

NT 241

2016

## UM BREVE HISTÓRICO SOBRE OS MANUAIS SEMAFÓRICOS BRASILEIROS

João Cucci Neto

### APRESENTAÇÃO

Este texto teve origem na apresentação preparada para o “Fórum DP 2015 - Sinalização semafórica: pedestres e transporte coletivo”, organizado pela Diretoria de Planejamento da CET e que aconteceu em 25 de maio de 2015 na Galeria Olido, centro de São Paulo.

O conteúdo da apresentação foi aqui transformado em texto corrido e expandido, a fim de deixar registrada a pequena pesquisa feita em relação aos manuais de sinalização semafórica brasileiros.

### Parte I - Cronologia dos manuais semafóricos brasileiros

#### 1978

O primeiro manual semafórico a surgir no Brasil foi elaborado pela Companhia de Engenharia de Tráfego - CET, de São Paulo, em julho de 1978. Foi publicado como Volume 6 da coleção “Manual de Sinalização Urbana - Normas de Projeto” (MSU), uma produção de técnicos da CET a partir de um convênio com o Departamento Nacional de Trânsito - Denatran (Figura 1).

O MSU Vol. 6 foi creditado ao Departamento de Estudos de Sinalização da Gerência do Planejamento, que era subordinado à Superintendência de Engenharia de Tráfego da CET. Não consta a identificação nominal dos autores.



Figura 1 - capa do MSU vol. 6.

Como o próprio subtítulo cita, esse manual tinha como principal objetivo fornecer dados para elaboração de projetos de sinalização semafórica, como formatos, dimensões, posicionamentos etc.

Além das normas de projeto, o manual também fornecia justificativas para a decisão de se implantar um semáforo. Essas justificativas de utilização eram para semáforos em tempos fixos e estavam reunidas em oito critérios, que levavam em conta, entre outras coisas, volumes e índices de acidentes.

Esses oito critérios eram baseados e adaptados da publicação americana “Manual on Uniform Traffic Control Devices - MUTCD” (Figura 2). O Anexo, ao final deste texto, traz um breve histórico do MUTCD.

O MUTCD usa o termo “warrant”, que foi traduzido nas publicações brasileiras como “justificativa” ou “critério”.

### 1979

Em 1979 foi publicado no Brasil um segundo manual de semáforos, desta vez em nível nacional, pelo Denatran. Em 1984 houve sua segunda edição, quando ele passou a fazer parte da coleção “Serviços de Engenharia”, do Denatran, como volume 4.

Embora o manual do Denatran (Figura 3) não traga os créditos aos autores, sua elaboração coube à Gerência de Sistemas de Controle da CET (conforme descrito na Nota Técnica 038/79). A coordenação do manual foi de Pedro Álvaro Szasz, com colaboração de Dalmar Vitor Vinciprova Faria Netto, Eduardo Antonio Moraes Munhoz e Mauro Vincenzo Mazzamati.

Esse manual complementa o Vol. 6 do MSU, pois se concentra na parte de programação semafórica, tema não existente no seu antecessor. Uma versão digitalizada deste manual pode ser obtida no endereço:

[http://meusite.mackenzie.br/professor\\_cucci/leis.htm](http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/leis.htm).

Uma parte comum aos dois manuais é a das justificativas de utilização. Embora o manual do Denatran detalhe um pouco mais o assunto, a base é a mesma do anterior, ou seja, o conjunto de oito critérios adaptados do MUTCD.

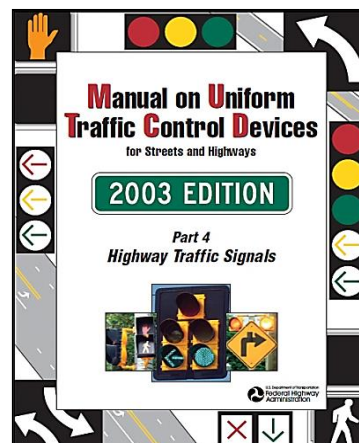


Figura 2 - capa da versão de 2003 do MUTCD, cujo capítulo 4 trata da sinalização semafórica.



Figura 3 - capa da 2ª edição do Manual do Denatran, de 1984.

A metodologia de programação semafórica deste manual é completa e inclui refinamentos, como um capítulo dedicado ao sincronismo de semáforos e outro para o tratamento de intersecções complexas, além de três anexos com detalhamentos sobre obtenção do fluxo de saturação e soluções para casos especiais, como fluxos de saída irregulares, por exemplo.

### 1993

Em 1993 o Vol. 6 do MSU foi atualizado pela CET, passando a ser denominado como “Norma de Sinalização Semafórica - Volume I - Padrões de Locação”, tendo em sua elaboração uma ampla participação dos técnicos da Companhia, de diversas áreas. Posteriormente, em 2001, ele foi rebatizado e republicado pela área de Normas da Gerência de Projetos Viários - GPV, passando a ter o título de “Manual de Sinalização Semafórica - Critérios de Projeto, Volume 6, Parte II” (Figura 4). A indicação de que esta era a Parte II era decorrente de um projeto de elaboração de mais dois manuais semafóricos: um de critérios de instalação e outro de programação.

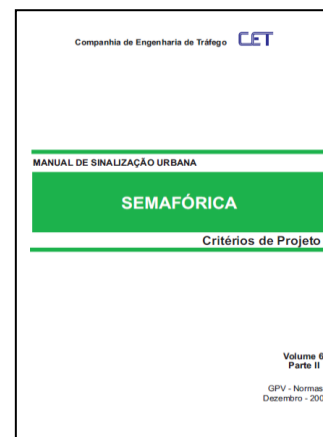


Figura 4 - capa da edição de 2001 do MSU Vol. 6 da CET.

### 1999

As criações e modificações nos manuais internos da CET sempre foram direcionadas aos critérios de locação da sinalização e na elaboração de projetos semafóricos.

Dessa forma, a definição quanto à colocação ou não de um novo semáforo permanecia sendo baseada nos oito critérios contidos na versão inicial do MSU.

Com o passar do tempo e da evolução do trânsito na cidade, os critérios do antigo MSU começaram a apresentar deficiências no apoio às decisões técnicas. Os

limites estabelecidos nos critérios para justificativas de utilização mostravam-se pouco restritivos, gerando a necessidade do desenvolvimento de nova metodologia, mais adaptada à realidade da cidade.

Como exemplo, segue a reprodução do texto do Critério N° 1 do MSU, “Volumes veiculares mínimos”: “A implantação de semáforo justifica-se quando existem, na intersecção, os seguintes volumes equivalentes mínimos” (segue tabela, também extraída da mesma fonte):

Nº DE FAIXAS DE TRÁFEGO POR APROXIMAÇÃO		VEÍCULOS POR HORA, NA PREFERENCIAL, NOS DOIS SENTIDOS	VEÍCULOS POR HORA NA SECUNDÁRIA, NA APROXIMAÇÃO MAIS PESADA
Preferencial	Secundária		
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Figura 5 – tabela extraída do Critério 1 do MSU Vol. 6, da CET.

Vale observar que os valores da tabela anterior seguem inalterados na versão 2009 do MUTCD (“Warrant N° 1”).

Number of lanes for moving traffic on each approach		Vehicles per hour on major street (total of both approaches)				Vehicles per hour on higher-volume minor-street approach (one direction only)			
Major Street	Minor Street	100% <sup>a</sup>	80% <sup>b</sup>	70% <sup>c</sup>	56% <sup>d</sup>	100% <sup>a</sup>	80% <sup>b</sup>	70% <sup>c</sup>	56% <sup>d</sup>
1	1	500	400	350	280	150	120	105	84
2 or more	1	600	480	420	336	150	120	105	84
2 or more	2 or more	600	480	420	336	200	160	140	112
1	2 or more	500	400	350	280	200	160	140	112

Figura 6 – tabela extraída do MUTCD, versão 2009.

Em 1999, Luis Molist Vilanova e Sun Hsien Ming, da então Gerência de Sistemas de Controle - GSC da CET, decidiram partir para a elaboração de um novo manual, dedicado apenas às justificativas para implantação de semáforos. A publicação do novo manual ocorreu em agosto de 2001, tendo recebido quatro

revisões, sendo a última em maio de 2003. O novo manual recebeu o nome de “Critérios de Implantação” e não chegou a ser incorporado à coleção do MSU. Entretanto, as equipes semaforicas das GETs, que colaboraram intensamente com o manual, passaram a utilizá-lo regularmente (Figura 7).



Figura 7 - capa do manual de Critérios de Implantação (CET, 2001).

O novo manual trouxe metodologias originais, ou seja, desenvolvidas especialmente para esse trabalho. Os métodos de análise foram baseados em modelos testados exaustivamente em campo e que se mostraram consistentes, muito mais adaptados à realidade da cidade.

Nesse manual, o nível de decisão prioritário é o da segurança, baseado em dados de acidentes. Em segundo lugar vem a questão da fluidez. Além disso, o manual dividiu as abordagens em dois aspectos: o de pedestres e o de veículos. Para ambos foi considerado como um dos critérios de avaliação a comparação entre os atrasos atuais e os que ocorreriam caso o semáforo fosse implantado.

Todos os modelos foram organizados em diagramas de blocos, com o posterior detalhamento de cada etapa. A Figura 8 traz o fluxograma inicial, que resume a filosofia do manual. A cada item abordado, os fluxogramas são detalhados, com apresentação dos respectivos métodos de coleta de dados em campo e de cálculos.

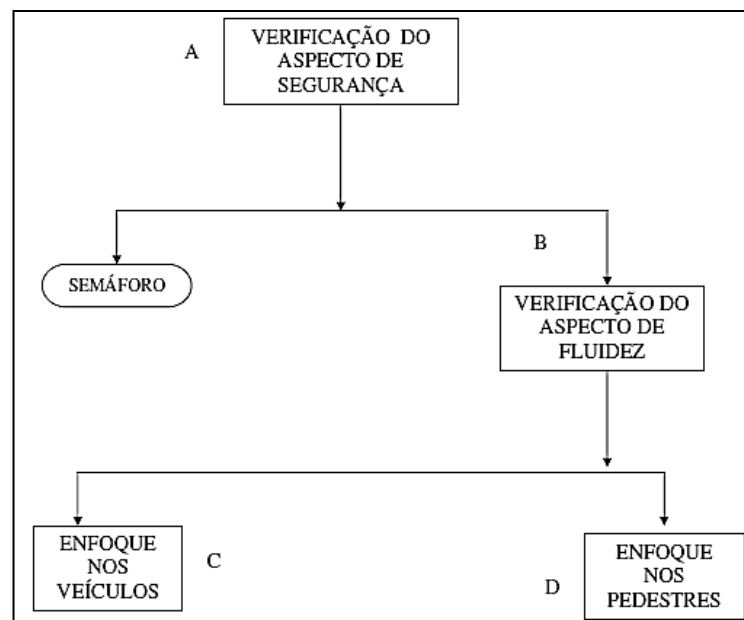
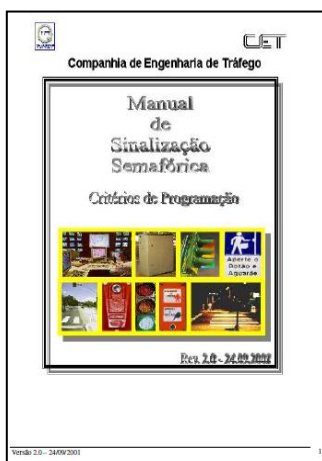


Figura 8 - Diagrama de blocos inicial do manual

## 2001

Em seguida, em 2001, a mesma equipe da GCS, também contando com a colaboração dos gestores da área semafórica, produziu o terceiro volume do conjunto de manuais: o de “Critérios de Programação” (Figura 9).



*Figura 9 - capa do manual de Critérios de Programação (CET, 2001).*

Assim como o anterior, este manual não entrou para a lista oficial do MSU, embora tenha sido usado regularmente pelos gestores para elaboração de programações.

Trata-se de um manual bastante detalhado, mesclando a fundamentação teórica com aplicações práticas, incluindo descrições e modos de programação dos vários tipos de controladores semafóricos utilizados pela CET na época.

Este manual ficou em uma posição intermediária na linha evolutiva da técnica de programação semafórica, que se iniciou com o manual do Denatran de 1984 e culminou com o novo, publicado via Resolução do Contran em 2014.

## 2007

Em 2007, a CET implantou o “Programa de Sinalização Comunitária”, que abria à população via Internet o acesso ao estoque de projetos e permitia que os municípios arcassem com os custos de sua implantação. Isso demandou a necessidade de deixar os manuais de sinalização à disposição, o que levou à revisão e transformação de todos eles em versões eletrônicas. Com isso, o manual semafórico recebeu complementos e foi rebatizado, tornando-se o Volume 5 do MSU.



O manual foi dividido em três partes: “Parte 1 - Critérios de Projeto”; “Parte 2 - Elaboração de Projetos” e “Parte 3 - Elaboração de Projetos de Rede de Dutos Subterrânea” (Figura 10). Esses manuais foram cancelados e não estão mais disponíveis.



Figura 10 - capas do conjunto de manuais de Sinalização Semafórica (CET, 2007).

## Parte II - Histórico do novo manual semafóricos do Denatran

Em 2001 o Denatran assinou um contrato com a Fundação Getúlio Vargas para elaboração de um Manual de Sinalização Semafórica. O manual foi entregue em dezembro do mesmo ano como um relatório final do contrato, mas não chegou a ser publicado (Figura 11).

Em 2006 o Denatran decidiu, por meio da “Câmara Temática de Engenharia de Tráfego, de Sinalização e da Via” montar um Grupo Técnico (GT) para elaboração de um novo Manual de Sinalização Semafórica.

Desde então, o GT teve três coordenadores: Nancy Reis Schneider, Mauro Vincenzo Mazzamati (ambos da CET) e Maria Alice Prudêncio Jacques, esta, da Universidade de Brasília, que assumiu em 2007 e conduziu o GT até o final dos trabalhos.



Figura 11 - capa do manual elaborado pela FGV.

O GT tinha representantes de várias cidades (Brasília, Curitiba, Campinas, Fortaleza, Recife e São Paulo), além de componentes do próprio Denatran. A CET teve dois representantes no GT: Luis Molist Vilanova e João Cucci Neto.

Após muitos anos de reuniões mensais, a versão do Manual feita pelo GT ficou pronta em 2011.

As etapas seguintes foram a apresentação do Manual para aprovação da Câmara Temática e posteriormente a publicação da minuta para Consulta Pública. Após ambas as etapas foram realizados ajustes e pequenas revisões no texto.

Finalmente, em nove de abril de 2014, foi publicada pelo Contran a Resolução 483/14, que trazia como anexo o “Volume V - Sinalização Semafórica”, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Essa Resolução trouxe pequenas alterações no texto do Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro - CTB, para adaptação ao conteúdo do Manual.

O atual Manual procurou incorporar as melhores técnicas das publicações anteriores aqui citadas e também inovou em vários aspectos.

Entre eles, além da questão do pedestre, destacada na Parte III, podemos citar:

- o aperfeiçoamento no dimensionamento dos entreverdes;
- a abordagem detalhada dos semáforos atuados;
- um capítulo específico sobre a retirada de semáforos.

### **Parte III - A nova forma de programação do estágio de pedestres**

Em relação aos pedestres, a grande alteração que o novo Manual trouxe foi na forma de programar os tempos de travessia.

Acompanhando aquilo que é utilizado em muitos países, o Manual alterou a duração dos intervalos luminosos para o pedestre.

Tradicionalmente o tempo de verde do pedestre era dimensionado para que sua duração fosse suficiente para que a travessia fosse cumprida de passeio a passeio. O vermelho piscante servia como alerta do término do estágio.

A nova forma de programação, já utilizada em São Paulo, tem no verde outra função: informar ao pedestre que seu direito de atravessar se iniciou e ele pode realizar a travessia. Sua duração mínima é de 4 segundos.

Com isso, mudou a duração do vermelho piscante, que passou a ser dimensionado com a duração suficiente para a realização da travessia.

Os quadros a seguir trazem as comparações das vantagens e desvantagens dos modos antigo e novo.



**Comparativo entre os modos de programação do estágio de pedestres: o antigo**

Vantagens	Desvantagens
Permite uma travessia segura e confortável ao pedestre que iniciou o movimento no início do verde	Pode ocorrer do pedestre não conseguir completar a travessia e ter que retornar ao seu ponto de origem, caso ele tenha partido no final do verde do seu estágio (ele pode ter iniciado a travessia no último segundo de verde, por exemplo)
O vermelho intermitente serve como o equivalente ao entreverdes veicular, alertando ao pedestre sobre o fim de seu estágio	O vermelho intermitente não tem sua duração normatizada e pode gerar dúvidas ao pedestre a respeito de qual ação tomar ao receber tal informação

**Comparativo entre os modos de programação do estágio de pedestres: o novo**

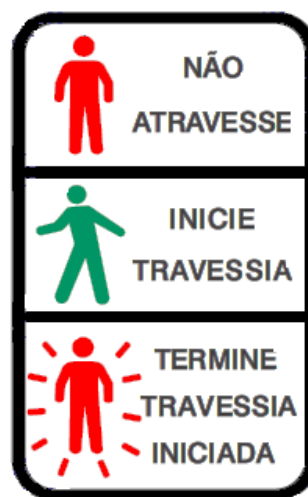
Vantagens	Desvantagens
Transmite de forma clara a mensagem ao pedestre: uma vez iniciada a travessia no verde, haverá tempo suficiente para ela ser completada	O vermelho piscante deixa de ter a função de “entreverdes” do pedestre
O vermelho intermitente tem duração fixa, o que facilita a instalação de contadores regressivos	É um conceito novo, que exige uma mudança de comportamento do pedestre e, portanto, demanda uma campanha de esclarecimento à população
Em casos de travessias longas, o estágio de pedestres poderá ter redução em sua duração total, devido ao menor tempo de verde necessário	Exige a reprogramação de todos os controladores que estiverem com a programação tradicional

## Situação atual na cidade de São Paulo

São Paulo se antecipou e partiu para implantação da nova forma de programação dos estágios de pedestres antes que o Manual fosse publicado. Os locais que tinham sua programação atualizada recebiam uma identificação: um adesivo verde colado abaixo do grupo focal de pedestres (Figura 12). Atualmente o adesivo verde está sendo substituído pela placa adesiva ED-77 (Figura 13), que traz as orientações sobre o comportamento correto do pedestre para realizar a travessia.



*Figura 12 - identificação dos locais com a nova forma de programação implantada.*



*Figura 13 - nova placa adesiva (código ED-77), substituta da identificação ao lado.*

Ainda por ocasião do início da aplicação do novo método, houve campanhas educativas, em várias mídias, sendo a principal os comerciais de TV, que traziam o personagem “Homem-faixa” explicando as novidades, visando alertar a população sobre a mudança. (fig. 14)

Entretanto, passado mais de um ano da publicação do Manual, a nova forma de programação ainda não foi implantada em todos os semáforos da cidade. Isso porque existem equipamentos antigos (os controladores semaforicos) que não comportam as modificações necessárias (no caso, vermelho piscante longo) para implantação do novo modo de programação.

Com isso a cidade convive com as duas formas, a nova e a antiga, muitas vezes em uma mesma avenida, em uma despadroneização indesejável em termos de segurança.

Para resolver isso é necessário substituir todos os controladores antigos por modelos compatíveis com as redes existentes e que atendam aos novos critérios de programação.

### Outras necessidades

As campanhas publicitárias foram em volume insuficiente, pois é notório o desconhecimento da população sobre a nova forma de programação para o pedestre.

Isso faz com que seja necessário retomar as campanhas de divulgação para a população, em mídias variadas, incluindo as redes sociais. Recentemente um passo positivo nesse sentido foi feito com a inserção da animação criada por GMC/ DCD na página da CET no Facebook ([www.facebook.com/CETsaopaulo](http://www.facebook.com/CETsaopaulo)) fig. 15.



(Figura 14) - "Homem-faixa", utilizado em campanhas



(Figura 15) - tela inicial da animação presente na página da CET no Facebook.




Outra ação importante é investir na instalação de contadores regressivos de tempo para funcionarem de forma concomitante com o vermelho piscante do pedestre. Esse recurso compensaria a desvantagem citada anteriormente de que a nova forma de programação tirou do piscante o papel de entreverdes do estágio de pedestres. Essa alternativa vem sendo utilizada por Londres e Nova York, conforme mostram as Figuras 16 e 17. Vale lembrar que, ao contrário dos outros usos do contador regressivo em semáforos, tanto veiculares quanto em pedestres, a aplicação no vermelho piscante não gerará informações errôneas no mostrador, porque esse intervalo é invariável na nova forma de programação.

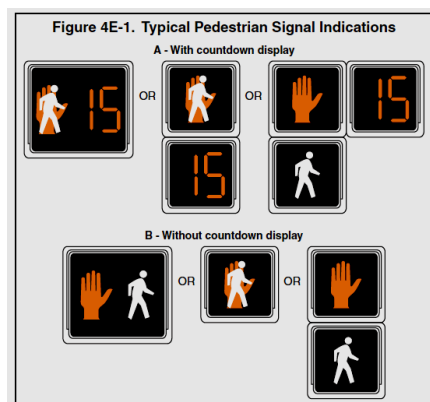
**How does it work?**  
 Currently at traffic lights, a green man invites pedestrians to cross the road whilst vehicles are stopped at a red light. When the green man light goes out, there are several seconds where no pedestrian lights are showing before the red man comes on. This is called the 'blackout' and stops new people from starting to cross the road, while giving those already on the crossing time to safely reach the other side.

Pedestrian Countdown will replace the blackout with an electronic countdown signal, showing exactly how many seconds remain to safely cross the road before the red man light comes on.

Starting in late June 2010, the trial will last up to 18 months, during which time TfL will assess whether the technology is suitable to be used across the Capital.



As figuras 16 e 17 mostram a instalação de contadores regressivos no vermelho intermitente nas travessias de pedestres em Londres (figura anterior) e Nova York (ao lado). A Figura 17 (abaixo) mostra uma reprodução do MUTCD (2009). fontes: (16) "Pedestrian Countdown at Traffic Lights", do TFL/UK e (16) "New York City - Pedestrian Safety Study & Action", do DOT/NY.





### Pedestrian Countdown Signals

**DOT will install at 1,500 intersections**

Countdown signals have been shown to reduce pedestrian injury crashes and are strongly preferred by pedestrians, who find them easier to understand than other signal types.<sup>28</sup>

DOT will install pedestrian countdown signals at 1,500 intersections by the end of 2011. Locations on high-crash multi-roadbed streets (e.g. Queens Blvd, Eastern Parkway) and Top 20 Pedestrian Crash Location intersections will be given priority.

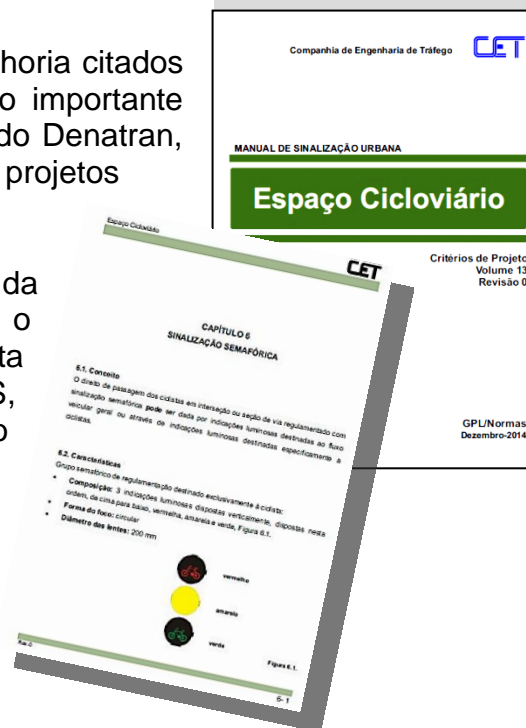
## Considerações finais

O histórico apresentado mostra que a CET esteve sempre à frente em termos nacionais no que se refere à concepção e elaboração dos manuais semafóricos.

Cabe agora dar início aos processos de melhoria citados em relação aos equipamentos. Outro passo importante seria a revisão do MSU a partir do Manual do Denatran, incorporando no conjunto os de critérios de projetos e incluindo também o de dutos.

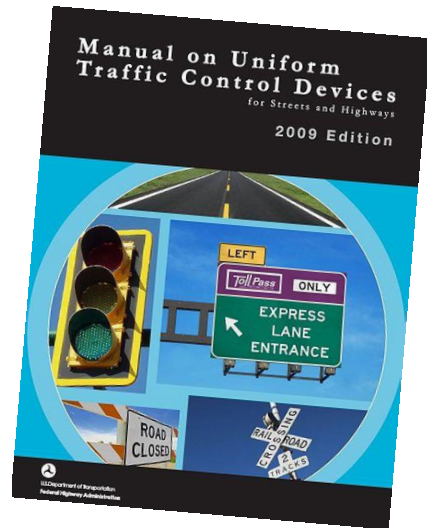
Importante marco de mais uma inovação da CET na sinalização semafórica foi o desenvolvimento em 2014, pela extinta Gerência de Controle de Semáforos - GCS, dos critérios de projeto sinalização semafórica para ciclovias (Capítulo 6 - SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA do MSU Vol. 13, denominado Espaço Ciclovitário - Figura 18). O MSU 13 foi elaborado pela Gerência de Planejamento, Logística e Estudos de Tráfego - GPL, com participação de técnicos de várias áreas da empresa. A sinalização semafórica para ciclovias não consta do novo Manual do Denatran.

Figura 18- MSU Vol.13 Espaço Ciclovitário, CET (2014).



## Anexo - o MUTCD

O MUTCD surgiu em 1935. Está em sua décima edição, publicada em 2009, cuja capa está reproduzida ao lado. Ele é editado nos Estados Unidos pela “Federal Highway Administration - FHWA”, que é subordinada ao “United States Department of Transportation - USDOT”. O MUTCD especifica os padrões de sinalização vertical, horizontal e semafórica. Como tem validade nacional, toda a sinalização americana deve obedecer ao que está estabelecido nesse manual.



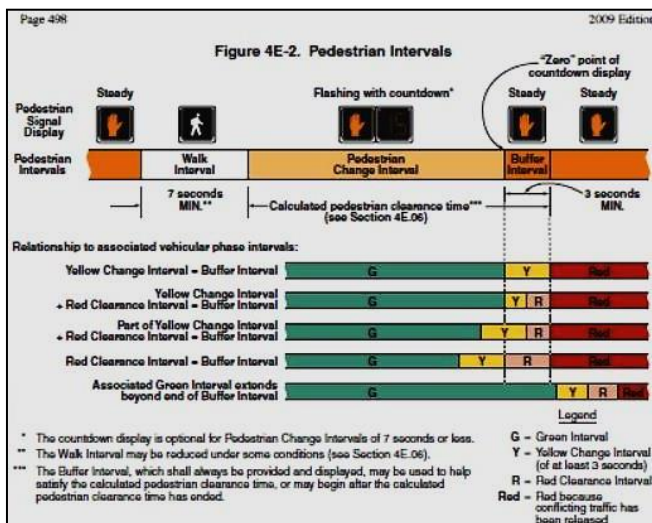
Existem versões estaduais do MUTCD, mas elas não podem contradizer nem alterar os padrões da publicação original.

Existe um comitê permanente que solicita ao FHWA as revisões necessárias ao texto original, formado por mais de 250 voluntários, chamado de “The National Committee on Uniform Traffic Control Devices - NCUTCD”.

A versão 2009 do MUTCD está na Internet e pode ser baixada no endereço:

<http://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/mutcd2009edition.pdf>

Observando o conteúdo do MUTCD podemos ver que é um manual cuja intenção é ser completo (são mais de 800 páginas!), com fatura de ilustrações e exemplos. Embora as figuras sejam muito bem produzidas, no que se refere ao texto, a parte gráfica não tem uma edição das mais caprichadas. Vale lembrar que não é utilizado o sistema métrico no manual, mas o inglês, o que exige conversões de medidas caso alguém queira aproveitar algum de seus padrões.



O MUTCD é uma referência para padrões de sinalização e de projetos e não aborda métodos de programação semafórica, mas estabelece alguns tempos de segurança, como verdes e vermelhos piscantes mínimos, como visto na figura ao lado, extraída da Parte 4 desse manual.