



Projeto temático:

# Uso da microssimulação para adequação da Marginal Tietê ao transporte coletivo e ao transporte não motorizado.

Prof. Claudio Luiz Marte

Grupo G:

Felipe Righi 7598942

Mariana Gontow 7178082

# Objeto de estudo

## Marginal Tietê

- Trecho escolhido: Ponte da Casa Verde
- Uso do software **PTV Vissim** para análise de cenários de outro tipo de concepção urbana para a ocupação da Marginal Tietê.

# Contextualização

## São Paulo a partir do século XIX

- urbanismo rodoviarista, com progressiva motorização e postura favorável ao uso de automóveis individuais.

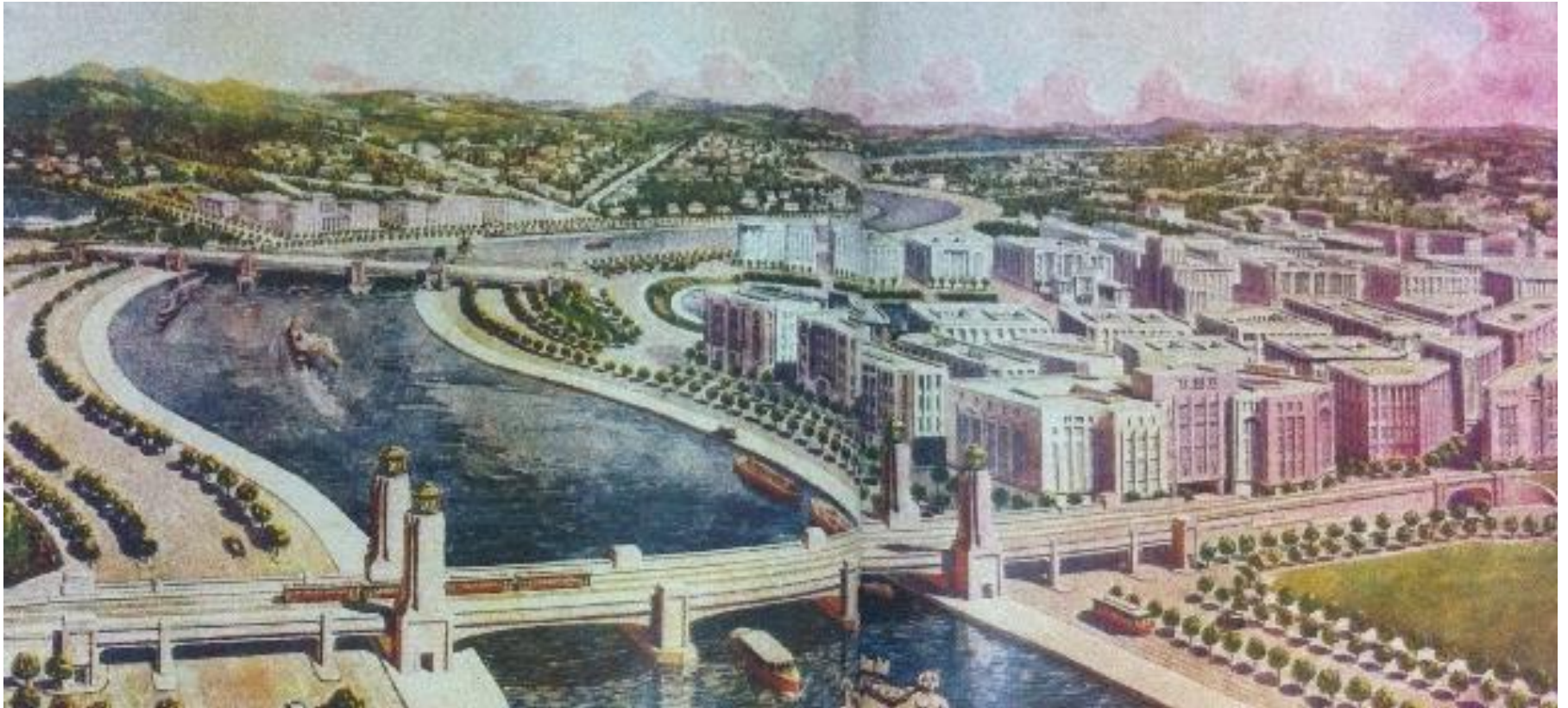
### **Plano de Avenidas - Prestes Maia, 1930**

### **Relatório de Melhoramentos Públicos para São Paulo - Robert Moses, 1950**

- implantação de grandes avenidas fundo de vale
- retificação dos rios Tietê e Pinheiros -> marginais
- ausência de planejamento para o transporte público coletivo ou não motorizado

# Contextualização

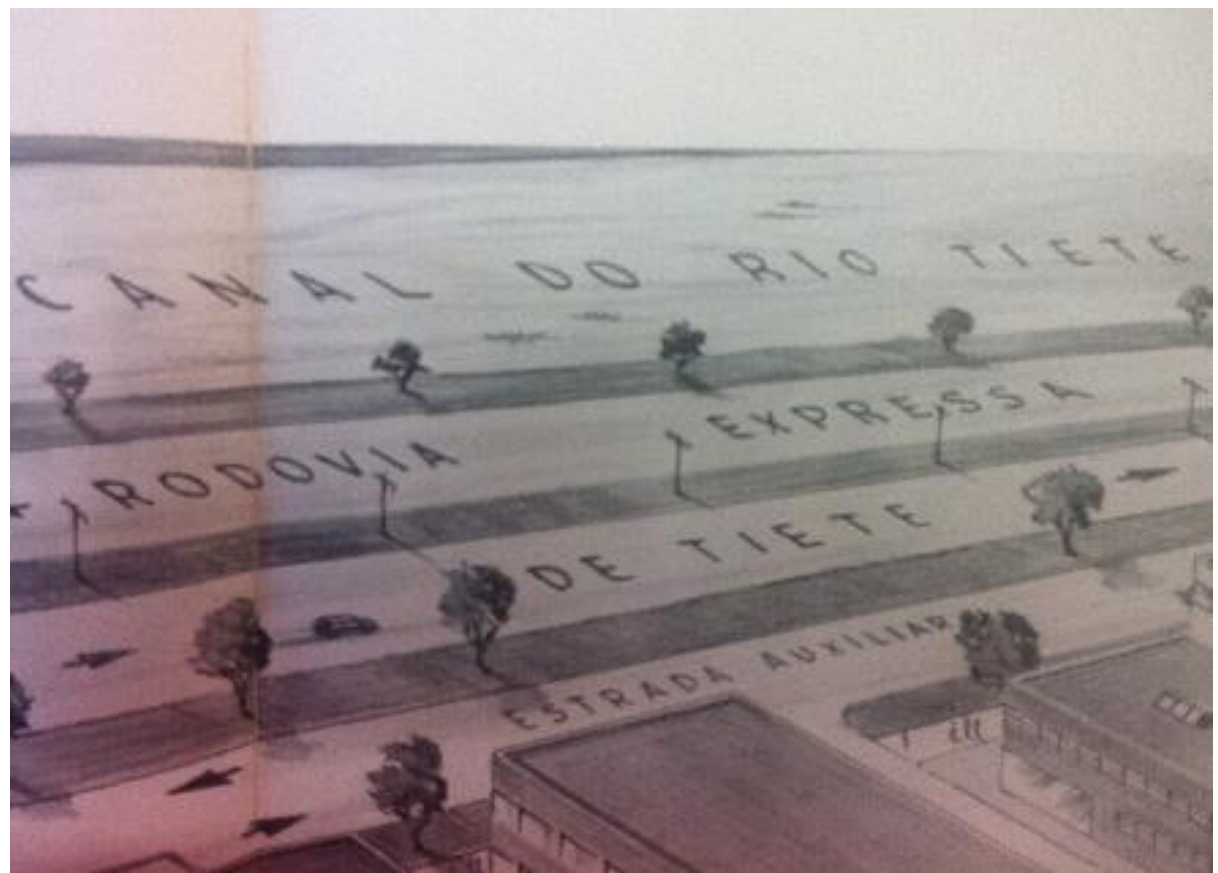
## Plano de Avenidas - Prestes Maia, 1930



Avenida Tietê em aquarela, proposta pelo Plano de Avenidas. Fonte: TOLEDO, 1996, p.279.

# Contextualização

Relatório de Melhoramentos Públicos para São Paulo - Robert Moses, 1950



Desenho da Avenida Tietê no Programa de Melhoramentos Públicos para São Paulo. Fonte: MOSES, 1950, p. 49.

# Contextualização

## Condições atuais

- Avenidas com importância em escala macrorregional;
- Nível de serviço comprometido pelo elevado carregamento;
- Paisagem agressiva para a circulação de pedestres e ciclistas;
- Empobrecimento da vida urbana



Congestionamento na Marginal Tietê, situação comum em São Paulo. Fonte: Website Ig, 2011.

# Contextualização

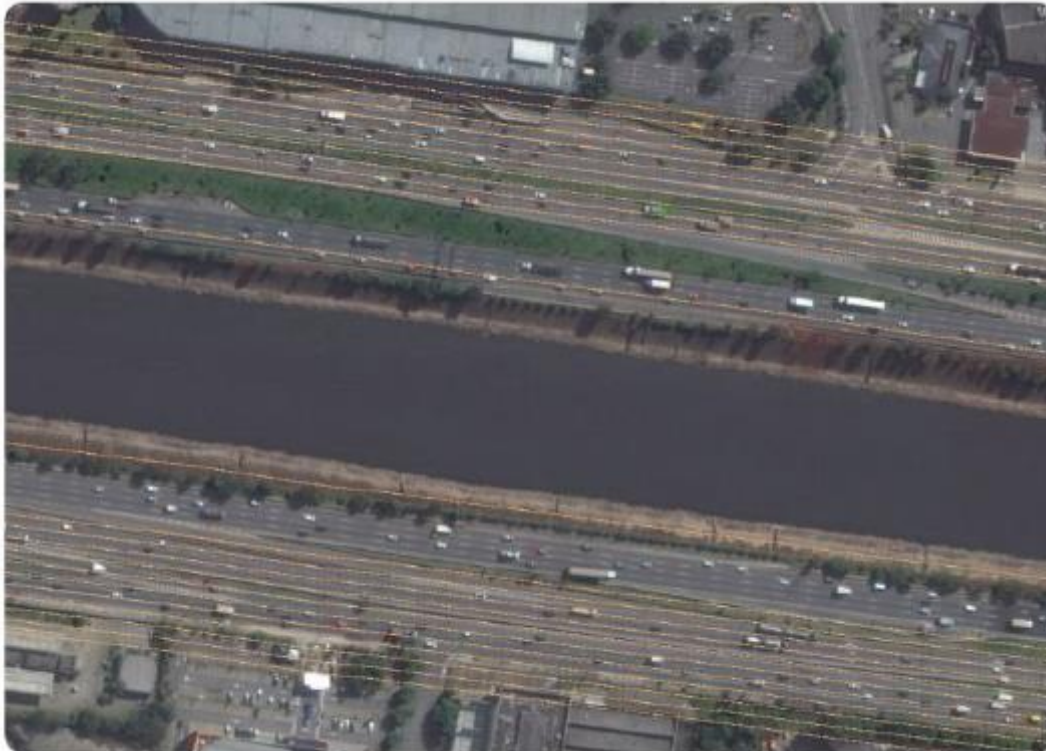
## Condições atuais

- trechos sem calçadas, iluminação ou qualquer outra infraestrutura necessária para circulação de pedestres
- travessia das pontes insuficientes para a segurança de pedestre



# Levantamento das condições atuais

## Dimensões físicas



- Larguras das avenidas: 20 a 75m de pistas de alta velocidade.
- Quantidades de faixas: 7 a 12, divididas entre:
  - pistas locais (3 a 5 faixas);
  - centrais (inexistente a 4 faixas);
  - expressas (3 a 5 faixas).



# Levantamento das condições atuais

## Volumes e velocidades

Trechos	Número da rota	Ponto	Volume de veículos (v/3h e v/h <sub>pico</sub> )													
			Período	Intervalo	Auto		Onibus urb		Onibus fret.		Caminhão		Moto		Bicicleta	
					B-C	C-B	B-C	C-B	B-C	C-B	B-C	C-B	B-C	C-B	B-C	C-B
Marginal Tietê (Av. Pres. Castelo Branco, Av. Condessa Elisabeth de Robiano, Av. Morvan Dias Figueiredo)	35G	1 (expressa)	manha	3h	16.146	12.701	0	34	31	121	1.020	1.018	3	35	0	0
				1h (pico)	6208	3924	0	12	9	41	125	620	2	10	0	0
		tarde	3h	13.717	14.940	0	55	49	336	521	739	47	93	0	0	
			1h (pico)	4917	4953	0	15	20	58	124	550	16	39	0	0	
		2 (central)	manha	3h	13.289	4.700	0	48	90	155	1.070	426	4.208	1.440	0	0
				1h (pico)	4950	1673	0	23	33	61	113	100	1998	627	0	0
	tarde	3h	8.509	9.932	27	5	94	66	330	278	2.041	5.576	0	0		
		1h (pico)	3070	3380	14	1	36	22	155	65	758	2349	0	0		
	3 (local)	manha	3h	15.000	6.238	546	439	252	112	625	272	2.209	759	20	4	
			1h (pico)	5504	2234	193	162	85	43	116	69	893	230	9	2	
	tarde	3h	10.267	7.465	291	416	158	115	260	286	1.385	1.101	7	15		
		1h (pico)	3470	2980	97	146	64	24	117	158	595	411	1	6		
Marg. Tietê (Av. Assis Chateaubriand, Av. Otaviano A. de Lima, Av. Emb. Macedo Soares, Av. Pres. Castelo Branco)	36G	1 (expressa)	manha	3h	17.861	13.808	0	3	56	111	922	1.174	18	35	0	0
				1h (pico)	7023	4180	0	1	15	17	113	812	7	13	0	0
		tarde	3h	15.478	10.775	1	1	78	36	514	340	30	41	0	0	
			1h (pico)	6.007	3.591	0	1	14	7	112	181	4	13	0	0	
		2 (central)	manha	3h	11.526	6.235	41	1	195	104	994	644	2.474	2.423	0	0
				1h (pico)	4.071	2333	15	0	72	34	131	78	1.117	958	0	0
	tarde	3h	11.310	7.873	4	2	162	210	447	310	3.020	2.675	0	0		
		1h (pico)	4.046	3.044	0	1	53	82	105	90	1.351	1.062	0	0		
	3 (local)	manha	3h	7.635	11.428	135	17	126	99	346	424	1.330	2.313	9	11	
			1h (pico)	2.662	4.000	51	5	24	31	227	95	421	1.001	1	4	
	tarde	3h	11.979	10.659	145	57	192	148	312	221	1.668	1.374	14	7		
		1h (pico)	4.282	3.696	40	15	64	64	61	63	675	559	6	1		

Trechos	Velocidade média (km/h)			
	manhã		tarde	
	B-C	C-B	B-C	C-B
Marginal Tietê (Av. Pres. Castelo Branco, Av. Condessa Elisabeth de Robiano, Av. Morvan Dias Figueiredo)	35,7	45,9	39,4	13,7
Marg. Tietê (Av. Assis Chateaubriand, Av. Otaviano A. de Lima, Av. Emb. Macedo Soares, Av. Pres. Castelo Branco)	34	41,2	37,3	32,4

Dados de volume e velocidade na Marginal Tietê, disponíveis no relatório *Pesquisa de Monitoração da Mobilidade* da CET. Em azul dados relativos ao sentido Bairro-Centro e em laranja, Centro-Bairro. Fonte: CET, 2015.

# Definição do Problema

## Marginal como barreira urbana

*O caráter de vias expressas, verdadeiras auto-estradas, rodovias urbanas, marginais aos canais dos rios **elimina as oportunidades de integração urbanística entre o ambiente fluvial, os rios, e o desenho da cidade.** O cidadão pedestre, aquele que está andando, passeando, não consegue mais se aproximar da beira do rio, da orla fluvial.*

(DELIJAICOV, 1998, p. 76)

# Definição do Problema

## Marginal como barreira urbana

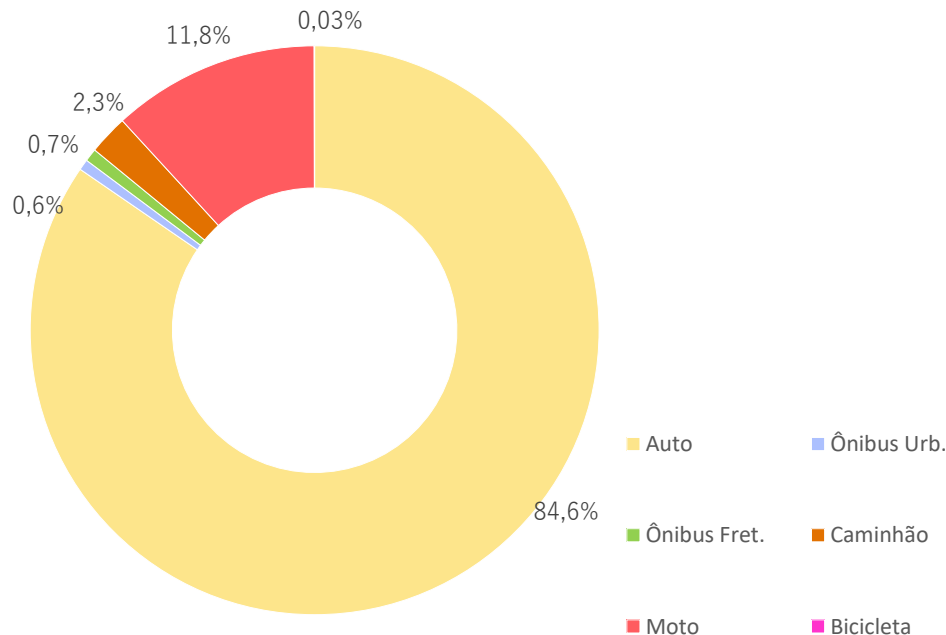


Vista de cima das avenidas da Marginal Tietê, na altura da Ponte Casa Verde, mostrando sua largura e configuração desfavorável à circulação de pedestres. Fonte: Google Street View, 2017.

# Definição do Problema

## Composição da frota

Composição da frota com base em veículo/hora-pico  
(CET, 2015)



Composição totalmente desigual

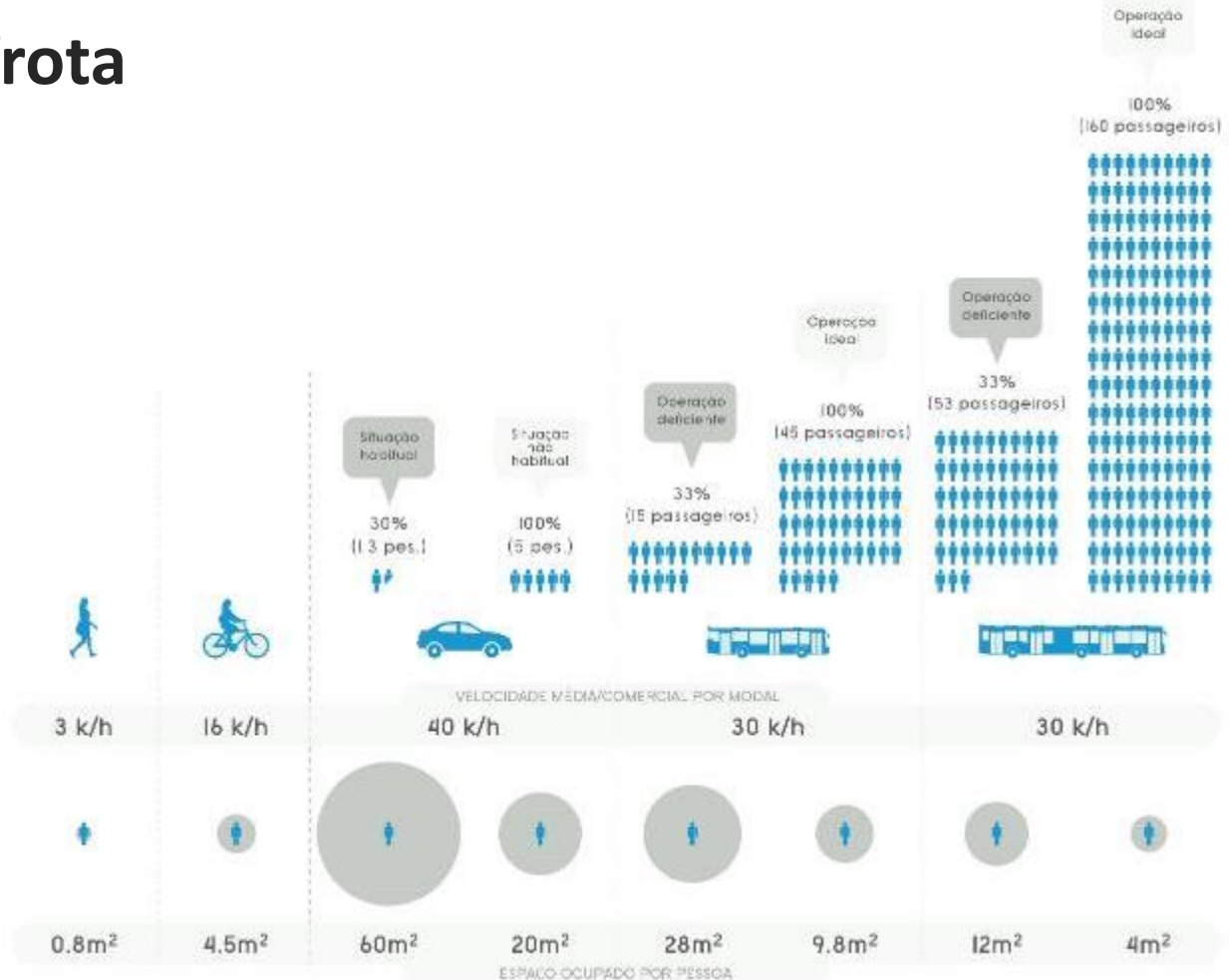
Predomínio disparado de carros e motos:

Composição da frota na Marginal Tietê.  
Fonte de dados: CET, 2015

# Definição do Problema

## Composição da frota

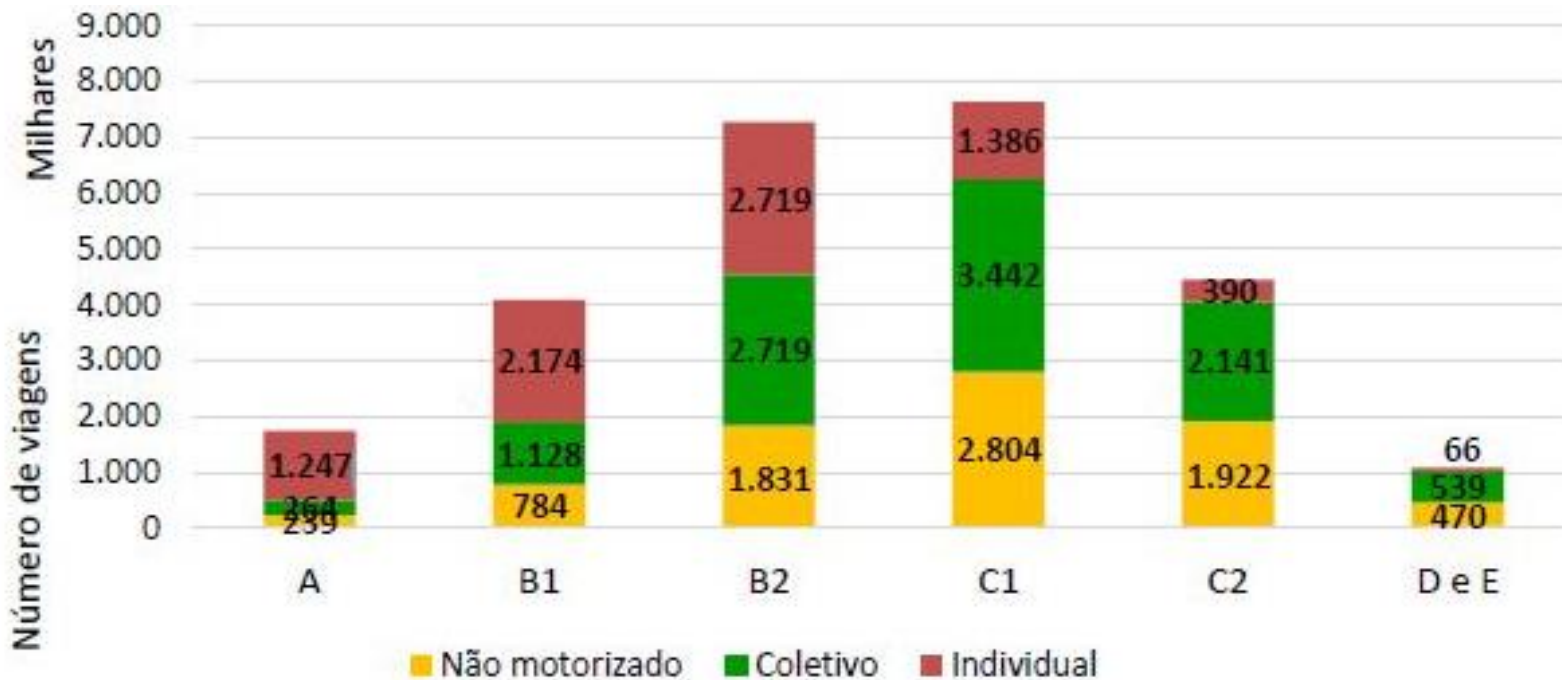
Carro ocupa maior espaço do viário e corresponde a uma minoria das realizadas:



Eficiência do uso do espaço em transporte segundo veículo,  
Fonte: ITDP.

# Definição do Problema

## Composição da frota



Número de viagens por dia por classe econômica na RMSP, 2012. Fonte: METRO – Relatório Síntese da pesquisa OD 2007 e de Mobilidade de 2012, in PanMob/2015.

# Definição do Problema

## Desenho viário

- Configuração voltada para a circulação de automóveis em alta velocidade, deve ser repensada
- Desenho das vias e das pontes não solucionam o problema de tráfego
- Espaços inseguros e inacessíveis para pedestres e ciclistas
- Agravam o rio como barreira urbana recortando o tecido urbano de boa parte da cidade.

# Objetivos e metas

## Objetivos

- Através do auxílio do Software PTV Vissim , propor situação ideal do ponto de vista da **qualidade urbana**, garantindo **condições de tráfego iguais ou melhores que as atuais**, em função do fluxo total de passageiros.

## Metas

- Requalificação das pontes existentes;
- Reconfiguração do viário de acesso às pontes (remoção das alças de acesso);
- Promover o aumento do transporte coletivo em detrimento ao individual motorizado;
- Qualificar as vias e travessias para o uso de pedestres e ciclistas;
- Qualificação urbana e paisagística.



# Propostas de medidas

## Que visam a requalificação urbana

- Redesenho das alças de acessos e das quadras próximas;
- Redistribuição dos espaços das pistas locais: redução da largura das faixas para implantação de ciclovias e ampliação de calçadas;
- Implantação de farol e faixa de pedestres para facilitar a travessia;
- Rebaixamento das pistas centrais e expressas para permitir travessia em nível sem que haja necessidade de farol nas vias expressas.

## Que visam manter as condições atuais de tráfego

- Aumento e otimização de linhas de ônibus que circulam na Marginal Tietê;
- - Criação de faixas exclusivas de ônibus;
- - Implantação de ciclovias.

# Escolha e especificação da Solução

## Propostas de Alternativas



Perspectiva esquemática da situação proposta, com travessia em nível, faixas de pedestre, farol e exclusão das alças.

# Escolha e especificação da Solução

## Propostas de Alternativas

- De desenhos viários;
- De corredores de ônibus;
- De tempos semafóricos.

# Propostas de alternativas

## Desenhos viários



Desenho da **situação atual**, com alças viárias, grande quantidade de área residual sem uso, ponte elevada



**Redesenho viário 1**, com intervenções mínimas, localizadas na região das alças. Redesenho das alças em forma de quarteirões, buscando a redução de áreas residuais. Travessia em nível na pista local.



**Redesenho viário 2**, com intervenção mais intensa. Buscar distribuir espacialmente o acesso de carros ao longo da marginal, cria novas vias para recuperar área desqualifica ao sudoeste. Redesenho da alças com preocupação maior em reduzir áreas residuais.

# Propostas de alternativas

## Corredores de Ônibus

- Implantados na marginal de modo a reduzir ao máximo a necessidade do automóvel para os deslocamentos nas pistas locais.
- Estimativa de quantas pessoas circulam dentro dos automóveis a partir dos dados de volume de veículos disponíveis no relatório da CET, articulando com a média de pessoas por carro considerado pelo ITDP
- Transformar deslocamentos de carro em deslocamentos de ônibus.
- Classificação estabelecida pelo Plano de Mobilidade de São Paulo (PlanMob/SP-2015).

# Propostas de alternativas

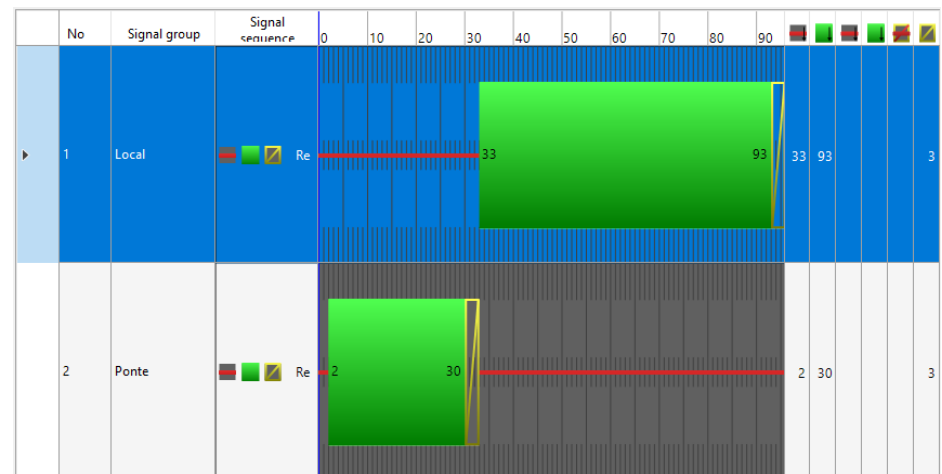
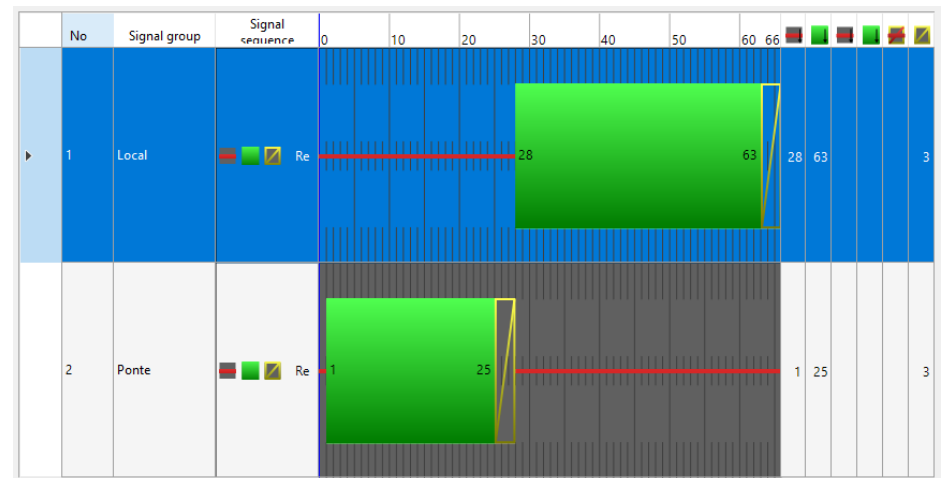
## Corredores de Ônibus

- **Classe I** – Pista dedicada, central ou elevada, totalmente segregada das demais faixas de tráfego geral, seria equivalente ao BRT; **120 a 200 on/h.**
- **Classe II** – Pista central dedicada com alto nível de segregação das demais faixas de rolamento do tráfego geral; **90 a 180 on/h.**
- **Classe III** – Faixa à esquerda (central) segregada, sinalizada, mas sem separação física do tráfego geral; **90 a 150 on/h.**
- **Classe IV** – Faixa exclusiva à direita, contando com segregação feita por sinalização e fiscalização e permitindo entrada e saída de outros veículos para acesso aos imóveis lindeiros e acesso a vias transversais; **60 a 90 on/h.**
- **Classe V** – faixa preferencial à direita convivendo com outras faixas de rolamento para tráfego geral, contando com indicação da preferência feita por sinalização e permitindo entrada e saída de outros veículos para livre acesso aos imóveis lindeiros e acesso a vias transversais; **40 a 80 on/h.**

# Propostas de alternativas

## Tempos semafóricos

- Para a microssimulação pelo Vissim, foram programados dois tempos semafóricos para serem testados:
  - Proposta 1: ciclo de 96s, com tempo de abertura para a avenida local igual 60s, e para as avenidas transversais, 30s.
  - Propostas 2: ciclo de 66s, com tempo de abertura para a avenida local igual 35s e para as avenidas transversais, 25s.



# Escolha da Solução

## Metodologia

**Etapa I: Construção de rede de simulação da situação atual (cenário base)**

**Etapa II: Construção de rede de simulação das soluções propostas (diferentes cenários)**

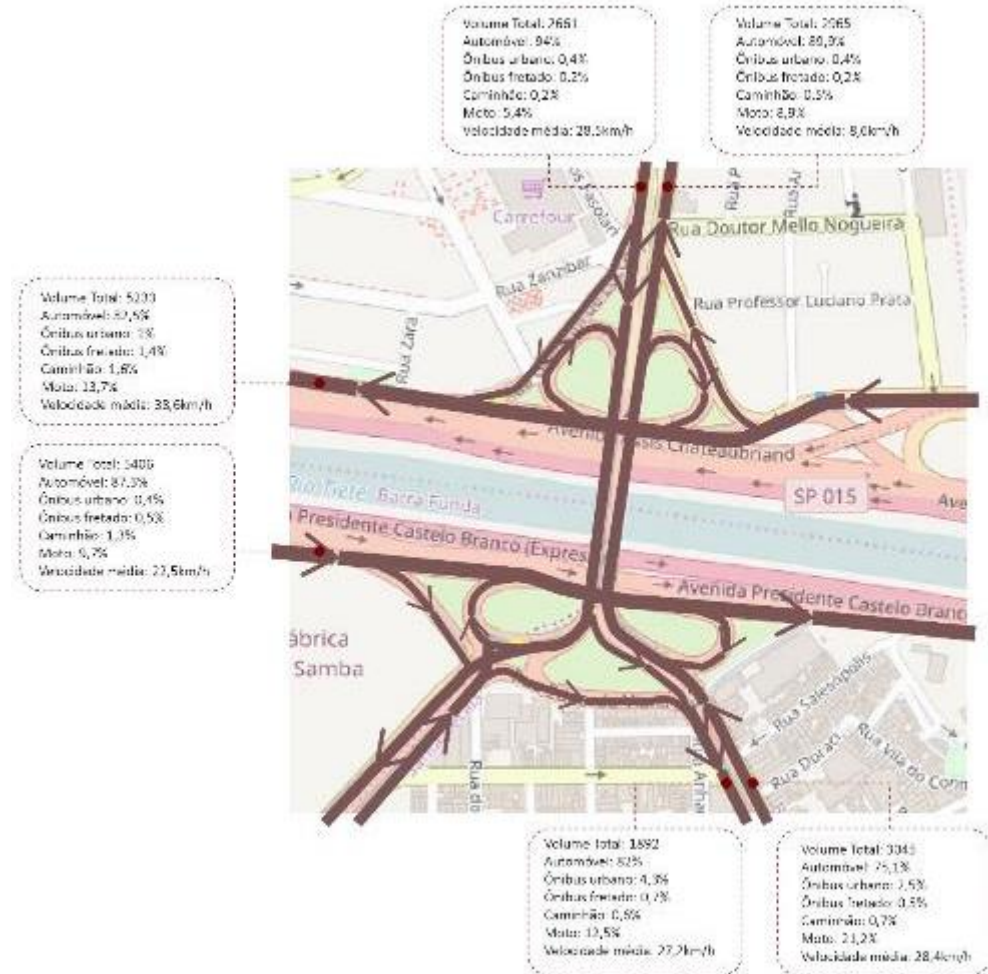
**Etapa III: Escolha da solução (cenário ideal)**



# Escolha da Solução

## Etapa I: Construção de rede de simulação da situação atual (cenário base)

- Carregamento dos volumes de automóveis
- Utilização dos dados disponíveis no relatório de Pesquisa de Monitoração da Mobilidade (CET, 2014)



# Escolha da Solução

## Etapa I: Construção de rede de simulação da situação atual (cenário base)

### ➔ Calibração da rede

Variáveis de calibração (dados de entrada)			
Behavior type	Urban (motorized)		
Trecho	Vehicle Inputs (veic/h)	VehComp	Desired Speed (km/h)
4: Av. Rudge-CB	3045	3: Rudge-CB	30
2: Local-CB	5406	2: Local-CB	40
8: Braz Leme-BC	2661	4: BrazLeme-BC	30
1: Local-BC	5125	1: Local-BC	40
10: Av. Dr. Abraão Ribeiro-CB	3300	3: Rudge-CB	30

Dados para carregamento inicial da rede de microssimulação.

Referência (Dados de saída)			
Contagem CET 2015			
Trecho	Volume (vhp)	Volume (v/300s)	Velocidade (km/h)
1: ContBrazLeme-BC	2965	247	8,6
2: ContLocalBC	5233	436	38,8
3: ContRudgeBC	1896	158	27,2
4: ContAbraaoBC	não há	não há	não há
5: ContLocalCB	não há	não há	não há

\*em destaque (laranja) os valores de contagem CET

Dados para comparação dos valores simulados

# Escolha da Solução

## Etapa I: Construção de rede de simulação da situação atual (cenário base)

### ➔ Resultado da calibração

Variáveis de calibração (dados de entrada)			
Behavior type	Urban (motorized) e Cycle-Track		
Trecho	Vehicle Inputs (v/h)	VehComp	Desired Speed (km/h)
4: Av. Rudge-CB	3045	3: Rudge-CB	30
2: Local-CB	5406	2: Local-CB	40
8: Braz Leme-BC	2661	4: BrazLeme-BC	30
1: Local-BC	5400	1: Local-BC	40
10: Av. Dr. Abraão Ribeiro-CB	2500	3: Rudge-CB	30

\*em destaque (verde) as variáveis mudadas com relação a etapa 0

Volumes e velocidades utilizados na etapa 4 da calibração.

Análise da calibração			
Volumes totais			
Via coletada	Resultados simulados	Referência CET	Simulação/CET
Braz Leme CB	246	247	0,99
Local BC	414	436	0,95
Rudge BC	163	158	1,03
Total CB	246	247	0,99
Total BC	577	594	0,97
Velocidades			
Via coletada	Resultados simulados	Referência CET	Simulação/CET
Braz Leme CB	30,6	8,6	3,56
Local BC	39,7	38,8	1,02
Rudge BC	33,5	27,2	1,23
Total CB	30,6	8,6	3,56
Total BC	73,2	66	1,11

Comparação entre os dados do resultado da simulação e da referência da CET.



# Escolha da Solução

## Etapa II: Construção de rede de simulação das soluções propostas (diferentes cenários)

### Cenário 01



Descrição do cenário	Variáveis	
Diminuição do volume de carros com inclusão de corredor de ônibus classe III, em média capacidade, apenas na pista local da Marginal Tietê. Desenho inicial	Passageiro/carro	1,3
	passageiro/ônibus	35
	ônibus/hora	120
<b>Resultados</b>		
Congestionamento no acesso da Av. Dr. Abraão Ribeiro para a Local CB. Congestionamento do acesso das avenidas Braz Leme e Rudge para a ponte.		



### Cenário 02



Descrição do cenário	Variáveis	
Diminuição do volume de carros com inclusão de corredor de ônibus classe III, em <u>máxima capacidade</u> , apenas na pista local da Marginal Tietê. Desenho inicial	Passageiro/carro	1,3
	passageiro/ônibus	45
	ônibus/hora	150
<b>Resultados</b>		
Congestionamento no acesso da Av. Dr. Abraão Ribeiro para a Local CB. Congestionamento do acesso das avenidas Braz Leme e Rudge para a ponte.		



# Escolha da Solução

## Cenário 03



Descrição do cenário	Variáveis	
Diminuição do volume de carros com inclusão de corredor de ônibus classe III, em média capacidade, apenas na pista local da Marginal Tietê. <u>Desenho alterado</u>	Passageiro/carro	1,3
	passageiro/ônibus	35
	ônibus/hora	120
<b>Resultados</b>		
Congestionamento no acesso da Av. Dr. Abraão Ribeiro para a Local CB. Congestionamento do acesso das avenidas Braz Leme e Rudge para a ponte.		



## Cenário 04



Descrição do cenário	Variáveis	
Diminuição do volume de carros com inclusão de corredor de ônibus classe III, em média capacidade, apenas na pista local da Marginal Tietê. Desenho mantido do cenário 03. <u>Tempo de semáforo alterado.</u>	Passageiro/carro	1,3
	passageiro/ônibus	35
	ônibus/hora	120
<b>Resultados</b>		
Congestionamento nas pontes e acessos resolvidos, no entanto, congestionamento aumentou na marginal.		



## Cenário 05



Descrição do cenário	Variáveis	
Diminuição do volume de carros com inclusão de corredor de ônibus classe III, em <u>máxima capacidade</u> , apenas na pista local da Marginal Tietê. Desenho mantido do cenário 03. Tempo de semáforo mantido	Passageiro/carro	1,3
	passageiro/ônibus	45
	ônibus/hora	150
<b>Resultados</b>		
Congestionamento nas pontes e acessos resolvidos, e marginal com o fluxo bastante reduzido, sem congestionamento.		



# Escolha da Solução

## Etapa III: Escolha da solução (cenário ideal)



Resultado da simulação do cenário 05.

# Especificação da solução

## Cenário 05: Especificações quanto ao desenho viário



- novas vias de acesso a marginal a Sul do rio para evitar concentração de veículos da região.
- fragmenta grandes terrenos subutilizados, favorecendo a circulação de pedestres.



# Especificação da solução

## Cenário 05: Especificações quanto ao volume de ônibus e frota

➤ corredores de ônibus da classe III

➤ Em máxima capacidade (150on/h):

➤ Local-CB:  $\frac{VOLUME\ TOTAL\ CENÁRIO\ 05}{VOLUME\ TOTAL\ CENÁRIO\ BASE} = \frac{1170}{5406} = 0,2$

➤ Local-BC:  $\frac{VOLUME\ TOTAL\ CENÁRIO\ 05}{VOLUME\ TOTAL\ CENÁRIO\ BASE} = \frac{2184}{5400} = 0,4$

Cenário 05													
Trecho	Intervalo	Volume hora pico a tarde, pós calibração. (Dados de entrada)											Velocidade (km/h)
		Auto		Ônibus urb		Ônibus fret.		Caminhão		Moto		Total	
		veículos	%	veículos	%	veículos	%	veículos	%	veículos	%	veículo	
4: Av. Rudge-CB	1h (pico)	2.288	75,1%	75	2,5%	15	0,5%	21	0,7%	646	21,2%	3.045	30
2: Local-CB	1h (pico)	358	30,6%	150	12,8%	70	6,0%	70	6,0%	522	44,6%	1.170	30
8: Braz Leme-BC	1h (pico)	2.501	94,0%	10	0,4%	2	0,1%	5	0,2%	143	5,4%	2.661	30
1: Local-BC	1h (pico)	1.132	51,8%	150	6,9%	76	3,5%	86	3,9%	740	33,9%	2.184	30
10: Av. Dr. Abraão Ribeiro-	1h (pico)	1.878	75,1%	63	2,5%	13	0,5%	18	0,7%	530	21,2%	2500	30

Composição da frota estimada para o cenário 05

# Especificação da solução

## Cenário 05: Especificação quanto aos semáforos



- Foram propostos 6 pontos de semáforos para possibilitar o cruzamento em nível
- Semáforo da proposta 2
  - ciclo de 66s, com tempo de abertura para a avenida local igual 35s e para as avenidas transversais, 25s

# Referências bibliográficas

- Relatório de atividade prática 03: *VISSIM (Construção de uma Rede de Simulação)*. PTR2580 – EPUSP. São Paulo, 1º semestre 2017., da disciplina PTR2580.
- Relatório de atividade prática 04: *VISSIM (Validação de uma Rede de Simulação)*. PTR2580 – EPUSP. São Paulo, 1º semestre 2017., da disciplina PTR2580.
- MOSES, Robert. *Programa de melhoramentos públicos para a cidade de São Paulo*. New York: Internat Basic Economy Corporation, 1950.
- SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Transportes – SMT; São Paulo Transportes S.A. – SPTrans; Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. *Plano de Mobilidade de São Paulo – PlanMob/SP 2015*. São Paulo: SMT, 2015. 201p.
- DELIJAICOV, Alexandre Carlos Penha. *Os rios e o desenho urbano da cidade*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.
- Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. Pesquisa de Monitoração da Mobilidade: *Mobilidade no Sistema Viário Principal - Volume e Velocidade - 2015*. São Paulo: DP / SPP / GPL / DPT, setembro 2016.
- Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. Pesquisa de Monitoração da Mobilidade: *Mobilidade no Sistema Viário Principal - Volume e Velocidade - 2014*. São Paulo: DP / SPP / GPL / DPT, setembro 2016.
- NOBRE, E. A. C. (2010). *A atuação do Poder Público na construção da cidade de São Paulo: a influência do rodoviarismo no urbanismo paulistano*. In: SEMINÁRIO de História da Cidade e do Urbanismo, 11, 2010, Vitória. Anais do XI Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. Vitória: UFES, 2010.
- Website do ITDP - Brasil - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. <http://itdpbrasil.org.br/publicacoes/infograficos/> (Acesso em 06 de junho de 2017)