

FISCALIZAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA EM TRECHO DA VIA

PARTE 3/3

Caio Cesar Baldocchi Sarno
Luis Molist Vilanova
Rafael Moreira Cosentino
Virgílio dos Santos

Este texto representa a conclusão da série de Notas Técnicas sobre “**Fiscalização da Velocidade Média em Trecho da Via**”. Nesta última parte, apresenta-se um estudo de caso sobre a aplicabilidade deste tipo de fiscalização. Na primeira parte foram abordados os princípios teóricos que embasam o método e os aspectos legais nos países onde já está consolidado ou em fase de implantação. Na segunda parte foram demonstrados os impactos positivos da sua implantação em países europeus para a segurança do tráfego, tanto em rodovias como em vias urbanas.

O estudo de caso desenvolvido nesta terceira parte consiste em comparar as infrações à velocidade máxima que foram registradas nas extremidades de um trecho do Corredor Norte-Sul paulistano com o desrespeito a essa velocidade ao longo do trecho.

1. CARACTERÍSTICAS DO CORREDOR

O Corredor Norte-Sul da Cidade de São Paulo inicia-se na Av. Sen. Teotônio Vilela (zona sul), e segue através das avenidas Interlagos, Washington Luís, Moreira Guimarães, Rubem Berta, 23 de Maio, Tiradentes e Santos Dumont (zona norte). Possui ligação com vários corredores regionais e de penetração urbana, tais como Av. dos Bandeirantes, Complexo Ayrton Senna, Ligação Leste-Oeste, Rótula, Contra Rótula, Marginal Tietê. Este corredor é integrante do conjunto de vias monitoradas (835 km) que são base para o índice de lentidões da cidade de São Paulo, divulgado pela CET.

O trecho avaliado neste estudo é formado por vias de trânsito rápido e possui, em ambos os sentidos, vários acessos e saídas. No sentido Centro-Bairro analisou-se o trecho entre Av. 23 de Maio x Vd. Tutoia e Av. M. Guimarães x Av. Aratãs que será denominado como Rota 1 e tem a extensão de 4.020 metros. No sentido oposto, o

trecho avaliado possui 6.520 metros e encontra-se entre Av. M. Guimarães x Av. Iraí e Av. 23 de Maio x acesso ao Vd. Pedroso e será chamado de Rota 2. (Figura 1).

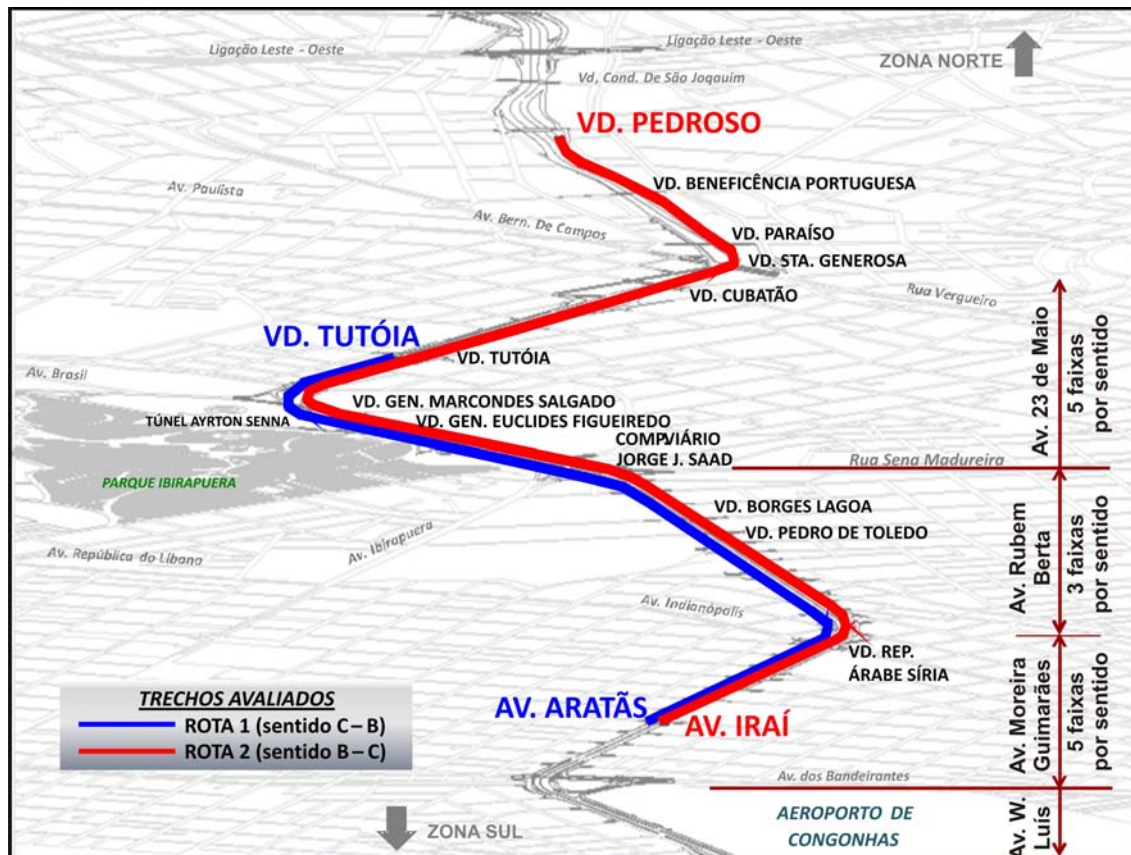


Figura 1: Rotas e principais ligações do corredor no trecho avaliado.

As fotos 1, 2 3 e 4 mostram as seções de início e de término dos trechos delimitados nesta avaliação.



Foto 1 – Av. 23 de Maio x Vd. Tutóia (início da Rota 1)



Foto 2 - Av. M. Guimarães x Av. Aratãs (término da Rota 1)



Foto 3 – Av. M. Guimarães x Av. Iraí - (início da Rota 2).



Foto 4 - Av. 23 de Maio x acesso ao Vd. Pedroso (término da Rota 2).

O perfil geométrico longitudinal do trecho avaliado não influi na medição do tempo de percurso. A diferença entre a distância percorrida por um veículo que trafega em todo o trecho avaliado pela faixa da esquerda com a distância pela faixa da direita é apenas de 3 metros para o sentido B - C (0,046% da extensão), e de 7 metros para o sentido

C - B (0,17% da extensão). Os valores foram obtidos em planta topográfica georreferenciada, através do programa AutoDesk Map.

Em relação ao perfil altimétrico, existe um trecho de aproximadamente 1.100 metros com greide aproximado de 6% entre o Vd. Tutóia e o Vd. Santa Generosa, conforme ilustra a Figura 2. No sentido Bairro – Centro, esta longa rampa ascendente provoca uma diminuição da velocidade geral do tráfego à medida que o volume veicular aumenta. Assim, formam-se lentidões no trecho a montante que impactam diretamente na velocidade média.

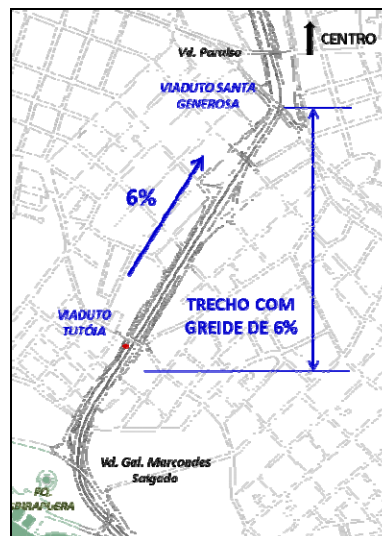


Figura 2: Rampa ascendente no trecho delimitado para análise.

Os demais trechos considerados nesta avaliação não possuem fatores altimétricos que influenciem significativamente no desempenho do tráfego.

Existem estreitamentos de pista, vinculados a saídas para outras vias e pistas laterais semaforizadas, que contribuem para a ocorrência de conflitos de deslocamento, diminuição da capacidade viária e da velocidade média. É um dos motivos para a alta frequência de lentidões neste trecho do Corredor Norte-Sul, além do alto volume veicular diário. A Figura 3 mostra a variação no número de faixas que ocorre em ambos os sentidos.

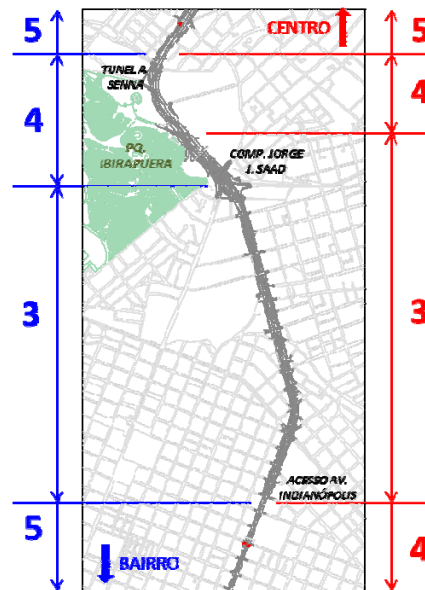


Figura 3: Variação no número de faixas de rolamento no trecho avaliado.

Os estreitamentos de pista estão localizados na:

- Rota 1 (Centro – Bairro): de 5 faixas na Av. 23 de Maio para 3 faixas na Av. Rubem Berta (entre a saída para o Túnel A. Senna e a saída para a Av. Ibirapuera – Foto 5);
- Rota 2 (Bairro - Centro): de 4 faixas para 3 faixas na Av. Moreira Guimarães, junto à saída para a Av. Indianópolis (Foto 6).



Foto 5: Av. 23 de Maio (Centro–Bairro) x acesso ao Túnel A. Senna: diminuição de 5 para 3 faixas



Foto 6: Av. M. Guimarães (Bairro-Centro) junto ao acesso para a Av. Indianópolis: diminuição de 4 para 3 faixas

Também contribuem para o atraso de viagens na Rota 1 (Centro - Bairro), os congestionamentos frequentes no acesso ao Túnel Ayrton Senna, que geram filas na Av. 23 de Maio.



Foto 7: Congestionamento no túnel A. Senna atinge a Av. 23 de Maio.

Em relação à distribuição do volume veicular durante o dia, observam-se valores elevados entre 6:00 e 23:00 h, chegando à saturação total durante os picos típicos da manhã e da tarde.

As constantes lentidões impedem a ocorrência de velocidades altas durante a maior parte do dia reduzindo o número de possíveis infrações à velocidade máxima regulamentada. Em vias de trânsito rápido com as mesmas características geométricas, mas com demanda inferior, o número de infrações por desrespeito à velocidade máxima seria certamente bem maior.

2. METODOLOGIA ADOTADA

2.1. OBTENÇÃO DA AMOSTRA DE DADOS

O trecho analisado foi escolhido em função da localização dos equipamentos de fiscalização, que forneceram os dados para o estudo, de maneira que se tenha um equipamento no início e um equipamento no término de cada trecho. A Tabela 1 relaciona a localização dos equipamentos de fiscalização utilizados bem como sua respectiva codificação no sistema de fiscalização da CET.

Tabela 1: Relação dos equipamentos de fiscalização

ROTA		CÓD. EQUIPTO	ENDEREÇO	REFERÊNCIA	SENTIDO
1	INÍCIO	3238	Av. 23 de Maio após o Vd. Tutóia	Faixas 1 e 2	Centro - Bairro
		3237		Faixas 3, 4 e 5	
	TÉRMINO	3204	Av. M. Guimarães x Av. Aratãs	Faixas 1 a 4	
		3244		Faixa 5	
2	INÍCIO	3240	Av. M. Guimarães após a Av. Iraí	Faixas 1 a 4	Bairro - Centro
	TÉRMINO	3230	Av. 23 de Maio antes do Vd.	Faixas 1 e 2	
		3231	Pedroso	Faixas 3, 4 e 5	

Na análise dos dados, foram desconsiderados os registros inconsistentes, como, por exemplo, um caso em que a velocidade média do tráfego geral era de 50 km/h enquanto a velocidade média de um veículo em particular era de 185 Km/h.

Deve-se salientar que a amostra avaliada representa apenas uma fração do volume veicular total do trecho avaliado, pois, além das limitações acima consideradas, parte significativa do volume em cada seção (inicial e final) tem como origem ou destino outros locais diferentes do que os pares correspondentes considerados neste estudo (final e inicial).

2.2. Identificação e classificação das infrações

A Resolução CONTRAN nº 396, de 13 de dezembro de 2011 dispõe sobre o procedimento para a determinação da velocidade que deverá ser considerada a partir da velocidade medida pelo equipamento de fiscalização:

“Art. 5º A notificação da autuação/penalidade deve conter, além do disposto no CTB e na legislação complementar, expressas em km/h:

I - a velocidade medida pelo instrumento ou equipamento medidor de velocidade;

II - a velocidade considerada para efeito da aplicação da penalidade;
e

III - a velocidade regulamentada para a via.

§ 1º Para configuração das infrações previstas no art. 218 do CTB, a velocidade considerada para efeito da aplicação da penalidade será o resultado da subtração da velocidade medida pelo instrumento ou equipamento pelo erro máximo admitido previsto na legislação metrológica em vigor, conforme tabela de valores referenciais de velocidade e tabela para enquadramento infracional constantes do Anexo II.

§ 2º Para configuração da infração prevista no art. 219 do CTB, a velocidade considerada para efeito da aplicação da penalidade será o resultado da soma da velocidade medida pelo instrumento ou equipamento com o erro máximo admitido previsto na legislação metrológica em vigor, conforme tabela de valores referenciais de velocidade constante do Anexo III.

§ 3º A informação de que trata o inciso III, no caso da infração prevista no art. 219 do CTB, é a velocidade mínima que o veículo pode transitar na via (cinquenta por cento da velocidade máxima estabelecida).”

No presente estudo, a classificação das infrações seguiu o critério previsto no artigo acima e a legislação metrológica em vigor do INMETRO. Foram utilizados os mesmos enquadramentos tanto para a infração pela velocidade pontual (nas seções) como pela velocidade média (no trecho).

De acordo com a Portaria INMETRO nº 115/98, o erro máximo admissível para a medição em serviço é de ± 7 km/h para velocidades até 100 km/h e $\pm 7\%$ para velocidades acima desse valor. Em função desta regra e considerando-se que no trecho em análise a velocidade máxima regulamentada é de 70 km/h, a última linha da Tabela 2 indica os enquadramentos que foram considerados. Assim, por exemplo, um veículo que passou a 92 km/h foi enquadrado na categoria “grave”.

Tabela 2: Limites de velocidade para efeito de enquadramento das infrações

Velocidade Máxima Regulamentada (km/h)	ENQUADRAMENTOS DAS INFRAÇÕES		
	Média	Grave	Gravíssima
	$V_{medida} > V_{maxima} + \epsilon$ e $V_{medida} \leq 1,2 * V_{maxima} + \epsilon$	$V_{medida} > 1,2 * V_{maxima} + \epsilon$ e $V_{medida} \leq 1,5 * V_{maxima} + \epsilon$	$V_{medida} > 1,5 * V_{maxima} + \epsilon$
70	$78 \leq V_{medida} \leq 91$	$91 < V_{medida} \leq 112$	$V_{medida} > 112$

- em que,
 V_{medida} – velocidade medida pelo equipamento de fiscalização [km/h];
 V_{maxima} – velocidade máxima regulamentada no local [km/h];
 ϵ – erro máximo admitido pelo Inmetro [km/h].

2.3. Amostra de dados

Os equipamentos de fiscalização utilizados possuem o sistema LAP – Leitor Automático de Placas - que permite que o veículo seja identificado na entrada e saída do trecho por meio do reconhecimento de sua placa. O sistema registra também a velocidade pontual, a faixa de rolamento em que o veículo trafega, a data, hora, minuto e segundo em que o veículo passou pelo equipamento.

A Tabela 3 apresenta a quantidade de dados avaliados. Foram quase 500.000 veículos, quantidade que garante sobejamente a qualidade estatística do presente trabalho.

Tabela 3: Volume veicular avaliado

ROTA	TRECHO	SENTIDO	EXTENSÃO	PERÍODO	VEÍCULOS AVALIADOS
1	Viaduto Tutóia – Av. Aratãs	Centro - Bairro	4.020 m	01/06/2011 a	306.030
2	Av. Iraf – Vd. Pedroso	Bairro - Centro	6.520 m	30/06/2011	189.327
TOTAL					495.357

3. RESULTADOS

3.1 Quantidade total das infrações de velocidade

A Tabela 4 apresenta a quantidade de infrações de velocidade que foram levantadas durante o mês de junho de 2011 nos trechos analisados. Esta tabela contempla todos os veículos cuja velocidade pontual foi igual ou superior a 78 km/h, seja na seção inicial, seja na seção final bem como todos os veículos que trafegaram o trecho a uma velocidade média também igual ou superior a 78 km/h.

Tabela 4: Infrações constatadas ao longo do mês de junho de 2011

QUANTIDADE DE INFRAÇÕES NO MÊS DE JUNHO DE 2011					
Rota 1 (Centro-Bairro)			Rota 2 (Bairro-Centro)		
Seção inicial	Seção final	Trecho	Seção inicial	Seção final	Trecho
95	75	1.441	47	120	975
Total das duas rotas, considerando infrações nas seções e nos trechos					2.753

Chama a atenção na Tabela 4 que o número de infrações pela velocidade média no trecho foi mais de sete vezes superior ao número de infrações devidas ao descumprimento da velocidade pontual.

3.1. Análise do perfil dos motoristas infratores

As 2.753 infrações constatadas foram cometidas por 2.665 motoristas. A fim de obter seu perfil, analisou-se a distribuição das infrações em relação aos motoristas que as cometeram. Com base nessa verificação, os motoristas foram divididos em três tipos:

- **Tipo I:** efetuam infrações somente pela velocidade pontual, na seção inicial ou final, porém não ultrapassam a velocidade média no trecho;
- **Tipo II:** trafegam em velocidade acima da máxima permitida ao longo do trecho, diminuindo-a na aproximação dos locais de fiscalização onde não transgridem a velocidade máxima;
- **Tipo III:** efetuam infrações tanto pela velocidade pontual como pela velocidade média.

A Figura 4 ilustra os resultados encontrados. Nesta figura, o círculo amarelo da esquerda engloba os motoristas que infringiram a velocidade pontual em alguma seção enquanto que o vermelho, da direita, representa os motoristas cuja velocidade

média no trecho igualou ou ultrapassou 78 km/h. A interseção dos dois círculos corresponde aos motoristas que tanto descumpriram a velocidade pontual na seção como a velocidade média no trecho.

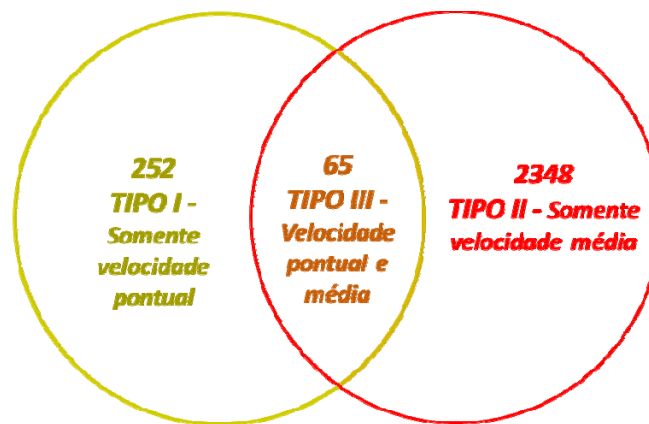


Figura 4: Comparação entre os três tipos de motoristas infratores

A Figura 4 ressalta a disparidade entre a quantidade de motoristas de cada tipo. A maior parte (2.348) descumpra a velocidade regulamentada quando sabe que não será autuada. Alguns motoristas (252) desrespeitam a velocidade máxima justamente nas seções fiscalizadas, porém não descumprem esse limite ao longo do trecho. A menor parte (65) parece ignorar totalmente a velocidade máxima, tanto nas seções fiscalizadas como no trecho.

Vale lembrar que a desproporção constatada deve-se, evidentemente, ao fato de que não existe atualmente fiscalização de velocidade média no trecho. Quando essa modalidade passar a ser controlada, a quantidade dos motoristas Tipo II deverá diminuir muito, que é, aliás, exatamente o objetivo da fiscalização.

A fim de analisar o comportamento dos motoristas, calculou-se a velocidade média de cada um dos conjuntos dos infratores formados pelos três tipos acima e comparou-se com a velocidade média do trânsito geral. A Tabela 5 traz os resultados obtidos.

Tabela 5: Médias das velocidades para o tráfego geral e para os infratores

Item		Média das velocidades (km/h)			
		Rota 1		Rota 2	
		Seções	Trecho	Seções	Trecho
Tráfego geral		52,1	52,5	50,1	48,4
Infratores	Tipo I	83,6	70,1	81,6	65,4
	Tipo II	61,1	83,3	60,3	82,8
	Tipo III	91,2	87,7	89,6	88,9

A Tabela 5 permite algumas conclusões bastante interessantes. Em primeiro lugar, o tráfego geral não apresenta diferença substancial entre a velocidade nas seções fiscalizadas e aquela desenvolvida ao longo do trecho. Deve-se ressaltar, contudo, ao mencionar tal contiguidade, que em boa parte do dia a velocidade é limitada pelas condições de saturação do entorno.

A própria definição dos motoristas Tipo I explica porque a média de suas velocidades na seção em que cometeram a infração foi superior à média de sua velocidade no trecho.

O exame dos resultados relativos aos 2.348 motoristas do Tipo II traz constatações bastante significativas. Enquanto nas seções fiscalizadas eles trafegam, em média, a 60 km/h, passam para, aproximadamente, 83 km/h ao longo do trecho, denotando um comportamento indubitavelmente proposital de diminuir para não serem autuados e acelerar quando esse risco não existe mais. Ressalte-se que 83 km/h é uma média, o que significa que existem “subtrechos” em que esses motoristas chegam a atingir velocidades ainda superiores. Outra prova que comprova a intenção proposital desses condutores é que os equipamentos de fiscalização são instalados exatamente nos locais do corredor onde as condições geométricas estimulam a prática de velocidades mais altas. Pois é justamente nesses pontos que esses 2.348 motoristas praticaram velocidades inferiores ao limite regulamentado.

Os poucos motoristas (65) do Tipo III desenvolveram velocidades bastante parecidas nas seções e no trecho. A impressão é que se trata de pessoas que simplesmente ignoram tanto as regras de trânsito como sua fiscalização.

3.3 Classificação das infrações segundo seu enquadramento

A Tabela 6 apresenta a quantidade de infrações por enquadramento, ou seja, segundo sua gravidade. A coluna “**Seção**” se refere à quantidade de infrações total, por enquadramento, nas seções extremas das duas rotas. A coluna “**Trecho**” se refere à quantidade de infrações total, por enquadramento, nos trechos das duas rotas.

Tabela 6: Quantidade de infrações por enquadramento

Enquadramento da infração	Seção	Trecho	Relação Trecho/Seção
Média (78 a 95 km/h)	299	2282	7,6
Grave (96 a 112 km/h)	38	132	3,5
Gravíssima (maior que 112 km/h)	0	2	-
Total	337	2416	7,2

Verifica-se na Tabela 6 que a relação entre as infrações que ocorrem no trecho em relação às que acontecem nas seções é muito maior no caso do enquadramento médio. Tal constatação decorre do fato de que é mais raro que o motorista mantenha velocidades muito elevadas durante trechos da ordem de 4 e 6 quilômetros como é o nosso caso.

Em relação às infrações gravíssimas, não há o que comentar, pois as quantidades a que se chegou não possuem significado estatístico.

3.4 Distribuição das infrações no tempo

As figuras 5 e 6 exibem a distribuição dos três tipos de infrações, seção inicial, seção final ou trecho ao longo do dia, para cada Rota.

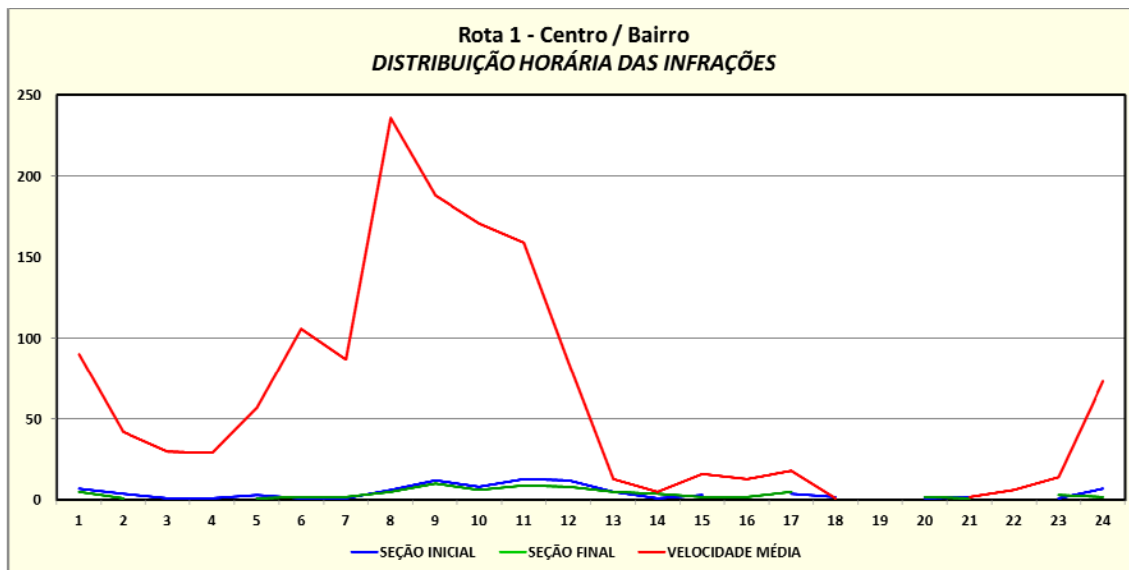


Figura 5: Distribuição horária das infrações na Rota 1

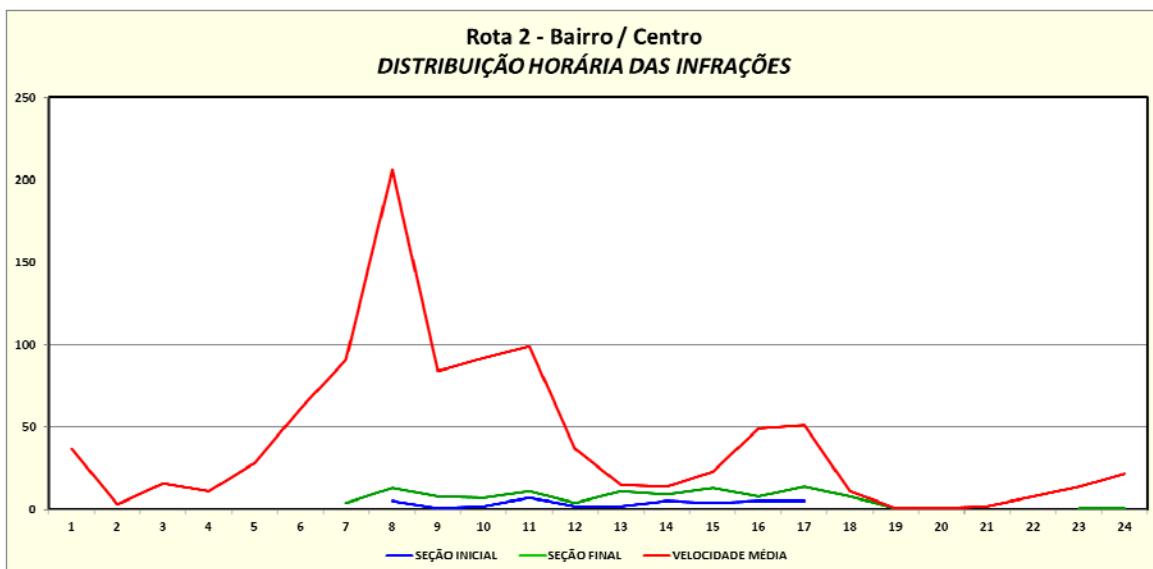


Figura 6: Distribuição horária das infrações na Rota 2

Pelas figuras 5 e 6, verifica-se que as infrações se concentram no período matutino e são praticamente nulas durante o Pico da Tarde, evidentemente devido às condições de elevada saturação.

A figura 7 apresenta a quantidade de cada um dos três tipos de infrações para cada um dos dias pesquisados do mês de junho de 2011.

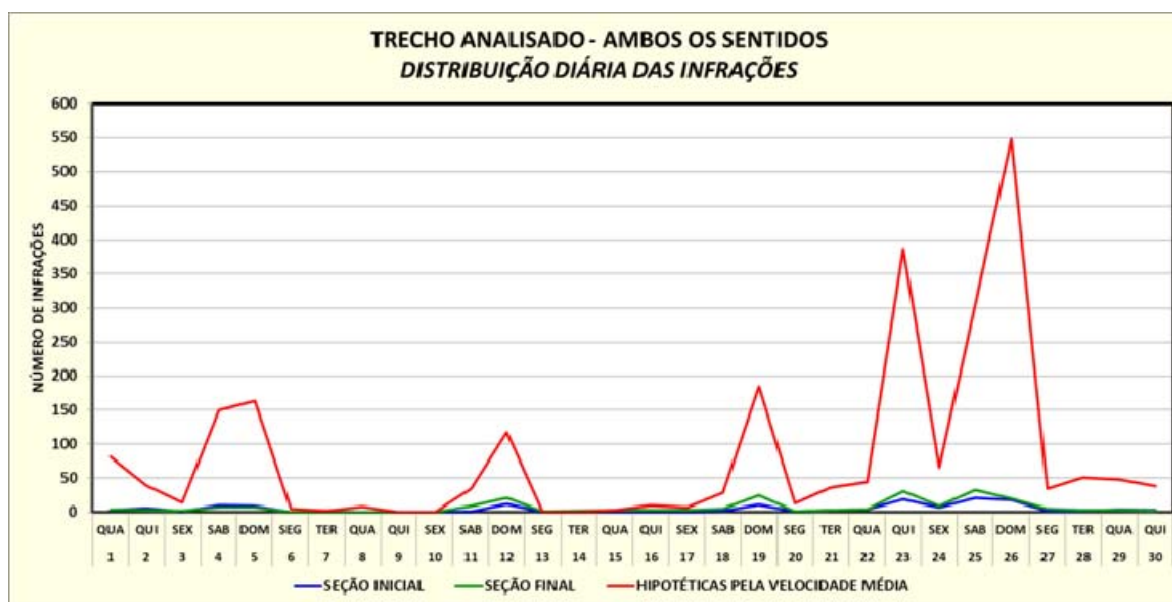


Figura 7: Distribuição diária das infrações

Pode-se constatar na figura o que já seria de esperar, ou seja, que a maioria das infrações ocorre nos fins de semana, quando, tipicamente, o volume veicular é bem inferior ao dos dias úteis permitindo velocidades mais elevadas. Isto ocorreu de forma mais branda em relação às infrações pela velocidade pontual, confirmando a tendência comportamental dos motoristas infratores reduzirem sua velocidade somente ao passar pelos locais fiscalizados.

3.5 Relação entre o número de infrações e o total de veículos analisados

A Tabela 7 exibe a quantidade de infrações em relação ao número total de veículos que passaram.

Tabela 7: Proporção das infrações em relação ao total de veículos em junho/2011

Rota 1 (Centro-Bairro)					Rota 2 (Bairro-Centro)				
Nº total de veículos	Infrações na seção inicial ou final		Infrações no trecho		Nº total de veículos	Infrações na seção inicial ou final		Infrações no trecho	
	Quant.	%	Quant.	%		Quant.	%	Quant.	%
306.030	170	0,06	1.441	0,47	189.327	167	0,09	975	0,51

Pela Tabela 7 pode-se verificar que, na Rota 1, foram identificados 306.030 veículos que percorreram todo o trecho entre as seções a montante e a jusante. Desses, 170

(0,06%) ultrapassaram a velocidade máxima em uma dessas seções, enquanto 1.441 (0,47%) o fizeram ao longo de todo o trecho. Portanto, aproximadamente, um a cada duzentos veículos infringe a velocidade regulamentada ao longo do trecho. Resultados semelhantes podem ser constatados para a Rota 2.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo de caso, o sistema de fiscalização da velocidade máxima, pela média em trecho de via, pode vir a complementar a fiscalização dos segmentos de uma via não atingidos pelo sistema que afere a velocidade instantânea, contribuindo para a melhoria da segurança viária.

A fiscalização contínua em todo um trecho de via deverá inibir o atual comportamento praticado por parte dos motoristas que consiste em desacelerar quando se aproximam de um equipamento de fiscalização e acelerar assim que tiverem passado por ele conforme foi mencionado na Parte I desta Nota Técnica.

A manutenção de uma velocidade compatível com a via ao longo de todo um trecho e a equiparação das condições de dirigibilidade entre os motoristas, independentemente da potência, da agilidade e do arranque de seus veículos, pode influir na modificação dos comportamentos ao longo do tempo. Uma vez efetivada essa alteração tão desejável de valores, o próprio motorista ampliará o alcance do resultado para outras vias não fiscalizadas eletronicamente, quer pela repetição do comportamento, quer por uma maior compreensão dos riscos envolvidos em desenvolver uma velocidade incompatível com o tipo de via e ambiente onde ele se encontra.

A fim de que a fiscalização por trecho possa ser aplicada no Brasil, deve-se equacionar primeiro seu embasamento legal. O Código de Trânsito Brasileiro refere-se apenas ao termo “local”. Assim, é necessário que estudos jurídicos indiquem se é suficiente a edição de uma resolução do CONTRAN para incorporar esse novo tipo de autuação, ou se há necessidade de alteração no próprio texto do CTB.

Quanto aos resultados obtidos nos países onde essa fiscalização já é adotada, ressaltam-se:

- O efeito de “nivelamento” do fluxo veicular (ver Parte II), que diminui o efeito de “pista livre”, reduzindo as possibilidades de ultrapassagens perigosas, mudanças bruscas e contínuas de faixas;
- Aumento da segurança, com diminuição significativa de todos os índices de acidentes e da gravidade dos mesmos.

Pode-se afirmar que a implantação de um sistema de fiscalização pela velocidade média em São Paulo não exigirá grandes investimentos tendo em vista que é possível reaproveitar os equipamentos de fiscalização providos de LAP e a rede de transmissão de dados já existentes.

Como o sistema de controle de velocidade pela média no trecho exige o recurso LAP, ou algum mecanismo semelhante, abre-se a possibilidade de identificar facilmente qual é o tipo do veículo detectado, permitindo a fiscalização, no mesmo trecho, de velocidades máximas mais restritivas para os veículos pesados do que para os veículos leves quando tal diferenciação existir.

Outra aplicação promissora é o controle de velocidade em uma área com alta densidade de pedestres, monitorando o tempo que um veículo leva para atravessá-la, metodologia que já está sendo aplicada na Inglaterra (ver parte II). Uma aplicação afim consiste em controlar as velocidades em trechos críticos frente a escolas, hospitais, etc.

O alto número de infrações pela velocidade média que foi identificado no Corredor Norte-Sul paulistano comprova a noção generalizada de que muitos motoristas desaceleram ao se aproximarem dos equipamentos de fiscalização e aceleram logo depois de ultrapassá-los, comportamento este que só tende a se agravar com a crescente utilização dos dispositivos navegadores que informam sobre a presença dos equipamentos. Este tipo de comportamento evidentemente se alterará caso a fiscalização seja efetuada pelo novo método obrigando o condutor a se manter dentro da velocidade máxima regulamentada. Saliente-se, contudo, a importância da manutenção do atual método de fiscalização pela velocidade pontual, que continua sendo o método mais adequado para inibir a velocidade em pontos específicos da via sujeitos a condições particularmente perigosas.

*Os conceitos aqui emitidos
não refletem, necessariamente,
o ponto de vista da CET, sendo
de responsabilidade do autor.*

*Revisão/Edição – NCT/SES/DP
GESTÃO DO CONHECIMENTO
Diagramação: GMC/Dma*