

SP 05/05/78

NT 011/78

Um Método Aerofotográfico de Avaliação do Desempenho do Sistema Viário

Eng.º Francisco Eduardo Bedê de Castro

Eng.º Roberto Moura Sales

Introdução

A investigação sistemática e periódica do desempenho operacional do sistema viário constitui subsídio fundamental ao planejamento, controle e avaliação das atividades de Engenharia de Tráfego.

Tendo em vista a execução de tal tarefa esta Nota Técnica descreve e analisa metodologias alternativas à pesquisa de campo, que utilizem técnicas de sensoriamento remoto e particularmente neste caso a aerofotogrametria.

São apresentados os resultados de uma primeira pesquisa, realizada durante o segundo semestre de 1977, com a finalidade específica de avaliar o desempenho global do sistema viário do Município de São Paulo.

Trata-se de uma extensão das aplicações do método aerofotográfico já anteriormente discutidas no Boletim CET n.º 004 – Pesquisa Aerofotográfica da Circulação Urbana/Análise de um Projeto Piloto.

Método

Fotografias aéreas verticais, obtidas a partir de sobrevôos realizados ao longo de todos os principais corredores de tráfego, no intervalo horário compreendido entre 07h45min e às 08h15min da manhã, constituíram o instrumento de obtenção e registro das informações.

As fotos resultantes – escala 1:10000 e formato 23 x 23 cm - , cobrem 316 km² do Município e documentam estados instantâneos da circulação, proporcionando informações:

- Abrangentes, por envolverem todos os componentes da malha viária da região pesquisada;
- Integradas, por proporcionarem visão conjunta e simultânea de extensas configurações de tráfego;
- Confiáveis, por fornecerem registros incontestáveis e permanentes dos fatos observados.

A riqueza de evidências proporcionada pela simples observação visual direta dos produtos fotográficos poderá ser acrescida de elementos e dados quantitativos, subsídios de análises mais objetivas.

As características próprias do método conduziram ao estabelecimento de um conjunto de indicadores, todos eles baseados nas quantidades de veículos fotografados:

- Em circulação (desejando trafegar);
- Em movimento (trafegando efetivamente); e
- Parados (a espera de interseções e/ou pontos de restrição de capacidade).

Tais indicadores podem ser agrupados em dois níveis:

- Avaliadores do desempenho de corredores de tráfego.
- Avaliadores do desempenho de pontos críticos de circulação.

Avaliadores do Desempenho de Corredores de Tráfego

Na avaliação do desempenho dos corredores de tráfego é muito importante que toda área de influência e não somente o eixo principal do corredor seja considerada.

Somente assim serão compensados os eventuais aumentos ou reduções de fluidez ao longo dos eixos principais, decorrentes de equivalentes reduções ou aumentos na fluidez das suas vias de acesso e/ou transversais.

Pesquisas que não envolvam integralmente essa área de influência podem, pela parcialidade das informações, conduzir a análises incorretas e conclusões falsas.

O método aerofotográfico permite, com facilidade, a adoção desse conceito mais abrangente de corredor de tráfego, através da utilização de dois indicadores definidos a seguir, adotados como representativos do seu estado de circulação.

- Densidade de Ocupação das Vias – relação entre a quantidade de veículos em circulação* e a extensão total de faixas de tráfego na rede pesquisada.
- Nível de Mobilidade do Tráfego – relação (percentual) entre a quantidade de veículos em movimento num dado instante, e a quantidade total de veículos em circulação.

*Caminhões e ônibus considerados equivalentes respectivamente a três e quatro automóveis.

Na tabela 1 são apresentados os resultados quantitativos do aerolevanteamento realizado que cobriu uma malha viária constituída por um total de 1.105 Km de faixas de tráfego na qual foi verificada uma densidade global de 31 veículos/Km/faixa em um nível de mobilidade de 68%.

A evolução desses valores somente poderá ser analisada quando dispusermos dos resultados de futuros aerolevanteamentos cuja execução está programada para a frequência pelo menos semestral.

Para efeitos comparativos com outros centros urbanos, são reduzidas as informações disponíveis, podendo servir de referência alguns resultados de estudos análogos realizados na França* que indicam uma relativa semelhança com valores de densidade e mobilidade encontrados em São Paulo.

Na tabela 1, são também indicados os valores das densidades para cada pista (ou sentido de tráfego) dos eixos principais dos corredores numa tentativa de refletir o equilíbrio entre as condições de circulação no sentido do fluxo principal e no seu oposto.

*Desconhecemos a realização de tais pesquisas em outras cidades brasileiras.

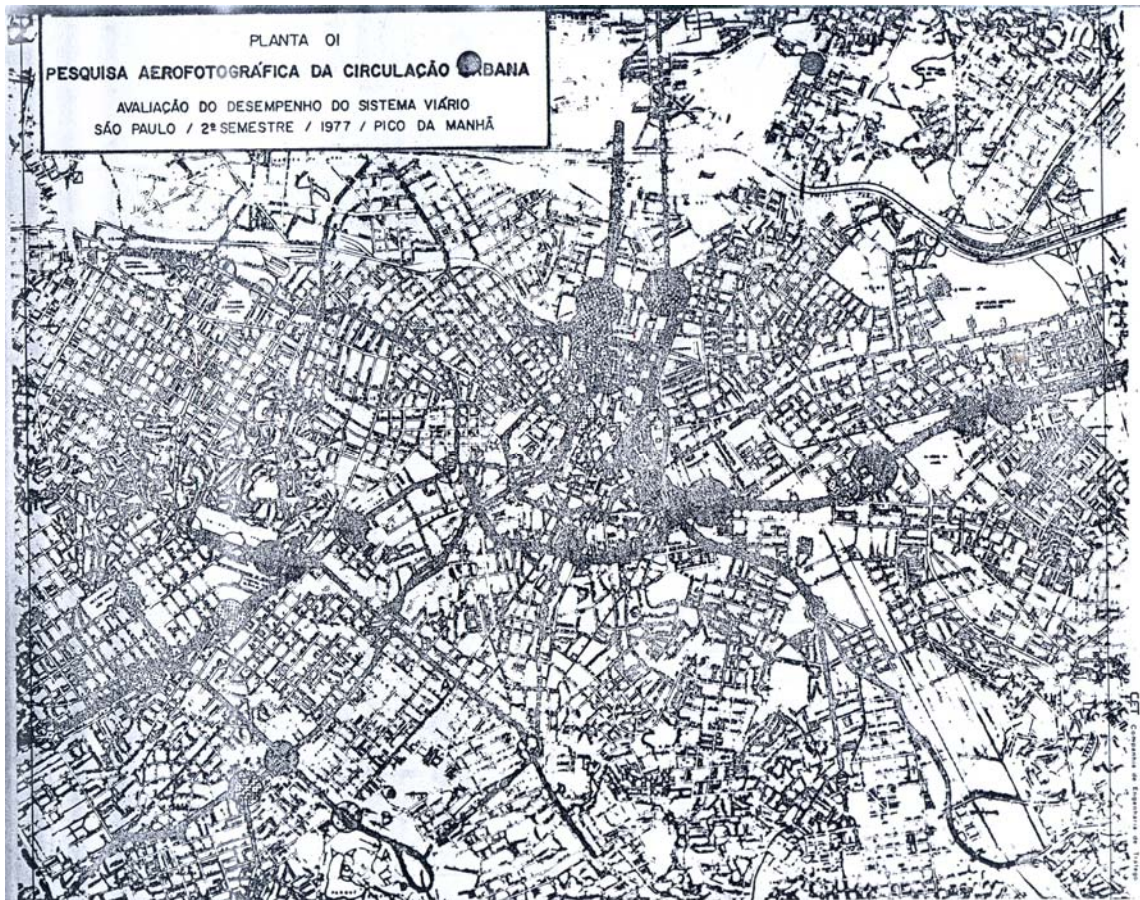
Embora num nível de análise, limitado pela falta de uma perspectiva da evolução dos dados, alguns fatos interessantes podem ser observados:

1. Apresentam reduzida mobilidade (menor que 50%) as áreas de influência das vias: Rua da Consolação; Av. Dr. Arnaldo; Av. do Estado (entre a Av. Tiradentes e Pça. 9 de Julho); e Radial Leste.
2. Apresentam elevada mobilidade (maior que 90%) as áreas de influência das vias: Elevado Costa e Silva; e Av. 23 de Maio.
3. A Av. Pacaembu apresenta uma mobilidade de 53%, excessivamente baixa se comparada à também baixa densidade global de ocupação de suas vias (17 veículos/Km/faixa), fato explicado pela existência de um pólo concentrado de geração de congestionamento no cruzamento com à Av. Dr. Arnaldo.
4. A Av. Paulista, ao contrário, apresenta uma elevada mobilidade (80%), apesar da relativamente alta densidade (38 veículos/Km/faixa) de ocupação das suas vias, fato provavelmente explicado por uma adequada regulação e temporização dos semáforos.

Avaliadores do Desempenho de Pontos Críticos de Circulação

A identificação e avaliação do desempenho de pontos críticos de circulação – o segundo nível de informações resultantes dos aerolevantamentos – deve também, partir de uma visão abrangente de todas as correntes de tráfego diretamente envolvidas no ponto considerado. Podem ser definidos os seguintes indicadores:

- Nível de envolvimento – quantidade total de veículos que integram, num dado instante, filas originadas no ponto crítico considerado.
- Nível de criticidade – soma dos comprimentos totais dessas mesmas filas.



A planta 1 apresenta os pontos críticos identificados em São Paulo, associados aos respectivos níveis de envolvimento e criticidade.

A mesma planta contém representação gráfica dos principais corredores de tráfego com as densidades de ocupação das respectivas áreas de influências.

Os maiores congestionamentos encontrados (envolvendo acima de 475 veículos), foram: Av. Tiradentes x Rua João Teodoro; Av. Radial Leste (entre Rua do Hipódromo e Pça. Kennedy); Av. Radial Leste (na aproximação da Rua da Figueira e Viadutos sobre Av. do Estado); dos quais os mais críticos (acima de 1.100 metros de filas) foram os dois últimos.

Observação

Embora este tenha sido o primeiro levantamento amplo realizado no Município, a Pça. Armando Salles de Oliveira em particular, já havia sido pesquisada aerofotograficamente no segundo semestre de 76, antes da implantação de projeto envolvendo diversas alterações na geometria das vias bem como reformulação completa da sinalização vertical, horizontal e semaforica. Tal implantação resultou em expressiva redução dos níveis de envolvimento e criticidade do ponto como demonstra o quadro a seguir:

indicador	unidade	antes	depois	variação
envolvimento	veic.	430	150	-65%
criticidade	média de fila	650	170	-73%

Conclusões

A investigação das condições gerais de circulação em grandes áreas constitui mais uma aplicação dos recursos aerofotográficos, de grande valia para a Engenharia de Tráfego pela conveniência das informações obtidas e peculiaridade dos indicadores quantitativos gerados.

Tais indicadores, principalmente os relativos a corredores de tráfego, são de determinação praticamente impossível a nível de pesquisa em campo.

Mesmo outros índices normalmente levantados em campo, como velocidades médias de percurso, dificilmente podem ser pesquisados com a abrangência necessária, sendo em geral limitados a trechos específicos da rede viária.

Uma validação mais definitiva do método dependerá dos resultados dos próximos aerolevantamentos quando os valores obtidos poderão ser comparados e a sensibilidade dos indicadores melhor avaliada.

Tabela 1 – Pesquisa Aerofotográfica da Circulação
Avaliação do desempenho do Sistema Viário
São Paulo/ 2º semestre/ 1.977/ Pico da Manhã

Vias (1)	Indicadores relativos à área de influência		Indicadores relativos ao eixo principal	
	Mobilidade (%)	Densidade (veic./Km/faixa)	Densidade (veic./Km/faixa)	
			Sentido A (2) (p/centro)	Sentido B (2) (p/bairro)
Brasil	70	31	22	29
Celso Garcia	74	26	42	37
Consolação	49	38	35	31
Cruzeiro do Sul	88	28	36	28
Dom Pedro I	75	27	18	30
Dr. Arnaldo	46	59	64	29
Elevado Costa e Silva	100	22	28	17
Francisco Matarazzo	66	49	29	73
Estado trecho I (3)	45	33	36	35
Estado trecho II (3)	66	49	29	73

Marginal Pinheiros	79	18	20	13
9 de Julho	73	44	44	26
Pacaembu	53	17	27	14
Paulista	80	38	51	26
Radial Leste	44	41	70	22
Rebouças	61	41	44	46
Rio Branco	72	27	29	30
Rótula externa	82	46	-	-
Rótula interna	59	40	-	-
Rubem Berta	96	22	28	18
Santos Dumont/ Tiradentes/P. Maia	70	45	69	25
Santo Amaro	72	26	28	32
23 de Maio	98	24	31	18
TOTAL	68	31	-	-

- (1) Algumas vias não integrantes do primeiro levantamento serão objeto dos próximos futuros.
- (2) Para vias não radiais ver indicação do sentido A e B na Planta 1.
- (3) Trecho I entre Pça. 9 de Julho e Vd. EFSJ e trecho II entre Av. Tiradentes e Pça. 9 de Julho.

Fonte Bibliográfica:

- Bedê de Castro, F.E; Sales, R.M. – Pesquisa aerofotográfica da circulação urbana; Análise de um projeto piloto. Boletim Técnico CET n.º 4 – 1.977.
- Société de Recherche et d'Études Aériennes – Recensement des indicateurs de la circulation et du stationnement par photographies aériennes. Paris, Ministère de l'Équipement, 1975. 22 mapas.

Eng.º Francisco Eduardo Bedê de Castro
Coordenador Técnico da DSD – APE
Eng.º Roberto Moura Sales
Analista Técnico da DSD - APE