

SP 15/03/82

NT 080/82

## O Uso dos Semáforos no Brasil

Eng.º José Ernesto Lima Gonçalves

Existe uma relação intuitiva entre o tamanho das cidades e o número de semáforos nelas instalados. Para a maioria das pessoas, é razoável que as cidades maiores tenham mais semáforos que as cidades menores. Quase ninguém se surpreende ao ficar sabendo que Fortaleza tem mais cruzamentos sinalizados com semáforos do que Aracaju; mas muitas pessoas estranham que Brasília tenha a metade do número de semáforos de Juiz de Fora, embora tenha o triplo da população da cidade mineira.

Pelo raciocínio, o observador consegue concluir que Brasília deve ser uma exceção no contexto das cidades brasileiras e pode até conseguir a comprovação dessa idéia ao receber a explicação que o traçado do sistema viário de Brasília tem características particulares, que diminuem o número de cruzamentos em nível.

A proporção que os números guardam, no entanto, não é intuitiva e pouco se pode deduzir, de imediato, quanto ao tipo de relação existente entre a população, a frota e o número de semáforos de cada cidade. De imediato, surge apenas a idéia de que essas grandezas guardam uma relação direta.

A simples observação dos dados disponíveis não nos permite chegar a nenhuma conclusão. A apresentação de tais dados em um gráfico convenientemente escolhido, no entanto, permite observar que existe uma relação entre o tamanho das cidades e o número de semáforos que elas usam. Como no gráfico de escalas lineares os pontos se aglutinam próximo à origem, escolheremos um gráfico de escalas logarítmicas, que permite uma melhor distribuição visual dos dados. O gráfico 1 apresenta os dados disponíveis, na forma de gráfico bi-logarítmico.

Antes de procurar a relação que o gráfico nos mostra, vamos verificar o que aconteceria se certas tendências fossem generalizadas.

Queremos salientar que não está em discussão a adequação do número de semáforos às reais necessidades do tráfego de cada cidade. Como também não se está pretendendo substituir os critérios técnicos e as decisões de política administrativa para a instalação de semáforos por um gráfico hiper simplificado de tendências nacionais (Preparado com base em trabalho apresentado no I Congresso do Desenvolvimento Tecnológico do Transporte, São Paulo, 1981).

### Uma Tendência Nacional

Foram coletados dados sobre a utilização de semáforos em 65 cidades brasileiras, sendo que 50 cidades tem menos de 500 mil habitantes e 52 cidades tem menos de 100 mil veículos a serem analisados.

A partir desses dados montamos um gráfico, que nos mostra as diversas cidades brasileiras posicionadas em relação a uma reta chamada reta de regressão.

O gráfico 1 nos apresenta a relação dos dados disponíveis em escalas logarítmicas. Uma reta, nesse tipo de gráfico, representa uma curva de potência.

No nosso caso, as retas de regressão são:

População = 31.914,07 (número de semáforos) 0,6717

Frota = 1.376,57 (número de semáforos) 0,93

A correlação observada é elevada, tendo-se obtido coeficientes de correlação  $r = 0,88$  e  $r = 0,91$ , respectivamente.

Observa-se que cidades como Sorocaba, Campinas, Maceió, Natal e Goiânia apresentam exemplos vivos de tendência nacional. As cidades abaixo das retas de regressão (Vitória, Florianópolis, Bauru e Curitiba) tem mais semáforos do que seria de se esperar e Brasília, Fortaleza, Belo Horizonte e São Paulo, tem menos semáforos do que o tamanho de sua população sugeriria. Aliás, estas observações confirmam os comentários feitos inicialmente.

Confirma-se que o número de semáforos tem relação com a frota da cidade e, também, que a relação entre o número de semáforos e a população de uma cidade é direta. Podemos ir um pouco mais além, pois conhecemos, agora, a forma e os parâmetros desta relação.

Novamente afirmamos que esta relação não deve ser usada para justificar a instalação ou a remoção de semáforos, nem se pretende que ela substitua os critérios técnicos que a Engenharia de Tráfego propõe para o assunto. Estas relações matemáticas demonstram apenas uma tendência nacional, em termos estatísticos.

Os dados disponíveis permitem, também, que se verifique que a relação entre o número de semáforos de uma cidade brasileira e o índice de motorização de sua população é extremamente fraca. O coeficiente de correlação ( $r$ ) calculado é de apenas 0,21, no caso de uma curva de potência e de 0,07 para a regressão linear.

#### Nós e os Outros

São raros os dados referentes ao uso global dos vários tipos de sinais de trânsito no mundo. O *Institute of Transportation Engineers* menciona a média de um semáforo para cada 900 habitantes, na área urbana dos Estados Unidos, contra um semáforo para 2.300 habitantes, da Alemanha Ocidental. A tabela 1 mostra que o número de semáforos para cada 1 mil habitantes da área urbana é de 1,44 nos Estados Unidos e de 0,80 na Alemanha. Infelizmente não dispomos dos dados referentes ao número de semáforos com relação à frota de outros países.

Podemos observar que:

- A tabela 1 mostra que o mais alto índice brasileiro de semáforos para cada mil habitantes das cidades da amostra não chega à metade do índice alemão; nem a um quinto do índice americano;
- Colocando-se a reta de regressão do modelo brasileiro ao lado do americano e do canadense, temos o gráfico 2; a posição da reta referente ao Brasil confirma que nós usamos menos semáforos que os americanos, para cidades do mesmo tamanho;
- Mostra, também, que esta diferença é tanto maior quanto menores as cidades.

Tabela 1 - Semáforos por mil habitantes

Cidade	Índice
Belém	0,12
Castanhal	0,03
Santarém	0,05
Salinópolis	0,04

Belo Horizonte	0,11
Juiz de Fora	0,18
Ribeirão Preto	0,15
Curitiba	0,29
Florianópolis	0,32
Goiânia	0,16
Vitória	0,34
São Luís	0,07
Salvador	0,13
São Paulo	0,26
Brasília	0,03
Londrina	0,15
Aracaju	0,06
Fortaleza	0,11
Jundiaí	0,28
Maceió	0,10
Natal	0,11
São José dos Campos	0,17
Teresina	0,07
Bauru	0,22
Estados Unidos	1,44
Alemanha	0,80

Que conclusões podemos, então, tirar dessas observações? O fato de usarmos basicamente os mesmos critérios técnicos usados nos outros países para a instalação de semáforos, com obtenção de resultados diferentes, sugere que a explicação é muito menos evidente do que se poderia supor. Não se trata de nível cultural, nível de desenvolvimento, tradição ou mania. Não simplesmente. É possível que esses fatores acabem influenciando o resultado, mas devemos lembrar que:

- O número de veículos por habitante é muito maior nos Estados Unidos, Canadá e Alemanha Ocidental que no Brasil. Ora, vários dos critérios da instalação de semáforos são sensíveis a esta diferença;
- A porcentagem de população urbana com relação ao total é maior naqueles países que o Brasil; o que gera maiores fluxos de pedestres e, com isto, maior número de semáforos, segundo alguns dos critérios técnicos.
- Os equipamentos semaforicos usados naqueles países são mais avançados e o emprego de sistemas coordenados é mais difundido; o que justifica mais alguns semáforos, de acordo com outro dos critérios.

Além disto, estamos comparando tendências nacionais, que por si só já desprezam diferenças regionais e locais. Da mesma forma como não se pode pretender que todas as cidades brasileiras apresentem o mesmo índice de utilização de semáforos, não se pode esperar que os países se comportem todos do mesmo modo.

A principal observação, portanto, parece ser a da forma da relação entre os dados de população, de frota de veículos e o número de semáforos das cidades brasileiras. Uma relação intuitiva para a qual nós propomos os parâmetros.

Gráfico 1 - dados referentes à frota nas cidades brasileiras.

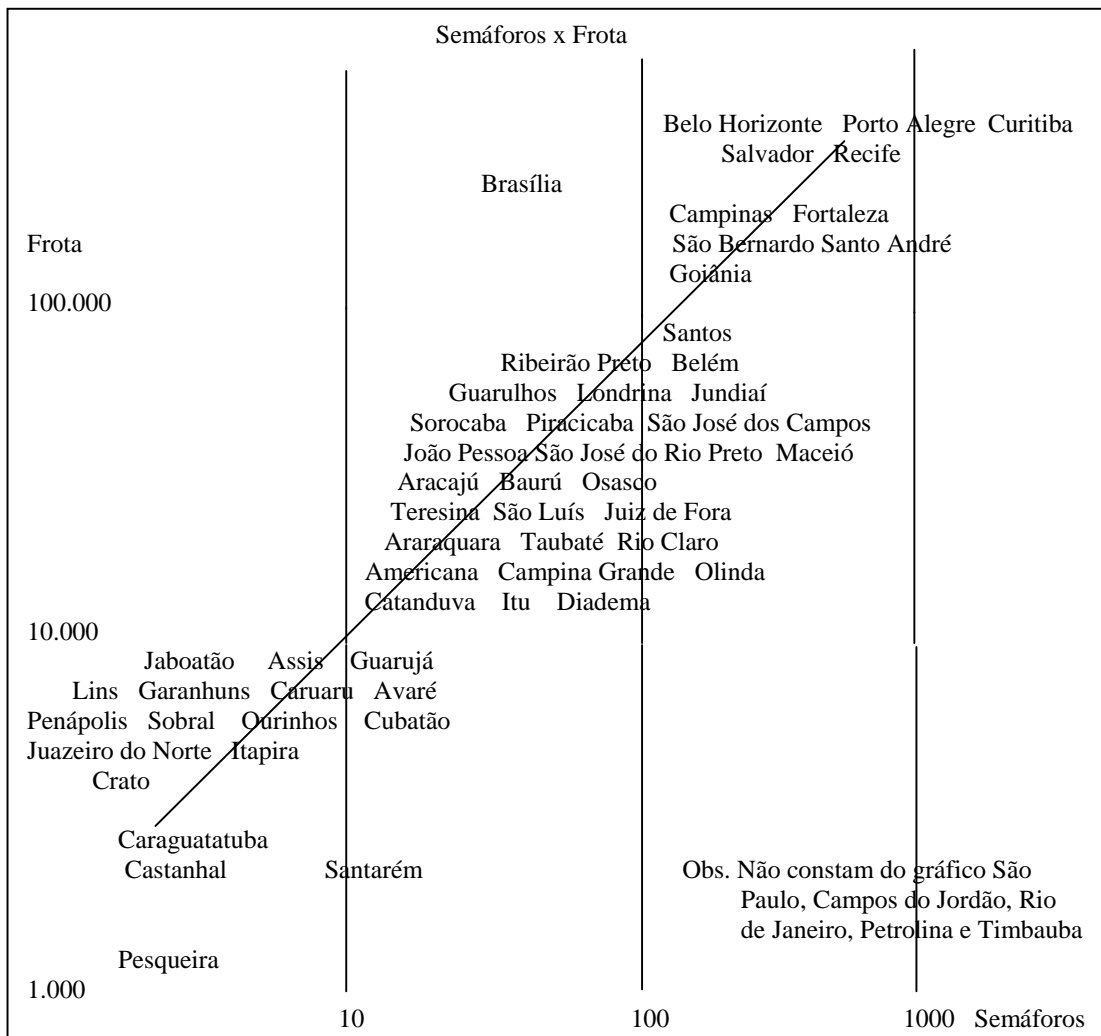
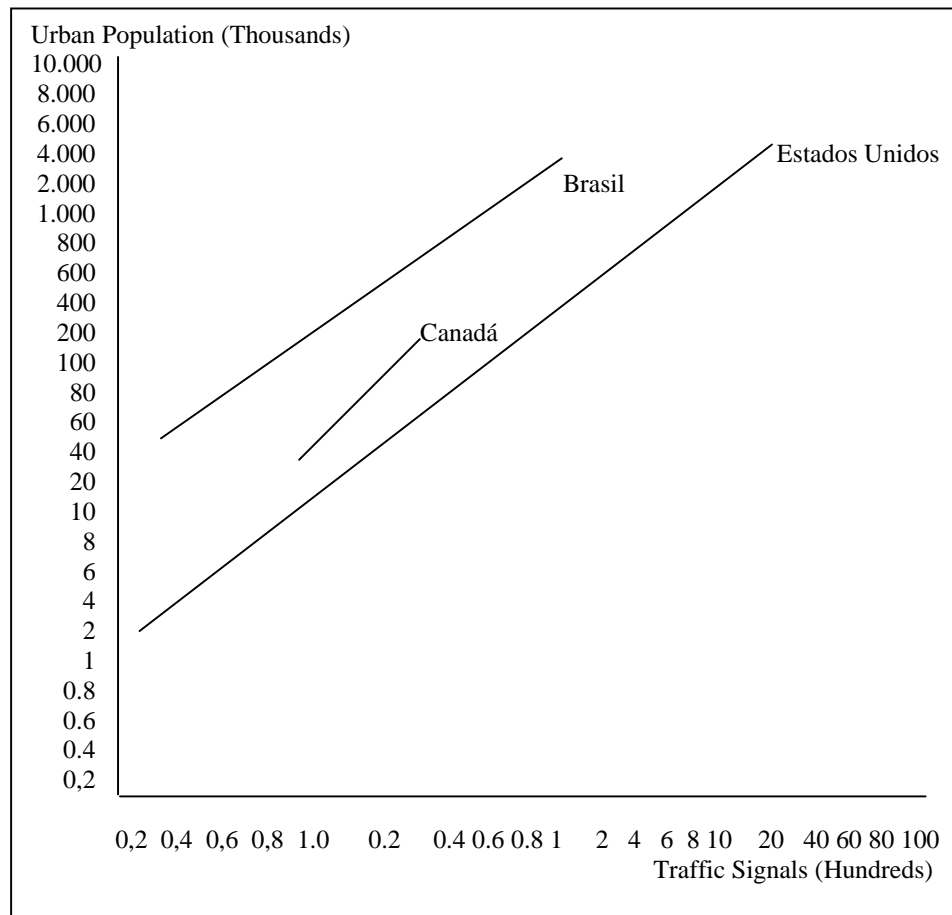


Gráfico 2 -

Colocando-se a reta referente à situação brasileira no gráfico que apresenta as situações americana e canadense, percebe-se que usamos menos semáforos para um mesmo tamanho de cidade.



Fonte : ITE

### Bibliografia

ITE - Handbook of Traffic and Transportation Engineering, Prentice-hall, 1975.

Gevert, T - Apreciação sobre a necessidade de semáforos e placas de trânsito em São Paulo, Nota Técnica n.º 56, Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo, 1980.

Paganelli, L.W. - Levantamento de dados nas capitais brasileiras, Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo, 1978.

Dirigente Municipal, novembro de 1980.

-----

Eng.º José Ernesto Lima Gonçalves  
Departamento Métodos Operacionais