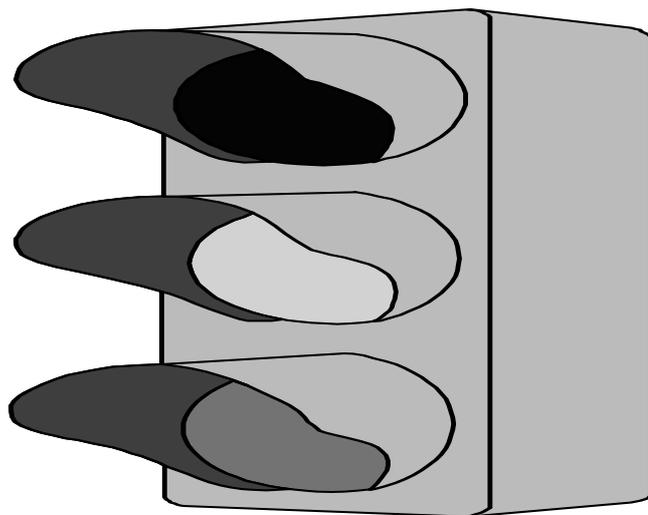


Projeto Semafórico: Legislação, Arranjo Físico e Sinalizações Relacionadas



Prof. João Cucci Neto

Agosto de 1999

Projeto Semafórico: Legislação, Arranjo Físico e Sinalizações Relacionadas

Sumário

Assunto	pág.
1. Legislação	
1.1. Responsabilidades.....	04
1.2. Definições.....	05
1.2.2.Formato E Dimensão Das Luzes.....	05
2. Tipos De Sinalização Semafórica.....	06
2.1. Sinalização Semafórica De Advertência.....	06
2.2. Sinalização Semafórica De Regulamentação.....	06
2.2.1. Cores.....	06
3. O Arranjo Físico.....	08
3.1. Discussões Preliminares.....	08
3.1.1 Posicionamento Das Colunas – Antes Ou Depois Do Cruzamento?.....	08
3.1.2.Instalação Elétrica – Aérea Ou Subterrânea?	10
3.2. O Arranjo Físico Da Sinalização Semafórica.....	11
3.2.1. Locação do controlador.....	11
3.2.2. Colunas e grupos semafóricos.....	13
3.2.3. Locação de laços detetores.....	14
4. Sinalizações Relacionadas.....	18
4.1.Sinalização Vertical.....	18
4.1.1. Sinalização Vertical de Regulamentação.....	18
4.1.2. Sinalização Vertical de Advertência.....	20
4.1.3. Sinalização Vertical de Indicação – placas educativas.....	20
4.1.4. Sinalização Vertical Indicativa de Serviços Auxiliares – placas para pedestres.....	20
4.2. Sinalização Horizontal.....	21
4.2.1.Linha de retenção.....	21
4.2.2.Faixa de travessia de pedestres.....	21
4.2.3.Linhas de aproximação.....	23
4.2.4.Linha dupla amarela.....	24
4.2.5.Setas.....	25
4.2.6.Legendas.....	25
4.2.7.Canalização.....	26
4.2.8.Marcação de área de cruzamento.....	27
Referências Bibliográficas.....	28

Projeto Semafórico: Legislação, Arranjo Físico e Sinalizações Relacionadas

Apresentação

Este texto, de uso eminentemente acadêmico, tem por objetivo reunir informações para a execução de projetos semafóricos, porém sem a pretensão de ser abrangente a ponto de se constituir em um manual técnico. O conteúdo incorpora textos legais fundamentais, extraídos do Código de Trânsito Brasileiro – CTB e outras publicações oficiais e, ainda, elementos de apoio para elaboração de projetos semafóricos e algumas discussões técnicas, baseadas na experiência do autor como engenheiro da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, de São Paulo, há mais de dez anos e como professor da Universidade Mackenzie desde 1999.

1. LEGISLAÇÃO

Os projetos de Engenharia de Tráfego devem obedecer à legislação de trânsito. No Brasil, as leis de trânsito estão contidas no CTB. A seguir (e também em todo o item 2), excertos do CTB [1], onde são tratadas as questões da sinalização, em especial da semafórica, no que diz respeito à elaboração de projetos e programações. Os grifos, sejam através do uso do tipo *itálico* ou do sublinhado, são de caráter didático, não pertencendo aos textos originais.

1.1. Responsabilidades

O CTB define as responsabilidades (civil e criminal) pela prática da Engenharia de Tráfego em seus artigos 1º e 5º, conforme transcrito abaixo:

Art. 1º, § 3º. Os órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito respondem, no âmbito das respectivas competências, objetivamente, por danos causados aos cidadãos em virtude de ação, omissão ou erro na execução e manutenção de programas, projetos e serviços que garantam o exercício do direito do trânsito seguro.

Art. 5º. O Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades.

1.2. Definições

As definições a seguir, bem como as constantes no item 2, foram extraídas dos Anexos I & II do CTB.

Foco de pedestres – indicação luminosa de permissão ou impedimento de locomoção na faixa apropriada (*Anexo I*).

Sinalização semafórica - subsistema da sinalização viária que se compõe de luzes acionadas alternada ou intermitentemente através de sistema elétrico/eletrônico, cuja função é controlar os deslocamentos (*Anexo II*).

1.2.2. Formato e dimensão das luzes:

- movimento veicular – redondo, de 200 ou 300 mm;

O CTB, no seu Anexo II, prevê a possibilidade de uso de setas direcionais (somente nas lentes verde e vermelha) dos focos veiculares (ver item 3.2.2), situação chamada de “direção controlada”. No caso da sinalização de movimento livre, o CTB a denomina “direção livre” e prevê a colocação da lente seta em um foco verde, único.

- movimento de pedestre – quadrado, lado de 250 ou 300 mm;

- faixa reversível – quadrado, lado de 300 mm.

2. TIPOS DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA

O CTB estabelece dois tipos de sinalização semafórica: de advertência e de regulamentação.

2.1. Sinalização semafórica de advertência

Tem a função de advertir da existência de obstáculo ou situação perigosa, devendo o condutor reduzir a velocidade e adotar medidas de precaução compatíveis com a segurança para seguir adiante.

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

2.2. Sinalização semafórica de regulamentação

Controla o trânsito, alternando o direito de passagem. Compõem-se de luzes de cores preestabelecidas, agrupadas em um único conjunto, dispostas verticalmente ao lado da via ou suspensas sobre ela, podendo, nesses casos, serem fixadas horizontalmente.

2.2.1. Cores (Anexo II do CTB)

Veículos: - Vermelha: indica obrigatoriedade de parar;

- Amarela: indica “atenção”, devendo o condutor parar o veículo, salvo se isto resultar em situação de perigo para os veículos que vem atrás;
- Verde: indica permissão de prosseguir na marcha, efetuando o condutor a operação indicada pelo sinal luminoso.

O CTB, em seu Anexo II, prevê a possibilidade de controle semafórico a partir das luzes vermelha e verde, somente. Nesse caso, o comando do amarelo é substituído pelas duas luzes acesas ao mesmo tempo.

Pedestre: - Vermelha: indica que os pedestres não podem atravessar;

- Vermelha intermitente: assinala que a fase durante a qual podem passar os pedestres está a ponto de terminar. Isto indica que os pedestres não poderão começar a cruzar a via e os pedestres que hajam iniciado a travessia na fase verde se desloquem o mais breve possível para o refúgio mais próximo;
- Verde: assinala que os pedestres podem passar.

3. O ARRANJO FÍSICO

Ao contrário do que ocorre com a sinalização horizontal e vertical, não existe no Brasil nenhum manual publicado pelo órgão oficial (no caso, o Departamento Nacional de Trânsito - Denatran) sobre posicionamento de grupos focais e colunas de sustentação para elaboração de projetos de sinalização semafórica. O Manual de Semáforos existente, publicado pelo Denatran em 1979 [2], trata da programação dos tempos semafóricos e, embora discuta os critérios para colocação ou não de um semáforo em um cruzamento, não aborda a questão do seu arranjo físico. Nesse sentido, a referência mais conhecida é o Manual de Sinalização Semafórica [3], da CET, de São Paulo, publicado em 1978, que está, atualmente, passando por revisão.

3.1. Discussões preliminares

3.1.1. Posicionamento das colunas – antes ou depois do cruzamento?

Existem vantagens e desvantagens em cada uma das formas de posicionamento das colunas, como mostra o Quadro I, adiante. Por conta da falta de uma norma nacional, o padrão de posicionamento de colunas no Brasil varia de cidade para cidade. Em São Paulo, a regra é a de se colocar as colunas após o cruzamento. Encontram-se desenhos-exemplo de intersecções em publicações do Denatran com colunas posicionadas antes do cruzamento (como é o caso, por exemplo, do Manual de Segurança para Pedestres [4]). Vale lembrar que a decisão por um ou outro arranjo físico deverá levar em conta também um dos fatores básicos para o sucesso de qualquer tipo de sinalização viária – a padronização. Pela sua natureza de controlador de correntes de tráfego conflitantes, que lida com decisões tomadas pelos condutores em frações de segundo, o semáforo torna a questão da padronização muito mais relevante do que para outro tipo de sinalização.

No caso de um projetista ou órgão de gerência de trânsito optar pelo arranjo físico que não é o predominante na região ou cidade onde atua, deve ser considerada a necessidade de homogeneização do restante dos semáforos instalados, o que pode envolver altos custos. Deve ser levado em conta, ainda, o estabelecimento de normas de projeto que garantam para os futuros projetos a continuidade da nova padronização adotada.

	Antes do cruzamento	Após o cruzamento
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - melhor visibilidade da sinalização pela menor distância entre os focos e a linha de retenção; - maior respeito ao semáforo, pela impossibilidade de visualização das cores dos focos das outras aproximações; - maior respeito pela faixa de pedestres, pois o avanço sobre ela dificulta a visualização dos focos. 	<ul style="list-style-type: none"> - mantém o motorista informado da condição das cores a ele dirigidas mesmo após a passagem pela retenção (não existe o “vão cego”); - é o padrão na maior parte das cidades brasileiras; - melhor visibilidade para os primeiros da fila; - racionalidade no uso de colunas (uma mesma coluna pode sustentar braços projetados voltados para mais de uma aproximação) e grupos focais.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - pode transmitir insegurança ao motorista em cruzamentos cuja transversal é muito larga, pois ele estará atravessando-a sem a informação das cores do semáforo (“vão cego”); - exige um número maior de grupos focais, pois há necessidade de colocação de grupos repetidores a baixa altura para visualização dos primeiros da fila; - não é o padrão na maior parte das cidades brasileiras; - exige, também, de um modo geral, um maior número de elementos de sustentação, pela dificuldade de aproveitamento de uma mesma coluna para suportar braços projetados para aproximações diferentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - permite, na maioria dos casos, que os motoristas se baseiem nas cores dos outros movimentos, comportamento que pode ser um gerador de acidentes; - a visibilidade é reduzida pela maior distância entre os grupos focais e a linha de retenção.

Quadro I – Vantagens e desvantagens das colunas e grupos focais antes e depois do cruzamento.

3.1.2. Instalação elétrica – aérea ou subterrânea?

Da mesma forma que no subitem anterior, a opção por um ou outro tipo de instalação tem vantagens e desvantagens. Entretanto, neste caso, a questão da padronização não é tão relevante do ponto de vista da segurança. O ponto mais importante passa a ser o econômico, seja a partir da relação custo-benefício de cada situação e de cada projeto, seja na administração dos itens de almoxarifado do órgão gerenciador do trânsito, uma vez que uma boa parte dos elementos (como cabos, emendas etc) necessários à instalação de cada uma das duas formas é diferente.

A instalação aérea é a mais comum. É mais simples de se executar e a que oferece maior flexibilidade. Exige pouca obra civil (praticamente só as fundações das colunas) e pode ser implantada em algumas horas. Também traz mais facilidades na manutenção, em relação à identificação dos cabos. Tem como inconvenientes: maior exposição à danificação pelos caminhões que transportam cargas altas; em acidentes de trânsito, as colunas abalroadas podem esticar os cabos e rompê-los, provocando curtos ou desligando todo o cruzamento; deve ser considerada, ainda, a questão estética, pois os fios expostos sobre o cruzamento não são um fator de embelezamento da cidade. Esta questão é mais acentuada em cruzamentos complexos, de grandes dimensões, onde vãos muito extensos demandam a colocação de colunas intermediárias de sustentação. De um modo geral, como todo o conjunto fica exposto à ação do tempo e os cabos sofrem tensionamentos pelo vento e pelo seu próprio peso, sua durabilidade e de suas emendas na instalação aérea tende a ser menor do que na subterrânea. Outra situação onde a fiação aérea é a indicada é em semáforos de uso temporário, como os implantados durante uma etapa de obras, por exemplo.

A instalação subterrânea exige um projeto de obras civis, o que não ocorre em relação à aérea. No projeto devem ser dimensionados e locados os dutos de ligação entre as colunas e o controlador e as caixas de passagem, onde serão feitas as emendas e, eventualmente, as de inspeção. Devido à necessidade de obras civis (de baixa complexidade), que, em geral, incluem travessia de vias, acaba sendo mais cara do que a instalação aérea. Tem a vantagem da maior durabilidade e da melhor aparência. É mais recomendável em vias em construção ou que passarão por reformas geométricas, pois a instalação subterrânea quando feita preliminarmente à pavimentação e demais acabamentos tem seu custo bastante reduzido. Quando não ocorrer nenhum dos dois casos, é preferível executar a instalação subterrânea nos cruzamentos onde a situação da sinalização, geometria e circulação estejam consolidadas, onde qualquer mudança de posição de colunas seja pouco provável. A instalação subterrânea, por não ser diretamente visível, necessita de um cuidado

maior com o cadastro de ligação e emendas dos fios dos cabos, tanto para os serviços de manutenção quanto para os casos da ampliação do conjunto semafórico.

Deve-se ressaltar que, no caso de sistemas semafóricos centralizados, onde a transmissão de dados seja feita por rede própria, a utilização de instalação subterrânea é altamente recomendável, especialmente nas linhas tronco, onde passam os cabos de maior porte. Pela sua importância estratégica de controle, a utilização de Rede de Transmissão de Dados (RTD) subterrânea evita os graves transtornos ao controle semafórico que ocorrem quando há perda de comunicação provocada por rompimento de cabos por abalroamentos ou retiradas dos postes de sustentação. Nos casos onde a opção for pela RTD subterrânea, poderá se considerar a colocação de toda a (ou parte da) instalação elétrica dos cruzamentos em dutos, a partir de possíveis ganhos de escala com as obras.

3.2. O arranjo físico da sinalização semafórica

3.2.1. Locação do controlador semafórico

A locação do controlador semafórico é das tarefas mais importantes, que nem sempre recebe a devida atenção no momento da elaboração do projeto. As consequências de uma locação inadequada podem ser altos custos para remanejamento e prejuízo à operação. Quatro pontos devem ser verificados em primeiro lugar: operação, exposição a acidentes, obstrução ao deslocamento de pedestres e alimentação elétrica. A melhor locação é a que atende satisfatoriamente a esses quatro pontos, conforme descrito a seguir:

- operação: a posição ideal do controlador em termos operacionais é aquela de onde se vê a maioria das aproximações importantes controladas pelo equipamento. Isso facilita os serviços de regulação semafórica, inserção de dados de programação e operação manual;
- exposição a acidentes: o controlador semafórico é um equipamento estratégico, pois, estando fora de operação, expõe cidadãos a acidentes. Além disso, é equipamento relativamente caro e muitas vezes de reposição trabalhosa. Portanto, deve ficar em local protegido, fora da linha de maior probabilidade de abalroamento por acidentes veiculares gerados por movimentos conflitantes. Deve-se analisar a circulação das vias e procurar posicioná-lo no ponto de menor exposição a acidentes. Uma alternativa é posicioná-lo de modo a ficar protegido por outros elementos da via, como postes de iluminação, por exemplo;

- obstrução ao deslocamento de pedestres: existem controladores de grande porte, que ocupam uma área considerável, quando locados no passeio. Deve-se tomar o cuidado de posicioná-lo de forma a preservar uma área suficiente para a passagem dos usuários com conforto (mesmo estando o controlador com as portas abertas, conforme citado a seguir, no item “manutenção”), sem se constituir em um obstáculo ao deslocamento de pedestres, incluindo os que levam carrinhos de bebê, feira etc;
- alimentação elétrica: muitas vezes uma locação ideal pelos outros quesitos anteriores fica inviabilizada pela inexistência de pontos de energia elétrica para alimentação do controlador. Eventualmente é possível executar uma extensão de um ponto da rede existente até o local escolhido para o controlador, sem custos muito elevados. Porém, nem sempre essa alternativa é viável técnica ou economicamente. Nesses casos, a saída é conhecer as possibilidades de alimentação da intersecção e optar pela que possa compreender o maior número de pontos a favor dos quesitos anteriores.

Existem, ainda, outras condições a se considerar, pois, quando atendidas, trazem ganhos em termos gerais, desde a operação até a manutenção do equipamento:

- manutenção: deve-se levar em conta as necessidades das equipes de manutenção, como o local para estacionamento de seus veículos e a necessidade de se trabalhar com as portas do controlador abertas, o que pode interferir na passagem de pedestres ou expor o técnico ao movimento dos veículos. Outro aspecto a ser lembrado é o de não se posicionar o controlador em locais gramados, pois dificulta a manutenção em dias de chuva. Caso o ponto ideal disponível seja uma praça ou outro local gramado, deve-se construir uma área pavimentada ao redor do controlador;
- obstrução visual: dependendo do porte, o controlador, se posicionado no passeio próximo à esquina, pode se constituir em uma obstrução visual, prejudicando a intervisibilidade dos motoristas nas aproximações do semáforo, fator prejudicial à segurança;
- acessos lindeiros: verificar se o local escolhido não é passível de se tornar uma guia rebaixada no futuro;
- enchentes: se o local for sujeito a enchentes, verificar o ponto mais alto, dentro dos viáveis, ou posicioná-lo a uma altura suficiente para não ser atingido pelas águas;

- interferências: no momento de escolher a posição do controlador é possível identificar parte das redes das concessionárias de água, luz etc, pelas caixas de passagem e visita existentes no passeio. Isso pode prevenir danos às redes e mudanças de locação de última hora.

O conjunto completo dos cuidados citados traz vantagens para o gestor do trânsito da cidade. Para os projetistas, cabe a sugestão de elaborar uma planilha de verificação (“check-list”), relacionando os itens anteriores, de modo a facilitar a elaboração do projeto de locação do controlador.

3.2.2. Colunas e grupos semaforicos

Conforme comentado no item 3.1.1, não existe regulamentação no Brasil quanto ao posicionamento das colunas e grupos semaforicos. Cada órgão gestor do trânsito utiliza suas próprias regras, baseados em manuais internos ou, eventualmente, em critérios subjetivos dos projetistas. Desse modo, a discussão do tema envolve uma grande gama de situações, muitas vezes controversas, pela ausência de uma regulamentação que sustente a defesa de uma ou outra linha de projeto. O que segue é, simplesmente, uma série de recomendações de ordem prática, baseadas na experiência do autor, enfocando, principalmente, a questão da segurança:

- é imprescindível a colocação de pelo menos dois grupos focais para cada grupo semaforico. Isso permite melhor visibilidade e diminui o risco da falta de informação devido a lâmpadas queimadas;
- cuidados com os luminosos de publicidade – os semaforos nas áreas de maior concentração comercial das cidades podem sofrer concorrência da iluminação de lojas e outros estabelecimentos. Vistorias noturnas são recomendáveis para verificação dessa possível interferência. Vale lembrar que o CTB dá poderes ao órgão gestor do trânsito para solicitar a remoção de elementos urbanos que interfiram na visibilidade da sinalização, conforme segue:

Art. 81. Nas vias públicas e nos imóveis é proibido colocar luzes, publicidade, inscrições, vegetação e mobiliário que possam gerar confusão, interferir na visibilidade da sinalização e comprometer a segurança do trânsito.

Art. 84. O órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá retirar ou determinar a imediata retirada de qualquer elemento que prejudique a visibilidade da sinalização viária e a

segurança do trânsito, com ônus para quem o tenha colocado.

- posição da lente – as lentes de focos de melhor qualidade possuem internamente uma série de ranhuras direcionais e tem uma posição ideal (aquela onde o direcionamento da iluminação incide mais fortemente no ângulo de visão do motorista) de instalação no grupo focal. É recomendável verificar se a montagem dos grupos está obedecendo a posição ideal das lentes (alguns tipos de lentes têm um pino guia para facilitar o seu posicionamento). Uma forma de verificação é através de comparação entre a visibilidade dos grupos existentes, desde que se saiba que estão montados corretamente, com os recém-instalados;
- lente seta – o uso da lente seta diminui a luminosidade do foco semafórico, problema que vai se acentuando com o passar do tempo, devido ao acúmulo de poeira. Portanto, recomenda-se restringir o uso das lentes seta para os casos onde exista estágio específico de conversão (ou para sinalizar um movimento livre). Mesmo assim, recomenda-se só utilizar a lente seta nos focos anteriores à linha de retenção, onde possa existir alguma dúvida ao condutor sobre a indicação do movimento sinalizado. Após a retenção, ou se existir um outro ponto onde a visibilidade do grupo focal não gere mais dúvidas sobre a que movimento ele se refere, deve-se usar a lente convencional. Existe uma tendência em se adotar a lente seta como reforço da regulamentação de sentido de circulação, o que é discutível, pois fere os princípios da lógica e da padronização, que devem sempre ser respeitados pelos projetistas;
- grupos a led – o mais recente avanço tecnológico no campo dos grupos focais é a utilização de diodos emissores de luz (conhecidos como “leds”) no lugar das lâmpadas incandescentes normais. Os grupos a led têm várias vantagens, entre elas as principais são a melhor visibilidade e o menor consumo de energia. Por ser um produto recente no mercado, seu preço ainda é relativamente alto. Entretanto, é recomendável considerar essa opção em futuros estudos de sinalização, pois seu uso vem crescendo no panorama internacional.

3.2.3. Locação de laços detetores

Certos tipos de equipamento de controle semafórico, como os que operam em tempo real e em modo atuado, utilizam-se de laços detetores como alimentador de dados para sua operação, tornando-os fundamentais para o bom funcionamento do sistema. No Brasil, a quase totalidade dos sistemas de detecção é composta por laços indutivos, embutidos no pavimento.

Esse tipo de detetor é formado por 3 elementos: uma espira, formada pelo enrolamento de um cabo elétrico (em geral, três voltas) em uma fenda cortada no asfalto (em geral, a 7 cm de profundidade), um cabo ligando a espira ao controlador e uma unidade eletrônica (placa de detecção). Esta, normalmente fica instalada no gabinete do controlador. A seção de detecção recebe uma corrente elétrica, transformando o laço em um elemento indutivo. Com a passagem de um veículo sobre o laço, a indutância magnética é alterada. A placa de detecção reconhece essa alteração e envia a informação ao controlador. Quando opera em modo centralizado, essa informação é enviada aos computadores que controlam a operação da rede. Em modo não centralizado, a lógica de processamento interna do controlador é quem trabalha esses dados e responde conforme os parâmetros de programação.

Conforme [5], “os detectores podem funcionar sob dois efeitos distintos. Uma idéia é reconhecer o veículo continuamente enquanto ele ocupa o laço; a outra é reconhecer o veículo apenas quando ele chega no laço. Chamamos o primeiro de detector de presença ou “gap”. O segundo é denominado detector de chegada ou de “headway”.

Para efeito de contagem deve-se usar o detector de chegada. Para cálculo de ocupação deve-se usar o detector de presença. Os detectores de atuação podem utilizar um ou outro sistema.

Cada modo de operação (tempo real, tempo fixo, atuado, semi-atuado, entre os principais) possui seus critérios específicos de locação dos laços detetores. Para os casos de sistema centralizado em tempo fixo, ver [5], que trata da detecção para contagem e ocupação com ênfase no sistema SEMCO (nome oficial: “Projeto SEMCO – Sistema de Controle de Tráfego em Área de São Paulo”, que controlava, à época de sua inauguração em 1982, uma rede de 470 cruzamentos, centralizados, a tempo fixo – hoje ainda operam 250). Para detalhes sobre locação e programação de semáforos atuados, recomenda-se a referência [6].

De qualquer modo, existem recomendações gerais, úteis para prevenção de problemas e aumento da vida útil do conjunto de instalação dos laços. As considerações seguintes são baseadas na experiência da cidade de São Paulo na utilização desse tipo de detecção no sistema de semáforos em tempo real, na sua área central (Central de Tráfego em Área 1 – CTA 1):

- pavimento: como visto, o laço indutivo é, basicamente, um cabo enrolado em uma fenda cortada no pavimento. A principal recomendação é locá-lo em um trecho da via com pavimento em boas condições. Fissuras no pavimento são indesejáveis, pois permitem a infiltração de água, que danifica o laço. Locais

onde a cobertura asfáltica esteja em processo de deterioração, com defeitos como exsudação, desagregação e empolamentos, diminuem a vida útil dos laços. Caso na via não haja um trecho em condições aceitáveis de conservação para receber a seção de detecção, recomenda-se a troca do pavimento, pelo menos na faixa onde o laço ficará posicionado. Existem laços que são instalados dentro de tubos especiais, semelhantes a uma “moldura”, que diminuem os esforços sobre os cabos da espira, aumentando a vida útil da instalação. Em contrapartida, é mais caro do que o convencional. Esse tipo de laço é pré-fabricado, seguindo as medidas do projeto e apresenta maiores vantagens quando instalados diretamente na sub-base de vias novas ou recuperadas;

- posicionamento: a principal preocupação quanto a posição do laço, além da obediência aos critérios específicos do modo de operação, é quanto ao estacionamento de veículos sobre a seção de detecção. Deve-se atentar para a regulamentação da via, seus horários e restrições. Uma forma de se diminuir a ocorrência de estacionamento, ainda que irregular, é posicionar o laço em frente a guias rebaixadas (desde que não sejam de movimento intenso, para não interferir na detecção). Deve-se evitar, também, proximidade de poços de visita ou caixas de inspeção, cuja operação/manutenção possam interferir no desempenho da detecção. Outro risco para a seção de detecção é a presença de massas metálicas sob o pavimento, como trilhos ou armações de pontes e/ou viadutos;

- encaminhamento: a forma ideal de encaminhamento, ou seja, o percurso dos cabos do laço até o controlador, é por dentro de dutos instalados sob o passeio. Os dutos saem do controlador e vão até uma caixa de passagem na lateral do laço, junto ao passeio. Nesse ponto é executada a emenda ("dedo-duro"). Desse modo, apenas os cabos que compõem a espira do laço ficam no pavimento. Os demais ficam protegidos pelos dutos, reduzindo os pontos onde possa haver rompimento por obras ou falhas no pavimento;

- preventiva: uma forma de aumentar a vida útil dos laços é a manutenção preventiva de suas instalações. Essa manutenção verifica a condição das emendas, o estado do pavimento, do “dedo-duro” e da substância vedante (mastique elastomérico), que preenche o espaço entre os cabos e o corte no asfalto feito na instalação;

- sinalização: uma medida importante é sinalizar externamente a seção de detecção, para prevenção de rompimentos por obras na via. Essa sinalização deve ser amplamente divulgada junto às concessionárias. A experiência na cidade de São Paulo, onde os laços do sistema em tempo real foram sinalizados com duas

faixas paralelas na cor azul, mostrou resultados satisfatórios. Esse tipo de sinalização não está prevista no CTB, nem nas Resoluções publicadas pelo Conselho Nacional de Trânsito – Contran, até o momento.

4. SINALIZAÇÕES RELACIONADAS

Nesta parte, foram relacionadas as sinalizações do tipo vertical e horizontal que complementam os projetos semaforicos. No texto estão mescladas transcrições das referências oficiais com comentários do autor (em itálico). Os grifos foram colocados para efeito didático, não pertencendo aos textos referenciados.

4.1. Sinalização vertical

A sinalização vertical também tem os tipos “regulamentação” e “advertência” (e outros mais, como mostrado à frente). Existem placas com relação direta com a sinalização semaforica e outras cujo uso depende da situação específica de cada intersecção, conforme segue (textos extraídos das referências [1] e [7]).

4.1.1. Sinalização vertical de regulamentação

- placa R-6a – Proibido estacionar

Significado – assinala ao condutor do veículo que é proibido o estacionamento no trecho abrangido pela restrição.

Princípios de utilização – a placa R-6a deve ser utilizada sempre que, por motivo de visibilidade, segurança, capacidade de escoamento, usos especiais do passeio, ou qualquer outro motivo detectado pela autoridade competente, o estacionamento do veículo for considerado prejudicial.

Quando a restrição de estacionamento se aplicar a uma quadra ou determinado trecho dessa, recomenda-se o uso da placa R-6a acompanhada de informação

suplementar. Idem se a restrição de estacionamento não for permanente (*exemplos de complementos: “início”, “término”, “na faixa amarela” ou horários determinados, como “2ª à 6ª – das 6h00 às 19h00”*).

Vale lembrar a definição de “estacionamento”, segundo o Anexo I do CTB:

ESTACIONAMENTO – imobilização de veículos por tempo superior ao necessário para embarque ou desembarque de passageiros.

- placa R-6c – Proibido parar e estacionar

Significado - assinala ao condutor do veículo que é proibido parar, ainda que para operações de embarque e desembarque, mesmo que essas tomem apenas um curto espaço de tempo.

Princípios de utilização – a placa R-6c deve ser utilizada em locais onde, por motivos de segurança e/ou fluidez do tráfego, é necessário que se impeça a parada dos veículos. Tais situações, dentre outras, se caracterizam em:

- aproximação de cruzamentos críticos;
- volume de tráfego intenso, que torne necessária a total capacidade da via;
- vias de trânsito rápido;
- curvas verticais e/ou horizontais acentuadas.

Na utilização da placa R-6c, deverão ser observados os mesmos critérios estabelecidos para a placa R-6a.

Deve-se frisar, entretanto, que os critérios que determinam seu uso devem ser mais rígidos, face ao rigor implícito da proibição. Seu uso excessivo pode acarretar indução ao desrespeito.

Segundo o CTB, em seu Anexo I, a “parada” é definida da seguinte forma:

PARADA - imobilização do veículo com a finalidade e pelo tempo estritamente necessário para efetuar embarque ou desembarque de passageiros.

- placa R-8 – Proibido mudar de faixa de trânsito

Significado: assinala ao condutor do veículo que, no trecho objeto da regulamentação, é vedada aos veículos a mudança de faixa de rolamento.

Princípios de utilização – deve ser utilizada nas vias com duas ou mais faixas de rolamento no mesmo sentido, sempre que a mudança de faixa for prejudicial à segurança e/ou à fluidez do tráfego.

O uso desta placa deve, sempre que possível, ser acompanhado de marcação horizontal do tipo faixa contínua, de forma a determinar, de maneira acurada, o início e o fim da zona de restrição (*o uso desta placa está relacionado ao descrito no subitem 4.2.3*).

4.1.2. Sinalização vertical de advertência

- placa A-14 – Semáforo à frente

Significado - adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de um semáforo.

Princípios de utilização - deve ser utilizada sempre que existir um semáforo, nas seguintes condições:

- a) em caráter temporário – quando da implantação de um semáforo novo em via não muito semaforizada, devendo permanecer no local pelo prazo mínimo de 30 (trinta) dias;
- b) em caráter definitivo – antes de um semáforo que não obedeça às condições mínimas de visibilidade, necessárias para a percepção, reação e manobra do condutor.

Pode ser acompanhada da legenda “SINAL” (ver subitem 4.2.6).

4.1.3. Sinalização vertical de indicação – placas educativas

Tem a função de educar condutores e pedestres quanto ao seu comportamento no trânsito. Tem formato retangular, com fundo branco, legendas e orlas pretas.

Exemplos: “não feche o cruzamento” (ver item 4.2.8) e “pedestre aguarde o sinal verde”.

4.1.4. Sinalização vertical indicativa de serviços auxiliares – placas para pedestres

Indicam aos condutores e pedestres os locais onde os mesmos podem dispor dos

serviços indicados. Formato retangular, fundo azul, quadro interno, setas e legendas brancas, símbolo preto.

Exemplo: “travessia de pedestres” (indicando a direção de uma passarela ou faixa de travessia de pedestres deslocada).

4.2. Sinalização Horizontal (ou Marcas Viárias)

Os preceitos aqui compilados são extratos do Anexo II do CTB [1], do Manual de Sinalização do Denatran [8] e Manual de Sinalização Urbana da CET [9].

4.2.1. Linha de retenção

A linha de retenção é obrigatória em todas as aproximações de uma intersecção cujos movimentos sejam controlados pelo semáforo.

A linha de retenção é um dos tipos de marcas transversais à pista. Indica aos condutores o local limite em que deverão parar os veículos, caso isto lhes seja imposto pela indicação do semáforo.

A linha de retenção sempre deve ser contínua, na cor branca, com largura variando entre 0,3 e 0,6 m, sendo a mesma determinada em função da velocidade possível de aproximação ao elemento interceptador (*recomenda-se a largura de 0,4 m, usada na cidade de S. Paulo*). Seu comprimento deverá abranger toda a largura de pista destinada ao sentido de tráfego a que está dirigida a mensagem.

A distância mínima entre a linha de retenção e a faixa de travessia de pedestres está fixada pelo Denatran em 1,0 m. Recomenda-se, por questões de segurança, usar entre 2,0 e 3,0 m (este último valor é o atualmente usado, com sucesso, na cidade de S. Paulo).

4.2.2. Faixa de travessia de pedestres

É a marcação transversal ao eixo da via que indica aos pedestres o local desta que poderão utilizar para atravessá-la de maneira segura, já que também adverte os motoristas da existência deste movimento de travessia.

Os princípios básicos de sua localização deverão ser o de acatar ao máximo as trajetórias naturais dos fluxos de pedestres, o de concentrar estes fluxos nos locais que propiciem maior segurança de travessia e, nas intersecções mais complexas, o de

orientar os pedestres quanto aos caminhos a serem percorridos.

Sua colocação deverá ser feita de modo a ficar paralela à direção do fluxo de pedestres e obedecerá às seguintes dimensões:

- comprimento - toda a largura da pista onde estão localizadas;
- largura - entre 2,0 e 10,0 m, dimensionada de acordo com o volume de pedestres existentes no local.

A faixa de travessia de pedestres será sempre na cor branca e poderá ser indicada de duas formas: tipo “zebrado” ou tipo “linhas paralelas”:

- faixa de travessia de pedestres do tipo “zebrado”

Este tipo de faixa é mais recomendado para os locais onde haja necessidade de melhorar a visibilidade da mesma para os condutores de veículos, ou seja: nos locais de grande volume de pedestres e nas faixas localizadas nos meios de quadras, por serem inesperadas.

As linhas componentes do “zebrado” serão paralelas entre si e ao eixo da via, terão largura variando entre 0,3 a 0,6 m, com o espaçamento entre elas variando entre uma e duas vezes a largura da linha adotada. Serão contínuas, se a largura da faixa for igual ou inferior a 4,0 m. A partir deste valor, poderão ser divididas em dois segmentos, que deverão ter entre si um espaçamento igual à metade do valor do comprimento de cada um dos segmentos resultantes.

- faixa de travessia de pedestres do tipo “linhas paralelas”

Este tipo de faixa poderá ser utilizado em locais onde haja boas condições de visibilidade e os veículos em circulação tenham baixa velocidade. É recomendável a sua utilização conjugada com semáforos de pedestres.

É constituída de duas linhas paralelas, contínuas, transversais ao eixo da via onde estão localizadas. A largura destas linhas variará entre 0,1 e 0,4 m, enquanto que o espaçamento entre os alinhamentos externos das mesmas, de 2,0 a 4,0 m.

Embora o Denatran considere a possibilidade de uso de dois tipos de faixas, recomenda-se que, em locais semaforizados, seja utilizado o tipo “zebrado”, inclusive em semáforos de pedestres. Se por um lado este tipo tem a desvantagem de

consumir muito material de pintura (o dobro em relação à de “linhas paralelas”, considerando-se as mesmas dimensões de via), por outro oferece as vantagens da melhor visibilidade e melhor identificação, com ganhos em favor da segurança. Em locais semaforizados na cidade de S. Paulo onde a faixa de “linhas paralelas” foi aplicada juntamente com a linha de retenção, observou-se que os motoristas e pedestres se confundem, como se houvessem “três linhas de retenção”.

4.2.3. Linhas de aproximação

No Manual do Denatran [8], as linhas de aproximação estão classificadas no grupo “marcas longitudinais em pista de rolamento” e são chamadas de “linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido”. Neste texto, esta sinalização será referida como “linha de aproximação”, por ser esse o nome mais corrente no meio técnico.

A linha de aproximação tem a função de demarcar as faixas de trânsito de mesmo sentido, regulamentando seu uso. Será sempre contínua (*no caso relacionado à sinalização semaforizada*), pintada na cor branca e com largura entre 0,1 e 0,15 m. Deverão ser locadas, na medida do possível, de modo a propiciar continuidade na largura e no número de faixas, devendo-se procurar evitar variações bruscas.

A largura das faixas de trânsito destinadas ao rolamento poderá variar entre um mínimo de 2,5 e um máximo de 4,0 m, devendo ser demarcadas da esquerda para a direita, em relação ao sentido do tráfego a que se destinam. Esta recomendação visa reservar qualquer sobra de largura para a faixa mais à direita, por ser esta a mais afetada por paradas de veículos. A Tabela I, a seguir, traz os valores mais recomendáveis para a largura das faixas.

Tabela I – Valores recomendáveis para a largura de faixa [8]

Valores recomendáveis para a largura de faixa (m)	
Situação	Valor
faixa extrema direita	3,5 – 4,0
faixa central (*)	2,5 – 3,5
faixa adicional (à esquerda ou à direita)	3,0 – 3,5
faixa destinada à parada e estacionamento	1,8 – 2,4

(*) a faixa mais à esquerda de um sentido de circulação é vista como central, considerando-se a via em seus dois sentidos de circulação.

Cumpra salientar que, apesar de estar previsto no CTB (Anexo II) que as linhas de aproximação indicam tão somente proibição de ultrapassagem, a proibição de transposição da linha pode ser reforçada através da placa R-8 (*ver subitem 4.1.1*).

Vale lembrar a diferença entre esses dois conceitos, segundo o CTB:

- transposição – passar de um para o outro lado da marca, caracterizando a mudança de faixa de trânsito;
- ultrapassagem – passar à frente de outro veículo que se desloque no mesmo sentido, pela mesma faixa de trânsito, sendo que para isso saia e retorne a esta, fazendo, conseqüentemente, duas transposições consecutivas.

A utilização das linhas de aproximação é fortemente recomendável nos seguintes casos:

- aproximação de intersecções – neste caso elas deverão ter comprimento de, no mínimo 15,0 até um máximo de 60,0 m, sendo este comprimento em função da fila esperada de veículos; quando em curva, as linhas deverão ser demarcadas de maneira que todas terminem na mesma perpendicular ao eixo da vias, não devendo a maior delas ultrapassar a máxima dimensão permitida;
- faixas de trânsito com movimentos exclusivos – giros à esquerda ou à direita, movimento obrigatório em frente, faixas exclusivas ou preferenciais.

4.2.4. Linha dupla amarela

No Manual do Denatran [8], a linha dupla amarela está classificada no grupo “marcas longitudinais em pista de rolamento” e é chamada de “linha de divisão de fluxos de sentidos opostos”. Neste texto, a exemplo do subitem anterior, esta sinalização será referida como “dupla amarela”, por ser a nomenclatura mais corrente no meio técnico.

É a linha longitudinal que regulamenta a separação das correntes de tráfego de sentidos opostos, delimitando, na pista, o espaço disponível para cada sentido do tráfego, nas vias onde não há canteiro central.

Uma das condições que justifica a marcação deste tipo de sinalização é junto à linha de retenção em intersecções semaforizadas.

As dimensões da linha dupla amarela devem ser:

- largura de 0,10 m, separadas pela mesma distância, perfazendo um total de 0,30 m;

O Manual do Denatran [8] não especifica o comprimento da linha dupla amarela. Recomenda-se um mínimo de 15,0 m.

4.2.5. Setas

As setas são inscrições no pavimento cuja função é auxiliar na ordenação do fluxo de tráfego, orientando os condutores quanto aos movimentos possíveis e recomendáveis.

As setas têm boa utilidade em aproximações semaforicas de duas ou mais faixas onde existam diferentes possibilidades de destino. A acomodação dos veículos em faixas apropriadas aos movimentos que desejam efetuar (ou seja, os veículos com destino à direita acomodam-se na faixa mais à direita, os que vão em frente na faixa vizinha e assim por diante) proporciona ganhos de capacidade. São altamente recomendáveis nas faixas destinadas exclusivamente para conversão.

4.2.6. Legendas

Legendas são inscrições na via que alertam os condutores para condições particulares na operação da via, com a vantagem de informar sem que haja necessidade do condutor desviar sua atenção da pista. *Seu uso deve ser restrito, para evitar que o excesso de exposição do condutor a esse tipo de sinalização acabe por tornar seu efeito inócuo.*

As legendas devem ser sempre na cor branca, colocadas em cada faixa de rolamento, com altura de 1,6 m para vias locais ou coletoras (velocidade regulamentada de até 40 km/h); de 2,4 m para vias arteriais (velocidade regulamentada até 60 km/h) e de 4,0 m para vias de velocidade máxima regulamentada acima de 60 km/h.

- a legenda “SINAL”

É recomendável sua utilização nas seguintes situações:

- locais de alto volume de tráfego e visibilidade deficiente do semáforo;
- vias de velocidade superior a 60 km/h, quando deve estar acompanhada da

distância ao semáforo, visando induzir o condutor a reduzir a velocidade de seu veículo;

- locais em que obstáculos ou traçado geométrico da via impedirem o cálculo visual da distância ao semáforo por parte do condutor, quando deve estar acompanhada da legenda “ADIANTE”;

- locais de alta poluição visual – grande quantidade de apelos à atenção do condutor – visando reforçar a mensagem da sinalização.

Quando sozinha, a legenda “SINAL” deverá estar situada, no mínimo, a 50,0 m da linha de retenção, podendo variar para mais, em função das condições de visibilidade do local.

Pode ser usada em conjunto com a placa A-14 (ver subitem 4.1.2).

4.2.7. Canalização

No Manual do Denatran [8], a canalização está classificada no grupo “Dispositivos de Canalização Permanente” e recebe denominações variadas de acordo com seu uso específico (para canalização de ilhas, de pavimentos não utilizáveis e assim por diante). Neste texto, pelo mesmo motivo exposto no subitem 4.2.4, esta sinalização será referida genericamente como “canalização”.

A canalização é o instrumental disponível, em termos de sinalização horizontal, para orientar os fluxos de tráfego em uma via, de modo a propiciar maior segurança na circulação, quando a ele são apostos obstáculos, nas intersecções, quando varia a largura das pistas, ou, de maneira geral, quando se deseja direcionar a circulação de veículos em uma área pavimentada.

A cor empregada deverá ser sempre coerente com o sentido dos fluxos de tráfego a que a mesma se dirige (*ou seja, branca, para fluxos de mesmo sentido e amarela para opostos*).

É composta pela linha de canalização, com espessura de 0,20 m e por um zebado de preenchimento interno, que propicia maior visibilidade à sinalização. As linhas do zebado devem formar um ângulo de 45⁰ em relação aos fluxos de tráfego, a partir das de canalização.

O uso das linhas de canalização em cruzamentos semaforizados em geral ocorre nos

seguintes casos:

- quando há redução no número de faixas, devido à variação na largura da pista;
- quando há necessidade de se reservar uma faixa para conversão, sem que haja uma baia específica para isso. Neste caso, canaliza-se a faixa (normalmente à esquerda) com antecedência, direcionando os veículos para a adjacente, para depois sinalizar devidamente a conversão, utilizando-se das linhas de aproximação, setas e grupos focais específicos;
- quando existem ilhas separadoras de fluxo junto à intersecção.

4.2.8. Marcação de área de cruzamento

Na cidade de São Paulo, a CET vem utilizando esse tipo de sinalização horizontal (não prevista no CTB, nem no Manual do Denatran) com sucesso, quando constata a necessidade de enfatizar, especialmente em cruzamentos semaforizados, a regra geral estabelecida nos artigos 45; 181, inciso XII e 182, inciso VII do CTB [1], que proíbem a parada e estacionamento em área de cruzamento de vias, interrompendo o trânsito da transversal, até mesmo com a indicação verde do semáforo favorável ao condutor.

Trata-se de uma marcação na cor amarela, formando um quadrilátero com linhas de borda externa de 0,20 m e malha interna composta por linhas diagonais de 0,15 m de espessura, eqüidistantes entre si de seus eixos de 2,50 m [9].

Deverá ser sempre complementada pela sinalização educativa “Nunca feche o cruzamento”, colocada preferencialmente após o cruzamento e, sempre que possível em braço projetado, voltada para todos os fluxos de tráfego (ver item 4.1.3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.
- [2] DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Manual de Sinalização de Trânsito – Manual de Semáforos. Brasília, 1984, 2ª edição (Coleção Serviços de Engenharia, Volume 4).
- [3] COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. Sinalização Semafórica. São Paulo, 1977. Volume 6 da coleção Manual de Sinalização Urbana – MSU – Normas de projeto.
- [4] DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Manual de Sinalização de Trânsito – Manual de Segurança de Pedestres. Brasília, 1987, 2ª edição (Coleção Serviços de Engenharia, Volume 3).
- [5] VILANOVA, Luis Molist. Detecção para Contagem e Ocupação. Apostila do curso interno “Semáforos II”, Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, São Paulo, 1990.
- [6] VILANOVA, Luis Molist. Semáforos Atuados. Apostila do curso interno “Semáforos II”, Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, São Paulo, 1990.
- [7] DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Manual de Sinalização de Trânsito– Parte I – Sinalização Vertical. Brasília, 1986 (Coleção Serviços de Engenharia, Volume 7).
- [8] DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Manual de Sinalização de Trânsito– Parte II: Marcas Viárias e Parte III: Dispositivos Auxiliares à Sinalização. Brasília, 1986 (Coleção Serviços de Engenharia, Volume 7).
- [9] COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. Marcação de área de cruzamento. Manual de Sinalização Urbana – Sinalização Horizontal. Complementação dos Critérios de Sinalização Diversos. Norma técnica interna. S. Paulo, 1997.