

SP 09/94

NT 183/94

Avaliação de Investimento no Sistema Viário – Alça de Acesso da Av. dos Bandeirantes à Av. 23 de Maio

Eng^a Luciana Soriano Barbuto

1. Introdução

A Prefeitura de SP visando a melhorar a fluidez do tráfego na Av. dos Bandeirantes (nas imediações do Aeroporto de Congonhas) construiu uma alça de acesso à Av. 23 de maio, eliminando a conversão semaforizada à esquerda da Av. dos Bandeirantes para a 23 de maio. A nova alça foi inaugurada em 12 de agosto de 1993 e trouxe alterações na velocidade e no volume de tráfego da malha viária envolvida. Para quantificar estas alterações, a CET realizou pesquisas de volumes de tráfego e velocidades “antes” (sexta feira – 25/6/93) e “depois” (20/8/93) da inauguração da alça, nos períodos de pico da manhã (6h30 às 9h30) e da tarde (16h30 às 19h30).

Observou-se que a alça reduziu o tempo de percurso na Av. dos Bandeirantes nas proximidades do Viaduto. Costa Aguiar. Na Avenida dos Bandeirantes, sentido Marginal Pinheiros, no trecho entre a R. João Carlos Malet e Alameda dos Nhambiquaras, o tempo de percurso foi reduzido em 53% de manhã (de 4.0 min para 1.9 min) e 85% à tarde (de 16.6 min para 2.5 min). Neste mesmo trecho, porém em sentido contrário, o tempo de percurso foi reduzido em 13% pela manhã (de 2.4 min para 2.1 min) e 29% à tarde (de 3.1 min para 2.2 min). Praticamente todos os veículos que antes convergiam à esquerda no semáforo passaram a utilizar a nova alça. Embora a distância percorrida pela alça seja maior, o tempo de percurso é bem menor.

Para verificar a eficácia do projeto, foi feita a avaliação dos custos e benefícios decorrentes da introdução da alça. O tempo de retorno, isto é, o número de dias necessários para que seja recuperado o capital investido na obra e os gastos subsequentes, resultou em 365 dias (1 ano), que é um intervalo relativamente pequeno se comparado com a vida útil da construção.

2. Metodologia para avaliação de impactos de investimentos no sistema viário

Estes impactos ocorrem a curto, médio e longo prazo. Por questões práticas, na avaliação do investimento feito na alça de acesso optou-se por uma análise apenas dos impactos a curto prazo, cujos efeitos são mais facilmente isoláveis. Não foram considerados os impactos ambientais com ruídos, poluição, trepidação, etc., e nem impactos sócio econômicos. A curto prazo, as variáveis que sofrem as maiores alterações são o volume de tráfego e o tempo de percurso.

Para avaliar o investimento, o primeiro passo é delimitar a área de influência da obra.

De posse dos dados de volume e tempos de percurso, obtidos da pesquisa de campo, calcula-se o índice de utilização (IU) e o índice de permanência (IP) para hora de maior volume dentro de cada período pesquisado.

IU = volume de tráfego x distância

IP = volume de tráfego x tempo de percurso

Como o volume de tráfego no sistema varia nas situações “antes e depois”, deve-se trabalhar com custos médios unitários. O custo médio por veículo é obtido através da soma do custo operacional com o custo horário por veículo, para cada segmento viário i :

$$C_v = C_{o_v} + C_{h_v}$$

$$C_{o_v} = \frac{\sum_{i=1}^n (IU_i \cdot C_{o_i})}{V_s}$$

$$C_{h_v} = C_t \cdot \frac{\sum_{i=1}^n IP}{V_s}$$

onde:

C_{o_v} = custo operacional médio por veículo. Depende do consumo de combustível, da manutenção mecânica, do consumo de pneus, etc.. e estes itens variam conforme a velocidade e tipo de veículo).

V_s = volume de tráfego no sistema

C_{h_v} = custo horário médio por veículo

C_t = custo do tempo do ocupante do veículo. É obtido através do levantamento da renda média das regiões onde residem os usuários da obra.

A seguir, calcula-se a variação (Δ) do custo por veículo (“custos depois + custos antes”).

$$\Delta C_v = \Delta C_{o_v} + \Delta C_{h_v}$$

Multiplicando-se “ ΔC ” pelo volume de tráfego total da situação depois (V), obtém-se a variação total de custos na rede, para a hora de maior volume dentro de cada período pesquisado.

$$\Delta C = \Delta C_v \cdot V_s$$

Para obter a variação diária dos custos basta dividir ΔC de cada período por:

$$x\% = \frac{\text{volume da hora pico da manhã}}{\text{volume total período manhã}} \cdot 100$$

$$y\% = \frac{\text{volume da hora pico da tarde}}{\text{volume total período tarde}} \cdot 100$$

$$z\% = \frac{\text{volume da hora fora de pico}}{\text{volume total período fora de pico}} \cdot 100$$

então:

$$\Delta C_{\text{diário}} = \frac{\Delta C_{\text{manhã}}}{x\%} + \frac{\Delta C_{\text{tarde}}}{y\%} + \frac{\Delta C_{\text{pico}}}{z\%}$$

Através da variação diária dos custos é possível o cálculo do tempo de retorno do capital investido (Figura 1).

$$T_r = \frac{C_i}{\Delta C_{\text{diário}} - C_m}$$

T_r = tempo de retorno (em dias úteis) do capital investido

C_i = capital investido na obra

$\Delta C_{\text{diário}}$ = variação diária dos custos na rede

C_m = custos de manutenção diária da obra

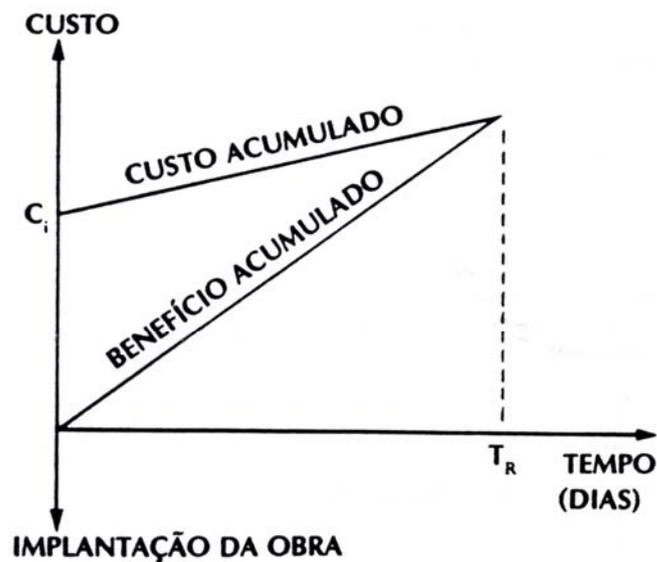
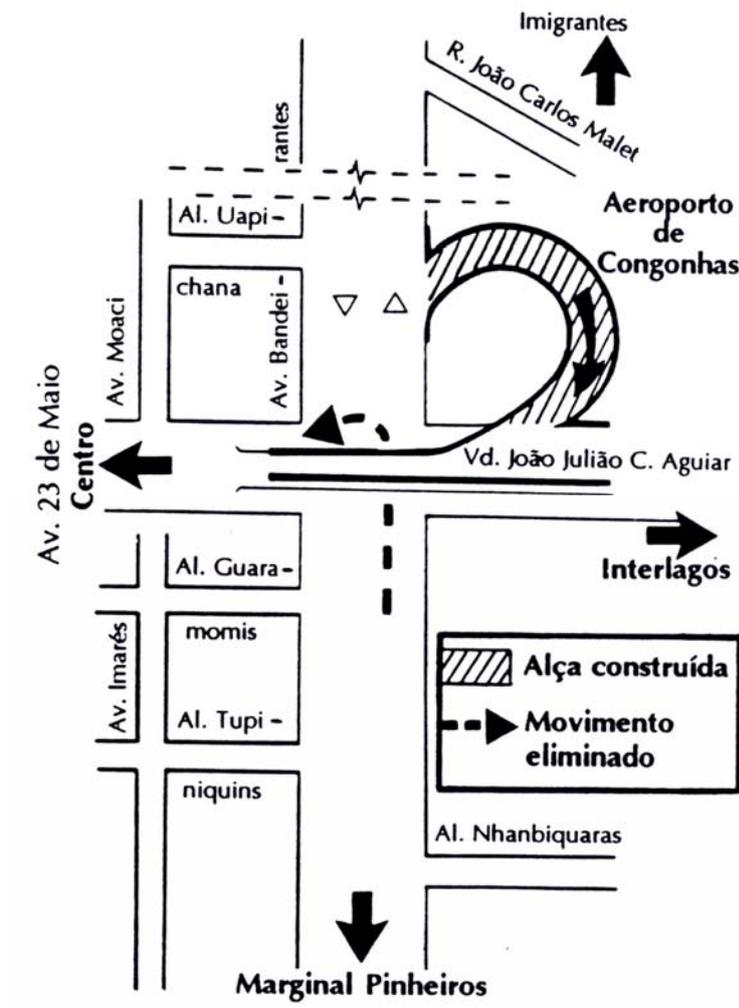


FIGURA 1 : Representação gráfica do tempo de retorno do investimento

3. Aplicação prática: avaliação do investimento feito na alça de acesso à 23 de maio

Aplicou-se a metodologia descrita no item 2 para o caso da alça de acesso à 23 de maio. Considerou-se como área de influência da obra:



3.1. Custo do tempo do usuário do veículo nesta região

Para calcular o valor do tempo é necessário o levantamento da renda média das regiões onde residem os usuários da obra, e através deste dado calcula-se o custo do tempo dos motoristas dos veículos e seus respectivos acompanhantes. Não foi considerado o custo do tempo para usuários de transporte coletivo.

O valor do tempo foi determinado através da impressão:

$$C_t = k \cdot [R_c + (l - 1) \cdot R_m]$$

onde

C_t = custo da hora de atraso

k = quociente de proporcionalidade do valor da hora em trânsito/hora produtiva, adotado 0,25.

R_c = renda média horária do chefe da família (motorista do veículo)

I = taxa de ocupação média do veículo (incluindo motorista) na região em estudo é igual a 1,5 pessoa/veículo, segundo a Pesquisa O/D 1977.

R_m = renda média horária de um membro da família que não seja chefe na região em estudo $R_m = 15,1\% \cdot R_c$, segundo a O/D 77.

Da pesquisa origem/destino 1987, *Manual de Informações Básicas*: a região da Av. dos Bandeirantes próximo à alça apresenta renda familiar média igual a 12,7 salários mínimos/mês.

A renda do chefe foi adotada 70% da renda familiar.

Os cálculos foram feitos em relação ao mês de dezembro de 1993. Em 9/12/93 o salário mínimo valia US\$73,00.

$$R_c = \frac{12,7 \cdot \text{sal. mínimo}}{160 \text{ h}} \cdot 0,70 = 4,06 \text{ UUS\$/h}$$

$$C_{t_{\text{dez}}} = 0,25 \cdot (4,06 + 0,5 \cdot 0,151 \cdot 4,06) = 1,09 \text{ US\$/h/veic.}$$

3.2. Custo operacional dos veículos

O cálculo do custo operacional dos veículos foi feito de uma maneira simplificada, considerando-se apenas o custo do combustível, que é responsável por aproximadamente 80% do custo operacional total. A fórmula fornece a relação entre o consumo de combustível e a velocidade para automóveis.

$$C = 0,0438 + 0,0034 \cdot V + 1,668 / V$$

onde

C = consumo de combustível em litro/km

V = velocidade em km/h

Por questões práticas a mesma fórmula foi utilizada para ônibus e caminhões.

Segundo as contagens volumétricas realizadas na região da alça, a distribuição percentual de veículos é:

- 91% veículos de passageiros (gasolina ou álcool)
- 9% ônibus + caminhões (diesel)

Do total de veículos de passageiros 50,2% é a gasolina e 49,8% é a álcool (fonte: Petrobrás – Corpal – vendas de combustível na capital)

Preço combustível = PC = 0,91 • (0,52 • preço gás. + 0,498 • preço álc.) + 0,09 • preço diesel

Em 9/12/93 1 litro gasolina = US\$0,62
 1 litro álcool = US\$0,49
 1 litro óleo diesel = US\$0,39
 pc = 0,54 US\$/litro

Variação do custo por veículo (hora mais carregada por período)

$$\Delta C_v = \left(\frac{\sum_{i=1}^n IU_i \cdot Co_i}{V_s} \right)_{\text{depois}} - \left(\frac{\sum_{i=1}^n IU_i \cdot Co_i}{V_s} \right)_{\text{antes}} + \left(\frac{\sum_{i=1}^n IP_1}{V_s} \right)_{\text{depois}} - \left(\frac{\sum_{i=1}^n IP_1}{V_s} \right)_{\text{antes}}$$

Variação de custo na rede (hora mais carregada por período)

$\Delta C_{\text{manhã}} = 0,03776 \cdot 1,153 = - 383,38 \text{ US\$/h}$
 $\Delta C_{\text{tarde}} = 0,16517 \cdot 10874 = - 1796,06 \text{ US\$/h}$

Variação diária de custo

$x\% = \frac{\text{vol. hora pico manhã}}{\text{vol.período (6h30-9h30)}} = 0,4021$

$y\% = \frac{\text{vol. hora pico tarde}}{\text{vol.período (16h30-19h30)}} = 0,3668$

$\Delta C_{\text{picos}} = \frac{\Delta C_{\text{pico_manhã}}}{x\%} + \frac{\Delta C_{\text{pico_tarde}}}{y\%} = 5.849,50 \text{ US\$/picos}$

Não foi feita pesquisa para o período fora de pico. Nas seis horas de pico a redução dos custos US\$5.849,50. As restantes dezoito horas, considerando que cada hora pico represente 7% dos custos, representarão 58% dos benefícios, portanto:

$\Delta C_{\text{diário}} = - 13.927 \text{ US\$/dia}$

Tempo de retorno

$T_r = \frac{C}{\Delta C_{\text{diário}} - C_m} = 287 \text{ dias úteis corridos, ou seja, aprox. 1 ano}$

onde

$C_1 = \text{US\$4.000.000}$

C_m é desprezível

Referências bibliográficas

1. Companhia de Engenharia de Tráfego (SP)
Av. dos Bandeirantes: alça de acesso à Av. 23 de Maio.
São Paulo: CET, 1993. 15p.
2. Companhia do Metropolitano de São Paulo
Pesquisa Origem/Destino 1987: informações básicas.
São Paulo: Metrô, 1989. 69p.
3. VALLIM FILHO, Arnaldo Rabello de Aguiar ET AL.
Impacto de investimentos no Sistema viário: metodologia de avaliação.
São Paulo: CET. 1979. 124p.
(Boletim Técnico da CET - 20)

Eng^a Luciana Soriano Barbuto
Superintendência de Projetos /
Diretoria de Operações