

SP 02/98

NT 202/98

**Avalização Antes / Depois – Semáforos Inteligentes (SEMin)**

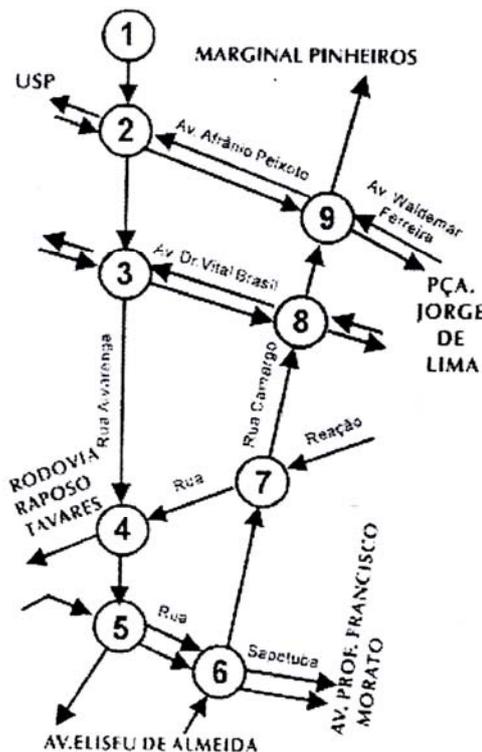
**Eixos Alvarenga / Camargo**

**Eng<sup>o</sup>s: Sun Hsien Ming**

**Eng<sup>o</sup> Gustavo Ruy Powler**

1. Apresentação

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados da pesquisa “antes/depois” da implantação dos Semáforos Inteligentes, utilizando-se o controle em tempo real SCCOT, pesquisa essa realizada na área denominada de “quadrilátero”, composta pelas ruas Alvarenga, Sapetuba e Camargo, na região do Butantã, conforme indicado na Figura 1 (rota 1 – 9), que corresponde aos cruzamentos da subárea 14, 13 e 51 da CTA-5.



**FIGURA1**

CTA-5 - PESQUISA DE TEMPO DE PERCURSO

EIXOS:  
ALVARENGA (ROTA 1-5)  
CAMARGO (ROTA 6-9)

Os resultados obtidos (indicados adiante) indicaram, de maneira geral, uma melhora bastante significativa no desempenho do tráfego na área pesquisada. Verificou-se, conforme pode-se observar no Quadro 11, um incremento de 20% na velocidade média ao longo do eixo “Alvarenga” (rota 1 – 5) e

32% ao longo do eixo “Camargo” (rota 6 – 9), durante um dia útil típico (das 6:00 às 23:00 horas), decorrente da implantação do sistema SCCOT. Cabe destacar o incremento significativo de 44% na velocidade média (ver Quadro 10), verificado no período das 10 às 16 horas para o trecho pesquisado (rota 1 – 9), período em que se concentra a maior demanda de tráfego (cerca de 42% do volume total do dia).

Além disso, obteve-se, com a implementação do controle real dado pelo sistema SCCOT um decréscimo no índice de Permanência da ordem de 20% no trecho pesquisado.

## 2. Descrição da Área Pesquisada

A denominação “quadrilátero” para a região pesquisada é proveniente da configuração de quadrilátero formada pelos cruzamentos que compõem (Figura 1), quais sejam:

- a. R. Alvarenga x Av. Afrânio Peixoto
- b. R. Alvarenga X Av. Dr. Vital Brasil
- c. Alvarenga x R. Reação x Rod. Raposo Tavares
- d. Rod. Raposo Tavares x Alvarenga x Sapetuba
- e. R. Camargo x Sapetuba
- f. Camargo x Reação
- g. Camargo x Dr. Vital Brasil
- h. Camargo x Av. Waldemar Ferreira x Afrânio Peixoto x Praça Vicente Rodrigues

Os cruzamentos de (a) a (d) constituem o eixo que denominaremos “eixo Alvarenga” (rota 1 – 5 da pesquisa) enquanto que os cruzamentos de (e) a (h) constituem o “eixo Camargo” (rota 6 – 9) da pesquisa. O eixo Alvarenga apresenta uma extensão de 1.110 m e o eixo Camargo uma extensão de 620 m, apresentando todo o trecho pesquisado (rota 1 – 9) uma extensão de 1.810 m. Os eixos Alvarenga e Camargo são constituídos de vias de mão única, com 4 faixas de tráfego. O tráfego em ambos os eixos é basicamente de passagem, com grande predominância de caminhões e carretas de porte na sua composição. Os caminhões utilizam esses dois eixos para acessar a Marginal Pinheiros num sentido e a Av. Eliseu de Almeida no outro.

Na parte da manhã os maiores fluxos de tráfego originam-se na Rodovia Raposo Tavares e R. Camargo com destino à Marginal Pinheiros e em menor proporção na Av. Dr. Vital Brasil com destino ao Centro. A interseção crítica é o cruzamento Camargo x Sapetuba, onde há confluência de tráfego proveniente da Rodovia Raposo Tavares, virando à esquerda na Camargo e o forte fluxo de caminhões provenientes da A. Eliseu de Almeida.

Na parte da tarde, os maiores fluxos de tráfego originam-se na Marginal Pinheiros, acessando pela Alvarenga, e na Praça Jorge de Lima com destino à Rodovia Raposo Tavares, via Rua Reação. A interseção crítica é o cruzamento da Alvarenga x Reação, para onde os fluxos citados anteriormente convergem.

### 3. Metodologia da Pesquisa

A metodologia utilizada estabeleceu a realização de duas atividades:

- Pesquisas de tempo de percurso;
- Pesquisas de contagem volumétrica de veículos.

A pesquisa, tanto Antes como Depois, foi realizada em 4 períodos, conforme:

- 6:00 – 10:00
- 10:00 – 16:00
- 16:00 – 20:00
- 20:00 – 23:00

A pesquisa Antes foi realizada pela Gerenciadora de Projeto CTA (Consórcio PROSPEG/PROTRAN/SETEPELA) nos dias 24/06/96 (segunda feira) e 19/06/96 (quarta feira).

A pesquisa Depois foi realizada pela CET (GPV/Pesquisa) nos dias 7/04/97 (segunda feira) e 23/04/97 (quarta feira)

Para a pesquisa de tempo de percurso (rota 1 – 9) foram realizadas 6 viagens no período das 6 às 10 hs, 4 viagens no período das 10 às 16 hs, 6 viagens no período das 16 às 20 hs e 4 viagens das 20 às 23 horas.

As contagens volumétricas foram realizadas com o objetivo de verificar os padrões de volume em cada dia de pesquisa, bem como para poder estabelecer os Índices de Permanência. As contagens foram realizadas em uma seção da R. Alvarenga (próximo à Vital Brasil) e duas seções na R. Camargo (próximo à Reação e próximo à Vital Brasil). Para o cálculo do Índice de Permanência no eixo Camargo, foi considerada a média dos volumes obtidos nas duas seções de contagem na Camargo. Os resultados das contagens estão expressos em veículos simples e não em veículos equivalentes.

A pesquisa Antes corresponde à programação semafórica em tempos fixos configurada numa mini central localizada na GET – 5, controlada por uma rede de controladores de médio porte (controladores FLEXCON III da TESC).

A pesquisa Depois corresponde à programação semafórica em tempo real dada pelo sistema SCOOT.

### 4. Apresentação dos Resultados

Os quadros 1 a 4 apresentam os resultados da pesquisa de tempos de percurso das rotas 1 – 5, 6 – 9 e 1 – 9.

#### Quadro 1

Pesquisa Antes – Segunda feira (24/06/96) – Tempo de Percurso

ROTA	DISTÂNCIA (km)	HORARIO	TEMPO DE PERCURSO (h)	VELOCIDADE (km/h)
1-5	1,11	06:00 - 10:00	0,0570	19,5
		10:00 - 16:00	0,0769	14,4
		16:00 - 20:00	0,0427	26,0
		20:00 - 23:00	0,0364	19,7
6-9	0,62	06:00 - 10:00	0,0747	8,3
		10:00 - 16:00	0,0294	21,1
		16:00 - 20:00	0,0461	13,4
		20:00 - 23:00	0,0222	27,9
1-9	1,81	06:00 - 10:00	0,1415	12,8
		10:00 - 16:00	0,1183	15,3
		16:00 - 20:00	0,0961	18,8
		20:00 - 23:00	0,0811	22,3

ROTA	DISTÂNCIA (km)	HORARIO	TEMPO DE PERCURSO (h)	VELOCIDADE (km/h)
1-5	1,11	06:00 - 10:00	0,0602	18,4
		10:00 - 16:00	0,0451	24,6
		16:00 - 20:00	0,0473	23,5
		20:00 - 23:00	0,0325	34,2
6-9	0,62	06:00 - 10:00	0,0450	13,8
		10:00 - 16:00	0,0225	27,6
		16:00 - 20:00	0,0365	17,0
		20:00 - 23:00	0,0287	21,6
1-9	1,81	06:00 - 10:00	0,1189	15,2
		10:00 - 16:00	0,0857	21,1
		16:00 - 20:00	0,0959	18,9
		20:00 - 23:00	0,0660	27,4

**QUADRO 2**

Pesquisa "depois"  
Segunda-feira (07/04/97)  
Tempo de percurso.

ROTA	DISTÂNCIA (km)	HORARIO	TEMPO DE PERCURSO (h)	VELOCIDADE (km/h)
1-5	1,11	06:00 - 10:00	0,0853	13,0
		10:00 - 16:00	0,0644	17,2
		16:00 - 20:00	0,0427	26,0
		20:00 - 23:00	0,0538	20,6
6-9	0,62	06:00 - 10:00	0,0675	9,2
		10:00 - 16:00	0,0303	20,5
		16:00 - 20:00	0,0461	13,4
		20:00 - 23:00	0,0383	16,2
1-9	1,81	06:00 - 10:00	0,1568	11,5
		10:00 - 16:00	0,1294	14,0
		16:00 - 23:00	0,0961	18,8
		20:00 - 23:00	0,0965	18,8

**QUADRO 3**

Pesquisa "antes"  
Quarta-feira (19/06/96)  
Tempo de percurso.

ROTA	DISTÂNCIA (km)	HORARIO	TEMPO DE PERCURSO (h)	VELOCIDADE (km/h)
1-5	1,11	06:00-10:00	0,0587	18,9
		10:00-16:00	0,0432	25,7
		16:00-20:00	0,0548	20,3
		20:00-23:00	0,0461	24,1
6-9	0,62	06:00-10:00	0,0419	14,8
		10:00-16:00	0,0298	20,8
		16:00-20:00	0,0348	17,8
		20:00-23:00	0,0359	17,3
1-9	1,81	06:00-10:00	0,1154	15,7
		10:00-16:00	0,0852	21,2
		16:00-23:00	0,1031	17,6
		20:00-23:00	0,0876	20,7

**QUADRO 4**

Pesquisa "depois"  
Quarta-feira (23/04/97)  
Tempo de percurso.

Os quadros 5 a 8 apresentam o resultado da contagem volumétrica realizada nas três seções de contagem.

Quadro 5

Pesquisa Antes – Segunda feira (24/06/96) – Contagem Volumétrica

HORÁRIO	SEÇÃO DE CONTAGEM (VEIC.)		
	R.Alvarenga próximo Av. Dr.Vital Brasil	R. Camargo próximo R. Reação	R. Camargo próximo Av. Dr.Vital Brasil
06:00-10:00	6.451	6.502	9.164
10:00-16:00	13.241	15.440	13.085
16:00-20:00	9.194	11.236	8.312
20:00-23:00	2.019	1.239	1.237
<b>TOTAL</b>	<b>30.905</b>	<b>34.417</b>	<b>31.798</b>

Pesquisa "antes"  
Segunda-feira (24/06/96)  
Contagem volumétrica.

HORÁRIO	SEÇÃO DE CONTAGEM (VEIC.)		
	R.Alvarenga próximo Av. Dr. Vital Brasil	R. Camargo próximo R. Reação	R. Camargo próximo Av. Dr. Vital Brasil
06:00-10:00	7.309	9.247	11.190
10:00-16:00	13.901	11.750	14.246
16:00-20:00	11.192	7.268	8.173
20:00-23:00	1.989	1.141	1.091
<b>TOTAL</b>	<b>34.391</b>	<b>29.406</b>	<b>34700</b>

QUADRO 6

Pesquisa "depois"  
Segunda-feira (07/04/97)  
Contagem volumétrica.

HORÁRIO	SEÇÃO DE CONTAGEM (VEIC.)		
	R.Alvarenga próximo Av. Dr.Vital Brasil	R. Camargo próximo R.Reação	R. Camargo próximo Av. Dr.Vital Brasil
06:00-10:00	6.617	8.156	12.335
10:00-16:00	14.039	16.555	15.129
16:00-20:00	10.839	8.709	8.930
20:00-23:00	2.326	1.015	1.214
<b>TOTAL</b>	<b>33.821</b>	<b>34.435</b>	<b>37.608</b>

QUADRO 7

Pesquisa "antes"  
Quarta-feira (19/06/96)  
Contagem volumétrica.

HORÁRIO	SEÇÃO DE CONTAGEM (VEIC.)		
	R.Alvarenga próximo Av. Dr.Vital Brasil	R. Camargo próximo R.Reação	R. Camargo próximo Av. Dr.Vital Brasil
06:00-10:00	7.740	9.769	11.646
10:00-16:00	14.533	12.717	14.739
16:00-20:00	10.866	7.559	8.397
20:00-23:00	2.274	1.265	1.150
<b>TOTAL</b>	<b>35.413</b>	<b>31.220</b>	<b>35.932</b>

QUADRO 8

Pesquisa "depois"  
Quarta-feira (23/04/97)  
Contagem volumétrica.

5. Avaliação dos Resultados

Os quadros 9 e 10 apresentam respectivamente os tempos de percurso e as velocidades médias das situações Antes e Depois, considerando-se a média dos dois dias pesquisados (segunda e quarta feira) – Tempos de Percurso

ROTA	HORÁRIO	TEMPO DE PERCURSO (H)		%
		ANTES	DEPOIS	
1-5	06:00-10:00	0,0712	0,0595	- 16,4
	10:00-16:00	0,0707	0,0442	- 37,5
	16:00-20:00	0,0427	0,0511	+19,6
	20:00-23:00	0,0551	0,0393	- 28,7
6-9	06:00-10:00	0,0711	0,0435	- 38,9
	10:00-16:00	0,0299	0,0262	- 12,4
	16:00-20:00	0,0461	0,0357	- 22,6
	20:00-23:00	0,0303	0,0323	+ 6,8
1-9	06:00-10:00	0,1492	0,1172	- 21,5
	10:00-16:00	0,1239	0,0855	- 31,0
	16:00-20:00	0,0961	0,0995	+ 3,5
	20:00-23:00	0,0888	0,0768	- 13,5

**QUADRO 9**

Média dos dois dias pesquisados (segunda e quarta feiras) Tempo de percurso.

ROTA	HORÁRIO	VELOCIDADE (KM/H)		%
		ANTES	DEPOIS	
1-5	06:00-10:00	16,2	18,2	+ 15,0
	10:00-16:00	15,8	25,2	+ 58,8
	16:00-20:00	26,0	21,9	- 15,9
	20:00-23:00	20,2	29,1	+ 44,5
6-9	06:00-10:00	8,7	14,1	+ 61,4
	10:00-16:00	20,8	24,2	+16,4
	16:00-20:00	13,4	17,4	+29,4
	20:00-23:00	22,1	19,4	- 11,9
1-9	06:00-10:00	12,2	15,5	+ 27,0
	10:00-16:00	14,6	21,2	+ 44,6
	16:00-20:00	18,8	18,2	- 3,5
	20:00-23:00	20,5	24,0	+ 17,1

**QUADRO10**

Velocidade Média

A seguir, apresentam-se as Figuras 2, 3 e 4 mostrando em gráficos a velocidade média das rotas 1 – 5, 6 – 9 e 1 – 9 das situações Antes e Depois.

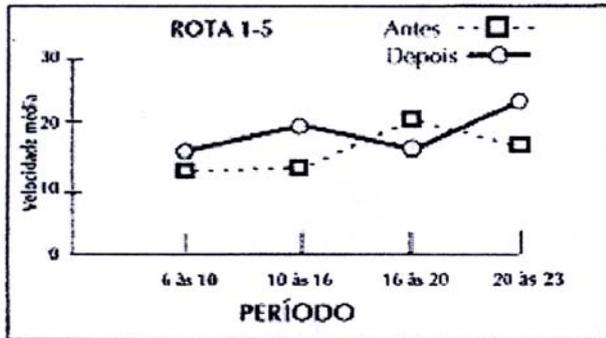


FIGURA 2

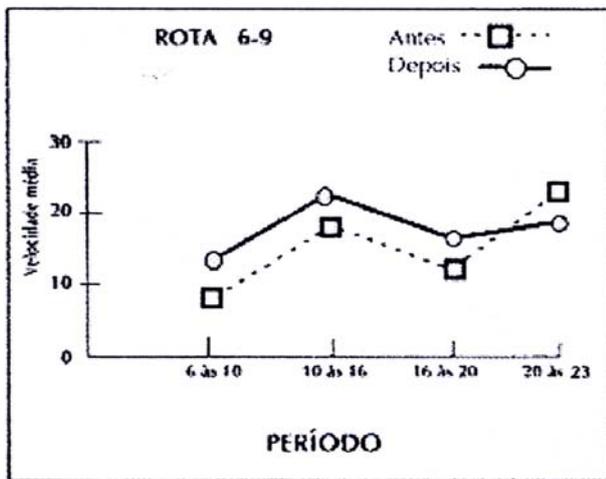


FIGURA 3

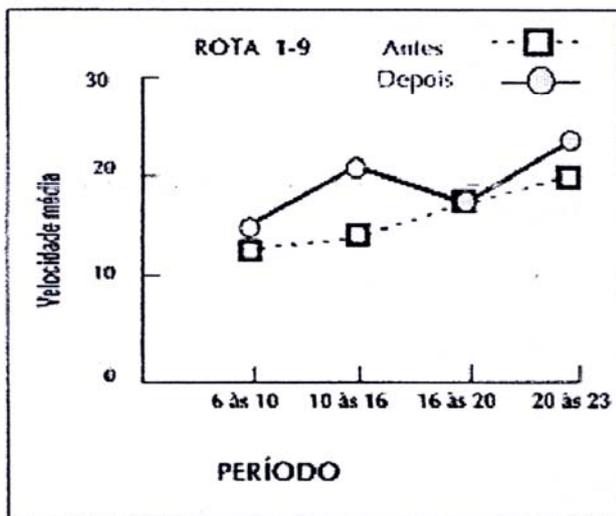


FIGURA 4

A melhoria do desempenho do tráfego introduzida pelo SCOOT em relação à situação anterior ao longo de 1 dia útil (das 6 às 23 horas) pode ser melhor visualizada no Quadro 11.

ROTA	VELOCIDADE
1-5	20%
6-9	32%
1-9	25%

QUADRO 11

Melhoria introduzida pelo SCOOT ao longo de um dia útil.

### 6. Índice de Permanência

Além do cálculo da velocidade, foi também o indicador “Índice de Permanência” (IP), a fim de se estabelecer mais um parâmetro na análise do desempenho da área pesquisada, associando-se velocidade e volume de tráfego.

O IP representa o tempo total médio em que os veículos que trafegam na região pesquisada permaneceram na área em questão. O IP, cuja unidade é expressa em veículos x hora, é calculado da seguinte forma:

$$IP = n^{\circ} \text{ de veículos} \times \text{tempo de percurso}$$

O Quadro 12 apresenta os resultados obtidos para o IP.

ROTA	HORÁRIO	ÍNDICE DE PERMANÊNCIA		%
		ANTES	DEPOIS	
1-5	06:00-10:00	466	447	- 4,1
	10:00-16:00	961	628	-34,7
	16:00-20:00	428	562	+31,2
	20:00-23:00	120	85	- 29,2
TOTAL	ROTA 1-5	1975	1722	- 12,8
6-9	06:00-10:00	639	454	- 29,0
	10:00-16:00	450	351	- 22,0
	16:00-20:00	429	280	- 34,7
	20:00-23:00	35	38	+ 8,6
TOTAL	ROTA 2-6	1553	1123	- 27,7
1-9	06:00-10:00	1105	901	- 18,5
	10:00-16:00	1411	979	- 30,6
	16:00-20:00	857	842	- 1,8
	20:00-23:00	155	123	- 20,6
TOTAL	ROTA 1-9	3528	2845	- 19,4

QUADRO 12

Índice de Permanência.

---

Eng<sup>os</sup>: Sun Hsien Ming

Eng<sup>o</sup> Gustavo Ruy Powler

Equipe Técnica:

Alfredo Galante Alencar Aranha, Maurício Pires de Toledo, José Rogério Toledo, Flávio Poci Cabral Jr., Sérgio Luis Mendes e Júlio Neves da Silva.

Pesquisa:

Ednir Milani Bernardi Blois, Altair Augusto Bernardes e Fernando Gonçalves Salvador