

PTR2580_1sem19: Pesquisas em IPTS: TSP



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.

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

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

2015

LUCIANO Peron

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

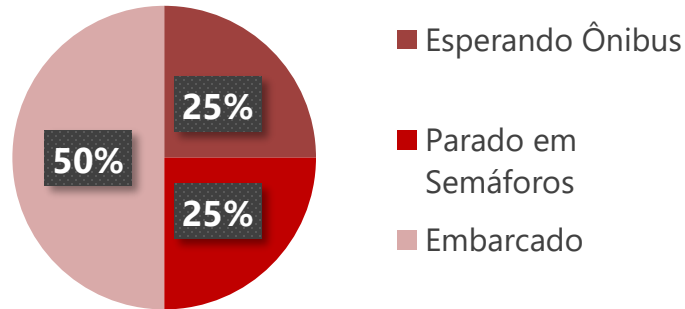
□ <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-05112015-103715/pt-br.php>

OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

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

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

Distribuição dos tempos de viagem



Adaptado de Whately (2012)

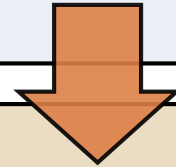
Esta pesquisa investiga priorização do transporte público coletivo e seus impactos nos modos não priorizados, por meio da prioridade semafórica com uso de microssimulação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Constituído de 3 blocos:

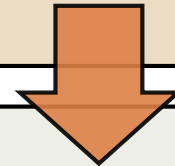
Medidas de prioridade para o transporte público coletivo:

Principais características e aplicações.



Sistemas Inteligentes de Transportes:

Arquitetura, sistemas de prioridade semaforica e medidas de desempenho.



Microssimulação: Características do Software.

REFERENCIAL TEÓRICO

Medidas de prioridade para o ônibus:

Principais características e aplicações.

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



Avenida 23 de Maio em São Paulo



Avenida W. Luis em São Paulo

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

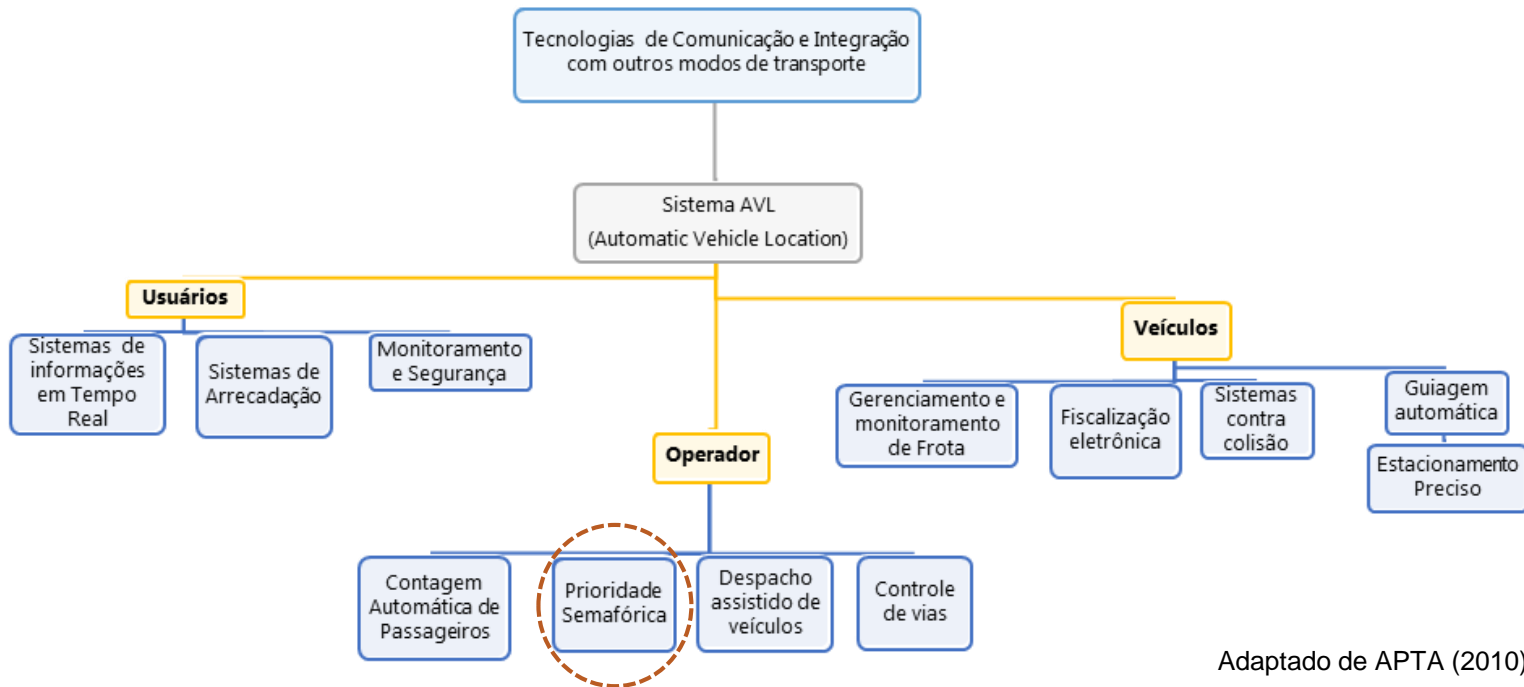
Arquitetura, sistemas de prioridade semafórica e medidas de desempenho.

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

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

VEÍCULO, USUÁRIO, OPERADOR.

(APTA, 2010)



Adaptado de APTA (2010)

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Formas de Controle Semafórico

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

(CUNTO E LOUREIRO, 2011)

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Formas de Prioridade Semafórica:

Prioridade Adaptativa (ativa)

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

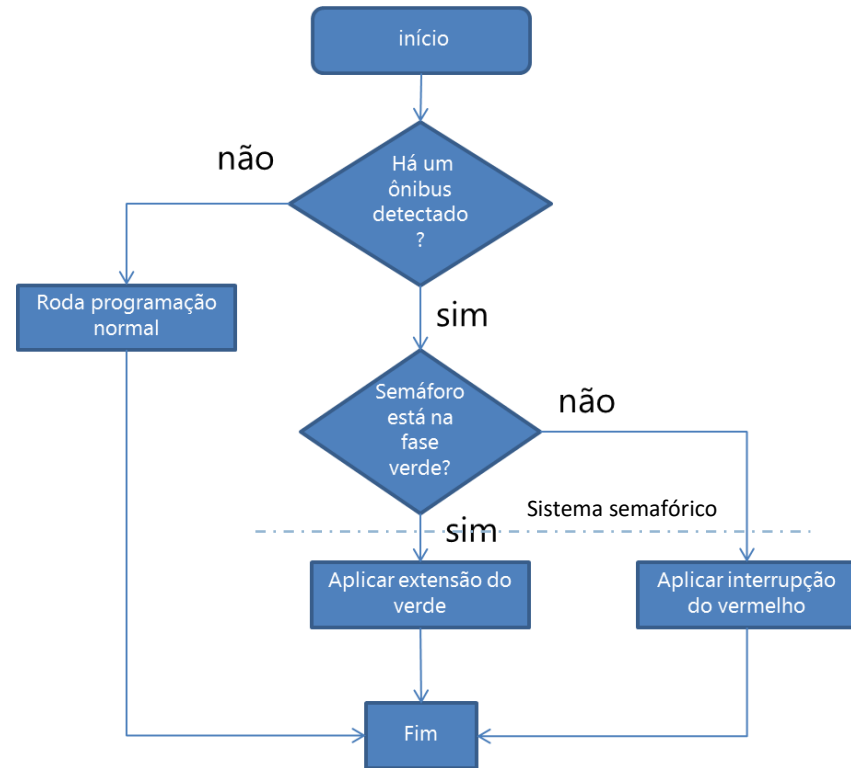
Dois algoritmos:

Incondicional e Condicional

Prioridade Ativa Incondicional

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

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



EKEILA, SAYED, ESAWEY, (2009)

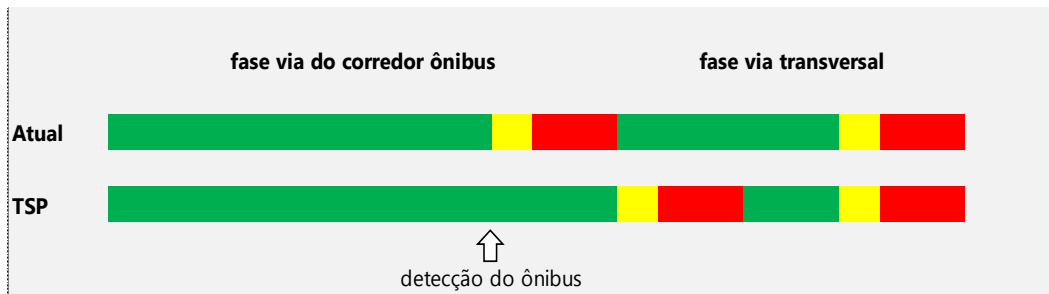
REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

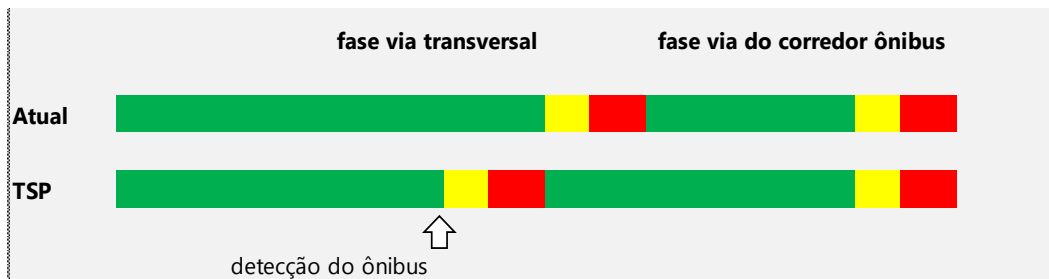
Arquitetura, **sistemas de prioridade semafórica** e medidas de desempenho.

Estratégias de Prioridade Semafórica

Extensão do verde:



Interrupção do vermelho ou
antecipação do verde:



(ALEMÁN, 2013)

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Prioridade Ativa Condicional:

Conceitos fundamentais:

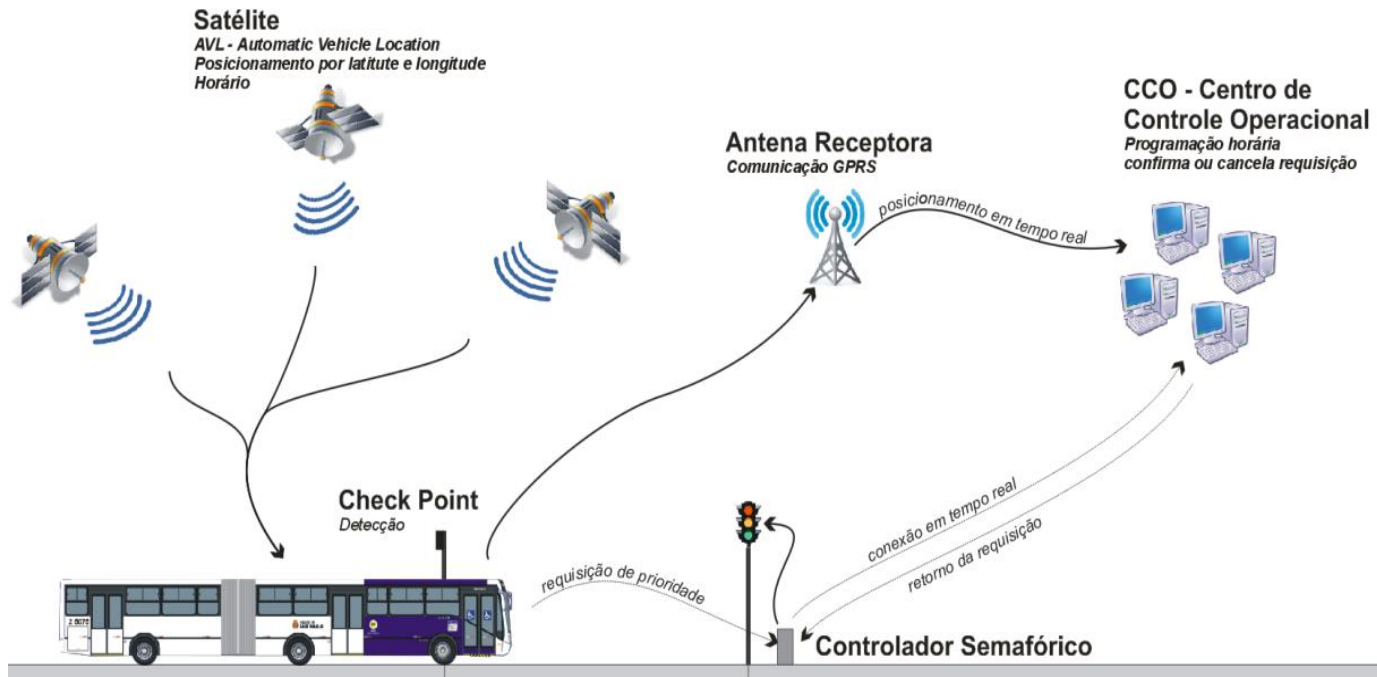
- ✓ Evita impactos negativos para a corrente do tráfego não priorizado (FURTH E MULLER, 2002);
- ✓ Deve-se limitar a frequência de prioridade para ônibus (USDOT e FTA, 2008);
- ✓ Gerar prioridade apenas para os veículos que atendam critérios pré-estabelecidos, tais como: aderência à programação horária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

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Prioridade Ativa Condicional



Adaptado de ITS America (2005)

REFERENCIAL TEÓRICO

Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Prioridade Ativa Condicional:

Ex: Portland, EUA.

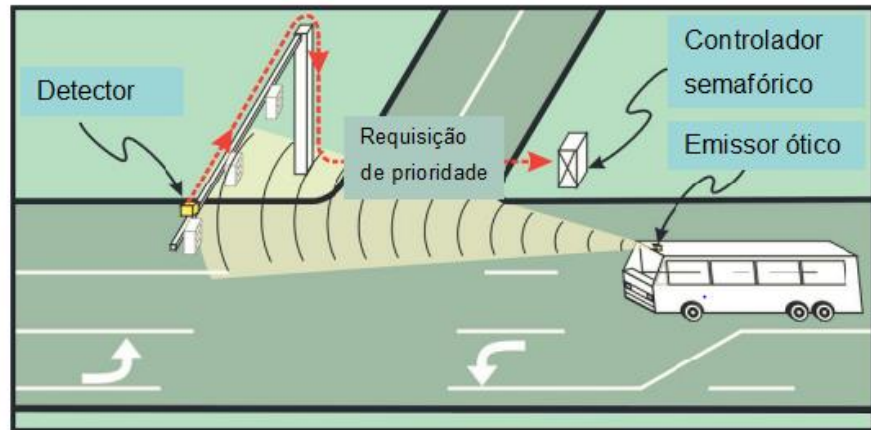
Características:

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

Condicionantes do TSP:

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

Arquitetura do TSP em Portland, EUA



Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

REFERENCIAL TEÓRICO

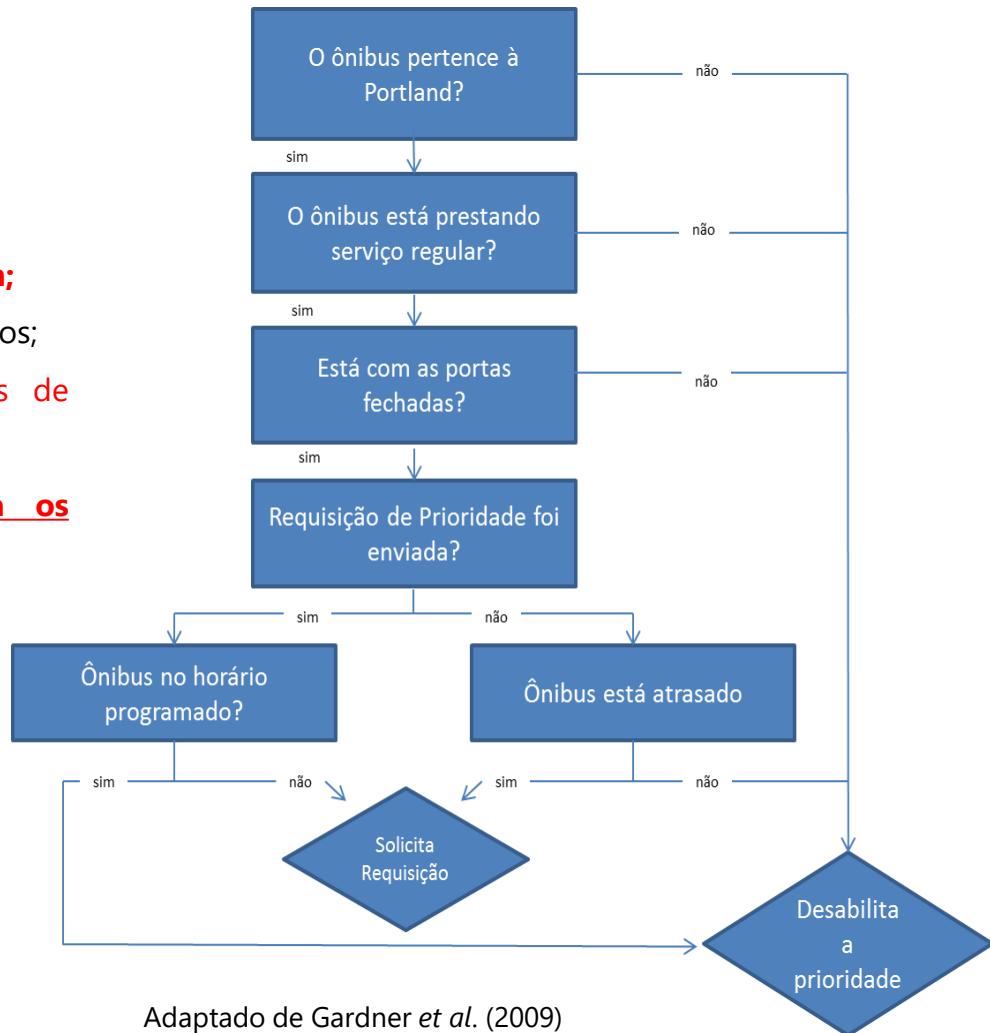
Sistemas Inteligentes de Transportes

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

Prioridade Ativa Condicional: Exemplo de Portland, EUA.

Resultados:

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

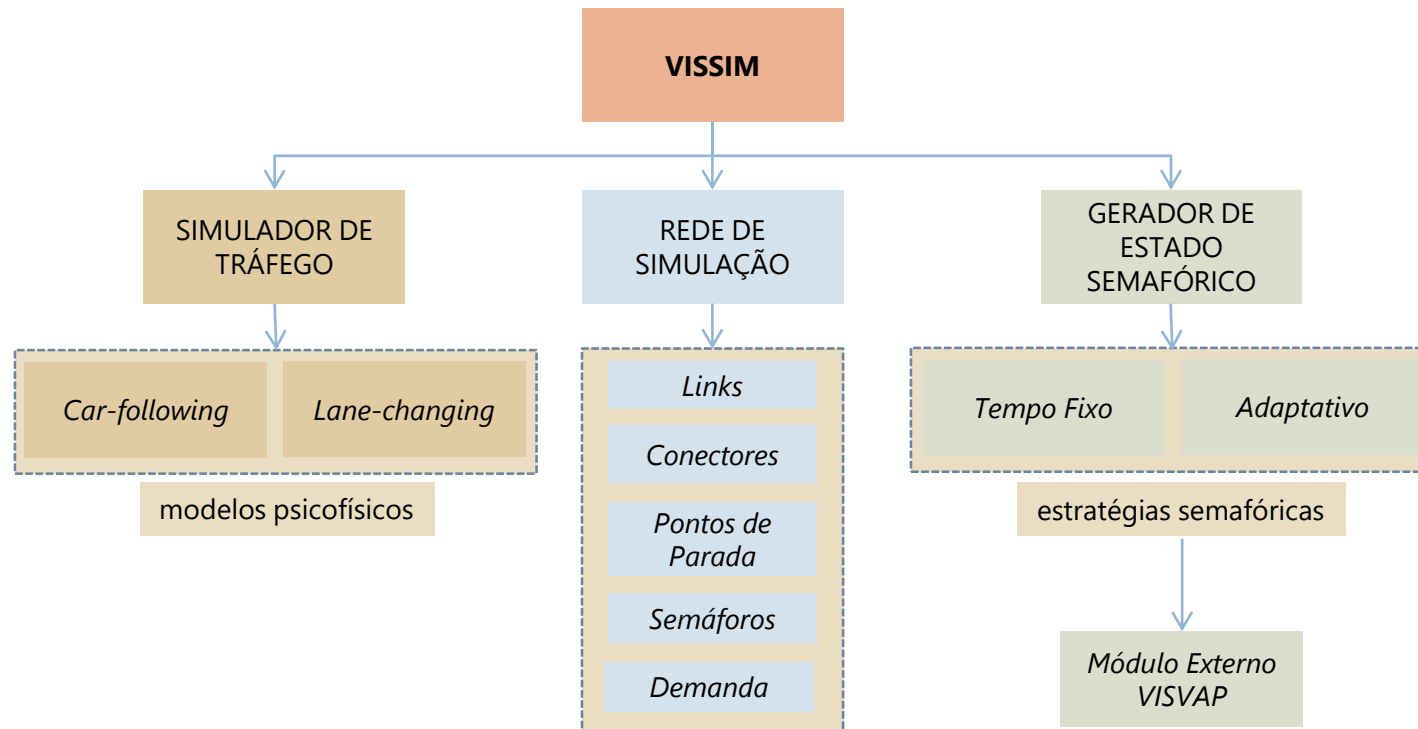


Adaptado de Gardner *et al.* (2009)

REFERENCIAL TEÓRICO

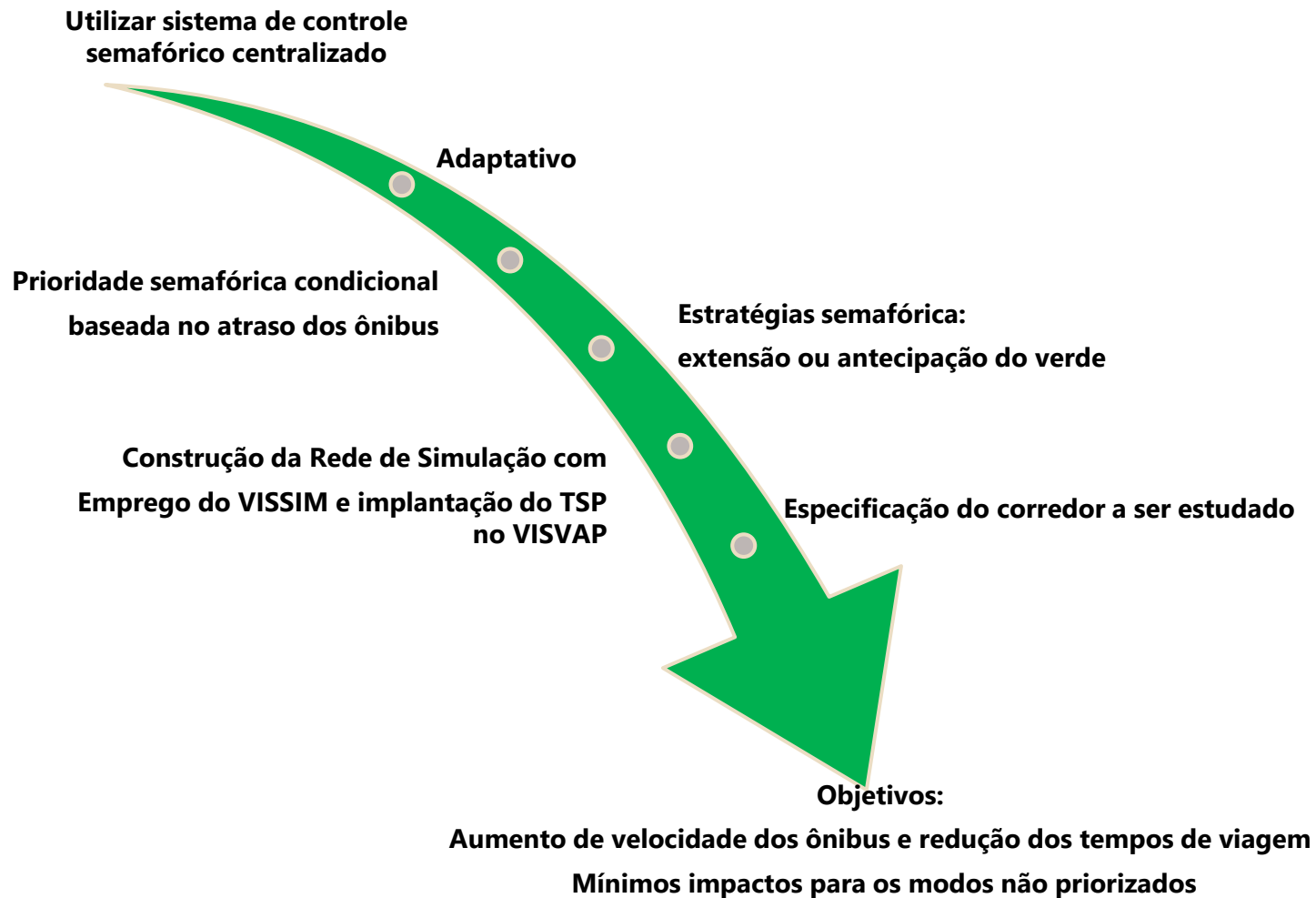
Microsimulação (Ferramenta de Análise)

Características do software



APLICAÇÃO

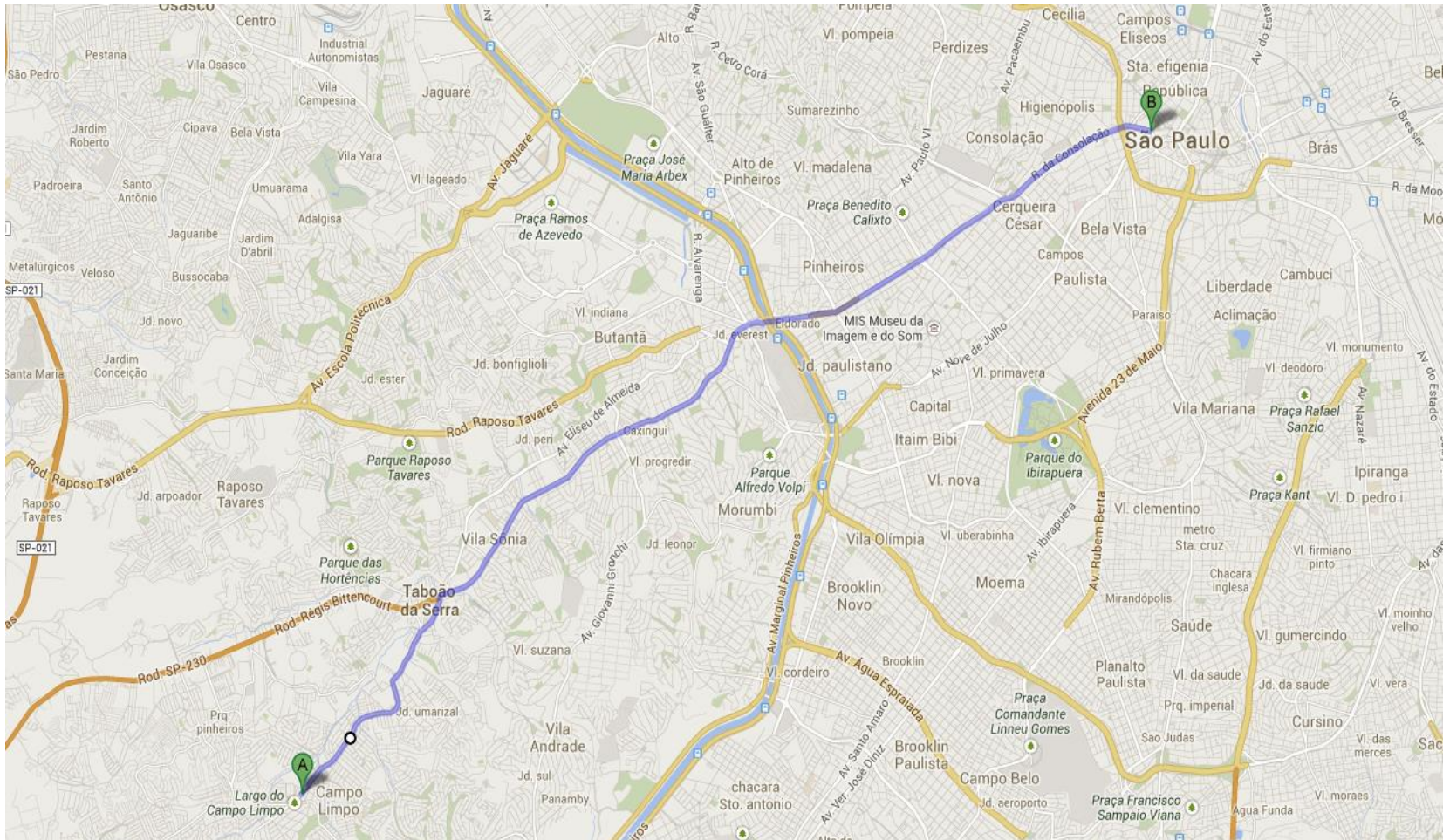
Hipótese considerada



APLICAÇÃO

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 semafóricos - CET/SP.

Sistema Viário:

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

Softwares Utilizados:

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

APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado

Corredor Analisado: Corredor Campo Limpo - Rebouças - Centro

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

APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado

Seleção de um trecho específico:

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

APLICAÇÃO

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



Trechos onde ocorrem mais retenções



Trechos com retenções. Obras no sistema viário



Trecho com retenção isolada (semáforo)



Trecho onde as retenções são mais intensas

APLICAÇÃO

Especificação do corredor a ser estudado.

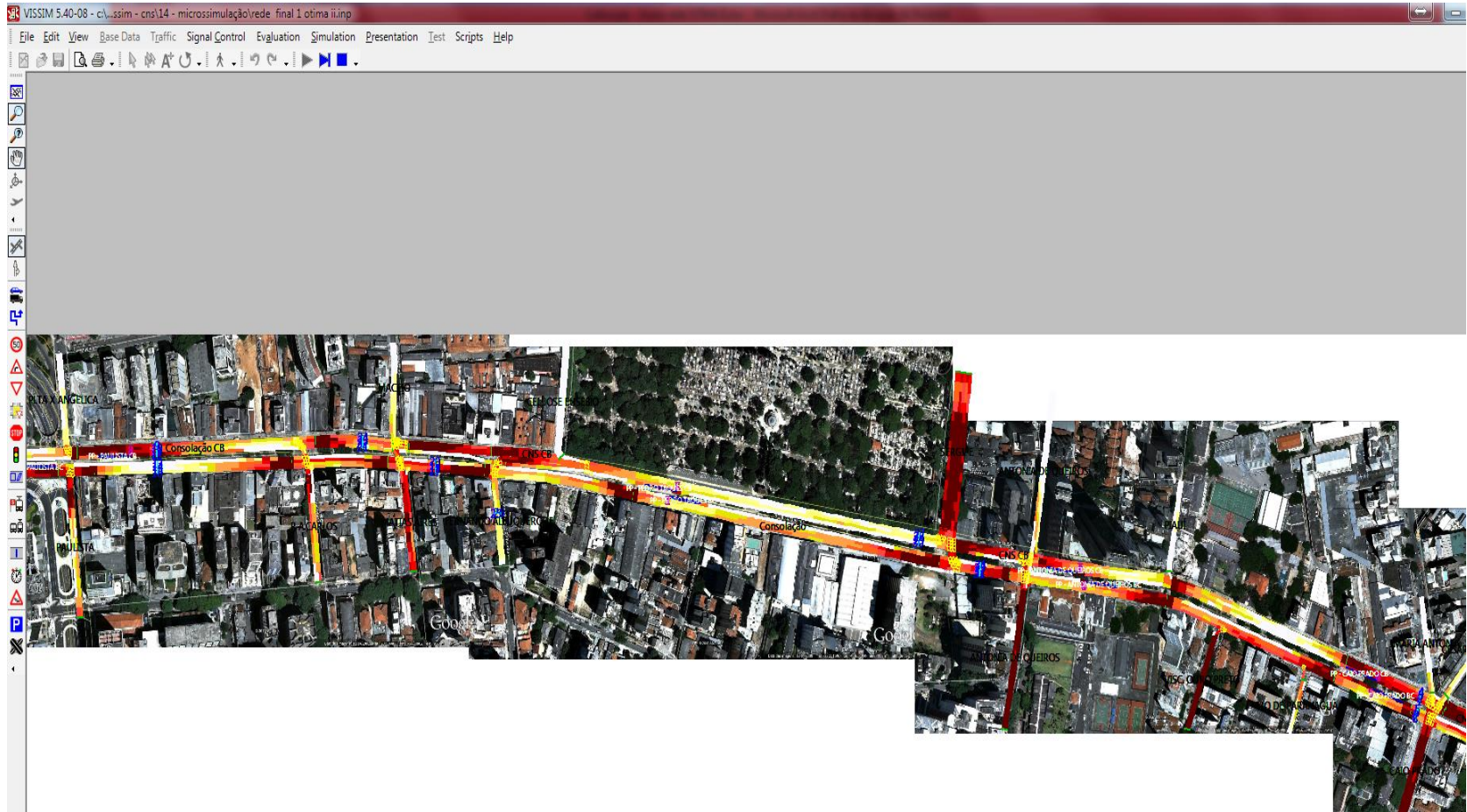
Trecho Selecionado: Rua da Consolação entre avenida Paulista e avenida Ipiranga

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



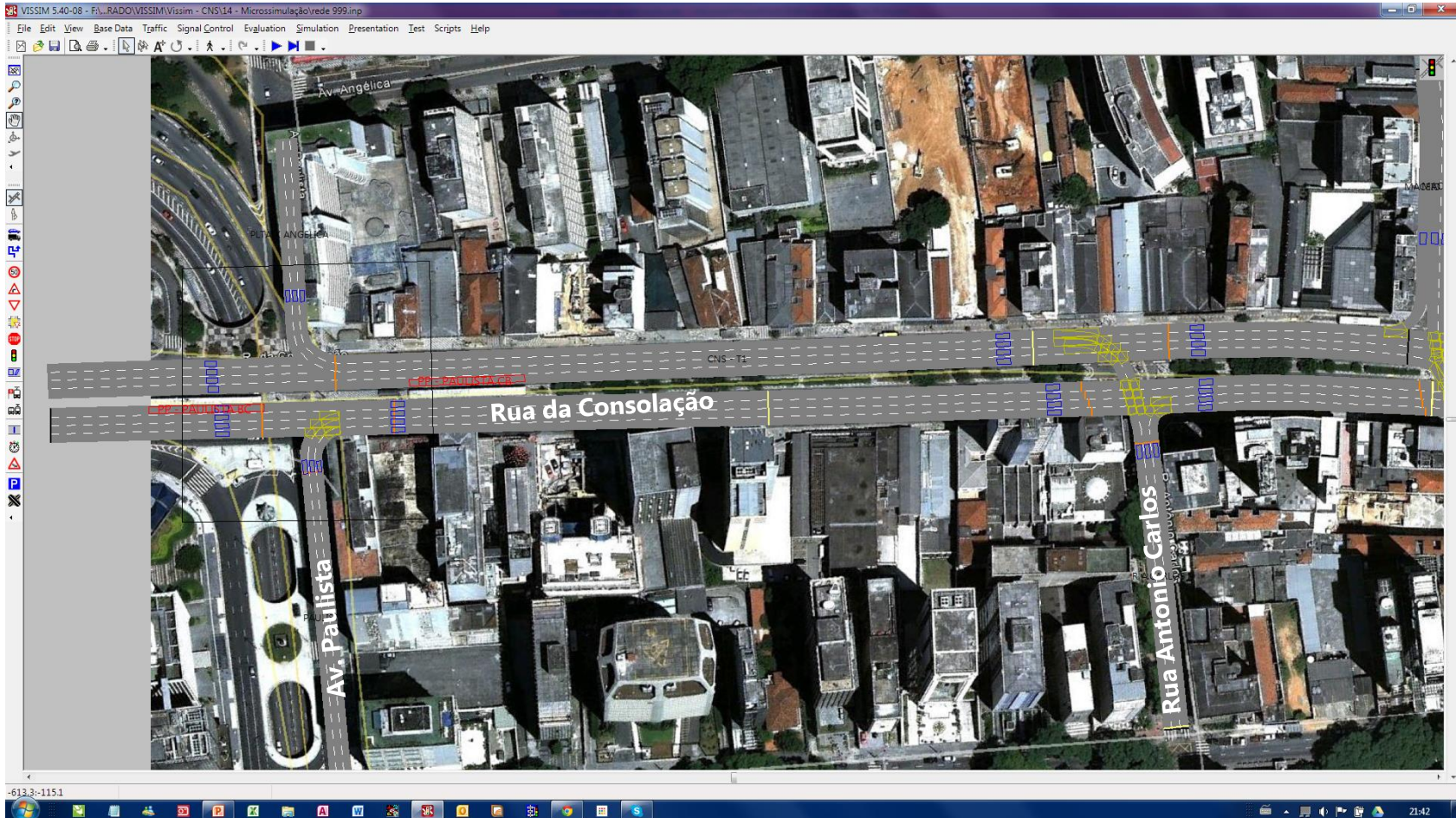
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Rede de Referência – Localização dos retardamentos



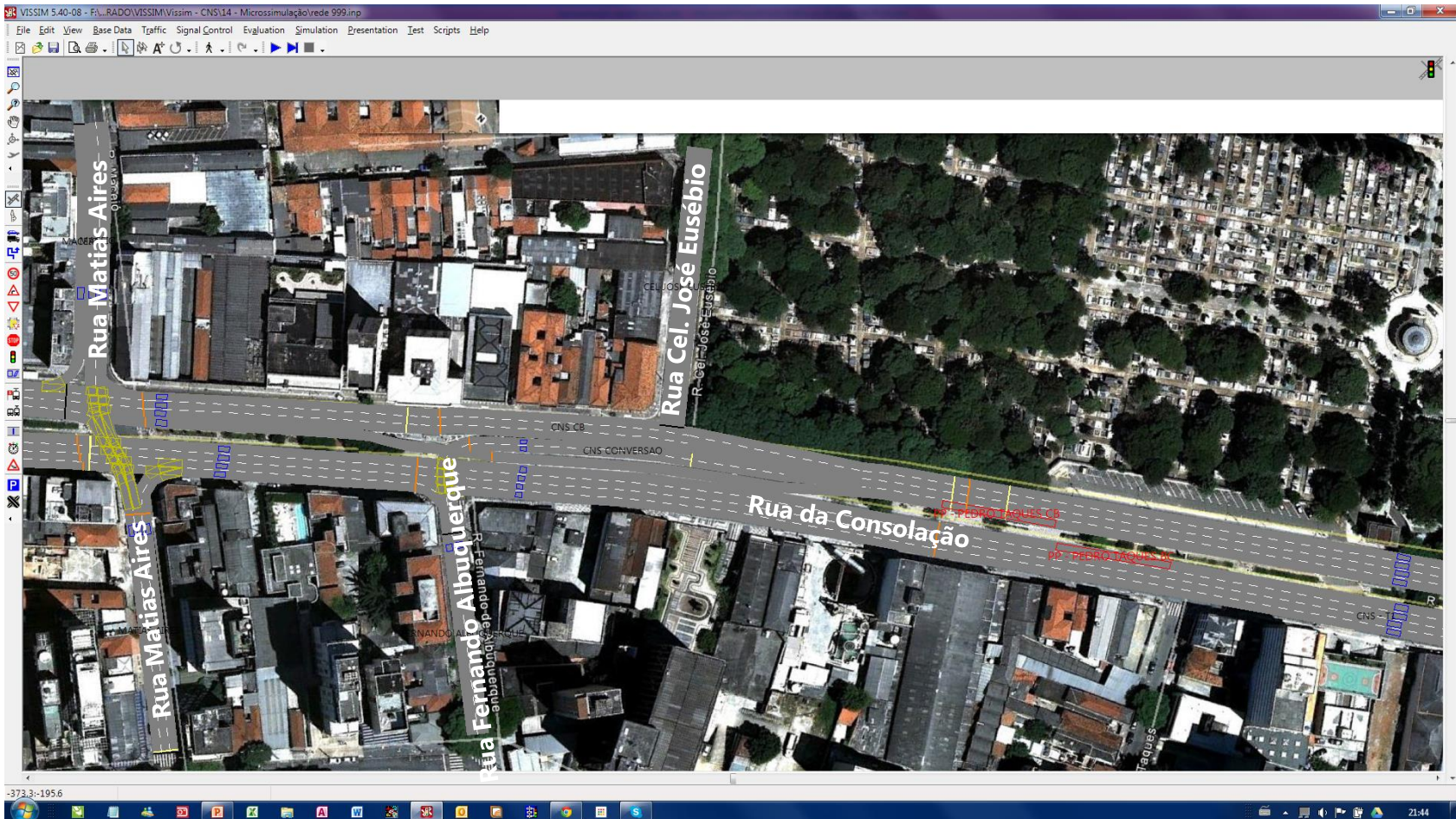
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



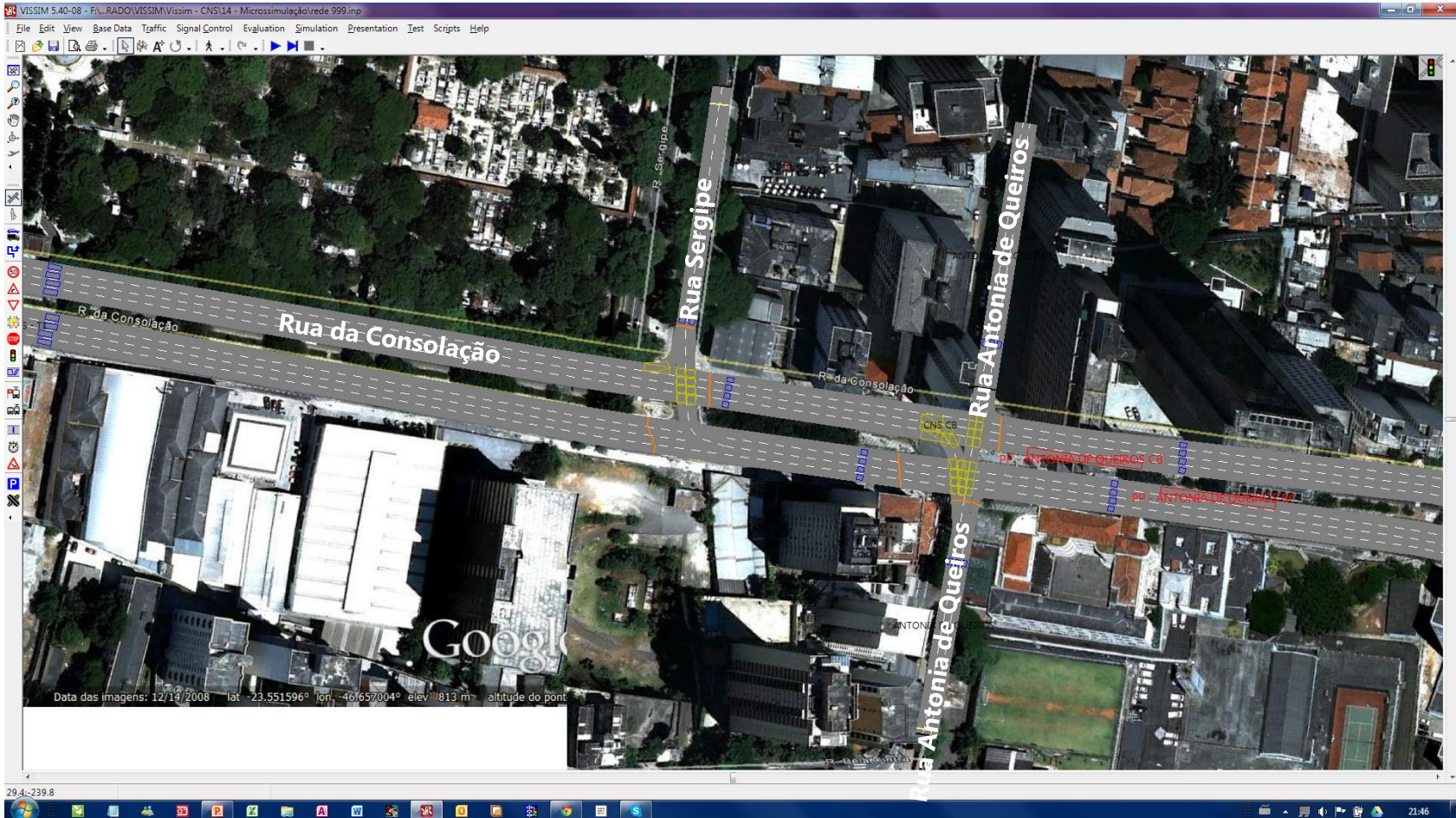
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



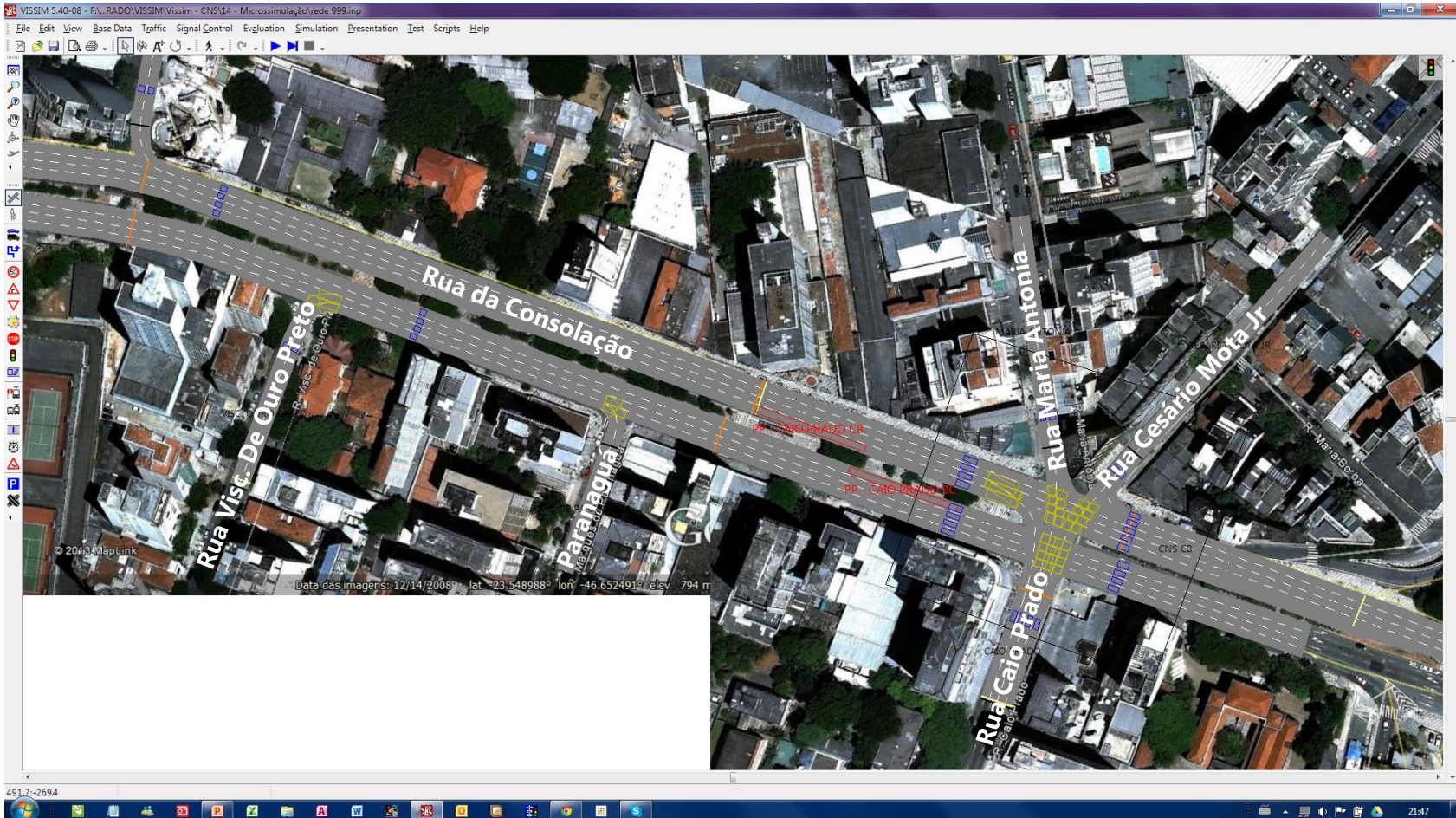
CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

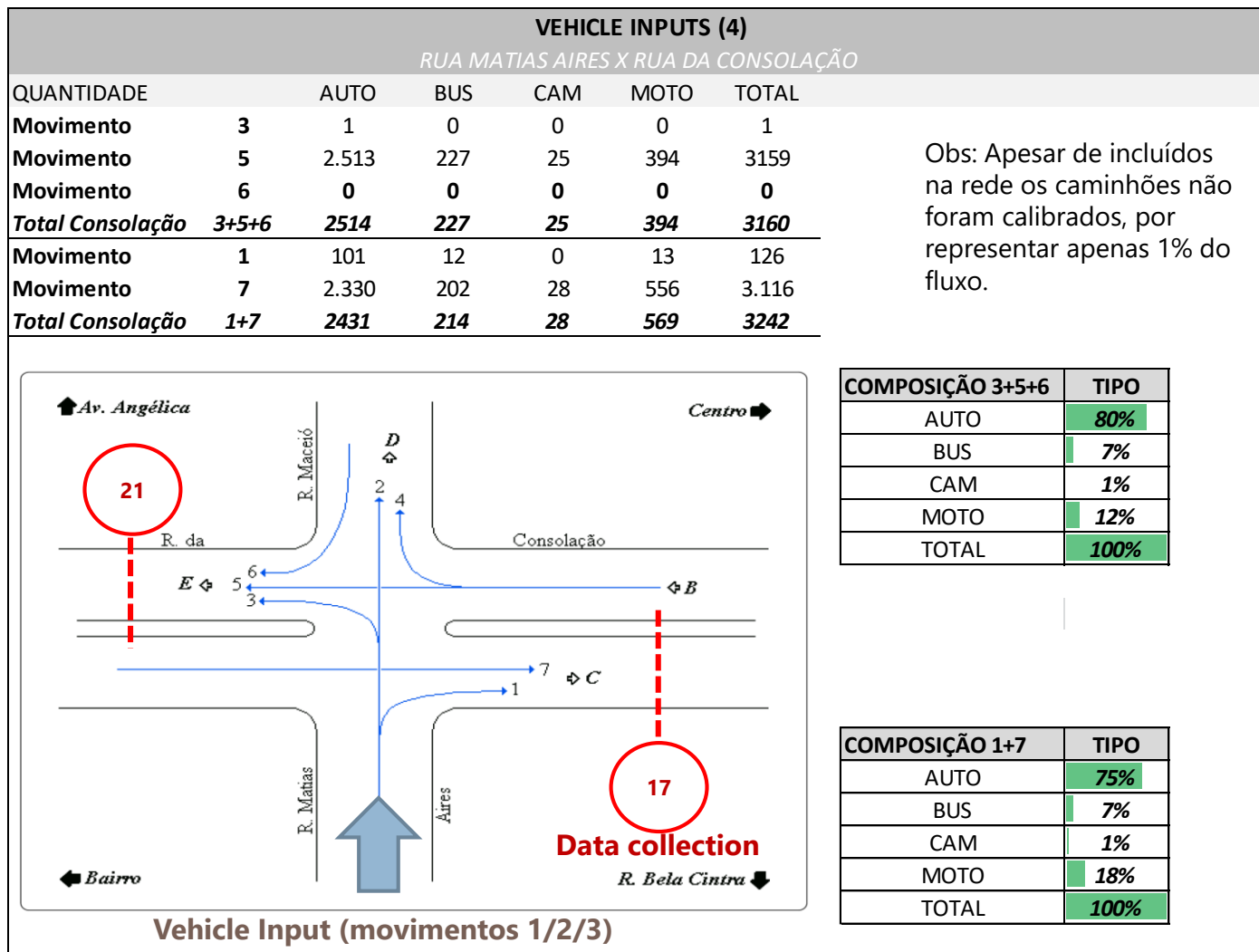
Elaboração da Rede Física: Links, conectores, pontos de parada, semáforos e outros elementos específicos



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

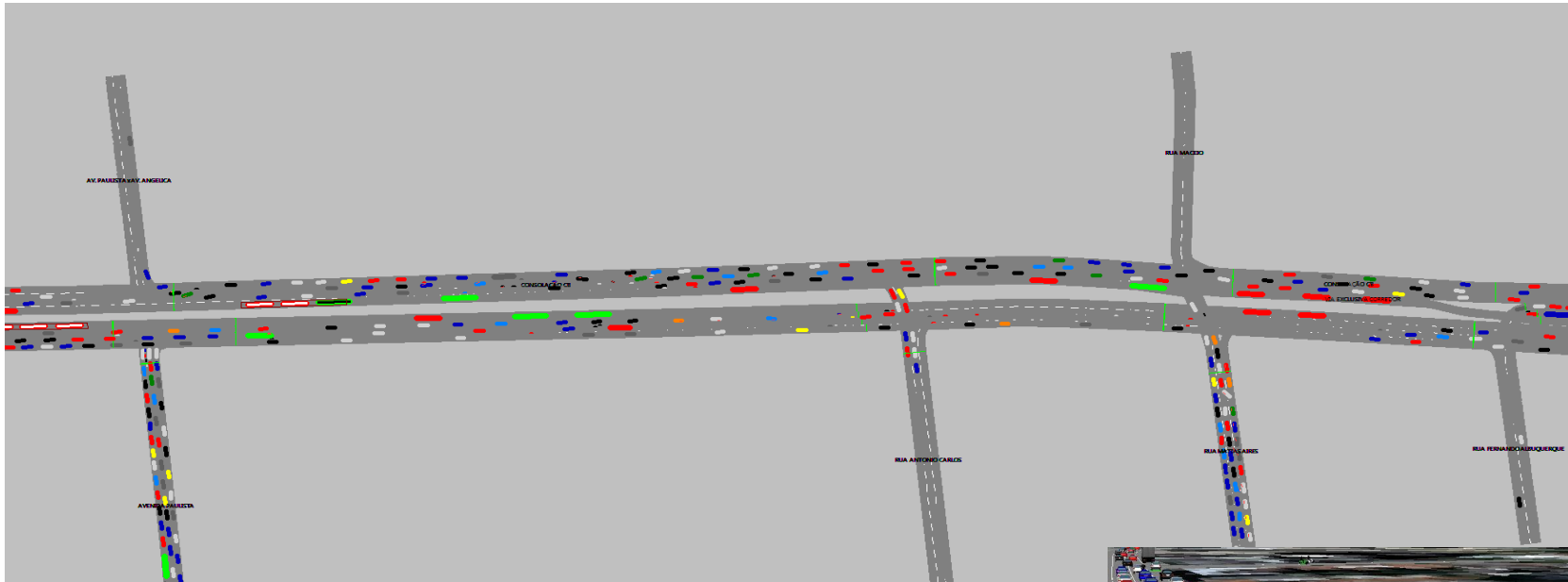
Inclusão do Tráfego (Demanda)

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



CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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



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

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Calibração

Considerações sobre o procedimento:

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

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

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

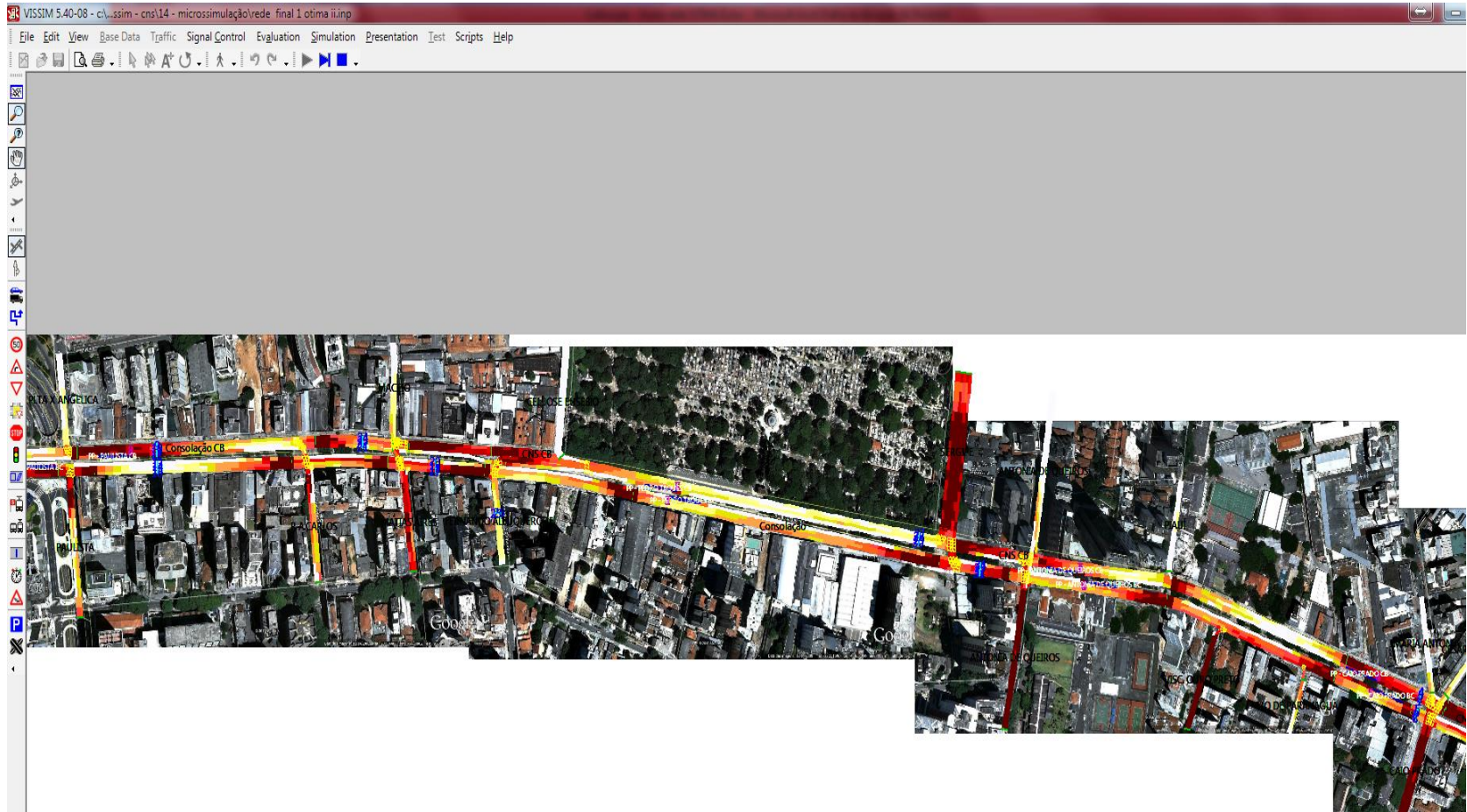
Rede de Referência – Comparação dos Tempos médios

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

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

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

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

Variáveis de controle:

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

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Elaboração dos Cenários – Localização dos Sensores na via



Cenário 1

CONSTRUÇÃO DA REDE DE SIMULAÇÃO: VISSIM

Disposição dos sensores: 1 sensor = 1 cenário



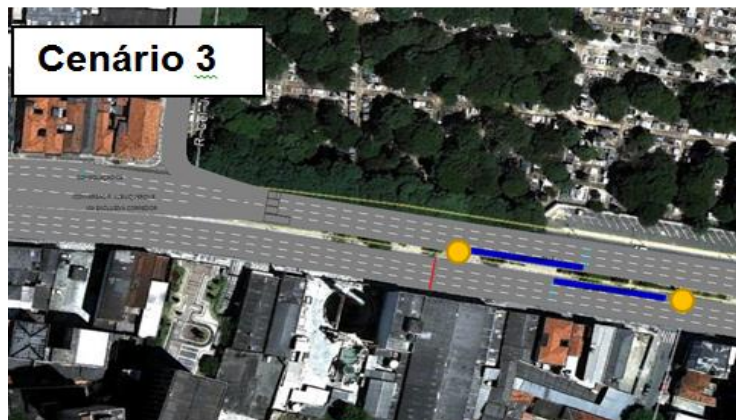
Cenário 1

Avenida Paulista e rua da Consolação;



Cenário 2

Rua Matias Aires e rua da Consolação;



Cenário 3

Rua Fernando de Albuquerque e Sergipe;

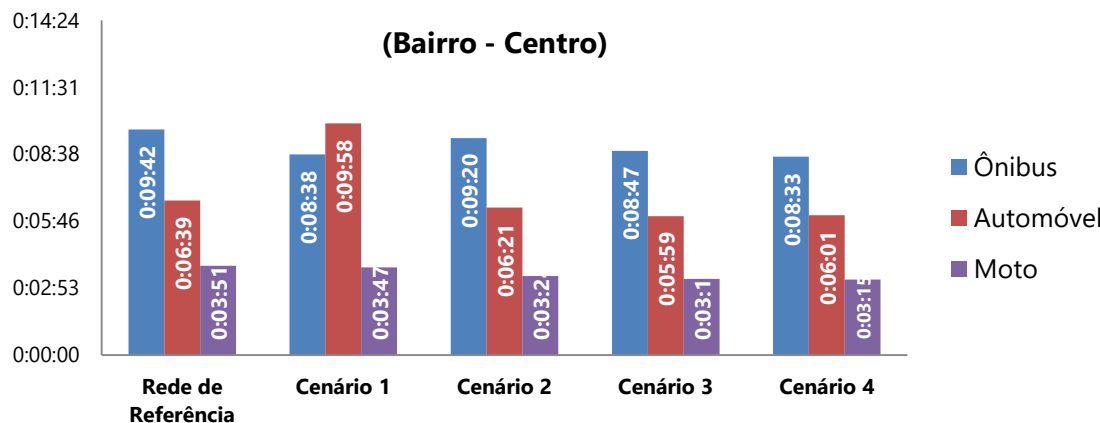


Cenário 4

Marques de Paranaguá e Caio Prado

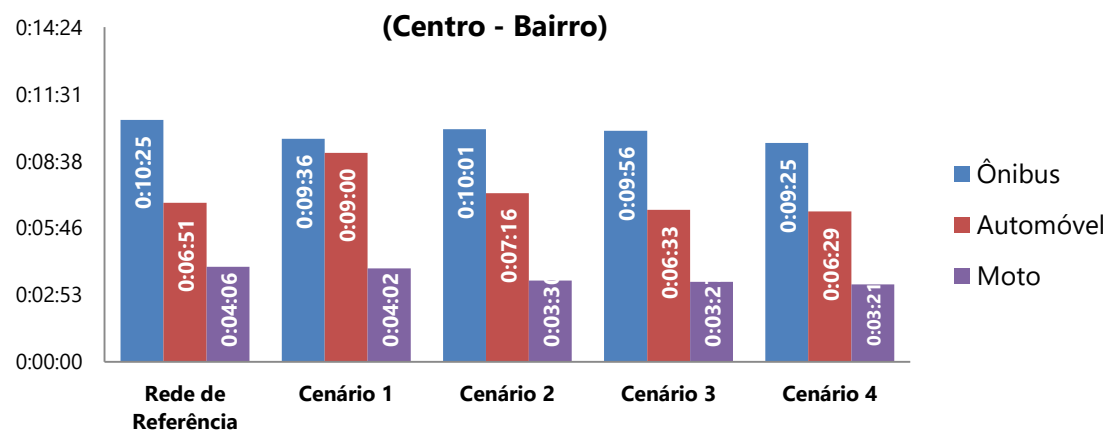
ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

Comparativo entre os tempos médios de viagem (minutos)



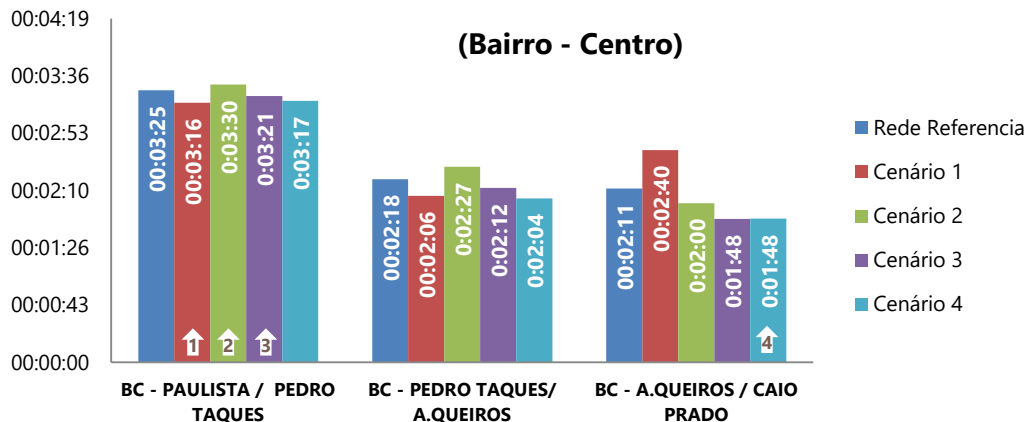
Resultados:

- ✓ 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.



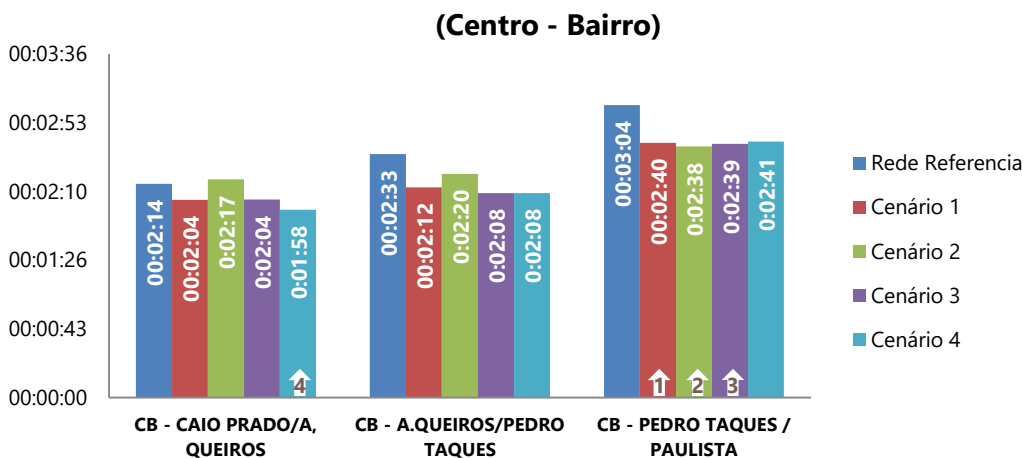
ANÁLISES SOBRE OS RESULTADOS

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.