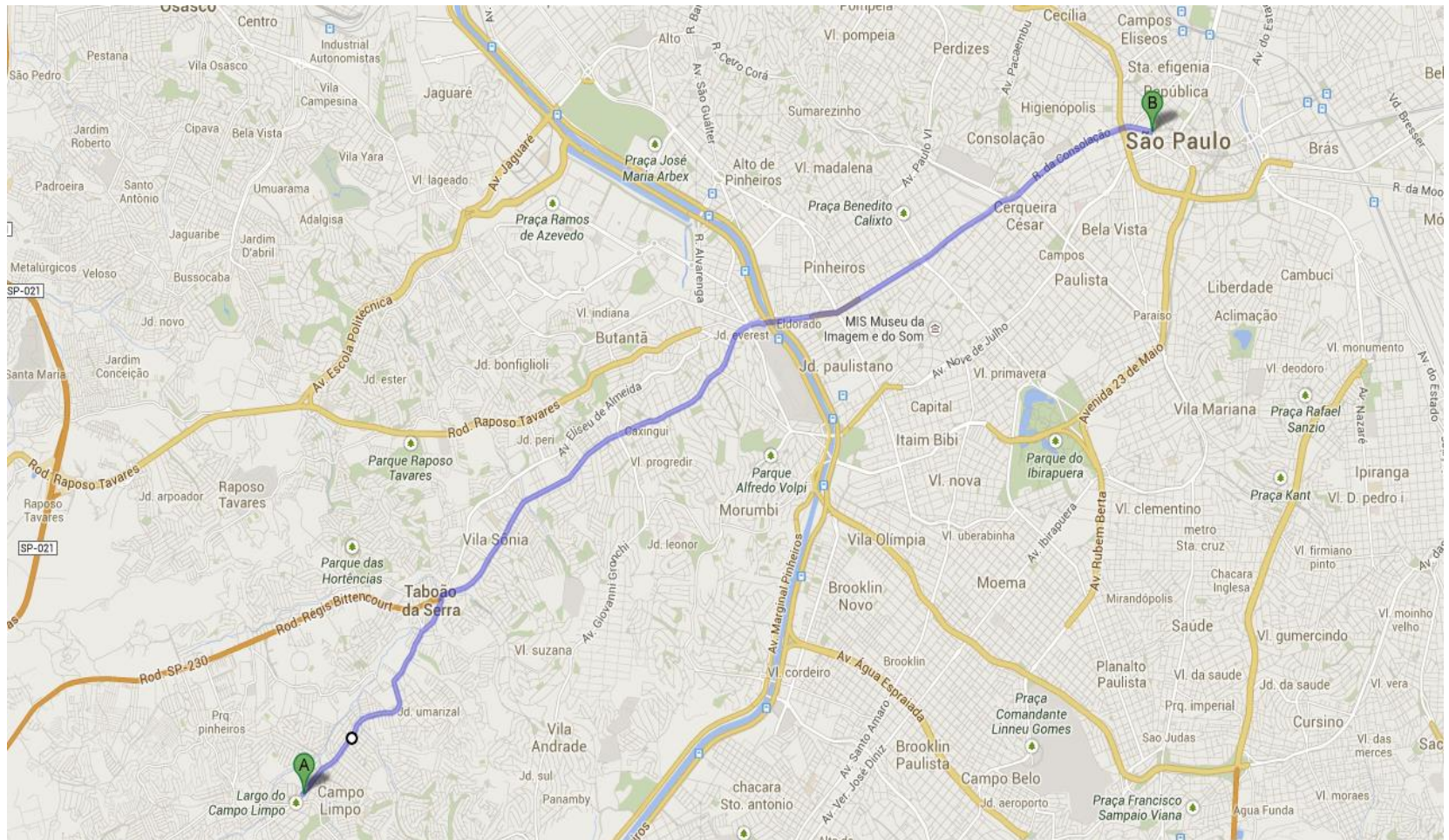
Softwares Utilizados:

- ✓ 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



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



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



Trechos onde ocorrem mais retenções

Trechos com retenções. Obras no sistema viário

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



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



Trecho com retenção isolada (semáforo)

Trecho onde as retenções são mais intensas

APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado.

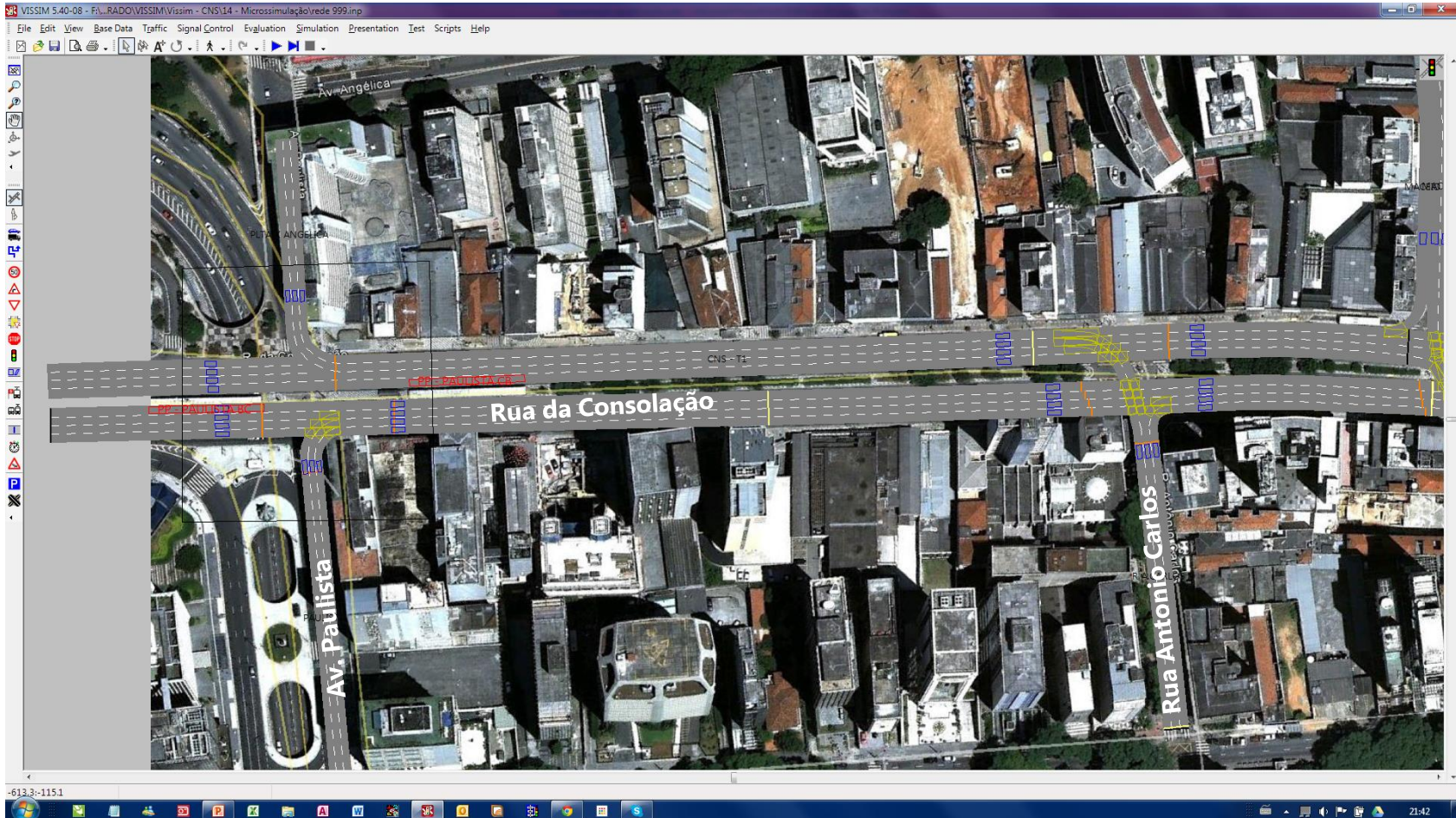
Trecho Selecionado: Rua da Consolação entre avenida Paulista e avenida Ipiranga

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



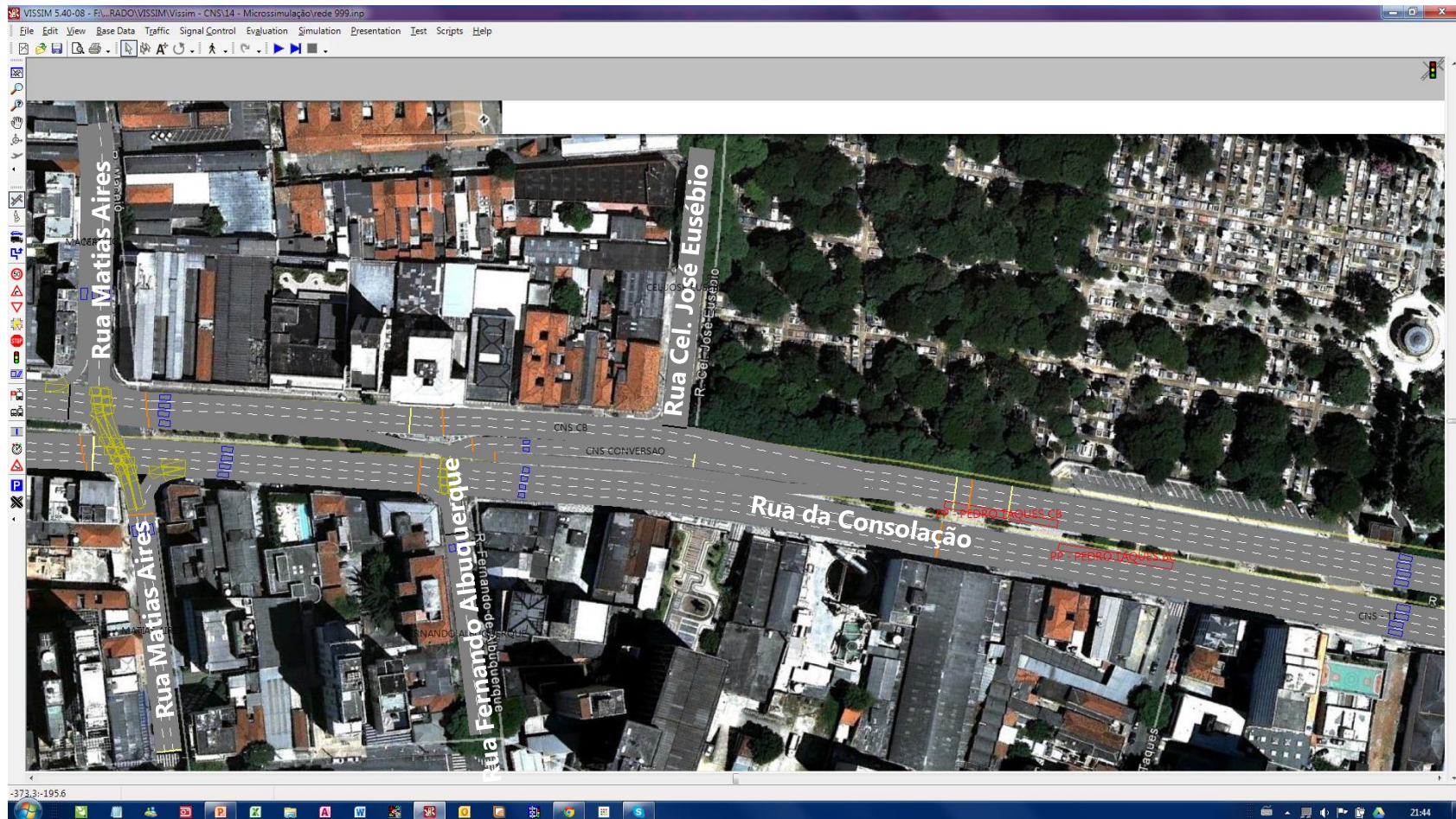
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



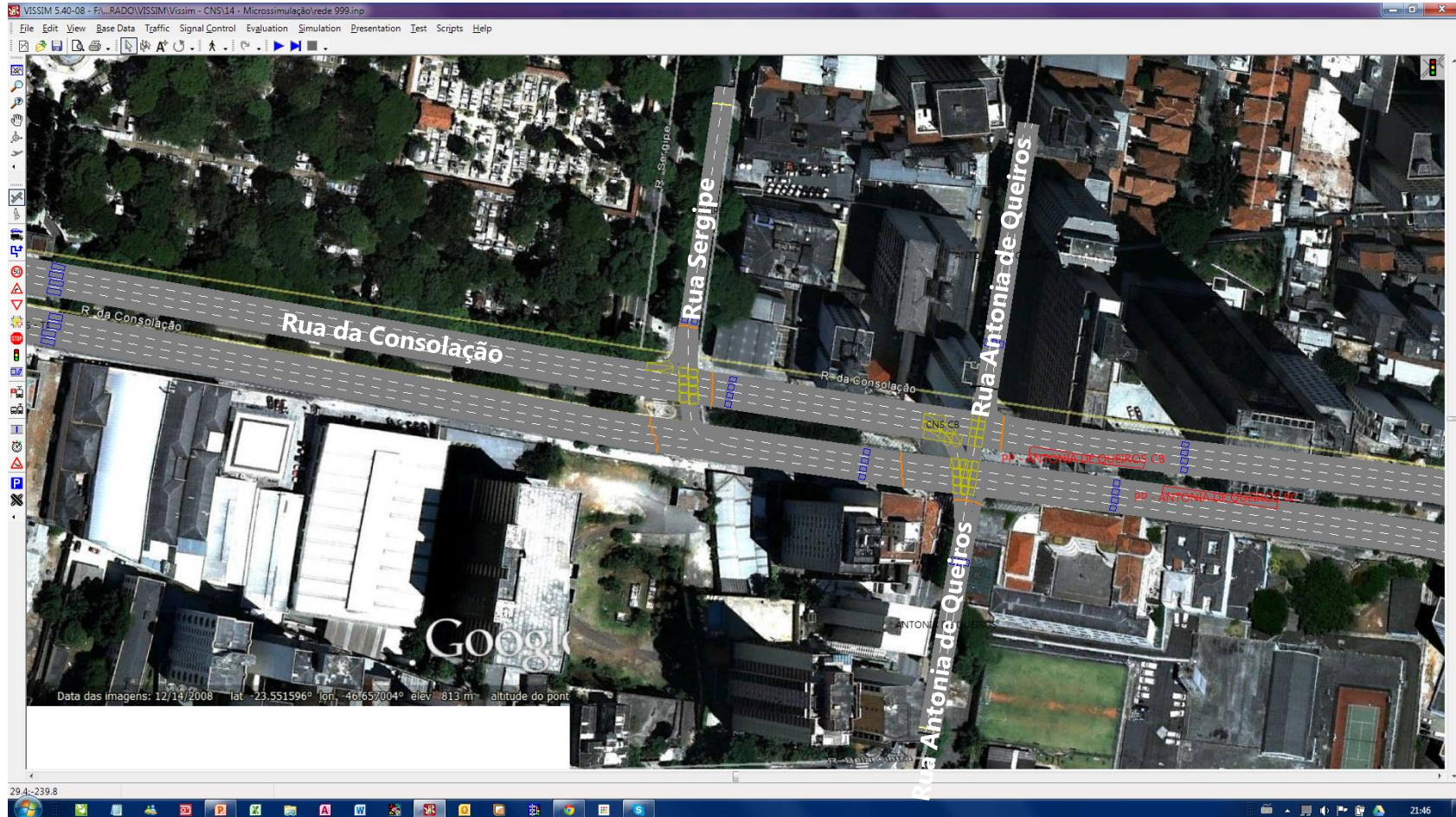
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



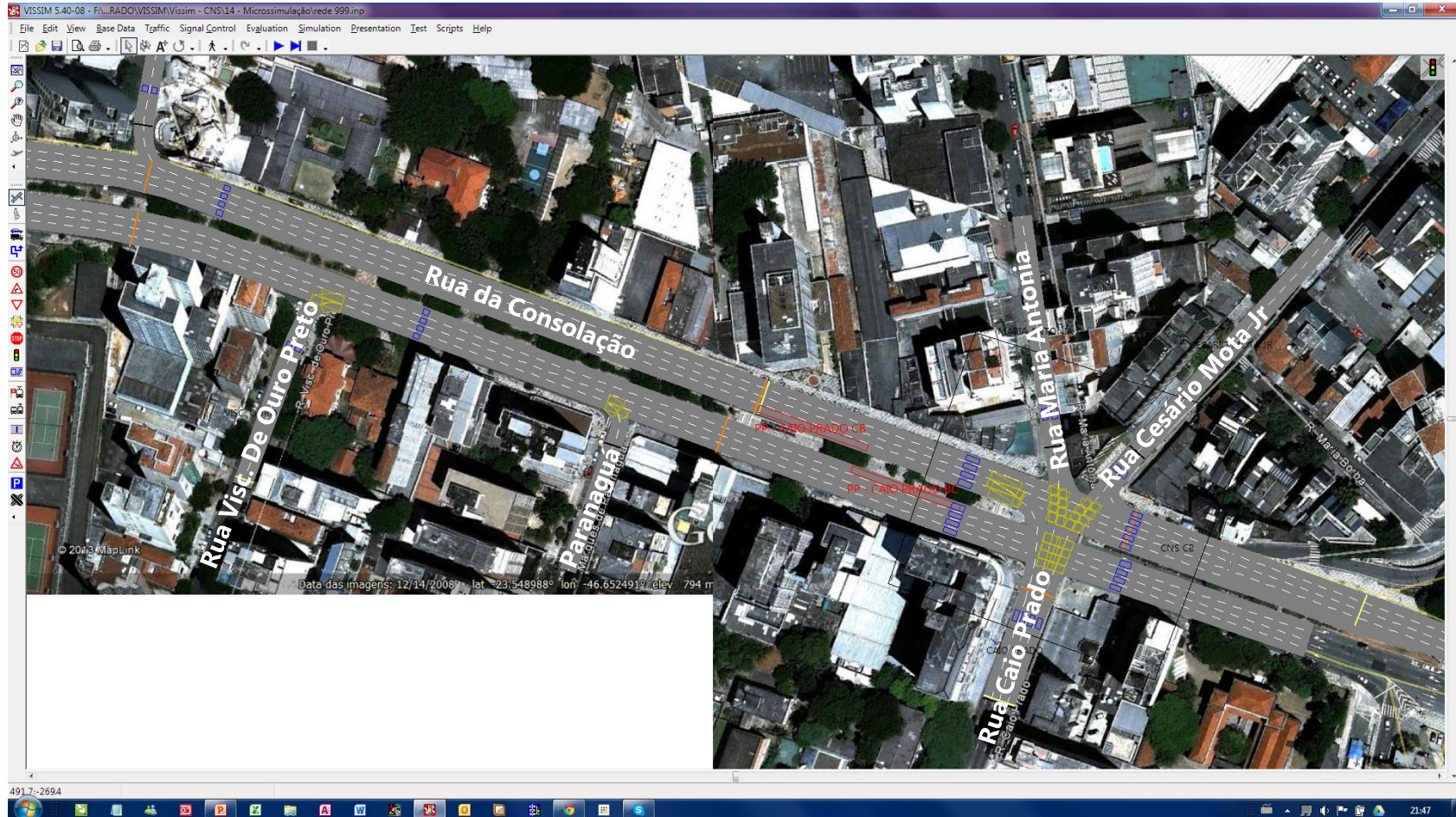
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



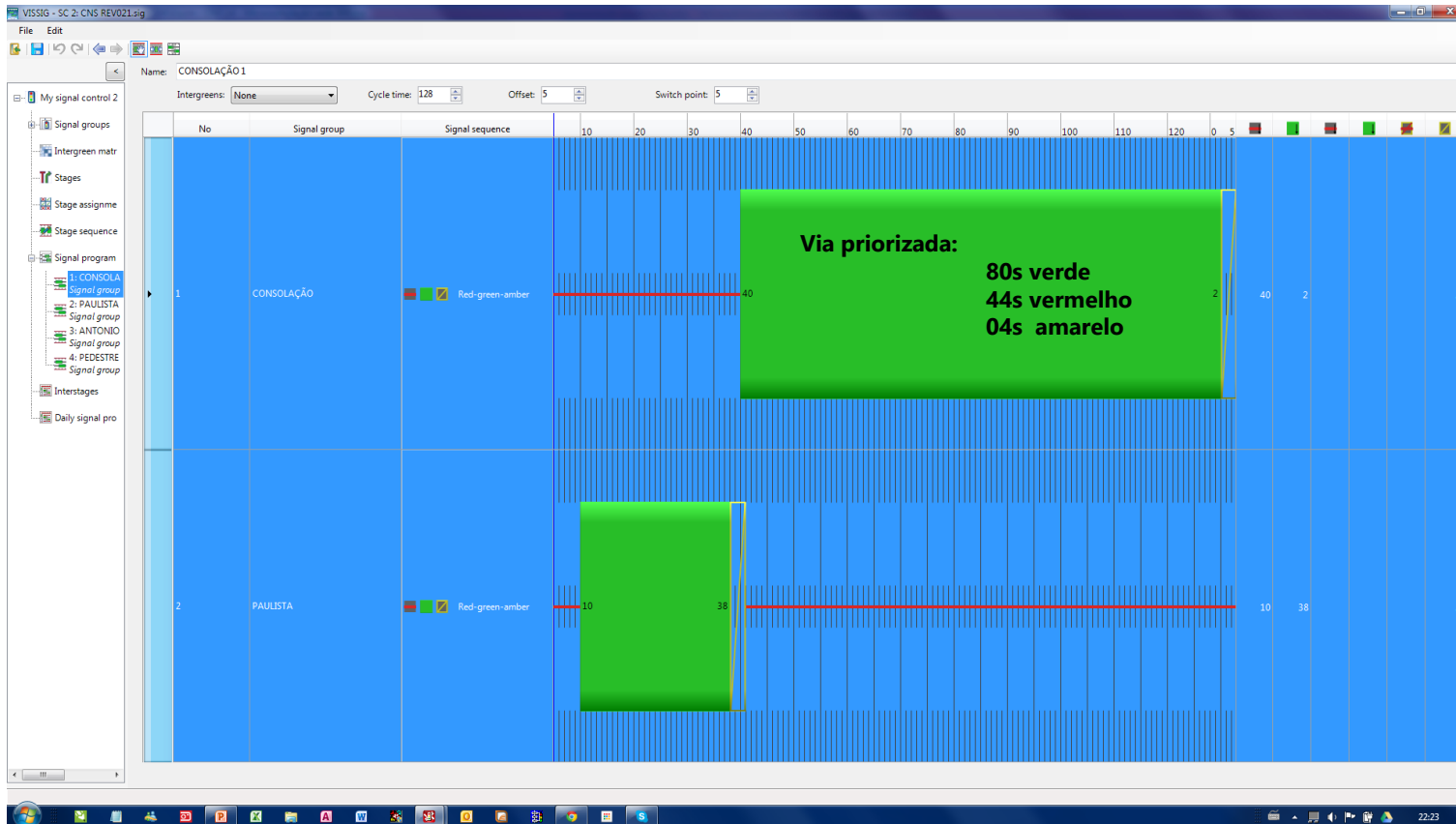
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Configuração dos ciclo semaforico : 128 segundos (tempo fixo)



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

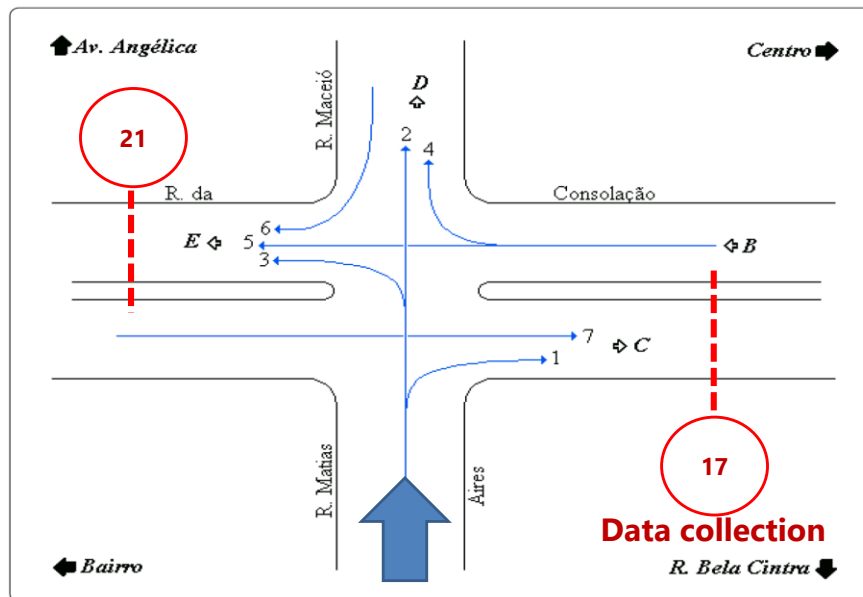
Inclusão do Tráfego (Demanda)

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

VEHICLE INPUTS (4)						
RUA MATIAS AIRES X RUA DA CONSOLAÇÃO						
QUANTIDADE		AUTO	BUS	CAM	MOTO	TOTAL
Movimento	3	1	0	0	0	1
Movimento	5	2.513	227	25	394	3159
Movimento	6	0	0	0	0	0
Total Consolação	3+5+6	2514	227	25	394	3160
Movimento	1	101	12	0	13	126
Movimento	7	2.330	202	28	556	3.116
Total Consolação	1+7	2431	214	28	569	3242

Obs: Apesar de incluídos na rede os caminhões não foram calibrados, por representar apenas 1% do fluxo.

Obs: Apesar de incluídos na rede os caminhões não foram calibrados, por representar apenas 1% do fluxo.



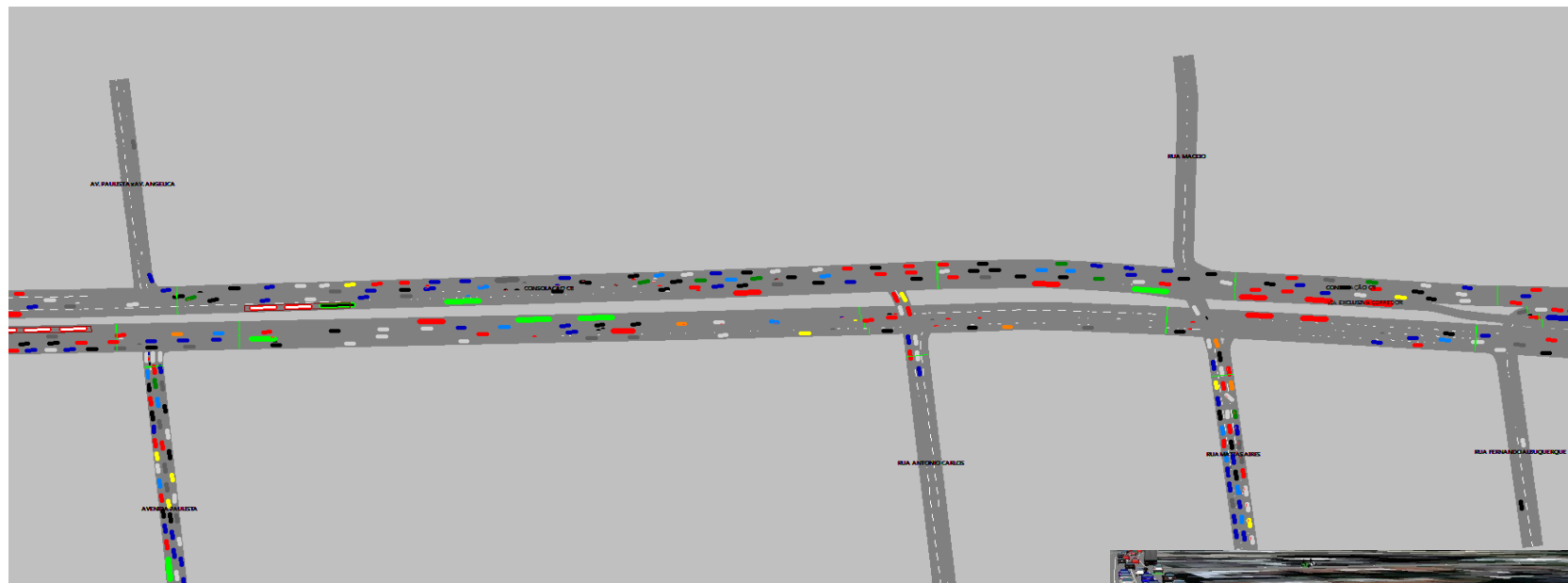
Vehicle Input (movimentos 1/2/3)

COMPOSIÇÃO 3+5+6	TIPO
AUTO	80%
BUS	7%
CAM	1%
MOTO	12%
TOTAL	100%

COMPOSIÇÃO 1+7	TIPO
AUTO	75%
BUS	7%
CAM	1%
MOTO	18%
TOTAL	100%

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

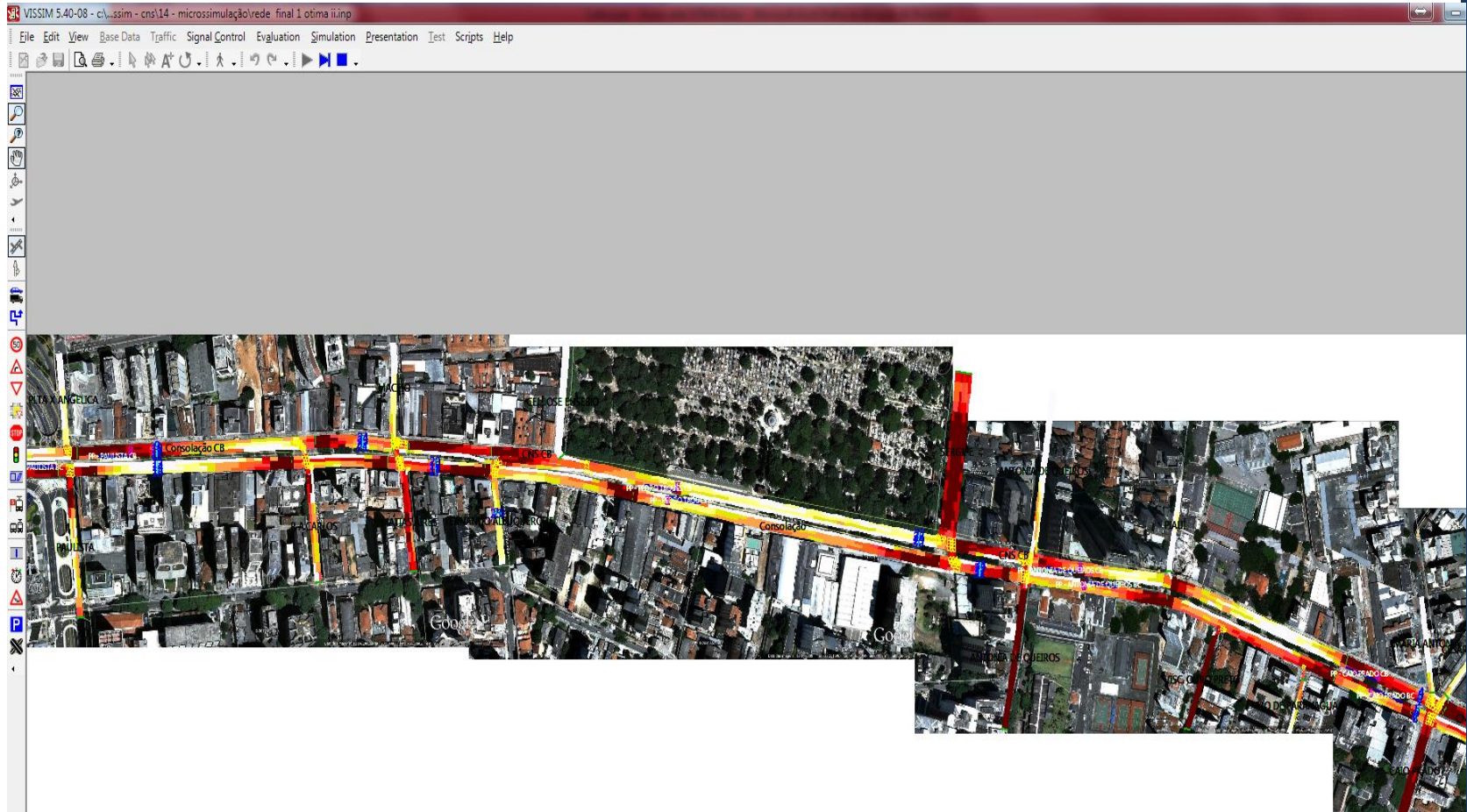
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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).

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Elaboração dos Cenários – Localização dos Sensores na via



Cenário 1

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Disposição dos sensores: 1 sensor = 1 cenário



Cenário 1

Avenida Paulista e rua da Consolação;



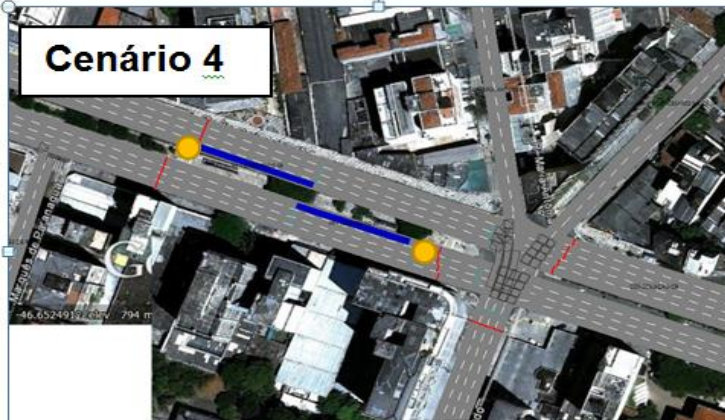
Cenário 2

Rua Matias Aires e rua da Consolação;



Cenário 3

Rua Fernando de Albuquerque e Sergipe;

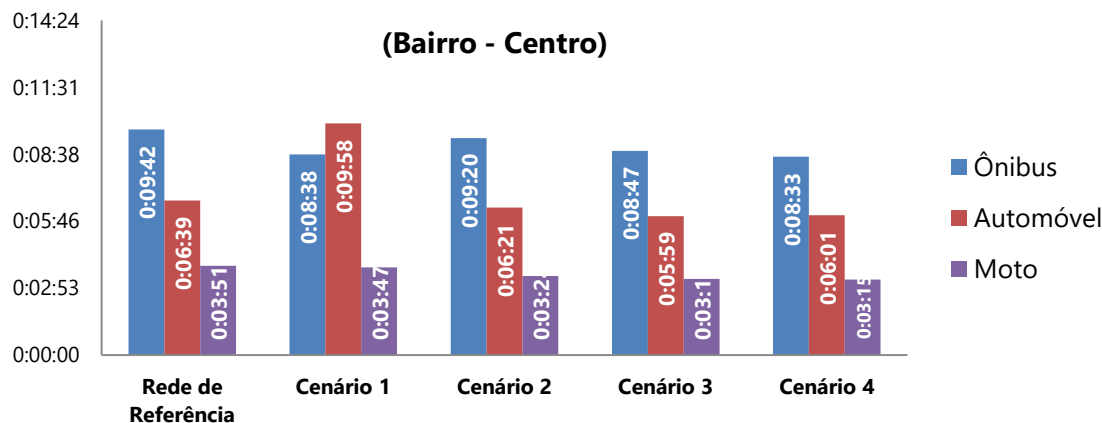


Cenário 4

Marques de Paranaguá e Caio Prado

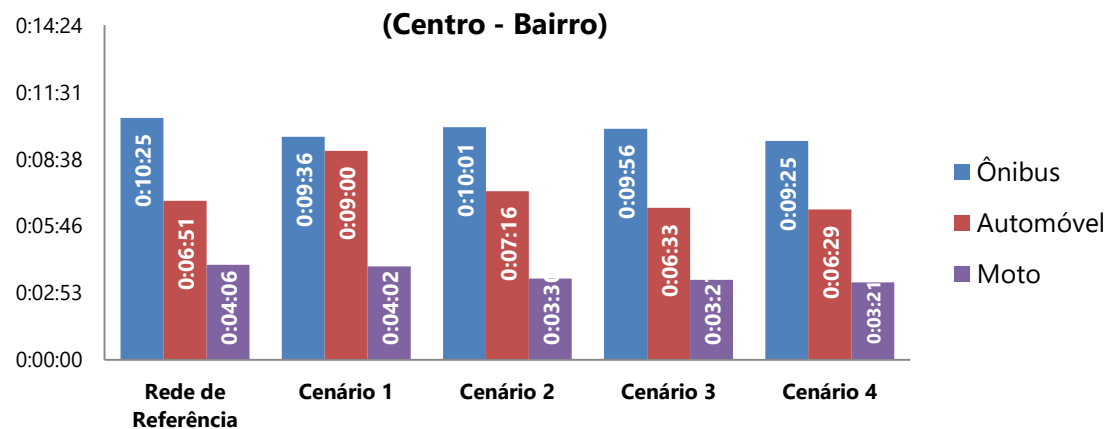
ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

Comparativo entre os tempos médios de viagem (minutos)



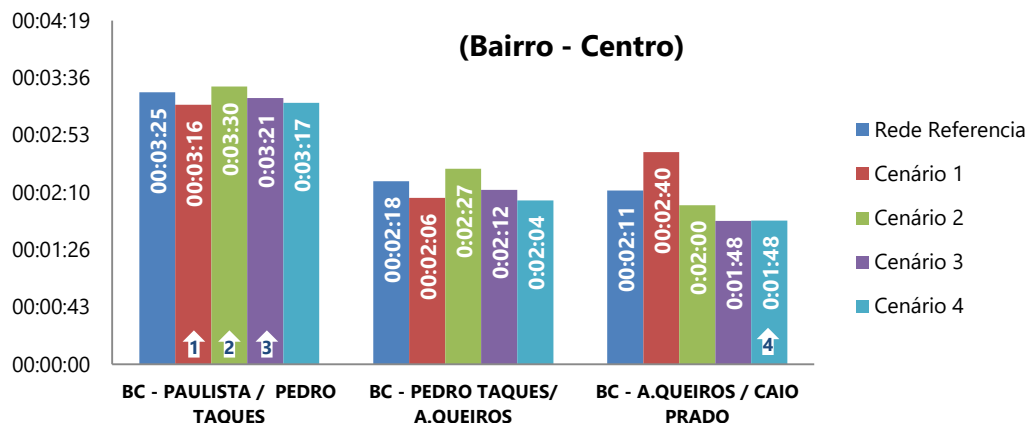
Resultados:

- ✓ 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.



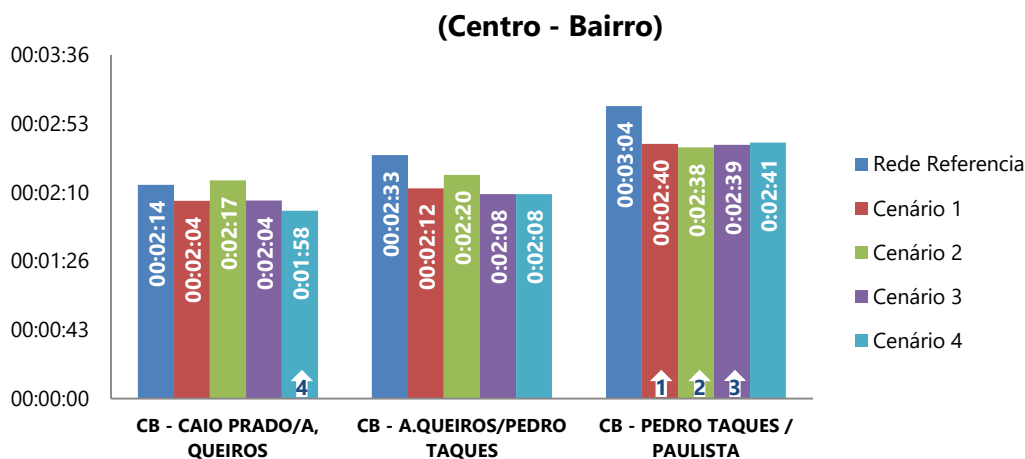
ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

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.

- Claudio L. Marte
 - Tel (Poli): 3091-9983
 - E-mail: claudio.marte@usp.br
- Disciplina Eletiva
 - PTR2580
 - Fundamentos de Sistemas Inteligentes de Transporte