

SP 01/06/92

NT 146/92

Justificativa da Necessidade de Reavaliação dos Critérios de Instalação de Semáforos

Núcleo de Estudos de Tráfego

Situação Atual

A cada ano 250 novos semáforos são instalados em São Paulo. É natural numa cidade que cresce, onde novas vias são construídas e o volume de carros e de viagens aumenta, que locais onde a placa PARE era suficiente para regulamentar a prioridade passem a ter necessidade de um dispositivo mais sofisticado como o semáforo.

Entretanto, esta ampliação não tem sido feita a partir de critérios bem estabelecidos, mas na base do sentimento de cada técnico, pressões da comunidade e verbas disponíveis.

Existem, é claro, alguns critérios estrangeiros que copiamos, sem verificar se são adequados.

Porém, mesmo estes dificilmente são utilizados, seja por falta de divulgação e conhecimento, seja por falta de dados necessários à sua aplicação (especialmente dados de acidentes) ou simplesmente porque as "pressões" obrigam a implantação.

Na verdade, não sabemos hoje se nossos "critérios" de (sentimento + pressão - verba) são bons ou ruins, porque nunca acompanhamos o que tem acontecido.

Passamos, desde que a CET foi criada, de 1.500 para 4.000 semáforos, sem saber se eles deviam ser 3.000 ou 6.000.

Objetivos de um trabalho de reavaliação

O trabalho não pode pretender analisar os 4.000 semáforos e retirar eventuais 2.000, nem analisar as 96.000 interseções não semaforizadas e nelas instalar eventualmente mais 4.000 semáforos.

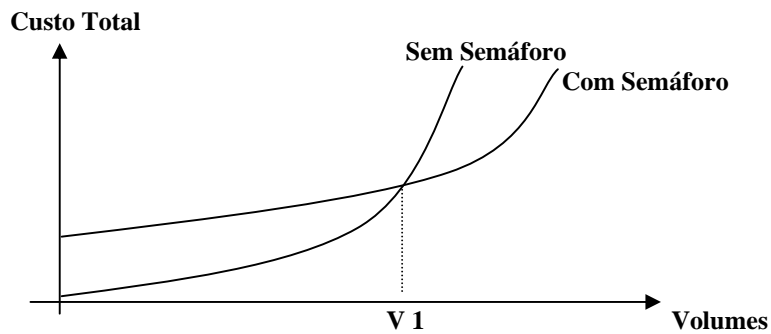
Os objetivos são:

1. Um diagnóstico do que tem sido feito, num curto horizonte para trás, no que concerne aos pedidos e às implantações de semáforos e outros dispositivos de segurança.
2. Obter um critério homogêneo para aplicação imediata pela CET, na implantação de novos semáforos, com base nas informações possíveis de serem obtidas atualmente.
3. Indicar quais as lacunas do item 2, anterior, e quais as pesquisas e procedimentos adicionais necessitariam ser feitas para poder melhorar os critérios. Estas lacunas referem-se principalmente a estatísticas de acidentes, campo no qual atualmente estamos muito pobres em qualidade e quantidade, e onde, pela natureza aleatória dos fenômenos, são necessários alguns anos de coleta de informações, para extrair conclusões mais significativas.

Metodologia Geral

Um semáforo ao ser instalado traz efeitos positivos e negativos. Se os primeiros forem maiores que os segundos, a implantação é recomendável. Supondo que se pudesse colocar de forma simplificada os custos totais (social + operação) das duas alternativas (com semáforo ou sem semáforo) em função de uma única variável de volume, este gráfico teria o seguinte aspecto:

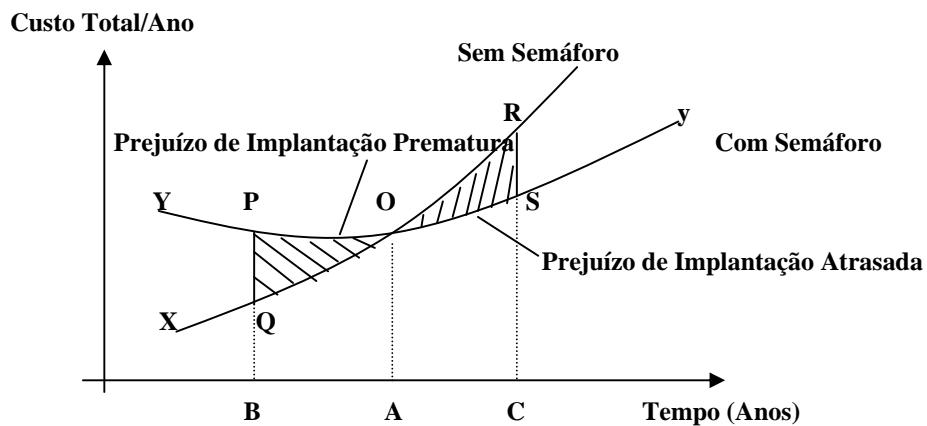
Figura 1



A medida que cresce o volume, atrasos e acidentes também aumentam, quer com semáforo, quer sem semáforo, mas a curva sem semáforo (que para volumes baixos apresenta custos inferiores) cresce mais rapidamente que a curva com semáforo, e a ultrapassa num valor limite. Neste caso, se só volume importasse, abaixo de V 1 é melhor não ter semáforo.

Se o volume for crescendo ao longo do tempo, como usualmente tem acontecido em São Paulo, podemos traçar uma curva similar, decorrente da primeira, que relacione tempo com os custos:

Figura 2



O instante A é o ideal para implantação do semáforo, com a curva de custo X tempo passando por XOY.

Se implantado antes, no instante B, se obtém a curva XQPOY, com prejuízo (custo adicional) dado pela área do triângulo QPO, em relação ao instante ideal (A).

Da mesma forma. Se implantado depois, no instante C, resulta uma curva XORSY, com prejuízo adicional dado pela área do triângulo ORS. Não é necessária precisão absoluta, basta que a distância B → A ou A → C não seja muito grande, para que o prejuízo seja pequeno.

Estabelecer o critério de colocação é achar o ponto onde as duas curvas se cruzam, ou, mais simplesmente, estimar os custos totais com e sem semáforo e recomendar a implantação quando com semáforo os custos forem menores.

Para tanto, é necessário estimar os custos em função de características do local e das estatísticas disponíveis.

Estes custos podem ser resumidos em 3 aspectos principais:

1. Segurança (e conforto)

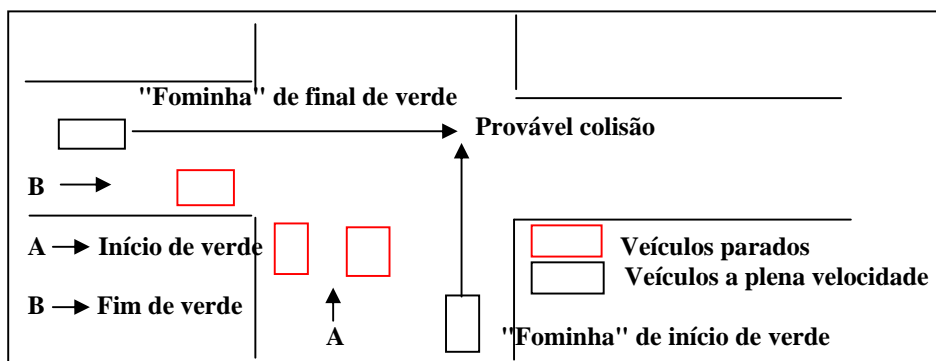
O semáforo (bem dimensionado nos entreverdes) disciplina quem deve passar em cada estágio, numa prioridade absoluta (andar ou parar) que reduz os conflitos mais graves, diminuindo (se obedecido) as probabilidades de colisão ou atropelamentos, já que reduz as necessidades de avaliação de situações e tomada de decisões sob risco.

Já a placa PARE e a travessia de pedestres não semaforizada necessita normalmente, para condutores e pedestres, de visibilidade, avaliação de distâncias, velocidades e acelerações possíveis, tanto para veículos conflitantes como para seu próprio veículo (ou corpo). Esta avaliação torna-se mais difícil quando o volume da via preferencial aumenta, com maior dificuldade e demora para cruzar e por este fato, tanto o índice de acidentes como o atraso costumam crescer mais rapidamente em função do volume em situações sem semáforo do que com semáforo.

O semáforo por sua vez oferece situações de maior risco na transição de estágios, quando os veículos da fase que termina querem aproveitar o fim do verde para não ter que esperar todo o vermelho, e por vezes invadem o vermelho que já é o início do estágio de verde do fluxo conflitante, contando com o retardo e/ou boa vontade e/ou medo dos veículos dos movimentos conflitantes, com risco de colisão.

Em situações de baixo volume este risco é aumentado pelo fato de não se formar uma fila completa (em todas as faixas) da fase que inicia o verde, podendo um veículo passar pelo início do verde sem ter que diminuir sua velocidade (e sem querer diminuir para economizar tempo e combustível, com suas chances de colisão muito ampliadas, especialmente se houver fila parcial que cubra a intervenção mútua com os veículos conflitantes).

Figura 3



2 - Fluidez

Com volume na via secundária elevado, sem semáforo, a mesma dificuldade de cruzar a via principal, que causa acidentes, pode acarretar uma espera excessiva, ou até congestionamentos. Eventualmente, nesses casos, o semáforo poderá propiciar redução de filas.

Em outras situações, o congestionamento ou a fila decorrente de um outro semáforo ou gargalo na via principal poderá impedir e dificultar a travessia de uma transversal não semaforizada, mesmo com baixo volume, e também nestes casos o semáforo pode melhorar o desempenho.

3 – Operação

Além do custo de implantação, o semáforo implica em despesas permanentes de manutenção e regulagem.

Os índices de segurança e fluidez são afetados em especial pelo comportamento do motorista e, atualmente, em São Paulo se salienta muito o aspecto obediência, onde em muitos cruzamentos de volume menor (que são os que nos interessam neste estudo), os semáforos operam na realidade como uma placa PARE variável no tempo. A desobediência reduz muito o atraso causado pelos semáforos e pode causar aumento nos acidentes. Quer em semáforo, quer em placas PARE, quando não respeitados, os índices de acidentes podem subir.

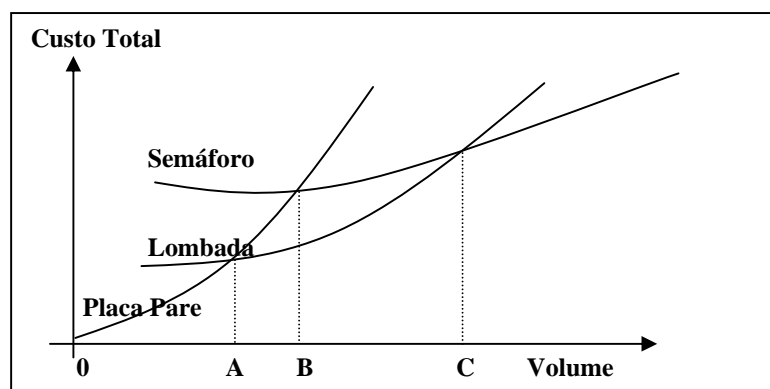
A soma deste efeito pode alterar significativamente o critério de colocação.

Caso o semáforo fosse a única solução, a análise aqui se esgotaria. Entretanto, há outras alternativas, das quais destacamos:

- a) Mini-rotatórias;
- b) Lombadas;
- c) Geometria; e
- d) Circulação.

Cada alternativa, com suas vantagens e desvantagens, pode resultar em custos inferiores ao semáforo e ser, pois, a solução preferível, conforme ilustra o gráfico seguinte.

Figura 4



No exemplo, se a alternativa lombada não existisse, a solução seria Pare de 0 (zero) a B, e semáforo dali por diante.

Com a alternativa adicional, a solução passa a ser:

Pare	de 0 a A
Lombada	de A a C
Semáforo	de C em diante

Núcleo de Estudos de Tráfego (NET)
Coordenação Geral : Eng.º Mauro Vincenzo Mazzamati
Autoria : Eng.º Pedro Szazs