

## **Semáforo em amarelo intermitente no período da madrugada**

Luis Vilanova \*

### **1. Apresentação**

Este trabalho tem por finalidade discutir a questão da substituição, durante o período da madrugada, da programação normal do semáforo pelo modo de operação amarelo intermitente, em que todos os focos amarelos do cruzamento operam intermitentemente enquanto todos os demais focos veiculares e todos os focos de pedestres permanecem apagados. Tem por principal objetivo propor uma série de critérios que permitam decidir em quais semáforos é possível programá-lo sem incorrer em prejuízo à segurança viária.

### **2. A pressão da sociedade**

A crescente preocupação com a segurança pública passou a exercer enorme pressão sobre os engenheiros de trânsito para que eliminem o sinal vermelho dos semáforos durante a madrugada, minimizando a chance de que criminosos possam abordar o veículo parado no cruzamento. Na cidade de São Paulo, vários vereadores apresentaram projetos de lei nos últimos anos com o objetivo de impor a instalação do amarelo intermitente, ou pelo menos ampliar a quantidade de semáforos com essa solução. Tais tentativas esbarraram sempre no aspecto de inconstitucionalidade, pois não cabe ao município firmar legislação de trânsito. Entretanto, em 2002 foi aprovada (após a Câmara derrubar o veto da Prefeita) a Lei Municipal 13.332 (item 3.2.2), que impõe a implementação do amarelo intermitente em todos os semáforos onde tal medida não acarrete periculosidade ao trânsito de veículos.

A anulação do veto do Executivo mostra bem a pressão da opinião pública, prontamente capitalizada pela Câmara Municipal, para a instalação do amarelo intermitente. Tal atitude é perfeitamente compreensível. Na maioria das cidades brasileiras, as pessoas têm verdadeiro pavor de parar seu veículo numa via deserta, altas horas da noite. Eu, particularmente, já fui vítima desse tipo de assalto e me incluo entre os mais apavorados motoristas.

Sabemos, entretanto, que a emoção não é boa conselheira. Fugir desesperadamente de um problema conduz, muitas vezes, a perigos ainda maiores. Cabe a nós, técnicos de trânsito, analisar cuidadosamente a questão e sopesar todos os aspectos envolvidos, incluindo, sem dúvida, o tema dos assaltos. Felizmente, para os paulistanos, o parágrafo único do Art. 1º da lei aprovada admite que o técnico não instale o intermitente em locais perigosos sob o prisma de segurança de trânsito.

Em primeiro lugar, vale a pena pensar um pouco sobre a eficiência da medida no que diz respeito à diminuição de crimes. Acreditamos que a questão é tão óbvia que não terá maior importância o fato de não sermos especialistas na área policial. O fato concreto é que nunca conseguiremos evitar totalmente que os veículos tenham de parar em algum lugar, seja para cruzar uma avenida movimentada, seja para estacionar ou por qualquer outro motivo. Ora, nos parece que a única consequência lógica de implantar amarelo

intermitente num semáforo em que um ladrão atua será a de fazer com que ele se desloque para outro local qualquer onde o motorista seja obrigado a parar.

Meu amigo João Cucci costuma caricaturar a situação imaginando a cena do ladrão chegando em casa, de manhãzinha, e reclamando: “*Mulher, puseram amarelo intermitente no lugar onde eu sempre assaltava. Vou ter de mudar de ramo!*”

Já ouvi de pessoas respostas do tipo: “*É melhor do que nada*”. Mas se encararmos a situação com honestidade, seremos obrigados a aceitar que não é melhor do que nada, pois é apenas e tão somente **nada**. Nunca nos apresentaram uma argumentação consistente mostrando que o número de crimes iria diminuir com tal medida.

A discussão se restringe, então, ao campo emocional. E esse é um terreno escorregadio, onde decisões danosas são tomadas com a desculpa do bom propósito. Não faltam oportunistas e demagogos que vislumbram no medo que nos assola uma boa oportunidade para tirarem alguma vantagem, sem efetivamente se importar com as conseqüências de suas teses. Para não sermos injustos, devemos ressaltar que muitas pessoas defendem a operação em piscante de boa-fé, acreditando piamente que pode trazer bons resultados.

Se a inocuidade da medida fosse a única objeção, não haveria maiores transtornos. Mas o verdadeiro perigo está na elevação do potencial de acidentes de trânsito que o amarelo intermitente provoca em muitos cruzamentos. Estamos lidando com um período em que as velocidades são altas, a visibilidade é prejudicada e os motoristas se encontram, na maior parte das vezes, sem suas melhores condições físicas. Nos cruzamentos da cidade de São Paulo, registramos a média diária de cinco feridos durante a madrugada! Se os assaltos de madrugada provocassem os mesmos cinco feridos por dia, teríamos estrondosas manchetes sendo editadas na imprensa, exigindo o fim de tal calamidade. Infelizmente, as mortes no trânsito são encaradas pela sociedade como uma fatalidade cotidiana com as quais já está acostumada e resignada.

Uma vez feito esse quase desabafo contra os aproveitadores de ocasião, vamos, nos próximos itens, adotar a postura de analisar a questão sob o prisma técnico, sem ignorar que contém forte apelo emocional. Vamos partir do princípio de que é preferível programar o semáforo em amarelo intermitente durante as horas ociosas para evitar paradas e esperas desnecessárias sempre que tal medida não redundar em risco de aumentar o número ou a gravidade dos acidentes. Caso tal medida venha a ganhar a simpatia da comunidade devido à hipotética redução dos assaltos, ótimo; como dizia meu pai: “*De ilusão também se vive*”.

### **3. Como deve ser a sinalização intermitente**

Este item discute qual deve ser a mensagem transmitida ao motorista, bem como os padrões normalizados e o aspecto jurídico da questão.

#### **3.1. A sinalização em si**

Uma vez aceita a idéia da eliminação da operação normal do semáforo durante a madrugada, a engenharia de trânsito tem que resolver qual é a sinalização mais

apropriada para transmitir e regulamentar a permissão de que os veículos não tenham de parar no semáforo.

A idéia mais simples seria a de, simplesmente, desligar o semáforo nos horários de baixa demanda. Esta solução parece um pouco temerária, principalmente pela dificuldade prática de instalar sinalização de regulamentação de preferência de passagem somente em algumas horas do dia. Sem semáforo e sem sinalização vertical, o local ficaria abandonado à famigerada regra geral de circulação da “mão direita”.

A utilização do amarelo intermitente parece ser a solução natural. Neste modo, todos os focos são apagados, exceto os amarelos que permanecem piscando. Eliminamos o ciclo verde-amarelo-vermelho e o substituímos por uma sinalização de advertência que, convenientemente, continua sendo fornecida no mesmo local da anterior, ou seja, no próprio foco do semáforo. E o que é mais importante: esta solução é plenamente compatível com a legislação existente, pois o Código de Trânsito Brasileiro dispõe que *“A sinalização semaforica de advertência tem a função de advertir da existência de obstáculo ou situação perigosa, devendo o condutor reduzir a velocidade e adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante.”*, ao mesmo tempo que complementa que a advertência será composta por *“... uma ou duas luzes de cor amarela cujo funcionamento é intermitente ou piscante alternado, no caso de duas luzes.”*

Chegamos, então, à conclusão de que podemos substituir o ciclo normal do semáforo pelo amarelo intermitente. A próxima pergunta é: amarelo intermitente para quem? À primeira vista, pareceria correto que sinalizássemos apenas os movimentos não-preferenciais. Os movimentos preferenciais não precisariam ser advertidos, analogamente ao que ocorre nos cruzamentos onde se instala a placa “Pare”. Esta solução, apesar de ser, talvez, teoricamente correta, esbarra em que a realidade não é tão bem-comportada quanto a teoria. Os cruzamentos semaforizados são, geralmente, pontos com alto potencial de acidentes de trânsito. Confiar que os motoristas da via não-preferencial irão tomar os cuidados que a legislação prevê enquanto seus colegas da preferencial cruzam, inadvertidamente, sem serem alertados do perigo, significa expor as pessoas a riscos desnecessários em nome de uma postura tecnocrata.

Para superar esta pendência, alguns técnicos defendem a sinalização de aplicar o amarelo intermitente para a via preferencial e o vermelho intermitente para as outras. Parece uma solução engenhosa, mas apresenta o problema de que o nosso código não contempla a sinalização do vermelho intermitente para os veículos. À primeira vista, pode-se alegar que o vermelho, seja fixo ou intermitente, obriga a parada total do veículo, o que inviabilizaria tal expediente. Ressalte-se, porém, que este é exatamente o padrão norte-americano como será visto no item 3.2.3.

O que parece emergir claramente de toda essa discussão é que o assunto tem de ser mais bem estudado, tanto no que tange ao seu aspecto legal, como ao técnico e cultural. Enquanto isso, consideramos que a alternativa mais apropriada é a de continuar empregando o sinal amarelo intermitente para todos os veículos que chegam na interseção.

Uma vez estabelecida esta premissa, falta, ainda, definir o padrão de frequência de intermitência. A experiência mostrou que a frequência de 1 Hz (um hertz) é bastante

adequada, sendo que o intervalo aceso pode variar entre 0,4 a 0,5 s (quatro a cinco décimos de segundo).

Por fim, vamos abordar como ficam os focos de pedestre durante a operação.

Temos notícias de algumas cidades que praticam o vermelho intermitente para o pedestre enquanto pisca o amarelo veicular. Talvez a idéia por trás disso seja alertar o pedestre de uma forma parecida à que se utiliza para os veículos, mas o resultado concreto é lhe estender uma armadilha mortal. Explicamos o porquê. Durante a operação normal do semáforo, sempre que o foco do pedestre está piscando, o foco veicular conflitante está vermelho. O pedestre sabe que o semáforo do veículo está prestes a abrir, mas tem certeza que naquele exato momento está fechado. Programar simultaneamente o foco veicular em amarelo intermitente e o foco do pedestre em vermelho intermitente é enganar o pedestre, dando-lhe a falsa ilusão de que os veículos têm de parar!

Uma alternativa seria sinalizar o foco do pedestre com vermelho fixo. O inconveniente, neste caso, é que o pedestre poderá ser induzido a pensar que se seu foco está vermelho agora é porque estará verde daqui a pouco. Isso levará à confusão na interpretação da sinalização e a um conseqüente descrédito da mesma.

A melhor opção, no nosso entendimento, é deixar os focos do pedestre apagados. Assim ele não terá nenhuma mensagem e ficará claro que deve atravessar sem nenhuma indicação, da mesma forma que o faz nos cruzamentos não sinalizados.

## **3.2. As normas vigentes**

### **3.2.1. A normalização brasileira**

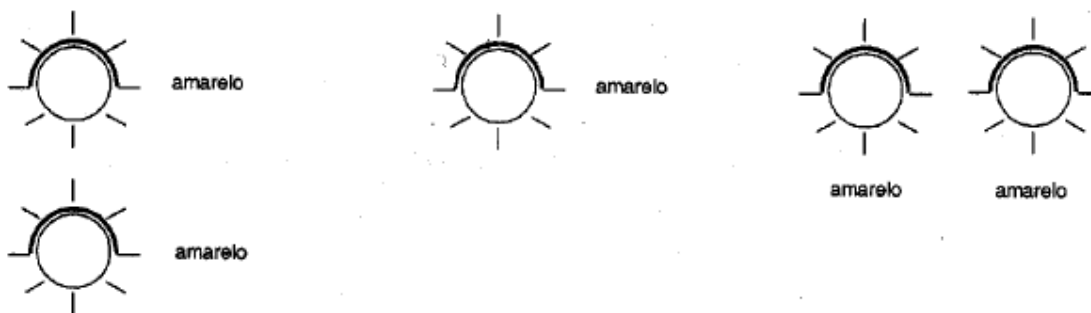
Transcrevemos a seguir os trechos do Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro que se referem ao semáforo em amarelo intermitente.

#### **“ 4.2. SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA DE ADVERTÊNCIA**

*A sinalização semafórica de advertência tem a função de advertir da existência de obstáculo ou situação perigosa, devendo o condutor reduzir a velocidade e adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante.*

##### **4.2.1. Características**

*Compõe-se de uma ou duas luzes de cor amarela, cujo funcionamento é intermitente ou piscante alternado, no caso de duas indicações luminosas.*



*No caso de grupo focal de regulamentação, admite-se o uso isolado da indicação luminosa em amarelo intermitente, em determinados horários e situações específicas. Fica o condutor do veículo obrigado a reduzir a velocidade e respeitar o disposto no Artigo 29, inciso III, alínea C”*

O Código define, em primeiro lugar, a sinalização de advertência, composta de um ou dois focos, o que não corresponde diretamente ao que está sendo aqui tratado. Mas, no último parágrafo, prevê a utilização temporária do grupo focal de regulamentação para fazer o papel de sinalização de advertência, que é, exatamente, o tema deste artigo.

### **3.2.2. A lei municipal paulistana**

Em 2 de Abril de 2002, após várias tentativas frustradas de projetos de lei anteriores, foi editada a Lei 13.332, que dispõe sobre a operação dos semáforos com sinal de alerta durante a madrugada.

Transcrevemos a lei.

*“Art. 1º - Os semáforos instalados nos locais de maior incidência de roubos e assaltos no Município de São Paulo funcionarão somente com o sinal de alerta (pisca-pisca no amarelo), das 23:00 horas até às 05:00 horas do dia seguinte.*

*Parágrafo único - Ficam excluídos da exigência contida no “caput” deste artigo os semáforos instalados nas vias cujo porte e limite de velocidade permitidos indiquem que a medida adotada possa causar periculosidade ao trânsito dos veículos.*

*Art. 2º - Caberá ao órgão competente do Executivo definir, com base nas estatísticas, os locais de maior incidência de roubos e assaltos que deverão atender ao disposto no artigo 1º.”*

### **3.2.3. A normalização norte-americana**

Transcrevemos a seguir os principais pontos de interesse do capítulo 4K do “Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways – MUTCD”, documento que normaliza a sinalização viária dos Estados Unidos.

*“Um semáforo intermitente é constituído por um ou mais focos que operam em modo intermitente. Pode configurar controle de tráfego quando usado em interseções ou pode ter o papel de sinal de advertência em outras aplicações.”*

*“O foco intermitente deve piscar de 50 a 60 vezes por minuto. A fração iluminada não deve ser inferior a metade nem superior a dois terços do ciclo de intermitência.”*

*“O semáforo intermitente é formado por um ou mais grupos focais voltados para cada uma das aproximações da interseção. Cada grupo focal é composto por um ou mais focos circulares amarelos ou por um ou mais focos circulares vermelhos.”*

*“A utilização do semáforo intermitente deve ser limitada às seguintes aplicações:*

*A. Focos em amarelo para o movimento principal e focos em vermelho para todas as outras aproximações; ou,*

*B. Focos em vermelho para todas as aproximações.”*

*“Movimentos conflitantes entre si não devem receber focos amarelos.”*

*“Movimentos que recebem vermelho intermitente devem ser sinalizados também com placa PARE.”*

*“O semáforo intermitente pode ser usado em interseções cujas características não justificam o semáforo convencional, mas em que os índices de acidentes justificam algum tratamento especial.”*

### **3.2.4. Comparação entre a norma brasileira e a norte-americana**

A norma norte-americana é bem mais abrangente do que a brasileira. Entretanto, nenhuma das duas estipula critérios de uso objetivos, ou seja, em que casos deve ser aplicado o semáforo com amarelo intermitente. O manual norte-americano trata a questão apenas em termos qualitativos: *“O semáforo intermitente pode ser usado em interseções cujas características não justificam o semáforo convencional, mas em que os índices de acidentes justificam algum tratamento especial”*. Nosso código ignora completamente a questão.

A diferença principal entre os dois países, porém, é que no Brasil permite-se que movimentos conflitantes andem juntos no amarelo intermitente enquanto que nos Estados Unidos isto é explicitamente proibido (*“Movimentos conflitantes entre si não devem receber focos amarelos.”*). Lá, escolhe-se os movimentos principais que não são conflitantes entre si (movimentos que poderiam andar no mesmo estágio num semáforo convencional) e sinaliza-se eles com amarelo intermitente. Todos os outros movimentos recebem vermelho intermitente.

### **3.3. Interpretação jurídica**

A sinalização pelo amarelo intermitente traz uma dúvida imediata. De quem é a preferência no cruzamento? Encontramos interpretações totalmente divergentes sobre o assunto. Vamos tentar desenredar a polêmica, ou talvez jogar um pouco mais de confusão na discussão.

Existem, basicamente, duas posições antagônicas. A primeira defende que se deve aplicar a regra geral de que a preferência deve ser de quem vem pela direita, visto que não há sinalização (regra da mão direita). A outra entende o amarelo intermitente como sinalização existente, e que, portanto, não se aplica a regra geral; como o intermitente

não define prioridade conclui-se que se configura uma situação em que não existe preferência.

Antes de continuar com a querela, vamos transcrever o que dispõe o Código de Trânsito Brasileiro:

*“A sinalização semafórica de advertência tem a função de advertir da existência de obstáculo ou situação perigosa, devendo o condutor reduzir a velocidade e adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante.”*, ao mesmo tempo que complementa que a advertência será composta por *“... uma ou duas luzes de cor amarela cujo funcionamento é intermitente ou piscante alternado, no caso de duas luzes.”*

Parece-nos que os defensores da primeira posição não estão interessados tanto em discutir se o amarelo intermitente constitui, exatamente, um tipo de sinalização, ou não. Sua preocupação maior é a de que todo local deve ter um regra clara que possa apontar a culpabilidade no caso de acidente. Indo ao extremo, se dois veículos conflitantes chegarem simultaneamente ao cruzamento, ficarão eternamente parados, pois ninguém definiu quem deve passar primeiro. Este grupo apóia-se no artigo 29 do código, transcrito a seguir.

*“O trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação obedecerá às seguintes normas:*

.....

*III - quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local **não sinalizado**, (grifo nosso) terá preferência de passagem:*

*a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;*

*b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;*

*c) nos demais casos, **o que vier pela direita do condutor** (grifo nosso);”*

Em defesa da segunda posição, vamos transcrever o parecer do Dr. Newton Paulo da Cunha Castro, assessor jurídico da CET, em abril de 2002, defensor do outro entendimento:

*“Ao tratar da sinalização semafórica, o Código de Trânsito Brasileiro classificou a utilização do amarelo intermitente como de advertência quanto à existência de obstáculo ou situação perigosa.”*

*“Dessa forma, a partir do momento em que a Autoridade de Trânsito determina que o semáforo passe a operar no amarelo intermitente, está o condutor advertido a reduzir a velocidade e adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante (item 4.2, do Anexo II).”*

*“Por outro lado, ao tratar da ordem de prevalência de sinalização, o Código de Trânsito Brasileiro prevê que as indicações do semáforo se sobrepõem aos demais sinais (da via) e demais normas de trânsito (art. 89, II). Logo, em casos dessa natureza, estando o amarelo intermitente sinalizado para ambos os sentidos, não há que se falar em via preferencial, pois todos os condutores que trafegam pela via estão obrigados a*

*reduzir a velocidade e a ter a cautela necessária, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.”*

*“Importante consignar que a sinalização semafórica do amarelo intermitente no horário noturno atende ao interesse público, preservando a segurança no trânsito (“idem” art. 1º, §1º) e possibilitando um deslocamento mais ágil pelas vias que apresentam reduzido volume de tráfego.”*

*“Por fim, saliente-se que a adoção do amarelo intermitente à noite em determinadas vias é matéria relativamente nova e, muito provavelmente, não haja uma jurisprudência dominante a respeito, mas apenas alguns julgados isolados. Daí porque é recomendável que o comitê que estuda o assunto se fundamente nas disposições do próprio Código de Trânsito Brasileiro.”*

Nossa opinião tende para o entendimento de que não existe preferencial e confessamos que nossa motivação não provem tanto da interpretação jurídica, mas sim do entendimento da realidade prática.

O motivo da predileção é que a adoção da “regra da mão direita” conduz a situações inaceitáveis. Um veículo que está trafegando por uma importante avenida deve parar e dar passagem a outro que se aproxima por uma rua local! Isso só existe mesmo no mundo teórico do texto do código! Mas o que é pior é que tais ambigüidades só servem para provocar confusão na cabeça dos motoristas e, conseqüentemente, criar situações de risco.

Além disso, não consideramos de maior gravidade o fato de inexistir preferencial. Na prática, os veículos negociam perfeitamente tal situação e aqueles que não o fazem estão a infringir o item 4.2, do Anexo II, pelo qual podem ser devidamente penalizados. Em relação à imperiosidade jurídica de que sempre, numa colisão, deve haver um culpado e uma vítima, podemos imaginar inúmeros exemplos em que os dois veículos são infratores e, evidentemente, não há sentido em afirmar, por exemplo, que a infração menos grave conduz à inocência.

Em resumo, endossamos as palavras do Dr. Newton Paulo da Cunha Castro e entendemos que inexistente prioridade de passagem por ocasião da operação em amarelo intermitente.

A adoção deste entendimento conduz à diretriz básica de que **todos** os veículos devem observar se existe algum outro carro se aproximando por uma via conflitante antes de adentrar ao cruzamento. Não existem veículos privilegiados que podem passar sem tomar este cuidado. Esta posição constituiu o fundamento do trabalho desenvolvido pela CET/SP para estabelecer os critérios de implantação do amarelo intermitente. (item 5).

#### **4. Pesquisas efetuadas**

Neste item, vamos quantificar a análise da operação do amarelo intermitente em alguns semáforos citando três pesquisas sobre o assunto.

A primeira foi feita em São Paulo em 1984 e constituiu o primeiro trabalho, na cidade, que apreciou o impacto nos acidentes de trânsito.

O segundo trabalho, também paulistano, foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Segurança no Trânsito – INST e tratou da compreensão da sinalização intermitente pelos motoristas.

A terceira pesquisa também se refere à segurança viária e foi levada a cabo em Winston-Salem, NC, USA. Tomamos por base um artigo da revista ITE Journal que analisa de forma bastante esclarecedora os resultados observados nesta cidade.

Reconhecemos que nossa amostra é extremamente reduzida, mas não conseguimos descobrir outros trabalhos que apontassem conclusões validadas por pesquisas antes-depois. Contamos com a ajuda de vocês para obter mais material sobre o assunto. Aliás, o ideal mesmo seria que cada cidade que opera com amarelo intermitente realizasse seu próprio estudo, pois assim poderíamos organizar um quadro representativo das condições brasileiras.

Vamos ao material coletado.

#### **4.1. São Paulo**

O primeiro contato que a engenharia de trânsito teve com o modo amarelo intermitente de madrugada foi em 1980. São Paulo estava modernizando seu sistema de semáforos através da implantação do pioneiro Projeto SEMCO. Os controladores ingleses que chegaram dispunham deste recurso, inédito à época, que era acionado automaticamente no caso de alguns tipos de falhas ou programado através da tabela horária como se fosse um plano qualquer. Os engenheiros da CET exultaram com a nova possibilidade. Em dois anos, 1980 e 1981, mais da metade dos 470 semáforos do Sistema SEMCO tinham sido habilitados a operar de madrugada em piscante.

Em 1984, foi conduzido um trabalho de avaliação da nova medida em relação ao aspecto segurança. Foram comparados os acidentes que ocorreram nos dois anos anteriores à implantação com os dois anos posteriores numa amostra de 89 interseções.

As 89 interseções foram classificadas em dois grupos. O grupo A era composto por 68 interseções em que todas as vias semaforizadas tinham mão única de direção e o grupo B formado por 21 interseções em que, pelo menos, uma das vias tinha mão dupla. Para o grupo A, os resultados foram os seguintes:

	atropelamentos	colisões com vítimas	colisões sem vítimas
Antes	2	24	67
Depois	1	28	63

Tabela 1

E para o grupo B:

	atropelamentos	colisões com vítimas	colisões sem vítimas
Antes	1	4	22
Depois	0	18	26

Tabela 2

A Tabela 2 mostra que o aumento de colisões com vítimas para as interseções tipo B é assombroso, representando 350% de acréscimo! Quanto aos demais dados, não houve variações estatisticamente significativas que permitissem justificar alguma hipótese.

O aumento das colisões com vítimas para o grupo B pode ser creditado à dificuldade existente na avaliação das chances de transposição do cruzamento pelos motoristas que precisam se preocupar com veículos vindo de sentidos opostos. Esta conclusão fez com que fossem eliminados imediatamente os intermitentes de todos os semáforos que tivessem alguma de suas aproximações com mão dupla.

O colega Sergio Ejzenberg<sup>7</sup>, analisando os mesmos dados, tem diferente opinião sobre as estatísticas envolvendo atropelamentos. Reproduzimos suas palavras:

*“Ainda que os números absolutos de atropelamentos sejam insuficientes para análise estatística, são decorrentes do acompanhamento por até 2 anos de 89 cruzamentos com Piscante Noturno, sendo assim inegável seu efeito de redução dos atropelamentos noturnos em semáforos.*

*Nossa interpretação para o fato é dura: o pedestre que confia no semáforo durante o período noturno e madrugada está se candidatando à morte, face ao desrespeito manifesto pelos motoristas, e às altas velocidades praticadas.*

*Assim, quando o semáforo passa a piscar, obrigando o pedestre a olhar para o fluxo veicular antes de iniciar a travessia, o efeito acaba sendo a diminuição, paradoxal, do número de atropelamentos.*

*Esta diminuição, que foi de 2 atropelamentos, é porém 9 vezes inferior ao aumento do número de colisões com vítimas (18 acidentes adicionais no mesmo período), deixando claro que as desvantagens suplantam de muito os eventuais benefícios.”*

Discordamos do confrade Sergio sobre sua conclusão quanto ao efeito do piscante na redução de atropelamentos, mas concordamos totalmente com ele quando afirma que, durante a madrugada, é preferível deixar que o pedestre conte apenas consigo mesmo do que induzi-lo a acreditar numa sinalização que seguramente será desrespeitada, transformando-se numa armadilha.

O forte aumento das colisões com vítimas leva o colega a se posicionar totalmente contra a implantação da sinalização aqui estudada em semáforos veiculares. Transcrevemos suas recomendações finais:

*“A título de resumo e orientação básica para aqueles que se dedicam à reprogramação de semáforos, apresentamos as seguintes conclusões principais do presente trabalho:*

*I. O Piscante Noturno, salvo casos excepcionalíssimos de semáforos isolados em vias de mão única, não deve ser utilizado nunca, pois causa aumento do número de acidentes com vítimas.*

*II. Para o período noturno e madrugada, recomenda-se adotar ciclos curtos, que permitam ao motorista, reduzindo sua velocidade de aproximação, eliminar ou diminuir drasticamente a espera.*

*III. Em caso de Redes Semafóricas, utilizar além do já citado Ciclo Curto para toda a rede, defasagens ( "off - sets" ) que controlem a velocidade de progressão dos pelotões, coibindo assim altas velocidades e assegurando velocidades médias compatíveis com a segurança.*

*IV. Durante a madrugada, programar os focos de pedestres para que fiquem apagados e omitir os estágios de pedestres.”*

#### **4.2. Pesquisa sobre a compreensão da sinalização intermitente**

Em 1995, o extinto Instituto Nacional de Segurança no Trânsito – INST interrogou 250 motoristas paulistanos sobre o amarelo intermitente. Resumimos, a seguir, os resultados encontrados para as três perguntas formuladas.

**Pergunta 1 – Qual o significado que a luz amarela piscante tem para você na sinalização de trânsito?**

##### **Resultados:**

95,7 % dos entrevistados relacionaram um amarelo piscante como aviso de atenção;  
2,0 % dos entrevistados relacionaram um amarelo piscante como parada obrigatória;  
2,3 % dos entrevistados relacionaram um amarelo piscante como ordem para reduzir a velocidade ou como aviso de saída de veículos.

**Pergunta 2 – Você já viu na cidade alguma sinalização de trânsito com a luz amarelo piscante?**

##### **Resultados:**

82,0 % dos entrevistados declararam ter visto este tipo de sinalização.

Destes:

- 85,7 % informaram tratar-se de “cruze com cuidado”;
- 7,3 % informaram tratar-se de “travessia de pedestres”;
- 3,0 % informaram tratar-se de “passagem de trens”;
- 2,0 % informaram tratar-se de “parada obrigatória”;
- 2,0 % fizeram outras afirmações, tais como, “semáforo quebrado”, “obstáculo” e “reduzir a velocidade”.

### **Pergunta 3 – Você já viu um cruzamento com farol que durante o dia funciona normalmente e à noite funciona todo no amarelo piscante?**

#### **Resultados:**

60,0 % dos entrevistados já tinham visto amarelo piscante noturno planejado.

Destes:

46,0 % afirmaram que “reduzem a velocidade e passam”;

36,0 % afirmaram que “param e passam”;

18,0 % tiveram outras respostas, tais como “buzinam/piscam o farol e passam” ou “passam direto” ou “respeitam a preferencial”.

Transcrevemos a análise do INST sobre a pesquisa.

*“Com o inter-relacionamento das respostas obtidas, pode-se chegar a algumas conclusões preliminares sobre o comportamento e entendimento dos motoristas sobre o amarelo piscante.*

*A grande maioria associa qualquer amarelo piscante como um sinal de atenção, que deve ser respeitado como um limitador de velocidade e apenas uma pequena porcentagem interpreta essa sinalização como sendo necessária a parada do veículo.*

*É interessante observar que a maioria dos 82,0 % dos motoristas, que declararam já ter visto algum tipo de uso do amarelo piscante na cidade, associaram com cruzamentos com a placa “Pare” ou com a placa “Cruze com cuidado” e, se for considerado o padrão da resposta anterior, percebe-se que provavelmente não estão respeitando a parada obrigatória, mas apenas reduzindo a velocidade para passar, atitude que deve estar se repetindo para a situação do piscante noturno planejado. Este desrespeito pode ser verificado na tabulação da pergunta 3, onde 46,0 % dos entrevistados, que conhecem o amarelo piscante planejado, afirmaram que reduzem a velocidade e passam. Somam-se a esses os 18,0 %, dos que conhecem o amarelo piscante planejado, que afirmaram que buzina/piscam o farol e passam ou passam direto ou respeitam a preferencial. Teríamos, portanto, 64,0 % de motoristas que sabem da existência do amarelo piscante noturno, mas não entendem o significado da sinalização e, dos que conhecem esse dispositivo, apenas 36,0 param e depois passam, fatos que podem representar, em alguns casos, o motivo determinante da elevação do índice de acidentes.*

*Mesmo após vários anos desde a implantação do amarelo piscante noturno planejado, constata-se que 40,0 % dos motoristas entrevistados declararam não ter conhecimento sobre este tipo de sinalização.”*

#### **4.3. Uma experiência norte-americana**

Este item foi extraído de artigo da revista ITE Journal / Abril de 2002 escrito por Stanley F. Polanis<sup>13</sup>, Assistente Técnico da Diretoria de Transportes da cidade de Winston-Salem, NC, USA. Stanley é graduado no Bureau of Highway Traffic of Penn State University e membro do ITE.

É bom ter em mente, ao ler a experiência de Winston-Salem, que o padrão norte-americano para o semáforo intermitente é diferente do brasileiro. Tal padrão encontra-se descrito no item 3.2.

O artigo documenta as mudanças que ocorreram nas colisões do tipo ortogonal em 19 interseções de Winston-Salem, antes e depois da eliminação do amarelo intermitente nos respectivos semáforos. A redução variou entre 29 a 100%, com média igual a 78%. Os locais estudados não apresentavam outras características de risco ou um alto índice de colisões durante a operação normal do semáforo durante o dia.

A Tabela 3 resume os dados agregados dos 19 estudos antes-depois. Apresenta apenas os acidentes que realmente interessam para a análise em questão, denominados acidentes-alvo; neste caso, os acidentes-alvo são as colisões ortogonais entre veículos que ocorreram nos períodos em que os semáforos estavam operando em amarelo intermitente. A Tabela 3 mostra, também, a quantidade total de colisões durante o dia inteiro e a porcentagem dos acidentes-alvo em relação ao total das colisões. Como os períodos cobertos pelos estudos do “antes” são diferentes daqueles para os estudos do “depois”, é calculada, também, a fração colisões/mês.

	Meses	Acidentes-alvo	Total de colisões	Acidentes-alvo/Total de colisões
Antes	888	156 (0,18/mês)	612 (0,69/mês)	25,5%
Depois	906	35 (0,04/mês)	413 (0,46/mês)	8,5%
% de variação	-	-78%/mês	-33%/mês	-

Tabela 3

Sob o ponto de vista dos dados desagregados, os acidentes-alvo caíram em todas as interseções após a retirada do amarelo intermitente. Em 16 dos 19 casos pode-se afirmar que tal redução é estatisticamente significativa no patamar de 95% de confiança, assumindo-se a distribuição de Poisson.

Em seis situações foi conduzido estudo complementar durante mais 40 meses. Em todos os seis casos a razão encontrada foi muito semelhante em ambas as comparações, tendendo mesmo a ser inferior na mais prolongada. Ou seja, nesses seis locais os benefícios continuaram a aumentar no período adicional, Esta constatação sugere que os benefícios alcançados na fase imediatamente posterior à retirada do piscante podem continuar a ser sustentados ao longo do tempo.

Polanis se refere, também, a outro estudo de 1980 conduzido pelo Federal Highway Administration (FHWA) em 60 interseções de Oakland County, MI, USA em que Gaberry e Barbaresso<sup>4</sup> perceberam que a eliminação do intermitente resultou na redução das colisões ortogonais em interseções do tipo “quatro-aproximações”. Barbaresso observou que o incremento das colisões ortogonais é significativamente maior em interseções em que a razão dos volumes entre as aproximações concorrentes é menor do que 2:1 do que naquelas em que tal razão é superior a 4:1. Tal observação pode ser

creditada a uma explicação de caráter comportamental. Nos locais em que o desequilíbrio dos fluxos é muito forte, fica patente de quem é a preferência, o que já não ocorre em cruzamentos onde os fluxos são equivalentes.

Por fim, repassamos trechos da conclusão de Polanis:

*“Os dados sobre colisões obtidos na cidade de Winston-Salem, nas pesquisas antes-depois, são coerentes com os resultados obtidos em outras cidades (isto é, as colisões ortogonais aumentam com a operação do semáforo em amarelo intermitente durante a madrugada). Os dados obtidos nos 19 locais estudados também mostram que a retirada desse modo de operação resulta numa substancial diminuição dos acidentes em questão. Os acidentes-alvo caíram 78% no conjunto das 19 interseções depois que foi removido o piscante....”*

*“Nos 19 semáforos analisados, é clara a relação entre os acidentes-alvo e a operação em piscante. Mesmo assim, a programação do amarelo intermitente é uma estratégia para reduzir atrasos que não deve ser descartada. Porém, seu uso deve ser cuidadosamente aplicado e com a garantia de uma posterior monitoração. Órgãos que se valem desta ferramenta devem adotar postura semelhante àquela do médico que receita um remédio que tem grandes chances de causar reações adversas em seu paciente, ou seja, efetuar um contínuo acompanhamento para se assegurar que o tratamento para curar uma doença não vai desencadear uma nova.”*

*“Na literatura, encontram-se alguns comentários sobre a diminuição dos riscos do piscante quando implantado em cruzamentos em que a proporção de volumes entre a principal e sua transversal supera valores entre 3:1 e 4:1. Dentre as 19 interseções contempladas no estudo, cerca de um terço apresentavam proporções superiores a 3;1, o que comprova que altas proporções de assimetria não garantem por si só que não haverá problemas com a adoção do intermitente. Isto reforça a sugestão anterior de que é indispensável promover o monitoramento do local no período posterior à implementação do piscante.”*

*“No fundo, a contraposição entre o amarelo intermitente e o maior risco de acidentes faz parte da tensão constante que existe no trabalho do engenheiro de trânsito. Garantir uma mobilidade ao mesmo tempo segura e ágil parece colocar, muitas vezes, o técnico da área em situações com objetivos contraditórios. Na presente questão, o piscante tem sido encarado como ferramenta bastante eficiente para fazer o trânsito fluir melhor em horários com baixo volume de veículos. Entretanto, há evidências de que em muitos locais tal operação resulta em aumento significativo das colisões. Abordar a questão tão somente do lado da eficiência da mobilidade vai nos conduzir a uma situação mais insegura. Encarar a questão tão somente do lado da segurança viária vai implicar em não aproveitar oportunidades de implementar tal operação em locais viáveis. Nos dois extremos, a solução ideal não é alcançada.”*

*“Parece que uma forma adequada de enfrentar a situação é a de expandir o conceito de eficiência para além da simples medição dos atrasos. Nesta visão mais completa, elementos como colisões, poluição do ar, etc. são encarados como custos e a eficiência ótima é alcançada quando os usuários obtêm o mínimo atraso pelo mínimo custo.”*

#### **4.4. Conclusões que tiramos dos casos relatados**

Os resultados das pesquisas antes-depois e da pesquisa sobre o entendimento da sinalização atestaram claramente o grande risco envolvido na decisão de se programar um semáforo em amarelo intermitente durante a madrugada.

Somente não concluímos que esta programação deve ser totalmente descartada porque a implantação nos locais pesquisados não obedeceu a critérios objetivos, calcados na Engenharia de Trânsito. É possível que existam locais que possam vir a operar perfeitamente bem com tal sinalização.

A principal lição que tiramos dos resultados observados é que deve existir um manual de critérios técnicos, capaz de apontar, semáforo a semáforo, qual a decisão mais adequada em função das características particulares de cada local.

### **5. O Manual da cidade de São Paulo**

#### **5.1. Introdução**

A promulgação da Lei Municipal 13.332, citada no item 3.2.2, desencadeou a necessidade de estabelecer sua regulamentação. Isto foi providencial, pois daí nasceu o manual **“Critérios para implantação do amarelo intermitente de madrugada em São Paulo”**, concluído em agosto de 2002, após detalhado trabalho de levantamento da experiência acumulada pela engenharia de trânsito, vistorias noturnas e testes. Este documento encontra-se transcrito no Anexo A e define as características que um semáforo deve apresentar para que possa ser programado em amarelo intermitente durante a madrugada. O relatório foi desenvolvido por um grupo de trabalho formado pelos técnicos Horácio Spina Jr., João Cucci Neto, Luis Vilanova, Maria Aparecida Camargo Barbosa (Kuca) e Virgílio dos Santos.

A parte fundamental do trabalho foi estabelecer quais aspectos deveriam ser verificados, ou seja, quais as características que o local candidato a receber amarelo intermitente tem de ter para que possa recebê-lo.

Em seguida, descrevem-se os resultados da aplicação prática do Manual propõem-se possíveis melhorias que se pode incorporar, no futuro, ao trabalho realizado.

#### **5.2. Aspectos que devem ser analisados para decidir se cabe amarelo intermitente**

Este item apresenta e comenta os aspectos que se julgaram relevantes na decisão de implantar, ou não, o amarelo intermitente num semáforo. Estes aspectos foram trabalhados na etapa da elaboração do Manual e geraram os critérios ali redigidos.

##### **5.2.1. Visibilidade recíproca**

Uma vez decidido que todo o veículo que se aproxima do cruzamento com piscante é obrigado a *“..reduzir a velocidade e adotar as medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante”*, conclui-se que o mesmo deverá observar se algum veículo de um movimento conflitante está se aproximando antes de efetuar a travessia.

Teoricamente poderíamos impor que todo veículo deveria parar na entrada do cruzamento, observar a transversal e só depois avançar, comportando-se de forma análoga à que tem de adotar quando encontra uma placa “Pare”. Porém, adotar esta premissa seria ignorar totalmente a realidade.

Para enfrentar tal empecilho, os técnicos da CET/SP resolveram adotar a seguinte norma:

**Todos os veículos, em velocidade normal, que se aproximam de um cruzamento em amarelo intermitente, devem ter condições de frear a tempo a partir do instante em que conseguem observar um veículo que chega por uma aproximação conflitante.**

Essa diretriz traz a vantagem de que só ocorrerá uma situação de risco se ambos os veículos forem infratores. Com isso, garantimos a proteção dos motoristas quando a legislação é atendida. Além disso, a metodologia proposta respeita o que acontece na prática: o motorista se aproxima na sua velocidade normal e cruza a interseção sem parar ou, mesmo, diminuir a marcha, contando com total segurança.

Uma vez decidida a regra, a questão que vai ficar para a Engenharia de Trânsito resolver é qual deve ser a distância mínima de visibilidade, ou seja, a quantos metros antes do cruzamento o veículo tem de conseguir enxergar um eventual veículo conflitante para conseguir frear a tempo.

A figura 1 nos vai ajudar a analisar a questão. Considerem-se dois veículos, 1 e 2, que se aproximam do cruzamento. As notações  $C_1$  e  $C_2$  representam, respectivamente, as larguras das calçadas (distância entre a linha de construção e a guia) das vias percorridas pelos veículos 1 e 2. Chamamos de  $b$  à distância que separa o veículo de sua calçada mais lindeira. As notações  $d_{f,1}$  e  $d_{f,2}$  são, respectivamente, as distâncias mínimas necessárias de frenagem dos veículos 1 e 2.

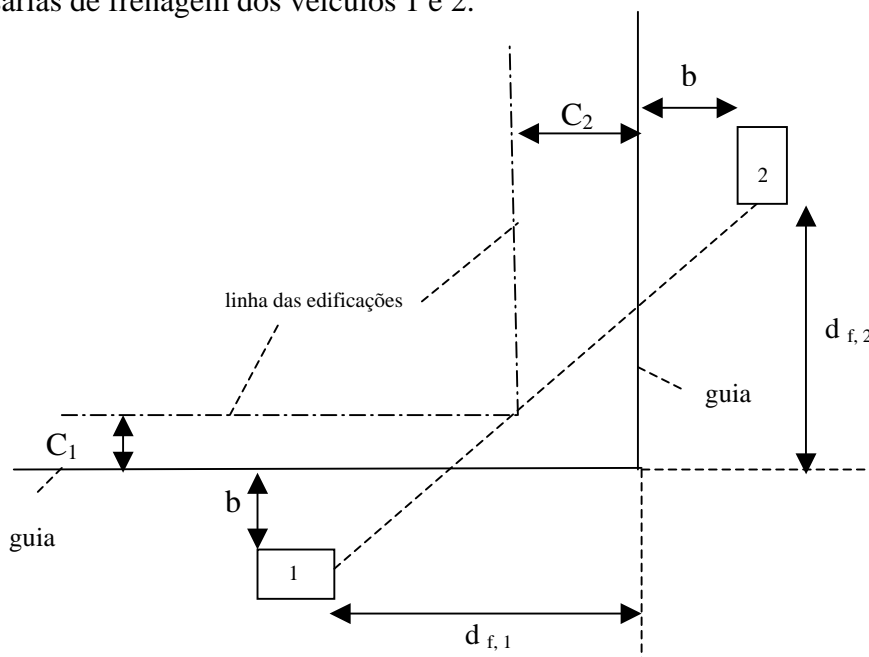


Figura 1

Para que a regra da visibilidade recíproca seja satisfeita, o veículo 1 tem de conseguir enxergar o veículo 2 quando estiver a uma distância  $d_{f,1}$  da guia da sua transversal. Existe uma afirmação análoga para o veículo 2.

Assumindo um movimento uniformemente desacelerado, as distâncias de frenagem podem ser calculadas pelas expressões:

$$d_{f,1} = \frac{v_1^2}{2 a_f}$$

e

$$d_{f,2} = \frac{v_2^2}{2 a_f}$$

em que,

$d_{f,1}$  = distância necessária para a frenagem total do veículo 1;

$d_{f,2}$  = distância necessária para a frenagem total do veículo 2;

$v_1$  = velocidade do veículo 1;

$v_2$  = velocidade do veículo 2;

$a_f$  = taxa de desaceleração, considerada igual para todos os veículos.

O próximo passo consiste em dimensionar as duas grandezas físicas envolvidas: a velocidade que iremos considerar para o veículo que chega ao cruzamento e sua máxima desaceleração.

A rigor, o valor a ser adotado como velocidade de projeto deve ser pesquisado *in loco* durante o período da madrugada. Entretanto, como é impraticável realizar tal estudo em todos os cruzamentos, optou-se por assumir a velocidade máxima “legal”, ou seja, 30 km/h para vias locais, 40 km/h para vias coletoras e 60 km/h para as vias arteriais, ou então, a velocidade máxima estipulada quando há sinalização específica. O principal argumento que defende esta simplificação é que garantimos que ocorrerá uma condição segura numa situação em que os motoristas respeitem a legislação. Contudo, em locais onde a velocidade máxima é desrespeitada sistematicamente, recomendamos que seja efetuada a medição direta em campo. Na prática, a maioria dos motoristas reduz a velocidade quando se aproxima de um cruzamento com amarelo intermitente a não ser nas vias flagrantemente preferenciais em relação à sua transversal. Tal redução constitui uma boa margem de segurança para a metodologia empregada.

A determinação do máximo valor admitido para a desaceleração é bem mais complexa. A variação é muito grande em função do tipo do veículo e mesmo da habilidade do motorista. Para este trabalho específico, foram efetuados vários testes de frenagem, procurando simular uma situação segura, mas que exigisse efetivamente uma frenagem e não, simplesmente um “ir parando”. Concluiu-se pelo valor de  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Na verdade, este número representa um valor equivalente, pois já traz embutido em si o tempo de percepção e reação do motorista. O técnico deve sempre estar atento para condições

locais que difiram substancialmente dos valores aqui adotados. Por exemplo, locais em declive com forte presença de caminhões vão exigir, seguramente, taxas de desaceleração inferiores a  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Nestes casos, é imprescindível medir diretamente no local o valor necessário, considerando-se os fatores restritivos envolvidos.

Assumindo desaceleração de  $4,0 \text{ m/s}^2$ , podemos calcular a distância de frenagem para algumas velocidades típicas. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos.

<b>velocidade v (km/h)</b>	<b>distância de frenagem <math>d_f</math> (m)</b>
30	9
40	16
50	24
60	35
70	47

Tabela 4

Determinadas as distâncias de frenagem, basta verificar se os veículos conseguem se avistar quando estão nos respectivos pontos. Não se considerou o efeito da luz emitida pelos faróis dos veículos. Em tese, a distância da visibilidade mínima necessária poderia ser determinada em função da visualização dos faróis dos veículos que vem pela transversal e não, como foi considerado aqui, em função do veículo em si. Entretanto, devido ao alto índice de veículos que transitam sem faróis acesos à noite, evitamos, a favor da segurança, adotar tal enfoque.

Para descobrir se os motoristas conseguem se visualizar mutuamente, quando se encontram na seção crítica de frenagem, temos de adotar a quantos metros da calçada os veículos se encontram, pois isso influi, evidentemente, nos resultados da verificação. Resolveu-se adotar uma abordagem conservadora. Quanto mais perto da calçada o motorista estiver, mais vai demorar para que consiga perceber um veículo que vem por aquele lado da transversal devido às edificações que impedem sua visão. Com base nas observações de campo, resolveu-se adotar que o motorista, na pior situação, está a 4 metros da guia. Quando a via é de mão dupla, duas situações devem ser analisadas. Na primeira, o conflito com possíveis veículos que venham pela transversal do lado direito e na segunda o conflito com possíveis veículos que se aproximem pela transversal, do lado esquerdo. No primeiro caso, considera-se que o condutor está posicionado a 4 metros da guia e, no segundo caso, a 1 metro da dupla amarela.

A figura 2 exemplifica a aplicação do critério para o encontro de duas vias, uma de 40 km/h e a outra de 50 km/h. A condição de visibilidade recíproca será satisfeita se a linha de visada entre os veículos (em azul) não for obstruída pela linha de construção (em marrom), assumindo uma distância de 4 metros entre o veículo e sua calçada lindeira.

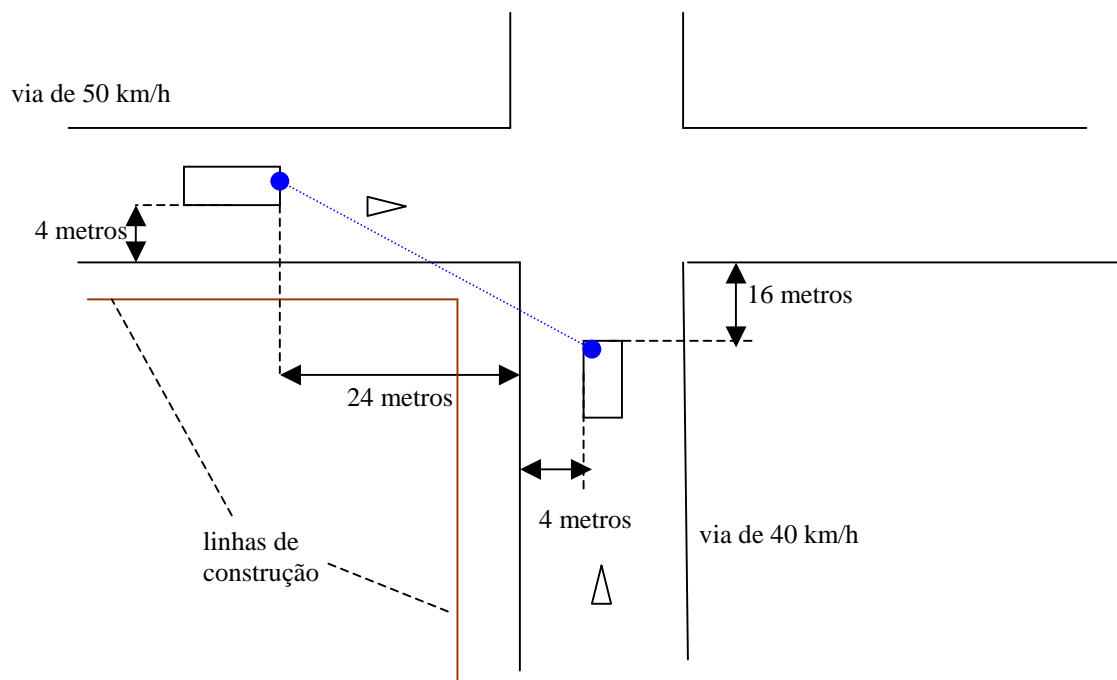


Figura 2

A verificação prática desta regra, em campo, é bastante simples, exigindo, apenas, que o técnico marque os dois pontos notáveis nas vias e observe se é possível avistar um deles a partir do outro. Nos casos em que as duas vias têm a mesma velocidade, nem mesmo este procedimento é necessário. Para estes casos, o Anexo B ensina como verificar as condições de visibilidade de uma forma bastante simplificada.

### 5.2.2. Pseudo-preferencial

Este aspecto visa refletir questões comportamentais. Quem trafega por avenidas importantes tende a achar que tem total preferência quando cruza com outras vias. A operação do amarelo intermitente exige que todos os motoristas que chegam ao cruzamento verifiquem se não há veículos com os quais possam vir a colidir antes de cruzar a transversal. Não é seguro, portanto, instalar amarelo intermitente em cruzamentos de vias que constituem eixos importantes, pois os motoristas que as percorrem tendem a comportar-se como se tivessem prioridade absoluta.

Para representar este efeito, resolveu-se utilizar a velocidade máxima como indicador. O critério estabelece que não se pode implantar amarelo intermitente em cruzamentos que são formados por uma ou mais vias com velocidade superior a 50 km/h. Na prática, esta decisão leva a não adotar tal operação em vias classificadas como arteriais.

Esta restrição não se estende a interseções em “T” em que não existam conflitos ortogonais entre veículos, pois nestas é muito claro, tanto do ponto de vista do Código como da realidade do comportamento dos motoristas, de quem é a prioridade de

passagem. Nestes casos, portanto, é viável instalar amarelo intermitente mesmo em vias arteriais. Convém esclarecer, contudo, que esta exceção só se aplica quando os veículos da via que não tem a preferência (perna do “T”) não são obrigados a cruzar um dos fluxos da preferencial, quando esta via é mão dupla.

No caso de travessias de pedestres em meio de quadra também não há, obviamente, conflitos de interpretações entre motoristas. Assim, neste caso também é possível implantar o piscante em arteriais.

### **5.2.3. Dupla mão sem canteiro central**

O estudo da CET/SP, de 1984, já tinha deixado evidente que se configura uma situação de grande risco quando um veículo é obrigado a cruzar uma via coletora com mão dupla de direção e sem canteiro central. Os condutores têm de se preocupar com os dois lados e, apesar de não termos conseguido compreender o que acontece em toda sua profundidade, ficou patente que não eles conseguem lidar bem com a situação. Constatou-se que tomam decisões mais arriscadas do que quando têm de cruzar fluxos equivalentes em vias de mão única.

Com base na experiência observada, decidiu-se impedir a instalação do piscante em vias de mão dupla sem canteiro central, quando a mesma tem velocidade máxima igual ou superior a 40 km/h. Considera-se que canteiros centrais com largura inferior a 6 metros configuram a mesma situação do caso sem canteiro, pois não oferecem a possibilidade de resguardo intermediário para um veículo.

O mesmo problema não foi detectado para vias de mão dupla com velocidade máxima de 30 km/h (vias locais), não havendo, portanto, nenhuma restrição nestes casos.

### **5.2.4. Múltiplos estágios**

Cruzamentos com três ou mais estágios veiculares apresentam uma complexidade de operação incompatível com a negociação que forçosamente vai existir no caso da operação em amarelo intermitente. Podemos imaginar como é complicada a situação de três veículos de vias conflitantes chegando simultaneamente ao semáforo e precisando decidir quem vai passar primeiro. Não se deve, portanto, implantar o piscante em semáforos deste tipo.

Vale ressaltar que estágios exclusivos de pedestres ou estágios de limpeza não constituem efetivamente estágios para o fim aqui estudado.

### **5.2.5. Dubiedade da sinalização**

Quando existem dois semáforos seguidos, muito próximos entre si, e somente um deles é candidato a intermitente, deve-se observar se não haverá possibilidade de dubiedade na interpretação da sinalização. O amarelo intermitente é muito “chamativo” e pode ofuscar um outro foco que esteja, por exemplo, em vermelho.

Na sua vistoria ao local, o técnico deve observar se o motorista pode vir a confundir o foco que estará transmitindo informações normais com outro que venha a operar em amarelo intermitente.

### **5.2.6. Período de funcionamento do amarelo intermitente**

O modo amarelo intermitente só pode vigorar nos períodos em que o fluxo é tão baixo que não existe a formação de pelotões de veículos, pois o motorista, quando faz parte de um pelotão, tem a tendência de se comportar como se estivesse numa via preferencial.

O pedestre é um elemento que, geralmente, tem dificuldades para lidar com a situação provocada pelo piscante. Ao contrário do que poderia parecer à primeira vista, seu comportamento não é idêntico ao que assume num cruzamento sem semáforo. Assim, deve-se evitar programar o amarelo intermitente em horários em que o número de pedestres é significativo. Estabeleceu-se, em São Paulo, que a operação só poderá ocorrer nos períodos em que forem encontrados menos de 60 pedestres/hora, considerando-se todas as travessias do cruzamento.

Outro fator restritivo a ser considerado, em termos de horário de funcionamento, são os ônibus. Os motoristas destes veículos são, em geral, muito menos cuidadosos do que os dos carros particulares. Nas vistorias realizadas, observou-se que a maioria dos ônibus atravessava o cruzamento como se o semáforo estivesse em verde para eles. Por isso, recomenda-se proibir a instalação de amarelo intermitente em vias utilizadas por ônibus, nos horários em que os mesmos estão operando.

A título de ilustração, a maioria das programações de amarelo intermitente, em São Paulo, vai das 23:00 h até as 5:00 h do dia seguinte.

Neste ponto, é oportuna uma observação. Este trabalho versa sobre amarelo intermitente de madrugada e por isso citamos o intervalo padrão das onze da noite às cinco da manhã seguinte. Entretanto, se os requisitos exigidos para a noite são também cumpridos em alguns horários do dia, não há, sob o ponto de vista estritamente teórico, razão para deixar de programar o semáforo amarelo intermitente durante estes intervalos. Na verdade, as condições de visibilidade são, obviamente, até melhores no período diurno. Um critério que pode impedir tal solução é o do volume máximo de pedestres que citamos no segundo parágrafo deste mesmo item, pois não é muito comum encontrarmos cruzamentos que apresentem volumes de pedestres inferiores a 60 por hora durante o período diurno. Em todo caso, seria bastante interessante que os órgãos responsáveis executassem projetos-piloto nos locais possíveis; caso os resultados fossem positivos, seria mais uma ferramenta com que o engenheiro de trânsito poderia contar.

### **5.2.7. Horário de Verão**

As entradas e saídas do horário de verão obrigam a reprogramação periódica dos relógios dos controladores. A importância do fator período de funcionamento na operação do amarelo intermitente obriga a atentar cada vez mais para os cuidados deste serviço.

### **5.2.8. Controladores semafóricos**

Somente controladores do tipo eletrônico têm condições de operar em amarelo intermitente em horários programados. Portanto, caso o local candidato seja provido de controlador eletromecânico, este deverá ser substituído para viabilizar tal medida.

Outra situação que deve ser lembrada é aquela em que um controlador comanda dois cruzamentos, sendo que um deles irá para piscante e o outro não, Neste caso, deverá ser implantado um controlador eletrônico específico para cada local.

### **5.3. Semáforos de travessia de pedestres em meio de quadra**

Em princípio, semáforos de travessia de pedestres de meio de quadra devem operar em amarelo intermitente de madrugada, qualquer que seja a hierarquia da via. Como já foi explicado anteriormente, sempre que o foco veicular está piscando em amarelo, o foco de pedestre deve permanecer apagado.

Geralmente o piscante constitui uma solução mais segura, pois a operação normal do semáforo pode induzir o pedestre a acreditar no seu boneco verde, criando uma verdadeira armadilha devido ao fato de que muitos motoristas não obedecem a semáforos de pedestres durante a madrugada (e muitas vezes durante o dia inteiro).

Pode parecer paradoxal, mas numa situação em que os motoristas desrespeitam sistematicamente o semáforo, é preferível deixar o pedestre sem sinalização alguma, pois dessa forma ele vai confiar apenas em si mesmo.

Em engenharia de trânsito é muito arriscado formular regras definitivas, mas a única razão, que conseguimos imaginar, que pode impedir a programação um semáforo de meio de quadra em piscante seria uma eventual dubiedade da sinalização, descrita no item 5.2.5.

### **5.4. Aplicação prática do Manual**

Nos três meses que se seguiu à conclusão do Manual, a engenharia de trânsito da CET verificou a possibilidade de instalar amarelo intermitente durante a madrugada nos 5000 (à época) semáforos da cidade. Antes deste trabalho, São Paulo contava com 179 semáforos em piscante noturno. Este número cresceu para 314 com a aplicação dos novos critérios. Sublinhe-se que foi retirado o amarelo intermitente de vários locais que não se enquadravam nos quesitos exigidos. Atualmente, em janeiro de 2006, dos 5500 semáforos existentes na cidade, 524 possuem piscante noturno.

Sempre que um semáforo passa a operar com amarelo intermitente, é essencial que se realizem vistorias de acompanhamento durante as primeiras semanas após a mudança. É importante reconhecer que ainda não temos base teórica suficiente para ter certeza, antecipadamente, de que o intermitente funcionará sem problemas em determinado cruzamento. Uma implantação incorreta pode ser motivo de graves acidentes de trânsito e só a observação prática da operação pode nos assegurar que a medida é adequada para cada local específico.

Será muito importante verificar os efeitos da nova programação no quadro de acidentes dos semáforos contemplados para poder aquilatar a qualidade dos critérios adotados e corrigir eventuais pontos negativos. Passados três anos do início da aplicação, já podemos contar com uma massa de dados estatisticamente significativa e acreditamos que, proximamente, já poderemos dispor de resultados que nos orientem melhor.

### **5.5. Aspectos não resolvidos**

Comentamos, neste item, alguns aspectos que suspeitamos ser relevantes, mas sobre os quais a engenharia de trânsito não conseguiu formular, ainda, uma opinião conclusiva.

Dois ou mais cruzamentos seguidos, em piscante, na mesma via – há dúvidas sobre a possibilidade de que vários cruzamentos seguidos em piscante possam induzir o motorista a se considerar num eixo preferencial.

Amarelo Intermitente a montante de um cruzamento semaforizado com elevado tempo de vermelho - um motorista pode ser levado a cruzar um amarelo intermitente sem os necessários cuidados, caso perceba que mais à frente existe um outro semáforo que está verde para ele, principalmente se ele souber que se ele chegar no vermelho terá de esperar muito.

Presença de caminhões – é conveniente observar se motoristas de caminhão têm o mesmo mau comportamento relatado para alguns motoristas de ônibus, isto é, se consideram que têm prioridade absoluta, sobre os outros veículos no amarelo intermitente.

Relação de volumes – não conseguimos detectar a influência da relação de volumes entre aproximações conflitantes no potencial de periculosidade do cruzamento; talvez porque a abordagem que utilizamos foi a de não recorrer à figura da preferencial. De qualquer forma, Barbaresso (item 4.3) é categórico em sua afirmação de que aproximações concorrentes que têm relação de volumes inferior a 2:1 apresentam maior número de colisões ortogonais. Vale a pena aprofundar o tema no futuro.

## **6. Alternativas ao intermitente**

Em locais onde não couber sinalização intermitente, recomendamos a utilização de tempos de ciclo curtos durante a madrugada. Ciclos de 40 a 60 segundos costumam atender perfeitamente ao fluxo rarefeito deste período.

Recorremos novamente ao colega Sergio Ejzenberg<sup>7</sup> sobre os benefícios dos ciclos curtos.

*“Resolver esperas noturnas excessivas com o Piscante Noturno é como curar um indivíduo com dor de cabeça decapitando-o! A Espera Noturna deve ser resolvida com Ciclos Curtos, onde os tempos verdes e vermelhos, de curta duração, permitem a interação do motorista com o semáforo, refreando aquele sua marcha ao se defrontar com um vermelho adiante, de tal forma que durante o tempo de percurso até o semáforo, este já esteja mudando de estágio.*

*Assim, minimizando paradas, e até controlando a velocidade de progressão mediante defasagens adequadamente escolhidas, conseguiremos segurança e conforto para os motoristas em seus deslocamentos noturnos.”*

Queremos apenas alertar que a solução do ciclo curto não costuma ser bem recebida pelos usuários dos eixos mais importantes. Explica-se: nos ciclos maiores, é possível lhes oferecer uma banda de defasagens mais larga. Ciclos mais curtos implicam em maior número de paradas, mesmo confiando na acomodação da velocidade citada pelo Sergio. O projetista deve, portanto, ponderar as vantagens e desvantagens de adotar tal solução em avenidas importantes. Já nas malhas compostas por vias de mesma hierarquia, a solução do ciclo curto não traz tal desvantagem.

Outra alternativa extremamente válida é trabalhar no modo atuado. São instalados laços detectores de veículos e o semáforo vai trocando seus estágios de acordo com a necessidade percebida. Em cruzamentos formados por avenidas importantes com transversais de baixo fluxo, uma boa solução é operar no sub-modo semi-atuado. Neste sub-modo, a situação básica do semáforo é o verde para o eixo principal. Quando um veículo é detectado na transversal, o semáforo dá o tempo de verde suficiente para atendê-lo e retorna logo a seguir para a principal. Dessa forma, as esperas semaforicas são reduzidas ao mínimo imprescindível. A grande dificuldade de recorrer a esta alternativa reside no custo de implantação e, principalmente, no custo da manutenção dos laços detectores.

## **7. Conclusão**

É universal o reconhecimento de que programar o semáforo em amarelo intermitente é uma solução simpática sob vários aspectos, mas que tem de ser analisada criteriosamente, pois carrega alto grau de risco inerente.

A elaboração do conjunto de critérios que compõem o manual paulistano representou importante passo a fim de objetivar o problema. Tem-se, agora, no mínimo, material para criticar. Criou-se uma base que pode ir sendo aprimorada à medida que os técnicos analisem suas recomendações *versus* os resultados práticos.

Os critérios foram imaginados e testados para a cidade de São Paulo, que possui características bastante peculiares. Seria temerária a importação incondicional destes critérios para outras cidades. Entretanto, foram adotadas algumas diretrizes que julgamos se apoiar em conceitos globais como, por exemplo, o cuidado com a visibilidade recíproca e que devem valer para qualquer cidade. O ideal seria que cada uma fosse testando seus critérios, decidindo o que é melhor para ela e divulgando o que constatou, principalmente no que se refere à comparação antes-depois em termos dos acidentes de trânsito. Poderíamos alcançar, então, uma norma brasileira sobre os critérios de implantação do amarelo intermitente de madrugada.

E como recomendação final: “Amarelo intermitente – em dúvida, não coloque”.

*\* Luis Vilanova é especialista em controle e monitoração de trânsito e trabalha atualmente na Gerência de Desenvolvimento Tecnológico da CET/SP.*

## **Bibliografia**

1. Vilanova, L.M. (1984) – Nota Técnica CET SP – “Amarelo piscante noturno. Considerações sobre sua implantação”.
2. Barbaresso, J.C. (1984) – Transportation Research Record 956 – “Flashing Signal Accident Evaluation.”
3. Barbaresso, J.C. - ITE Journal (August 1987) – “Relative accident impacts of traffic control strategies during low-volume nighttime periods.”
4. Barbaresso, J.C. – ITE Journal (July 1987) – “A case study of the accident impacts of flashing signal operations along roadways.”
5. Kacir, Kent C.; Hawkins Jr., H. Gene; Benz, Robert J. and Obermeyer, Michael E., – ITE Journal, (October 1995) – “Guidelines for the use of flashing operation at signalized intersections”.
6. Instituto Nacional de Segurança no Trânsito – INST (1995) – Parecer Técnico AS-3: “Utilização de programação de amarelo piscante em interseções semaforizadas no período noturno”.
7. Ejzenberg, Sergio (1995) – “Piscante Noturno em semáforos – Solução ou Problema?”.
8. Ejzenberg, Sergio (1995) – “Piscante Noturno em semáforos”.
9. Ejzenberg, Sergio (1996) – “Segurança em semáforos”.
10. Duarte, Tadeu Leite (1997) – Trabalho da disciplina “Técnicas de análise de dados aplicada à Engenharia de Transportes” do curso de pós-graduação do Departamento de Transportes da Escola Politécnica/USP – “Acidentes em cruzamentos semaforizados”.
11. Código de Trânsito Brasileiro (1997)
12. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET (2002) – “Critérios para implantação do amarelo intermitente de madrugada”.
13. Polanis, Stanley F. – ITE Journal (April 2002) – “Right-angle crashes and late-night/early-morning flashing operation: 19 case studies”.
14. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (2004) - Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways.

## ANEXO A

# MANUAL DOS CRITÉRIOS DE IMPLANTAÇÃO DO AMARELO INTERMITENTE DE MADRUGADA EM SÃO PAULO

### 1. Apresentação

O presente relatório tem por objetivo estabelecer a regulamentação sobre o amarelo intermitente de madrugada, relacionando os critérios objetivos que deverão nortear a decisão de adotar, ou não, este tipo de operação em cada cruzamento semaforizado.

Na vistoria ao local, durante o período em questão, poderão ser identificados outros fatores que não foram especificados neste manual. Este tipo de constatação poderá levar o técnico a não implantar o amarelo intermitente num local mesmo que os critérios justificassem a solução. O contrário, porém, não pode ocorrer. Mesmo que o técnico julgue que um local poderia passar a operar em piscante, contrariando algum requisito do Manual, tal solução não deve ser implementada. Em ambos os casos o técnico deve fazer um relatório do ocorrido e encaminhar a discrepância a algum componente do grupo de trabalho responsável pela elaboração do Manual, que analisará a conveniência de alterar o critério correspondente. Esta é, aliás, a única maneira de podermos ter um conjunto de critérios cada vez mais aperfeiçoado.

### 2. Hipóteses adotadas

- a) Para os cálculos de distância de frenagem, foi assumida a própria velocidade regulamentada da via, seja decorrente de sinalização vertical específica, seja como aplicação do Código de Trânsito (30 km/h para vias locais e 40 km/h para vias coletoras). Nos locais em que tal velocidade for ultrapassada por mais de 20% dos motoristas, deve-se adotar a velocidade real observada.
- b) Foi adotada a desaceleração veicular de  $4,0 \text{ m/s}^2$  como valor de projeto. Este valor representa uma desaceleração equivalente, pois já traz embutido em si o tempo de percepção e reação do condutor.
- c) Foi considerado que o condutor se encontra a uma distância de 4 metros da calçada que oferece menor visibilidade dos fluxos conflitantes da transversal. Nos casos de mão dupla de direção, foi assumido que o condutor se encontra na situação mais crítica entre 4 metros da calçada e 1 metro da dupla amarela.

### 3. Descrição dos critérios

#### 3.1. Critério de velocidade máxima

- a) A implementação do amarelo intermitente somente poderá ocorrer em cruzamentos em que todas as aproximações apresentem velocidade máxima regulamentada igual, ou inferior, a 50 km/h.

- b) A implementação do amarelo intermitente em interseções em “T” poderá ocorrer em quaisquer tipos de vias, independentemente de sua velocidade desde que respeitados os outros requisitos determinados neste Manual. Esta regra não se aplica nas situações em que os veículos da via que não têm a preferência (“perna do T”) são obrigados a cruzar um fluxo da preferencial, quando esta é mão dupla.
- c) A implementação do amarelo intermitente em travessias de pedestre, tipo meio de quadra (distantes 40 metros ou mais do cruzamento semaforizado mais próximo), poderá ocorrer em quaisquer tipos de vias, independentemente de sua velocidade, desde que respeitados os outros requisitos determinados neste Manual.

### **3.2. Critério de visibilidade recíproca**

Para instalar a operação em amarelo intermitente, devem ser obedecidos critérios de visibilidade mínima entre veículos potencialmente conflitantes.

Chamamos de distância de frenagem à distância mínima que o veículo é obrigado a percorrer, antes de parar. Esta distância é função da velocidade do veículo e da taxa de desaceleração ( $4,0 \text{ m/s}^2$ ). Vias com 60 km/h necessitam uma distância de frenagem de 35 metros. Para vias com velocidade igual a 40 km/h corresponde um valor de distância de frenagem igual a 16 metros. Para uma velocidade de 30 km/h encontra-se um valor igual a 9 metros.

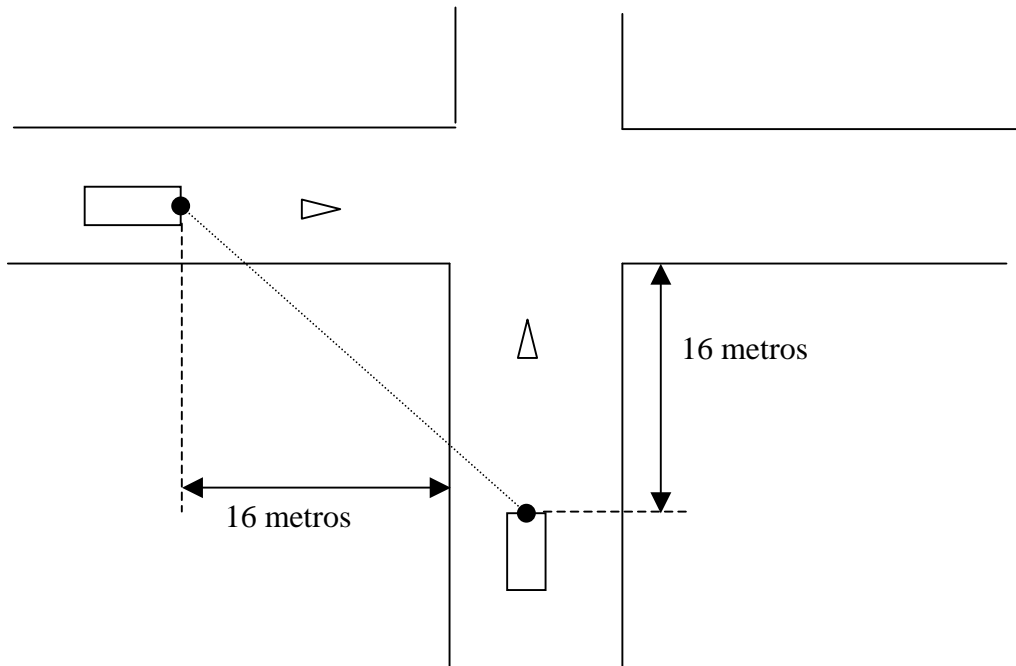
O conceito utilizado é que, para poder implementar amarelo intermitente num cruzamento, um veículo que está exatamente numa seção que dista, do alinhamento com a transversal, a respectiva distância de frenagem deve poder enxergar um veículo conflitante, que está se aproximando pela transversal, e que também se encontra numa seção que está a uma distância igual à respectiva distância de frenagem do seu alinhamento com a primeira via. Aplicando-se tal conceito a um cruzamento de uma via de 40 km/h com outra de 30 km/h, teremos que somente será possível instalar o amarelo intermitente se um veículo da primeira via, que está a 16 metros da transversal, conseguir enxergar um veículo que por esta se aproxima, quando ele se encontrar a 9 metros do alinhamento com a primeira via. Desta forma, qualquer um dos dois veículos tem condições de parar antes de adentrar na área de conflito do cruzamento, no caso de perceber que se aproxima um veículo conflitante, pela respectiva transversal.

Será considerado que o veículo se encontra na posição descrita no item 2 c).

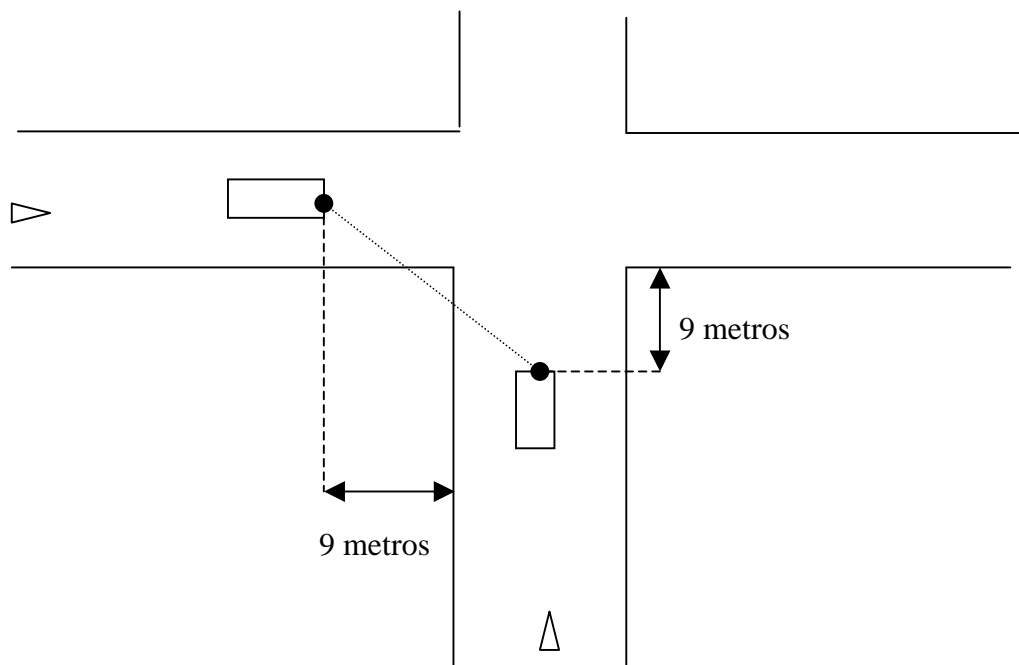
A seguir, exemplifica-se a aplicação deste método a alguns casos típicos.

I) Situação em que as duas vias são de mão única

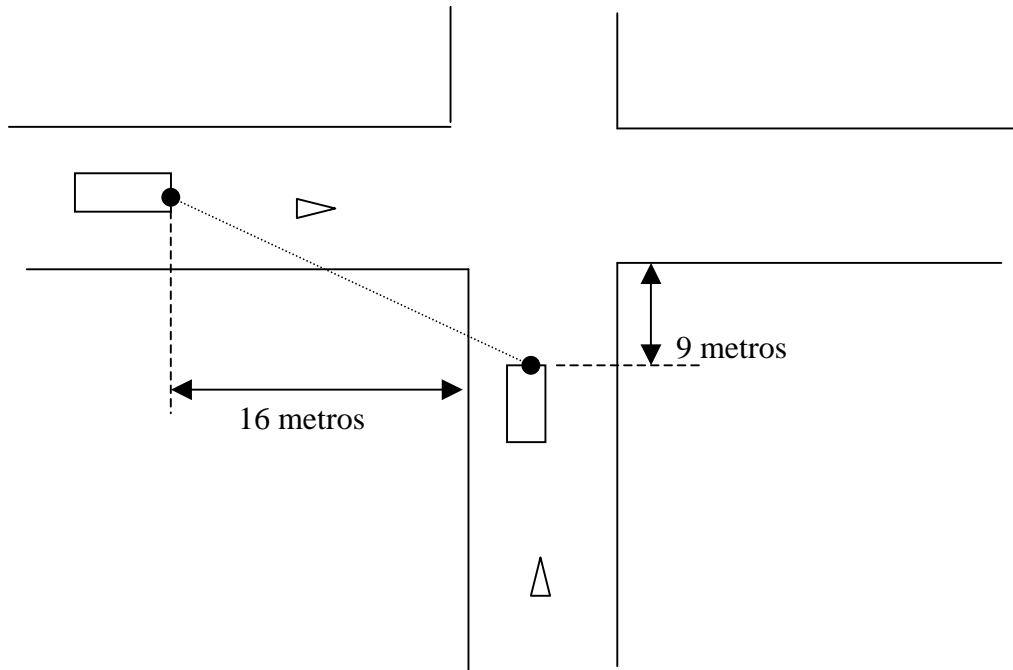
a) Cruzamentos de duas vias de 40 km/h:



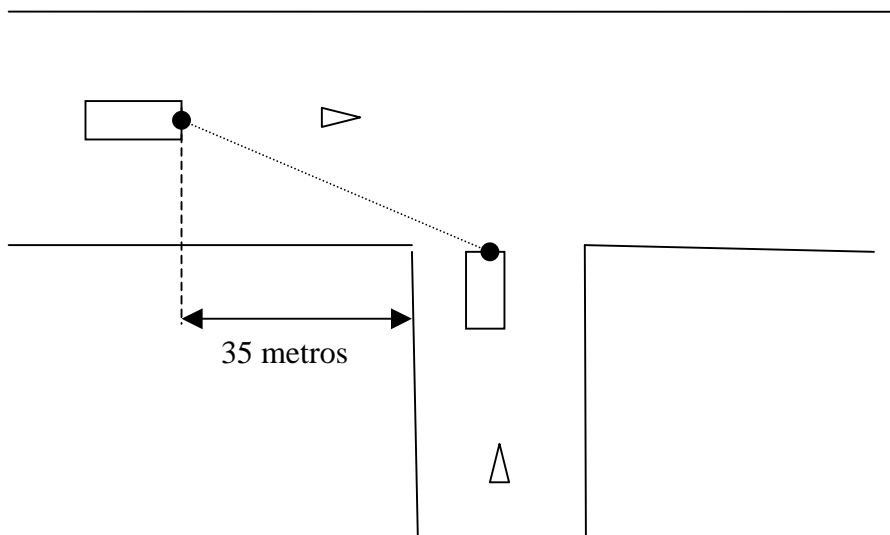
b) Cruzamentos de duas vias de 30 km/h:



c) Cruzamentos de uma via de 40 km/h com uma via de 30 km/h

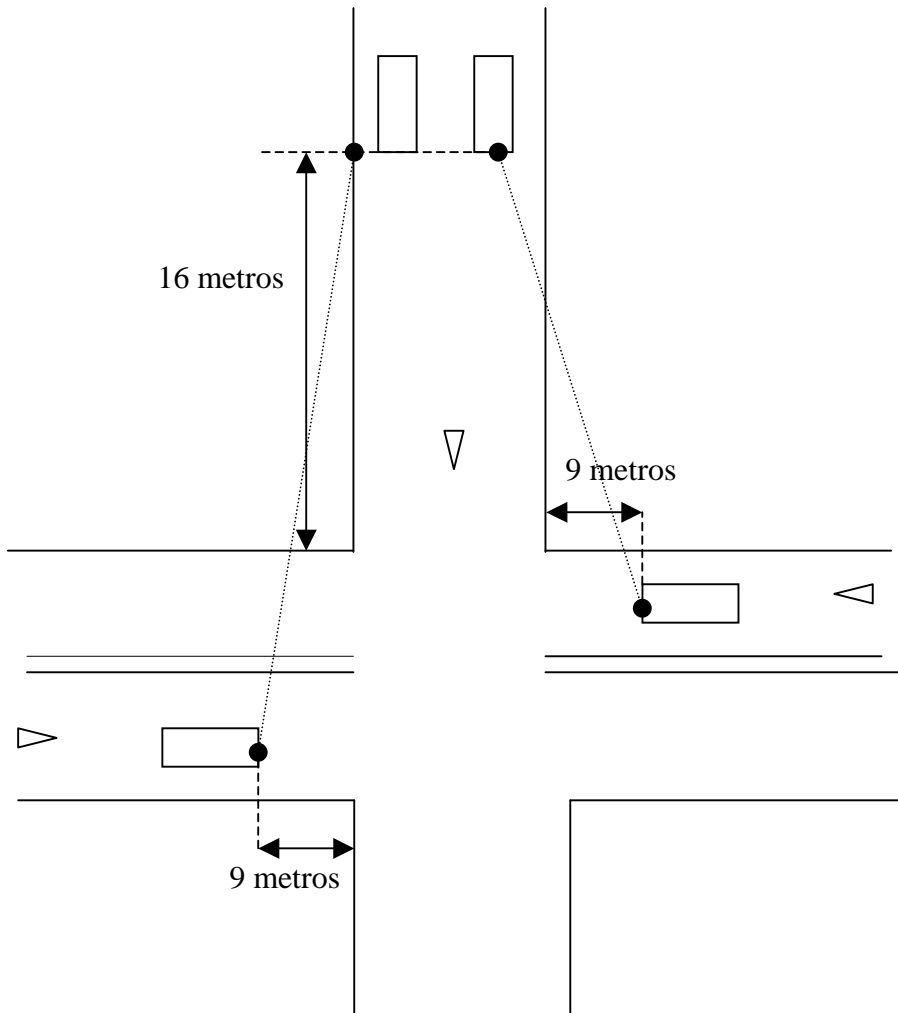


d) Cruzamentos em "T" , com a via principal de 60 km/h



II) Situação em que pelo menos uma das vias é mão dupla

Cruzamento de uma via de 40 km/h com mão única e uma via de 30 km/h com mão dupla:



Devem ser verificadas as duas situações representadas na figura.

### 3.3. Critério de mãos-de-direção

- Cruzamentos que têm uma das vias com dupla-mão de direção, velocidade igual ou superior a 40 km/h e sem canteiro central, ou com canteiro central inferior a 6 metros, não podem receber amarelo intermitente;
- Cruzamentos que têm uma das vias com dupla-mão de direção, velocidade igual ou superior a 40 km/h e com canteiro central igual ou superior a 6 metros serão analisados como se fossem dois cruzamentos distintos. Para o cruzamento real valerá a situação mais restritiva resultante dessa análise;
- Cruzamentos que têm uma das vias com dupla-mão de direção e velocidade inferior a 40 km/h podem receber amarelo intermitente, desde que cumpridos os outros requisitos especificados neste manual.

### **3.4. Critério de quantidade de estágios**

Cruzamentos com três ou mais estágios veiculares não podem receber amarelo intermitente.

### **3.5. Critério sobre ambigüidade na interpretação dos focos do semáforo**

Não se deve programar o amarelo intermitente em locais em que os respectivos grupos focais se encontrem muito próximos a outras linhas de foco que não estejam operando em amarelo intermitente, a ponto de possibilitar ambigüidade na interpretação da sinalização por parte dos condutores.

### **3.6. Critério sobre semáforos de travessia de pedestres**

Semáforos de travessia de pedestres em meio de quadra, devem operar no amarelo intermitente de madrugada, desde que respeitadas as demais restrições.

## **4. Descrição dos critérios para escolha dos períodos de funcionamento do amarelo intermitente**

A princípio, o período de funcionamento do amarelo intermitente vai das 23:00 às 5:00 h. Entretanto, devem ser ponderados fatores locais para estabelecer, para cada cruzamento, o período mais apropriado.

Existem três fatores bastante relevantes a serem considerados:

- a) O fluxo de veículos deve ser suficientemente pequeno para que se configure uma situação de aleatoriedade do trânsito e não de operação em pelotões nas aproximações conflitantes.
- b) O amarelo intermitente somente deverá funcionar nos horários em que não circularém ônibus no local em questão.
- c) O amarelo intermitente somente deverá funcionar nos horários e dias da semana em que o fluxo médio de pedestres correspondente, no intervalo analisado, seja igual ou inferior a 60 pedestres por hora.

## **5. Condições particulares de cada local**

O analista sempre deverá realizar vistoria no local em que se está estudando a instalação do amarelo intermitente durante o período em que o mesmo irá operar.

Nesta vistoria, desde que devidamente fundamentado tecnicamente, poderão ser consideradas condições particulares do local candidato que não tenham sido contempladas nos critérios gerais aqui descritos. Atenção especial deverá ser dada à

questão da velocidade. Deve-se analisar se, no local em estudo, a velocidade legal pode representar adequadamente a realidade.

Outro ponto importante a ser observado consiste no comportamento dos motoristas de caminhão. Em locais/horários em que seu fluxo for representativo, deve-se avaliar, cuidadosamente, se tal comportamento não pode vir a transformar-se num potencial de acidentes de trânsito.

## **6. Especificações das mensagens utilizadas**

Todos os grupos focais veiculares do local devem operar em amarelo intermitente e todos os grupos focais de pedestres devem permanecer apagados.

A frequência de intermitência deve ser igual a 1 Hz (um hertz), sendo que o intervalo aceso pode variar entre 0,4 a 0,5 s (quatro a cinco décimos de segundo).

## ANEXO B

### Verificação expedita da regra de visibilidade mútua

No caso de cruzamentos formados por duas vias ortogonais entre si e que apresentam a mesma velocidade  $v$ , fica bastante simples a verificação da regra de visibilidade mútua. A Figura B1 vai nos ajudar a mostrar uma maneira bastante simples de efetuá-la.

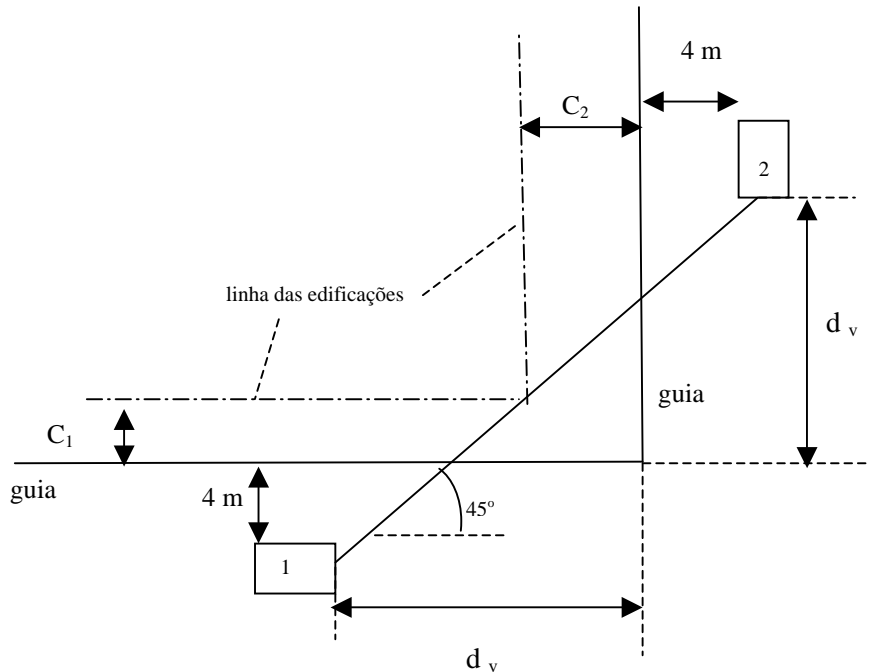


Figura B1

Como a velocidade é a mesma para os dois veículos e o cruzamento é ortogonal, nos interessa descobrir qual é a situação simétrica em que ambos passam a se avistar estando à mesma distância da respectiva transversal. Devemos, portanto, descobrir quanto vale  $d_v$  na Figura B1.

A partir da geometria da figura, podemos deduzir o valor de  $d_v$  :

$$d_v = C_1 + C_2 + 4 \quad (m)$$

em que,

$d_v$  – distância entre um veículo e a guia de sua transversal no ponto em que seu condutor passa a avistar outro veículo que chega por uma via ortogonal à sua, estando ambos à mesma velocidade;

$C_1$  – largura da calçada da via percorrida pelo veículo 1;

$C_2$  – largura da calçada da via percorrida pelo veículo 2;

4 m – distância assumida entre o veículo e a guia da calçada da sua via que fica do mesmo lado do veículo conflitante.

Nos casos em que a construção exibe a forma de uma esquina chanfrada, deve-se considerar que a linha de visada entre os motoristas tangencia o ponto mais saliente da construção, quando se traça um reta de  $45^\circ$ . A figura B2 ilustra tal situação.

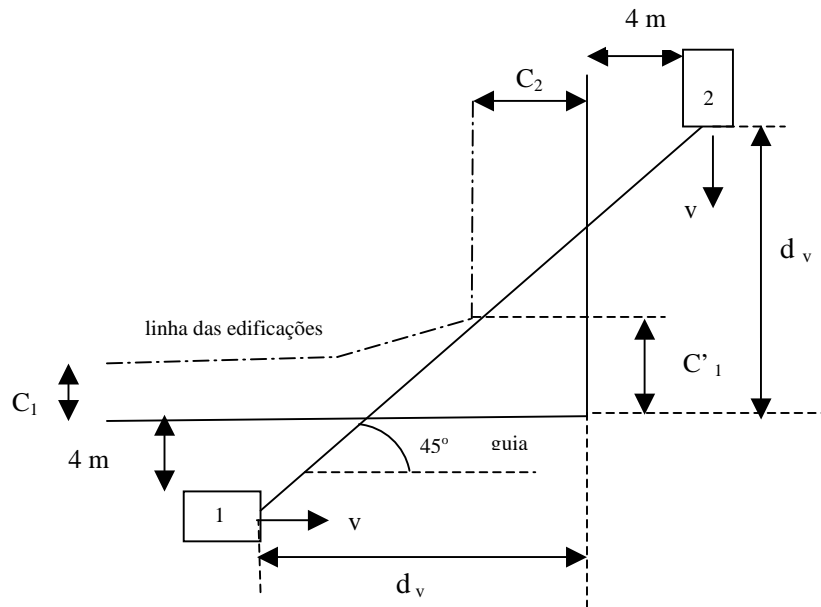


Figura B2

No caso desenhado acima, tudo se passa como se a largura  $C_1$  da calçada tivesse aumentado para o valor  $C'_1$  que é medido do alinhamento da guia até o ponto mais crítico da esquina, tangenciado pela reta de  $45^\circ$ . A expressão equivalente, neste caso, é:

$$d_v = C'_1 + C_2 + 4 \quad (m)$$

Uma vez encontrada a distância crítica  $d_v$ , por qualquer método que seja, basta compará-la com a distância mínima de frenagem  $d_f$ . Se for menor, significa que não há visibilidade mútua suficiente e que os veículos não vão conseguir frear a tempo a partir do instante em que perceberem um veículo conflitante. Caso contrário, isto é, se  $d_v$  for maior ou igual a  $d_f$ , podemos afirmar que a regra da visibilidade mútua está satisfeita e que não há impedimento, no que tange a este critério, em implantar o amarelo intermitente.