

Nota Técnica 266

UMA ANÁLISE CRÍTICA
DO MANUAL BRASILEIRO
DE SINALIZAÇÃO DE
TRÂNSITO

- Volume V -
Sinalização Semafórica

Sun Hsien Ming

Julho 2020



1. Introdução

O objetivo do presente trabalho é fazer uma análise crítica do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume V - Sinalização Semafórica, aprovado pela Resolução CONTRAN Nº 483 de 09/04/2014 [1], visando contribuir para o aprimoramento do seu texto numa eventual revisão e nova edição.

Para efeitos deste trabalho, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V - Sinalização Semafórica [1] será designado simplesmente por "Manual".

Uma parte da análise constante neste documento é referente à terminologia utilizada no Manual. É importante ressaltar, desde já, que uma discussão sobre a terminologia usada não é uma questão secundária, sendo essa discussão semântica absolutamente necessária para um documento técnico de Engenharia como é o Manual. De fato, o Manual é um documento oficial de alcance nacional, equiparando-se ao Traffic Signal Timing Manual do FHWA [2] e ao MUTCD [3], ambos dos Estados Unidos.

Assim, o Manual requer um rigor e precisão técnicos adequados para a finalidade a que se destina. Uma terminologia bem definida garante clareza ao texto, eliminando dúvidas e evitando esforços de interpretação pelo contexto da mensagem que se está querendo transmitir.

Segundo Andrade [4]:

Para utilizar a linguagem técnico-científica indispensável à redação e divulgação dos documentos técnico-científicos torna-se necessário o emprego de uma linguagem referencial, clara, objetiva.

O argumento de que o Manual não pode ser demasiadamente técnico e sofisticado, por ser um documento para todo o território nacional, havendo leitores, principalmente em pequenas cidades do interior, com dificuldades para entender o jargão utilizado, reforça a necessidade e a importância de definições claras para facilitar a compreensão do texto, pois não haverá a necessidade de esforços de interpretação pelo contexto. Além disso, deve-se ter em mente que o Manual é um documento de Engenharia, destinado a engenheiros e técnicos de tráfego que trabalham com a sinalização semafórica. Portanto, o Manual não é destinado ao público leigo no assunto, mas, sim, ao leitor que tenha requisitos mínimos de conhecimento da área específica de sinalização semafórica.

Para garantir clareza ao texto, é necessário atender às seguintes premissas:

1. Um termo não pode designar duas ideias diferentes.
2. Dois termos diferentes não podem designar a mesma ideia.
3. Um termo não pode designar uma ideia no contexto técnico diferente daquela que o termo tem no linguajar comum.

A Premissa 1 evita ambiguidade (usar o mesmo termo para significar coisas diferentes) e faz com que não seja exigido do leitor esforços de interpretação pelo contexto (o leitor não precisa decidir, pelo contexto, qual a ideia que o termo quer dizer).

A Premissa 2 evita o uso de sinônimos, ou seja, usar palavras diferentes para significar a mesma coisa. Um texto que, para designar uma ideia ou conceito, usa ora um termo, ora outro, pode causar dúvida e incerteza.

As Premissas 1 e 2, juntas, garantem uma relação biunívoca entre o termo utilizado e a ideia que se quer transmitir, isto é, um termo representa apenas uma única ideia e uma ideia é designada por apenas um único termo.

Segundo Pontes [5]:

A relação que se estabelece, segundo RONDEAU (op. cit. 20) entre uma denominação e um conceito é monorreferencial, isto é, para um dado termo, temos apenas uma denominação.

A Premissa 3 evita causar confusão ao leitor, pois se um termo designa uma ideia diferente daquela que tem no linguajar comum, isso trará prejuízo ao entendimento, pois, o leitor, intuitivamente, vai associar o significado da língua comum ao termo utilizado. De fato, deve-se ter em mente que muitas palavras da terminologia técnica são retiradas da língua comum. Assim, o significado atribuído ao termo no documento técnico não pode ser diferente do seu significado na língua comum.

Ainda de acordo com Andrade [4]:

O ensino de uma terminologia corresponde, de modo geral, ao ensino de uma língua estrangeira, pois ainda que a maioria dos termos provenha da língua comum, os percursos que levam à transmutação da palavra em termo fazem com que a terminologia se transforme em uma segunda língua, dentro da língua geral.

Assim, a terminologia técnica empregada deve ser uma segunda língua dentro da língua comum.

Outro aspecto a considerar, que leva a uma maior necessidade para que as definições sejam clara e objetivamente explicitadas é o fato de que termos utilizados na sinalização semafórica podem apresentar significados diferentes em outros países.

De acordo com Castro e Santiago [6]:

Assim, a Terminologia de base linguística foi capaz de observar que a comunicação científica não é tão unívoca quanto pensava Wüster (1998), pois como verificamos na citação anterior, há certa unificação de conceito em uma comunidade científica mais restrita, como por exemplo, a comunidade científica brasileira, podendo então haver mais de um conceito para determinado termo se comparado em comunidades científicas de outros países, como foi verificado no exemplo que apresentamos anteriormente.

Como exemplo na terminologia semafórica, pode-se citar o termo "fase" que, na comunidade técnica da cidade de São Paulo tem um significado, enquanto que o termo "phase" apresenta significados distintos no Reino Unido e nos Estados Unidos.

Assim como há diferenças entre os países, há diferenças entre as diversas regiões do país ou mesmo entre diferentes cidades. Deve-se salientar que não é possível elaborar um Manual nacional usando todas as nomenclaturas praticadas em todas as regiões e cidades do país. O Manual deve adotar uma nomenclatura oficial, compatível com a nomenclatura usada na literatura internacional. Para tanto, é imprescindível que todas as definições e conceitos adotados no Manual sejam clara e objetivamente expostos para permitir o correto entendimento, apesar das diferenças regionais de nomenclatura.

Nota: Conforme exposto no item 6 do presente documento, o Manual usa a expressão "vermelho geral" quando o recomendado é "vermelho de limpeza". Ao longo deste trabalho será usada a expressão "vermelho de limpeza" em vez de "vermelho geral". A expressão "vermelho geral" somente será mantida na transcrição literal de trechos do Manual.

2. Significado do termo 'Semáforo'

No Manual consta a seguinte definição de "semáforo", dada no item 3.2.2, Página 27:

3.2.2 Tipos de semáforos

O semáforo, ou grupo focal, é o conjunto obtido pela montagem de um ou mais focos luminosos com suas faces voltadas para o sentido do movimento.

Ou ainda, no item 3.5.1, Página 30:

3.5.1 Semáforo (também denominado grupo focal)

Elemento que fornece informações aos condutores de veículos e aos pedestres através de indicações luminosas. É constituído por um conjunto de focos dispostos conforme apresentado nas Tabelas 3.4 e 3.5.

Assim, o Manual define o termo "Semáforo" como sinônimo de grupo focal. Isso pode ser explicado pelo significado que a palavra tem na língua comum. De fato, o grupo focal é a face visível do semáforo. Por causa disso, no linguajar comum, a palavra "semáforo" é associada ao grupo focal. Além disso, a expressão "grupo focal" só é empregada na comunidade que trabalha com sinalização semafórica, não sendo usada pela língua comum no que tange a semáforos.

Ao usar o termo "semáforo" como sinônimo de grupo focal, o Manual peca contra a segunda Premissa, isto é, usa dois termos distintos para designar a mesma ideia.

Por outro lado, a palavra "semáforo" também apresenta outro significado na língua comum, como na frase:

Foi implantado um semáforo perto da minha casa.

Obviamente, o autor dessa frase não quis dizer que foi implantado um grupo focal perto da sua casa. Assim, na língua comum, "semáforo" também pode significar "um conjunto de sinalização semafórica". De acordo com o site Sinal de Trânsito [7]:

Já Antonio Valdes, em sua obra clássica Ingeniería de Tráfico, considera o vocábulo espanhol semáforo como um conjunto de elementos físicos e funcionais que concede, de forma alternativa, o direito de passagem a um movimento, ou a um grupo de movimentos, que convergem para uma interseção. Para ele, os grupos focais, o controlador e os detectores fazem parte da entidade chamada semáforo, bem como suas programações e configurações.

Ou seja, mesmo na comunidade técnica, "semáforo" pode ser entendido como o conjunto de todos os componentes, físicos e funcionais, que compõem a sinalização semaforizada numa interseção ou seção de via.

O próprio Manual usa o termo "semáforo" nesse outro sentido, como, por exemplo, na Página 269:

Este apêndice apresenta um método para medição em campo do tempo total de espera (atraso) dos veículos da via secundária de uma interseção onde se estuda a viabilidade da instalação de um semáforo.

Com certeza, o autor do Manual não quis dizer «... onde se estuda a viabilidade da instalação de um grupo focal.»

Ainda de acordo com o site Sinal de Trânsito [7]:

A dupla interpretação acaba trazendo confusões e mal-entendidos, o que é bastante grave quando nos encontramos no âmbito de discussões técnicas.

O próprio Autor do Manual percebeu, implicitamente, a dificuldade de entendimento devido a essa duplicidade de significado, tanto que, ao longo de todo o Manual, com o intuito de dar maior clareza, utilizou-se do expediente de colocar o significado que se queria dar à palavra "semáforo" entre parêntesis: "semáforos (grupos focais)", como na Página 224:

10.1.2 Visibilidade dos semáforos (grupos focais)

Esse expediente foi utilizado inúmeras vezes ao longo das 314 páginas do Manual.

Essa duplicidade de significado vai contra a Premissa 1, isto é, utilizar o mesmo termo para designar idéias diferentes.

Aqui, poderia se perguntar: uma vez que existe uma expressão no jargão técnico como "grupo focal" para designar o elemento físico que emite as indicações luminosas, por que é necessário usar outro termo para designar a mesma coisa?

Isto posto, sugere-se que, em uma possível revisão do Manual, seja efetuada a alteração proposta a seguir (Sugestão 1), com base na definição dada por Antonio Valdes, em sua obra Ingeniería de Tráfico [8], de forma a reservar exclusivamente a expressão "grupo focal" para designar o elemento físico que emite as indicações luminosas. Essa proposta atende à Premissa 1 e à Premissa 2.

• **Sugestão 1:**

Semáforo é o conjunto de elementos físicos e funcionais que determina, por meio de indicações luminosas, de forma alternada, o direito de passagem de veículos e pedestres num determinado local onde há conflito de movimentos, ou advertir sobre a presença de situações na via que possam comprometer a segurança dos usuários.

3. Definição de movimentos conflitantes

No item 4.1 - Estudo dos movimentos numa interseção, Página 44 do Manual, encontra-se a definição de movimentos conflitantes e não-conflitantes.

Os movimentos, quanto à interação das suas trajetórias para efeito do controle semaforizado, podem ser classificados como:

a) conflitantes: movimentos com origens diferentes cujas trajetórias se interceptam ou convergem em algum ponto da área de conflito.

b) não-conflitantes: movimentos cujas trajetórias não se interceptam nem convergem em nenhum ponto da área de conflito.

Na Página 42 do Manual já há uma classificação de movimentos em interceptantes e não interceptantes. Por que há a necessidade de nova classificação com base em trajetórias que se interceptam e que não se interceptam?

Para efeitos de controle semafórico, a definição dada no Manual para movimentos conflitantes e não-conflitantes, baseada em trajetórias que se interceptam e que não se interceptam, não é adequada. De fato, existem situações em que movimentos cujas trajetórias se interceptam e, nem por isso, são considerados movimentos conflitantes entre si. O exemplo clássico é o caso de uma conversão à esquerda numa avenida com mão dupla direção de tráfego que anda junto com o movimento do sentido oposto da avenida. Esses movimentos podem ser não-conflitantes e podem receber simultaneamente a indicação luminosa verde, apesar de serem movimentos interceptantes, conforme ilustra a Figura 1.

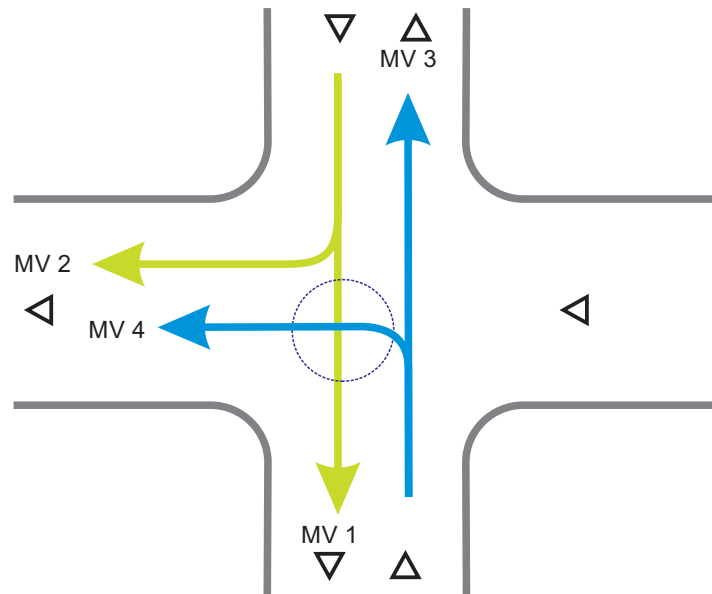
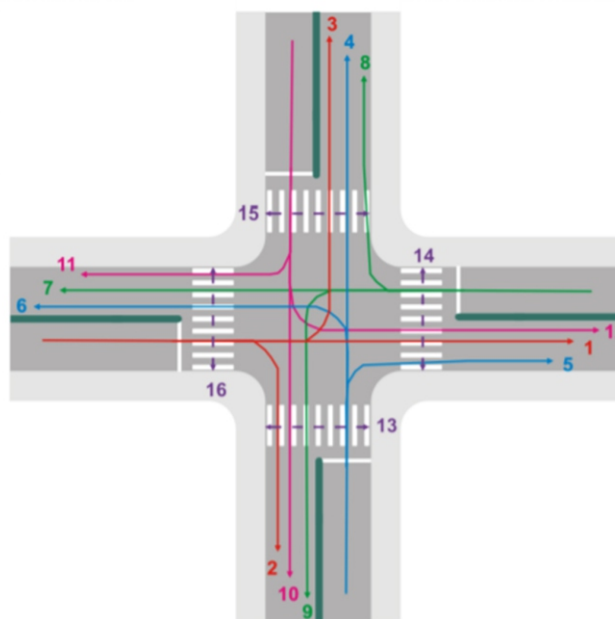


Figura 1 - O movimento de conversão à esquerda (MV4) e o movimento do sentido oposto (MV1) são movimentos interceptantes

Considere agora a Figura 4.7 do Manual:



1, 2, 3.....16 são movimentos de tráfego

Figura 4.7: Exemplo de um diagrama de conflitos

Figura 2 - Figura 4.7 do Manual

Por exemplo, na Tabela 4.2 do Manual (Página 45), os movimentos 6 (conversão à esquerda) e 10 (movimento do sentido oposto) são indicados como conflitantes. No entanto, dependendo de fatores como velocidade, intervisibilidade, fluxos, brechas, etc., é perfeitamente possível dar a indicação verde simultaneamente para esses dois movimentos.

Além disso, os movimentos 6 e 11 são indicados como movimentos conflitantes na Tabela 4.2 do Manual. Entretanto, esses movimentos não são indicados como movimentos interceptantes na Tabela 4.3 do Manual. Esses movimentos são indicados nessa Tabela como movimentos convergentes. Isso permite concluir, então, que tanto movimentos interceptantes como os convergentes são conflitantes entre si?

Conclui-se, então, que a classificação dos movimentos em convergentes/divergentes e em interceptantes/não interceptantes é importante para compreender a geometria das suas trajetórias, mas não pode ser usada de forma automática para definir os movimentos que podem ou não ocorrer de forma simultânea. Para tanto, convém sempre fazer uma análise em função de fatores como velocidade, brechas, visibilidade, largura da via, fluxos, caixas de acomodação, etc.

Assim, para efeitos de controle semaforico, é mais adequado classificar os movimentos conforme proposto na Sugestão 2.

Sugestão 2:

- Conflitantes: movimentos que não podem andar simultaneamente de forma segura.
- Não-conflitantes: movimentos que podem andar simultaneamente de forma segura.

4. Definição de entreverdes

No item 5.1 - Elementos básicos, letra "d", Página 74 do Manual, encontra-se a definição de entreverdes:

d) Entreverdes

É o intervalo de tempo compreendido entre o final do verde de um estágio e o início do verde do estágio subsequente.

Para semáforos veiculares, o entreverdes é composto de um tempo de amarelo, acrescido de um tempo de vermelho geral sempre que necessário.

Para semáforos de pedestres, o entreverdes corresponde ao tempo de vermelho intermitente seguido de um tempo de vermelho geral.

A definição dada pelo Manual está conceitualmente equivocada, conforme mostrado a seguir.

Primeiro, analisa-se a seguinte parte do texto:

É o intervalo de tempo compreendido entre o final do verde de um estágio e o início do verde do estágio subsequente.

O entreverdes, como dá a entender o seu significado na língua comum, é o intervalo de tempo entre 2 verdes. Assim, o entreverdes é um atributo de grupo semaforico e não de estágio. Quem apresenta verde é o grupo semaforico. O estágio é o intervalo de tempo em que um conjunto de grupos semaforicos tem direito de passagem.

Assim, o final de verde e o início de verde devem ser associados a verdes de grupos semaforicos e não a verde de estágios, conforme apresentado na Sugestão 3.

Analisa-se agora o trecho restante da definição de entreverdes:

Para semáforos veiculares, o entreverdes é composto de um tempo de amarelo, acrescido de um tempo de vermelho geral sempre que necessário.

Para semáforos de pedestres, o entreverdes corresponde ao tempo de vermelho intermitente seguido de um tempo de vermelho geral.

Novamente, há aqui um erro conceitual. Considerando que o Manual define "semáforo" como grupo focal, o texto acima pode ser reescrito como:

Para grupos focais veiculares, o entreverdes é composto de ...

Para grupos focais de pedestres, o entreverdes é composto de ...

Ora, não faz nenhum sentido grupo focal ter entreverdes. O grupo focal é apenas o elemento físico que emite as indicações luminosas.

Como já foi visto anteriormente, o entreverdes é um atributo de grupo semafórico e não de grupo focal.

Assim, o correto é substituir "semáforo" por "grupo semafórico" na definição, conforme a proposta apresentada na Sugestão 3.

Sugestão 3:

Entreverdes é o intervalo de tempo compreendido entre o final de verde de um grupo semafórico que está perdendo o direito de passagem e o início de verde de um grupo semafórico que está ganhando o direito de passagem.

Para grupos semafóricos veiculares, o entreverdes é composto de um tempo de amarelo, acrescido de um tempo de vermelho de limpeza sempre que necessário.

Para grupos semafóricos de pedestres, o entreverdes corresponde ao tempo de vermelho intermitente seguido de um tempo de vermelho de limpeza.

5. Definição de estágio

No item 5.1 - Elementos básicos, letra "c", Página 74 do Manual, encontra-se a definição de estágio:

c) Estágio

Denomina-se estágio o intervalo de tempo em que um ou mais grupos de movimentos recebem simultaneamente o direito de passagem. O estágio compreende o tempo de verde e o tempo de entreverdes que o segue.

Avaliando o trecho da definição em negrito "**O estágio compreende o tempo de verde e o tempo de entreverdes que o segue**" constata-se que a definição dada pelo Manual não é geral o suficiente para abranger todas as situações. Ela é válida apenas para o caso de haver só um grupo semafórico com direito de passagem no estágio. Neste caso, o "tempo de verde" estaria definido: seria o tempo de verde desse grupo semafórico, conforme se pode verificar pela Figura 3.



Figura 3 - "Tempo de verde" = tempo de verde de G1

No caso mais geral em que há mais de um grupo semafórico com direito de passagem no estágio, com tempos de verde diferentes, qual seria "o tempo de verde" referido na definição do Manual? Por exemplo, na Figura 4, "o tempo de verde" seria o tempo de verde de qual grupo semafórico? Do G1 ou do G4?



Figura 4 - Caso em que há dois grupos semafóricos com direito de passagem, com tempos de verde diferentes: G1 e G3

De acordo com o documento General Principles of Traffic Control by Light Signals Part 2 of 4 - Traffic Advisory Leaflet 1/06 [9], um estágio começa no instante em que todos os grupos semafóricos que tem direito de passagem ficam em verde e termina no instante em que o primeiro grupo semafórico com direito de passagem perde o verde.

Considere a Figura 5:



Figura 5 - Tempo de verde do Estágio 1

Na Figura 5:

- "A" é o instante em que todos os grupos semafóricos que têm direito de passagem no Estágio 1 ficam em verde.
- "B" é o instante em que o primeiro grupo semafórico que tem direito de passagem do Estágio 1 perde o verde.
- Tv1 é o tempo de verde do Estágio 1.

Avaliando agora o restante da definição (em **negrito**): "O estágio compreende o tempo de verde e o tempo de **entreverdes que o segue**" vê-se que o que segue "o tempo de verde" não é o entreverdes. Como já foi visto, o entreverdes é atributo de grupo semafórico. Assim, o entreverdes fica após o verde do grupo semafórico. O que segue "o tempo de verde" é o período de transição entre o estágio considerado e o estágio subsequente.

Considere a Figura 6:

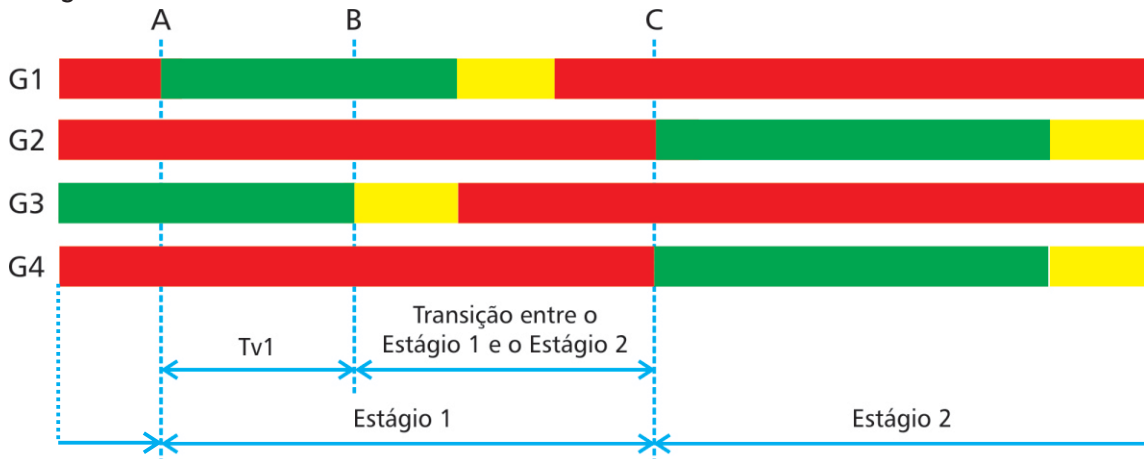


Figura 6 - Transição entre estágios

Na Figura 6:

- "C" é o início do Estágio 2.
- O intervalo entre B e C é o período de transição do Estágio 1 e o Estágio 2.
- O Estágio 1 é formado por Tv1 + Período de transição entre o Estágio 1 e o Estágio 2.

Dessa forma, uma definição de estágio mais geral é a que está proposta na Sugestão 4.

Sugestão 4:

Denomina-se estágio o intervalo de tempo em que um ou mais grupos de movimentos recebem simultaneamente o direito de passagem. O estágio compreende o intervalo de tempo entre o instante em que todos os grupos semafóricos que têm direito de passagem ficam em verde e o instante em que o primeiro grupo semafórico que tem direito de passagem perde o verde, acrescido do período de tempo de transição para o estágio subsequente.

6. Vermelho de limpeza x Vermelho geral: Terminologia

No item 5.1 - Elementos básicos, letra "e", Página 74 do Manual, encontra-se a definição de "vermelho geral":

e) Vermelho geral

É o intervalo de tempo entre o final do amarelo (ou do vermelho intermitente) de um estágio e o início do verde do próximo estágio.

A expressão "vermelho geral" pode ser entendida, na linguagem comum, que toda a interseção (ou seção de via) está em vermelho, isto é: o vermelho é geral. Por isso, o leitor pode, inadvertidamente, associar o vermelho geral exatamente a essa situação, de que todos os grupos focais estão em vermelho. Ora, sabe-se que isso pode não ser verdadeiro. Nesse período, pode haver grupos focais que estejam em verde.

O objetivo desse período é garantir que veículos que tenham passado a linha de retenção no fim do amarelo possam sair da área de conflito da interseção antes que o movimento concorrente ganhe o direito de passagem. Em outras palavras, o objetivo é "limpar" a área de conflito antes do início de verde para os movimentos concorrentes. O uso da palavra "limpar" é para ter uma equivalência com o termo em inglês: "clear". Daí, recomenda-se usar a expressão "vermelho de limpeza" (do equivalente em inglês "all red clearance") para esse período, em substituição à expressão "vermelho geral". Como dito anteriormente, no período de vermelho de limpeza nem todos os grupos focais estão em vermelho, podendo haver grupos focais em verde.

Considere o seguinte texto do site Sinal de Trânsito [10]:

... o objetivo é garantir o escoamento para fora da área de conflito de eventuais veículos que tenham passado no fim do estágio que está perdendo o direito de passagem antes de liberar o estágio que está iniciando. Propomos batizar este período em que movimentos incompatíveis são retidos juntos de vermelho de limpeza.

É importante ressaltar que, durante o período de vermelho de limpeza, podemos encontrar outros grupos focais do cruzamento em verde. Imaginemos, por exemplo, o cruzamento de uma avenida bastante larga de dupla pista com uma rua transversal. Assim que esta última receber vermelho, podemos abrir o verde para a pista da avenida que lhe é mais próxima enquanto a outra pista continua recebendo alguns segundos de vermelho, caracterizando o que estamos chamando de vermelho de limpeza.

O uso da expressão "vermelho geral" atenta contra a terceira Premissa, induzindo o leitor desavisado a ter uma ideia equivocada, levando-o a pensar instintivamente que o vermelho é geral, isto é, que todos os grupos focais estão em vermelho durante esse intervalo. Assim, a terminologia usada no linguajar comum não guarda relação com o seu significado técnico.

Uma expressão que também é usada para expressar a mesma ideia é "vermelho de segurança" (adotada, por exemplo, na ABNT NBR 16653:2017). O significado na língua comum dessa expressão não expressa o seu significado técnico que é de "limpar" a área de conflito. Além disso, corre-se o risco de se fazer uma analogia indevida com o verde de segurança. O verde de segurança é o menor tempo de verde que pode ser atribuído a um grupo semafórico de maneira a minimizar risco ou desconforto aos usuários. Por analogia, pode-se pensar que o "vermelho de segurança" é o menor tempo de vermelho que pode ser atribuído a um grupo semafórico de maneira a minimizar risco ou desconforto aos usuários, o que é totalmente equivocado.

Note que a expressão proposta, "vermelho de limpeza", tem um significado na língua comum condizente com a sua definição técnica, atendendo plenamente à Premissa 3.

Pode-se argumentar que não vale a pena fazer essa mudança de nomenclatura, pois a expressão "vermelho geral" está amplamente consolidada na comunidade técnica. Entretanto, o fato de o seu uso estar consolidado não pode ser a razão para que não seja melhorado. Se as coisas consolidadas não puderem ser mudadas, então não haverá aprimoramento, não haverá evolução. O dinamismo deve prevalecer sobre a inércia, sempre.

Isto posto, sugere-se que em uma possível revisão do Manual, a expressão "vermelho geral" seja alterada conforme proposto na Sugestão 5.

Sugestão 5:

Alterar a expressão "vermelho geral" para "vermelho de limpeza".

7. Definição de vermelho de limpeza

Analisa-se, a seguir, a definição de vermelho de limpeza proposta no item 5.1 - Elementos básicos, letra "e", Página 74 do Manual:

É o intervalo de tempo entre o final do amarelo (ou do vermelho intermitente) de um estágio e o início do verde do próximo estágio.

Verifica-se que essa definição não abrange situações mais complexas. Ela é válida apenas para o caso simples de haver um grupo semafórico com direito de passagem no estágio considerado e um grupo semafórico com direito de passagem no estágio subsequente. Considere o diagrama de barras da Figura 7, no qual VL é o período de vermelho de limpeza:

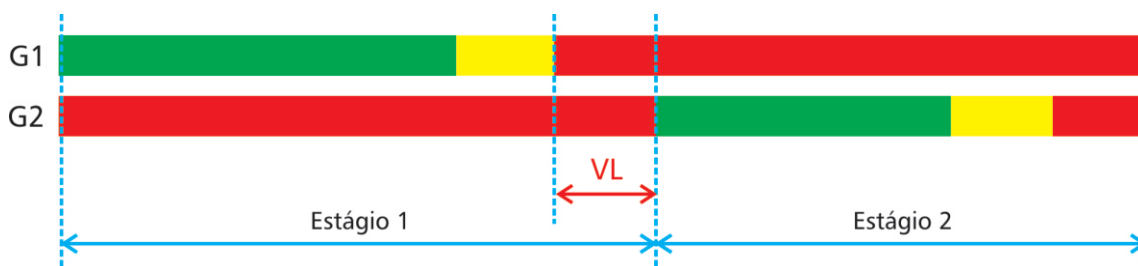


Figura 7 - Caso simples no qual há apenas um grupo semafórico com direito de passagem no Estágio 1 e um grupo semafórico com direito de passagem no Estágio 2

Pela Figura 7, verifica-se facilmente que o período de vermelho de limpeza do Estágio 1, VL, é o final do amarelo do Estágio 1 e o início de verde do Estágio 2, exatamente como diz a definição.

Considere-se agora o diagrama de barras da Figura 8, em que há 2 grupos semafóricos com direito de passagem no estágio considerado (G1 e G3) e 2 grupos semafóricos com direito de passagem no estágio subsequente (G2 e G4).



Figura 8 - Caso em que há dois grupos semafóricos com direito de passagem no Estágio 1 e dois grupos semafóricos com direito de passagem no Estágio 2

Para o caso da Figura 8, como se aplica a definição do Manual?

Para a determinação do vermelho de limpeza de G1, considera-se o final do amarelo de G1. Entretanto, deve-se considerar o início de qual verde, do G2 ou do G4?

Para a determinação do vermelho de limpeza de G3, deve se considerar o final do amarelo de G3. Entretanto, deve-se considerar o início de qual verde, do G2 ou do G4?

Verifica-se, assim, que a definição dada no Manual não é geral o suficiente para abranger todos os casos possíveis.

Como seria uma definição abrangente, que valesse para qualquer situação? Uma definição possível seria:

Vermelho de limpeza é o intervalo de tempo entre o final do amarelo (ou do vermelho intermitente) de um grupo semafórico que perdeu o direito de passagem e o início do verde do último grupo semafórico a ganhar o direito de passagem no estágio subsequente.

Aplicando essa definição para o caso da Figura 8:

Vermelho de limpeza de G1 = intervalo de tempo entre o final de amarelo de G1 e o início de verde de G4.

Vermelho de limpeza de G3 = intervalo de tempo entre o final de amarelo de G3 e o início de verde de G4.

Note que na definição proposta não se fala em estágio, mas sim, em grupo semafórico. A razão conceitual é que o vermelho de limpeza é um parâmetro de grupo semafórico e não de estágio. Isso significa que o vermelho de limpeza, assim como o amarelo e o vermelho intermitente, é configurável por grupo semafórico e não por estágio. De fato, não existe amarelo ou vermelho de limpeza do estágio.

Para maior clareza, a Figura 8 é rerepresentada como Figura 9, mostrando-se os estágios e os intervalos de vermelho de limpeza.

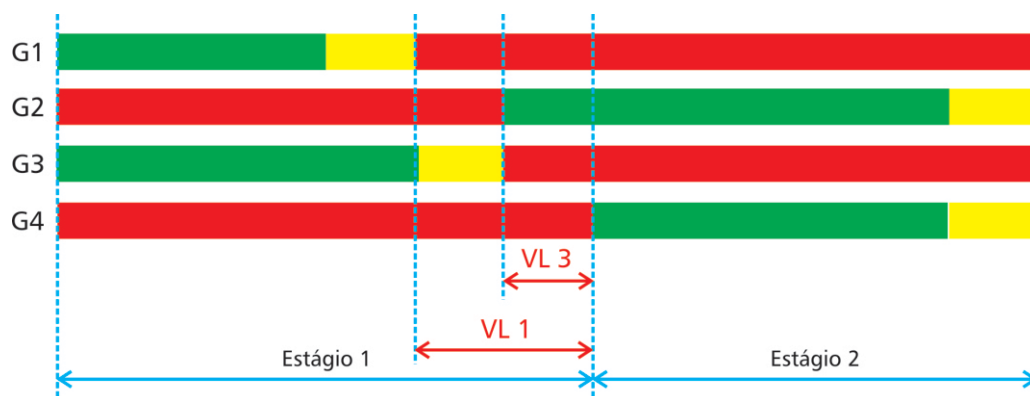


Figura 9 - Vermelho de limpeza de G1 e de G3

Na Figura 9, VL1 é o vermelho de limpeza de G1 e VL3 é o vermelho de limpeza de G3.

Sugere-se que seja alterada a definição de vermelho de limpeza, conforme a proposta apresentada na Sugestão 6.

Sugestão 6:

Vermelho de limpeza é o intervalo de tempo entre o final do amarelo (ou do vermelho intermitente) de um grupo semafórico que perdeu o direito de passagem e o início do verde do último grupo semafórico a ganhar o direito de passagem no estágio subsequente.

8. Vermelho de limpeza para movimento veicular - Figura 6.6

Na Figura 6.6, Página 90 do Manual, consta a seguinte figura:

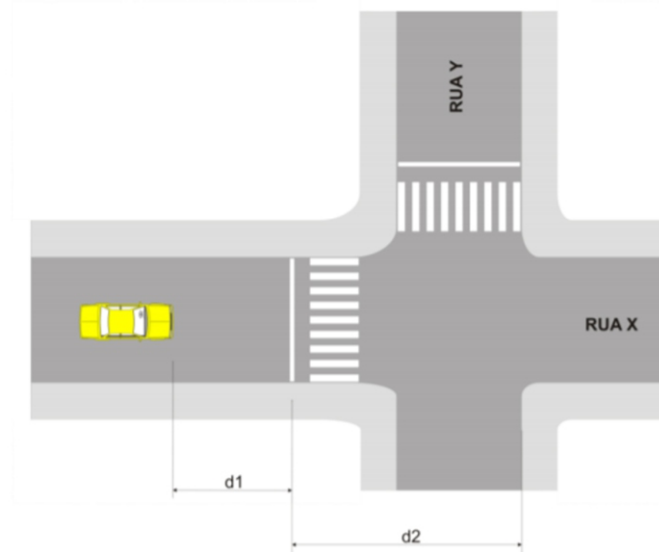


Figura 6.6: Distâncias percorridas pelo veículo junto à aproximação

Figura 10 - Figura 6.6 do Manual

Sugere-se alterar a Figura 6.6 do Manual de maneira a representar um exemplo mais completo, com faixa de pedestres na esquina posterior. Neste caso, para efeitos de cálculo do tempo de vermelho de limpeza, a distância d_2 deverá ser considerada até a extremidade da faixa de pedestres mais distante, como mostrado na Figura 11.

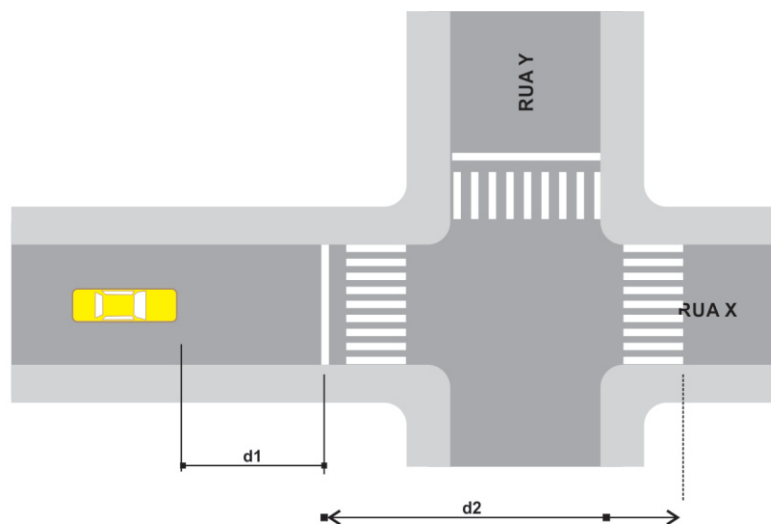


Figura 6.6: Distâncias percorridas pelo veículo junto à aproximação

Figura 11 - Distância d_2 até a extremidade da faixa de pedestres mais distante

Sugestão 7:

Sugere-se alterar a Figura 6.6 do Manual conforme mostrado na Figura 11.

9. Vermelho de limpeza para movimento veicular - Acréscimo de 1 segundo

No item 6.7.1 - Entreverdes para os veículos, Página 91 do Manual, consta a seguinte informação:

O vermelho geral do estágio veicular deve ser acrescido de, no mínimo, 1 segundo sempre que o estágio subsequente atender travessia de pedestres.

Não se constata uma justificativa plausível para esse acréscimo de 1 segundo. O importante é que o dimensionamento do vermelho de limpeza seja feito corretamente, de forma a garantir que, antes de iniciar o verde para pedestres, não haja mais nenhum veículo circulando sobre a faixa de pedestres. Se o pedestre iniciar a travessia no tempo de vermelho, aumentar o tempo de vermelho (por meio de vermelho de limpeza) não irá resolver o problema.

Além disso, quando se fala em "mínimo de 1 segundo", supõe-se que o acréscimo pode ser de mais de 1 segundo. Qual o critério que o projetista deve considerar para dimensionar esse acréscimo? Por qual razão o cálculo do vermelho de limpeza é insuficiente para atender à segurança? Se for insuficiente, então não seria o caso de mudar a metodologia de cálculo, de forma a evitar acréscimos ao valor calculado?

Uma recomendação mais razoável é, se o cálculo do vermelho de limpeza resultar em zero, então, a favor da segurança, deve-se colocar 1 segundo de vermelho de limpeza, isto é, se o estágio subsequente atender travessia de pedestres, o vermelho de limpeza não poderá ser nulo.

Sugere-se alterar a redação conforme a proposta constante na Sugestão 8.

Sugestão 8:

Se o estágio subsequente atender travessia de pedestres, então o vermelho de limpeza do estágio veicular não poderá ser nulo, devendo ter pelo menos 1 segundo.

10. Entreverdes para pedestres

No item 6.7.2 - Entreverdes para os pedestres, Página 92, pode-se ler:

O intervalo de vermelho geral deve ter duração mínima de 1 segundo.

Conceitualmente, não se vislumbra uma razão para esse vermelho de limpeza de pelo menos 1 segundo.

A dinâmica de pedestres é diferente da dinâmica veicular. No entreverdes veicular, há o intervalo de amarelo, que é dimensionado para permitir que o veículo pare com segurança na linha de retenção. O pedestre não tem essa dinâmica, logo, não necessita de um intervalo de tempo para essa função. O vermelho intermitente é o tempo suficiente para que o pedestre que tenha iniciado a travessia no último segundo de verde possa concluir com segurança a travessia. Portanto, o vermelho intermitente cumpre o papel de "limpar" a área da travessia antes de dar o direito de passagem para o movimento veicular. Assim, não há que se falar em um intervalo de vermelho de limpeza com a função de "limpar" a área de travessia, uma vez que o vermelho intermitente já desempenhou essa função. Se o tempo de vermelho intermitente for insuficiente, é questão de aumentá-lo e não usar outro tipo de sinalização (o vermelho fixo do vermelho de limpeza) para desempenhar a mesma função.

Ademais, o texto do Manual diz "duração mínima de 1 segundo". Isso supõe que o projetista pode dar mais de 1 segundo. Quanto? Qual o critério?

Como foi visto, não existe um critério teórico e conceitual que possa justificar um período de vermelho de limpeza de pedestre.

No entanto, na prática, muitos pedestres iniciam a travessia durante o período de vermelho intermitente. Para esses pedestres, o tempo de vermelho intermitente poderá não ser suficiente para a conclusão da travessia. Neste caso, prolongar o tempo de vermelho intermitente não será solução, pois, ao contrário, poderá estimular que mais pedestres iniciem a travessia nesse período. Então, pode-se pensar em dar um tempo "extra", por meio de um tempo de vermelho fixo, para que esses pedestres possam concluir a travessia. O tempo de vermelho fixo não iria estimular, teoricamente, que novos pedestres iniciassem a travessia. Entretanto, motoristas e pedestres poderão não entender

esse tempo. Motoristas e pedestres irão perceber que o semáforo está vermelho para ambos, sem uma razão aparente, e poderão pensar que o semáforo está com defeito. Isso poderá estimular, tanto motoristas como pedestres, a fazer a passagem no vermelho, gerando maior insegurança.

Com vistas aos pedestres que iniciam a travessia durante o período de vermelho intermitente, talvez seja possível formular um critério empírico em função da largura da via, como, por exemplo, na Tabela 1:

Tabela 1 - Exemplo de critério empírico para o vermelho de limpeza de pedestre

No. de faixas de trânsito	Vermelho de limpeza de pedestre
1	0
2	1
3	2
4 ou mais	3

Nota: Não confundir esse tempo com o tempo necessário para a travessia. O tempo necessário para concluir a travessia já foi dado pelo vermelho intermitente que, obviamente, será tanto maior quanto maior for a largura da via.

Observação: A forma mais eficiente e segura de tratar o problema é dispor de sensores para detectar a presença de pedestres na travessia, de forma que o tempo de vermelho intermitente possa ser estendido se ainda houver pedestres fazendo a travessia. Esse sistema, além de garantir que o tempo possa ser estendido quando necessário, evita a ocorrência de tempo ocioso (quando não há mais pedestres na travessia).

Isto posto, e considerando uma possível revisão do Manual, segue proposta a ser avaliada sobre a conveniência e a necessidade de um estudo conforme a Sugestão 9.

Sugestão 9:

Estudo para a formulação de um critério empírico para o dimensionamento do tempo de vermelho de limpeza de pedestres.

11. Arredondamento de entreverdes

No item 7.2.2 - Exemplo do cálculo dos tempos de uma interseção semaforizada - Determinação do tempo de entreverdes, Página 120 do Manual, encontra-se o seguinte texto:

Normalmente, em casos que envolvem tempos de segurança, como os entreverdes, a tendência é sempre arredondar para o inteiro superior. Portanto, 3,4 segundos seriam arredondados para 4s, por conta da segurança. Como a obtenção do entreverdes prevê a soma de duas parcelas calculadas separadamente, deve-se tomar o cuidado de não realizar o arredondamento nas parcelas, sob o risco de elevar excessivamente o valor total.

Por exemplo:

Se no cálculo das duas parcelas foram obtidos os valores 3,6s e 2,1s, o total de entreverdes deveria ser 5,7s e arredondando, ter-se-ia 6s, sendo 4s de amarelo e 2s de vermelho geral.

Caso se optasse pelo arredondamento nas parcelas, ter-se-ia 4s e 3s, em um total de 7s de entreverdes.

O procedimento de arredondamento proposto pelo Manual pode ser indefinido em algumas situações. Por exemplo, considere a Tabela 2:

Tabela 2 - Exemplo de situações para o arredondamento de entreverdes

	Resultado do cálculo			Arredondamento do Manual		Arredondamento usual	
	Amarelo	Vermelho de limpeza	Entreverdes	Amarelo	Vermelho de limpeza	Amarelo	Vermelho de limpeza
1ª situação	3,1	2,1	5,2 → 6	4	2	3	2
				3	3		
2ª situação	3,9	2,9	6,8 → 7	4	3	4	3
3ª situação	3,5	2,5	6,0 → 6	3	3	4	3
				4	2		
4ª situação	3,9	2,2	6,1 → 7	4	3	4	2

Na Tabela 2, o arredondamento usual significa o arredondamento de cada parcela em separado pelo método usual, isto é, até 0,5 arredonda-se para baixo e 0,5 ou mais arredonda-se para cima.

Na primeira situação: como distribuir os 6 segundos? 4 + 2 ou 3 + 3?

Na terceira situação: como distribuir os 6 segundos? 3 + 3 ou 4 + 2?

Em princípio, não é razoável que a aplicação de um critério possa conduzir a mais de um resultado.

Na realidade, o critério de arredondamento não é relevante para a precisão do resultado. Basta lembrar como é feito o cálculo do entreverdes. O cálculo é oriundo da Expressão 6.3 do Manual (Página 90 do Manual).

$$t_{ent} = t_{pr} + \frac{v}{2(a_{ad} \pm ig)} + \frac{d_2 + c}{v} \quad (6.3)$$

Trata-se de uma expressão determinística e foi derivada considerando-se que a zona de dilema é nula. Nessa expressão, variáveis como velocidade (v), tempo de percepção e reação (t_{pr}) e taxa de frenagem (a_{ad}) entram como constantes. Mas, na vida real, esses valores variam de veículo para veículo, de motorista para motorista, sendo, portanto, variáveis aleatórias. Dessa forma, a zona de dilema não será nula para todos os veículos. O método determinístico não permite determinar a probabilidade que um veículo tem de ficar na zona de dilema e, portanto, não é possível conhecer a sua precisão ou a margem de erro (para maiores detalhes ver a Nota Técnica 212 - Dimensionamento do Entreverdes - Uma Abordagem Probabilística [12]). Logo, o eventual excesso do arredondamento por parcelas não é relevante, pois a precisão do método determinístico sequer é conhecida. Além disso, arredondar a soma não faz muito sentido, pois as duas parcelas cumprem funções distintas: parece não haver muita lógica arredondar a soma e depois distribuir o valor total entre parcelas que funcionalmente são distintas.

Em função do exposto, sugere-se que em uma possível revisão do Manual seja adotado o arredondamento, conforme proposto na Sugestão 10.

Sugestão 10:

O critério de arredondamento deverá ser para cada parcela, seja pelo critério usual, seja sempre para cima.

12. Valor da velocidade no cálculo do amarelo e do vermelho de limpeza

Na Página 121 do Manual há um exemplo de cálculo do tempo de amarelo e do vermelho de limpeza veicular, usando-se a mesma velocidade (11,1 m/s ou 40 km/h).

A expressão que permite o cálculo do tempo de entreverdes é a Expressão 6.3 na Página 90 do Manual:

$$t_{ent} = t_{pr} + \frac{v}{2(a_{ad} \pm ig)} + \frac{d_2 + c}{v} \quad (6.3)$$

Tempo de vermelho de limpeza

Tempo de amarelo

Nessa expressão, as duas primeiras parcelas representam o tempo de amarelo (tempo necessário para que o veículo pare na linha de retenção) e a terceira parcela representa o tempo de vermelho de limpeza (tempo necessário para que o veículo saia da área de conflito).

A velocidade v aparece tanto no tempo de amarelo como no tempo de vermelho de limpeza, dando a entender que se trata da mesma velocidade. Entretanto, deve-se observar que o tempo de amarelo é diretamente proporcional à velocidade (quanto maior é a velocidade maior deve ser o amarelo), enquanto que o vermelho de limpeza é inversamente proporcional à velocidade (quanto menor é a velocidade maior deve ser o vermelho de limpeza). Como o entreverdes está relacionado diretamente com a segurança, deve-se dimensioná-lo sempre pensando na situação mais crítica. Ora, para o amarelo a situação mais crítica é nos períodos de trânsito livre, quando a velocidade é maior. Daí recomenda-se usar o valor da velocidade regulamentada para dimensionar o amarelo. Por outro lado, para o vermelho de limpeza a situação mais crítica é quando o trânsito está próximo da saturação, quando a velocidade é menor e o veículo vai levar mais tempo para sair da área de conflito. Assim, usar a velocidade regulamentada para dimensionar o vermelho de limpeza irá subdimensionar esse intervalo. Isso poderá causar sério problema de segurança principalmente em interseções de grande extensão. Daí a necessidade de se usar velocidades distintas para o amarelo e para o vermelho de limpeza.

Isto posto, sugere-se que em uma possível revisão do Manual seja avaliada a proposta constante na Sugestão 11.

Sugestão 11:

Adotar velocidades distintas para o cálculo do tempo de amarelo e do tempo de vermelho de limpeza. Para o amarelo, deve-se recomendar a adoção da velocidade máxima regulamentada da via, enquanto que para o vermelho de limpeza a velocidade a ser adotada deve ser a velocidade de saturação da via (20 a 30 km/h, dependendo da via).

13. Controle e operação

No item 5.2 - Controle e operação, Página 76 do Manual, constam 3 classificações: tipos de controle, estratégias de controle e modos de operação.

5.2.1 Tipos de controle

a) Tempo fixo

b) Atuado

5.2.2 Estratégias de controle

a) Controle isolado

b) Controle em rede

5.2.3 Modos de operação

a) Controle local (descentralizado)

b) Controle centralizado

O termo "controle" é usado de forma genérica e confusa. Não é definido o que é tipo de controle e o que é estratégia de controle. Cada um dos tipos de controle pode ter estratégias de controle diferentes? Os modos de operação são também controles (controle local e controle centralizado)?

Há a necessidade de definir previamente os critérios para a classificação.

A seguir transcreve-se um trecho sobre esse assunto do sítio Sinal de Trânsito [12]:

A classificação das diversas condições em que um semáforo pode estar funcionando é outro terreno onde encontramos bastante falta de exatidão na terminologia. Fala-se, por exemplo, em modo manual e modo coordenado, mas, na verdade, a operação manual e a coordenação são duas características que implicam em noções totalmente diferentes. A primeira envolve o aspecto de quem está comandando o semáforo e a segunda a ideia de uma programação compatibilizada com semáforos adjacentes. Não podemos tratar dois fatos de natureza tão distinta como se fossem alternativas da mesma classificação chamada "modo".

Propomos, aqui, classificar as formas de funcionamento dos semáforos segundo três enfoques: o controle, a operação e o modo.

CONTROLE

Reservamos ao termo "controle" o conceito associado ao elemento responsável pelo acionamento dos tempos do semáforo.

Sob este ponto de vista, encontramos três possibilidades: o controle local, o controle centralizado e o controle manual.

Denominamos controle local à situação em que o semáforo é comandado diretamente por um equipamento denominado controlador.

Atribuímos ao termo controle centralizado a condição em que pelo menos parte da programação semaforica que ocorre no semáforo é determinada remotamente por equipamentos instalados numa Central de Controle.

Chamamos de controle manual à situação em que os tempos são impostos por um agente de trânsito através de comandos que aplica no controlador ou no Centro de Controle.

OPERAÇÃO

Sugerimos entender, sob o grupo da operação, o tipo de indicação luminosa apresentada.

Normalmente, ocorrem as indicações verde, amarela, vermelha e vermelha intermitente numa certa sequência padrão. Chamamos esta condição de operação "convencional".

À situação de advertência em que os focos amarelos ficam piscando enquanto os outros permanecem apagados, denominamos operação "amarelo intermitente".

Temos ainda uma terceira possibilidade quando o semáforo é apagado em determinadas horas do dia: operação "apagado".

MODO

Vinculamos a classificação "modo" aos aspectos associados à programação semaforica. Temos dois fatores a considerar.

Em primeiro lugar, a forma de funcionamento do semáforo em si que pode ser atuada, semi-atuada, em tempos fixos e em tempo real.

O segundo fator diz respeito a eventual trabalho concatenado com outros semáforos vizinhos que pode ser isolado ou coordenado.

Combinando estes dois fatores, chegamos a seis modos possíveis:

a) Tempos fixos isolado;

b) Tempos fixos coordenado;

c) Atuado isolado;

- d) *Semi-atuado isolado;*
- e) *Semi-atuado coordenado;*
- f) *Tempo real coordenado.*

Conforme o texto do Sinal de Trânsito acima transcrito, propõe-se atribuir ao termo "controle" o elemento responsável pela temporização semafórica. De acordo com esse critério, têm-se os seguintes tipos de controle:

- Controle local: quando a temporização semafórica é proveniente da programação armazenada previamente no próprio controlador.
- Controle central: quando a temporização semafórica é proveniente de um sistema central.
- Controle manual: quando a temporização semafórica é proveniente de comandos dados por um operador de trânsito habilitado.

Quanto ao termo "modo", a recomendação aqui é algo diferente daquela proposta pelo Sinal de Trânsito. Propõe-se que o modo seja associado aos aspectos da programação semafórica que possam ser configuráveis em tabela horária. De acordo com esse critério, têm-se os seguintes modos:

- Tempo fixo isolado
- Tempo fixo coordenado
- Atuado (*)
- Semiatuado (*)
- Tempo real
- Amarelo intermitente
- Apagado

Nota 1: Aqui o amarelo intermitente e o apagado não correspondem a situações de falha, mas a "modos" que podem ser programados em tabela horária.

Nota 2: Nem todo controlador dispõe do modo semiatuado.

Nota 3: O modo tempo real é programável em tabela horária de um sistema central e não em tabela horária do controlador.

(*) Ver o item 14 deste documento.

Conforme aqui exposto, sugere-se que em uma possível revisão do Manual seja avaliada a proposta constante na Sugestão 12.

Sugestão 12:

Refazer as classificações de controle e de modo de acordo com critérios previamente definidos.

14. Atuado e semiatuado

A letra "b" do item 5.2.1, Página 76 do Manual, divide o modo atuado em "semiatuado" e "totalmente atuado", sem definir o que é atuado e sem descrever as suas características, limitando-se a dizer que: "Os principais tipos de controle atuado pelo tráfego são: semiatuado e totalmente atuado."

O que há de comum entre o "semiatuado" e o "totalmente atuado" para que ambos sejam classificados dentro de uma mesma categoria denominada "atuado"? Afinal, o que o autor do Manual entende por "atuado"?

Conforme o texto do Manual sobre o "totalmente atuado" (Página 77 do Manual):

O controle totalmente atuado decorre do monitoramento da demanda de tráfego na interseção, mediante a implantação de detectores de tráfego em todas as suas aproximações, permitindo alterações nos tempos dos estágios.

O princípio básico do funcionamento em modo totalmente atuado é o da determinação do tempo de verde associado a cada estágio de sinalização, variando entre um valor mínimo e um valor máximo pré-estabelecidos.

Isso quer dizer que a duração dos estágios não é fixa, mas variável entre um valor mínimo e um valor máximo em função da demanda de tráfego verificada nos detectores.

Sobre o "semiatuado", o Manual diz na sua Página 76:

O controle semiatuado é, em geral, empregado em cruzamentos de vias de grande volume (vias principais) com vias de baixo volume de tráfego (vias secundárias).

Nesse tipo de controle a indicação verde é dada continuamente para os veículos da via principal, sendo interrompida quando detectores implantados nas aproximações da via secundária indicarem a presença de veículos motorizados.

Note que no modo semiatuado, a duração dos estágios não é variável em função de demanda verificada nos detectores. O detector é instalado apenas na via secundária e é utilizado para efetuar a troca do estágio da via principal para a via secundária e não para aumentar o tempo de verde. Assim, o único elemento em comum entre o "semiatuado" e o "totalmente atuado" é o uso de detector, porém, com funções totalmente diferentes. Considerando apenas o modo de funcionamento, o "semiatuado" e o "totalmente atuado" não tem nada de comum, sendo totalmente distintos.

O modo semiatuado também se aplica para uma travessia de pedestres de meio de quadra, conforme consta na Página 76 do Manual:

Quando o controle semiatuado for empregado em travessias de pedestres ou ciclistas, a interrupção da indicação verde para os veículos da via principal ocorre quando as botoeiras forem acionadas.

No caso de semiatuado para travessia de pedestres, até o tipo de detector é diferente do detector do "totalmente atuado".

Assim, fica claro que o modo semiatuado não é uma espécie de "não totalmente atuado" em contraposição ao "totalmente atuado".

Além disso, na comunidade técnica não é usual a utilização da expressão "totalmente atuado". O que se definiu como "totalmente atuado" é normalmente designado como "atuado".

Em função da argumentação aqui exposta, sugere-se que numa eventual revisão do Manual sejam adotadas as definições constantes na Sugestão 13, devendo o funcionamento de cada modo ser devidamente detalhado.

Sugestão 13:

Propõe-se que seja definido:

- a) O modo atuado como sendo aquele em que a duração dos estágios é decorrente da ativação de detectores veiculares, permitindo extensões de verde até um máximo programado.
- b) O modo semiatuado como sendo aquele em que a indicação verde é dada continuamente para os veículos de uma via principal, sendo interrompida quando detectores implantados nas aproximações da via secundária indicarem a presença de veículos motorizados ou, quando empregado em travessias de pedestres, a interrupção da indicação verde para os veículos da via principal ocorre quando as botoeiras de pedestres forem acionadas. A mudança de estágio, tanto na detecção de presença de veículos na via transversal como no acionamento de botoeira na travessia de pedestres, ocorre após um intervalo de tempo programável.

15. Sinalização semafórica para ciclistas

No Manual, a parte relativa à sinalização semafórica para ciclistas está dispersa em várias partes.

15.1 Grupo focal para ciclista

O Manual traz uma série de informações contraditórias quanto ao grupo focal para ciclistas.

Na capa do Manual, conforme a Figura 12, é mostrado o grupo focal para ciclistas como sendo composto por 3 focos, sendo que o foco amarelo não tem pictograma.



Figura 12 - Grupo focal para ciclista na capa do Manual

Na Página 25, Tabela 3.1, do Manual, o grupo focal para ciclistas apresenta só dois focos: verde e vermelho, conforme a Figura 13.

Vermelha	
Verde	

Figura 13 - Grupo focal para ciclista, tal como aparece na Tabela 3.1 do Manual

Na Página 27 do Manual, consta o seguinte texto:

CICLISTAS - Os grupos focais de ciclistas são compostos por focos vermelho, amarelo e verde, com os pictogramas respectivos, dispostos nesta ordem, de cima para baixo, na posição vertical.

Portanto, aqui pode se entender que o grupo focal para ciclistas apresenta os 3 focos com pictograma.

Na Página 28, Tabela 3.4, do Manual, o grupo focal para ciclistas aparece igual à capa, isto é, 3 focos, sendo que o foco amarelo não tem pictograma, conforme a Figura 14.



Figura 14 - Figura constante na Tabela 3.4 do Manual

No Apêndice 1, Página 253 do Manual, o grupo focal para ciclistas aparece com o respectivo pictograma nos três focos, conforme a Figura 15.

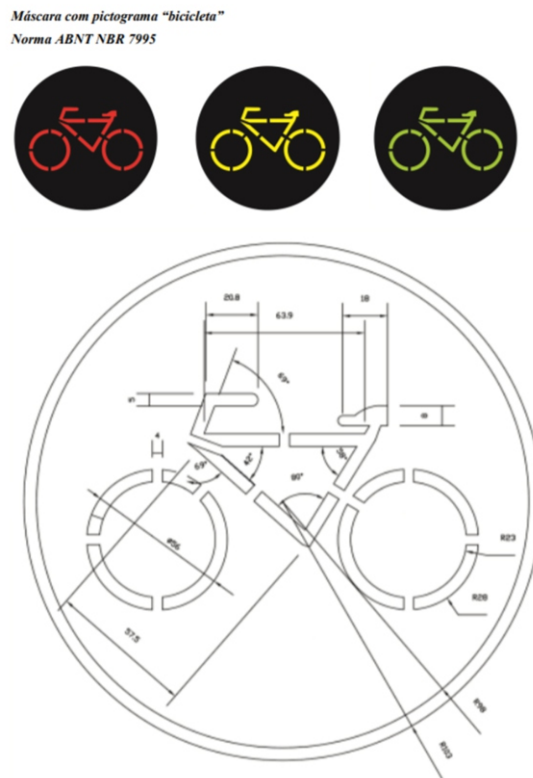


Figura 15 - Grupo focal para ciclista com pictograma nos 3 focos do Manual

Diante dessas informações contraditórias, não é possível concluir qual é, efetivamente, a orientação do Manual.

A seguir, apresenta-se uma rápida pesquisa na literatura internacional para determinar o tipo de grupo focal utilizado em alguns países.

As Figuras 16 e 17 mostram o grupo focal para ciclistas recomendado pela NACTO (National Association of City Transportation Officials) nos Estados Unidos, composto por 3 focos, com pictograma inclusive no foco amarelo. (NACTO Urban Bikeway Design Guide [11]).



Figura 16 - Grupo focal para ciclistas - NACTO Urban Bikeway Design Guide - April 2011 Edition [13] - Grupo focal com 3 focos



Figura 17 - Grupo focal para ciclistas - NACTO Urban Bikeway Design Guide - April 2011 Edition [13] - Foco amarelo com pictograma

A Figura 18 mostra o grupo focal para ciclistas utilizado em Quebec, Canada, com 3 focos e pictograma também no foco amarelo.



Figura 18 - Grupo focal para ciclistas usado em Quebec, Canada
Traffic Signal Guidelines for Bicycles - Final Report - TAC (Transportation Association of Canada) [14] - Foco amarelo com pictograma

A Figura 19 mostra grupos focais para ciclistas do Reino Unido, conforme o Manual of Traffic Signs - Chapter 6 - Traffic Control, The Department for Transport [15].

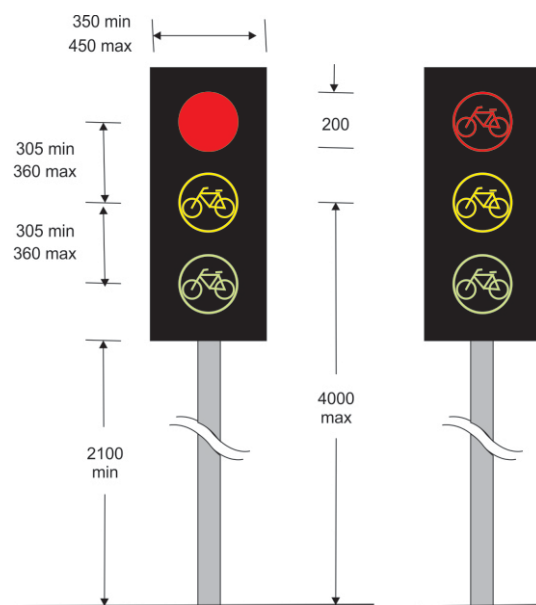


Figure 12-2 Diagram 3000.2 (S14-2-3), alternative types

Figura 19 - Grupo focal para ciclistas - Reino Unido

A Figura 19 mostra dois tipos de grupo focal para ciclistas: o primeiro sem o pictograma no foco vermelho e o segundo com o pictograma nos 3 focos.

O foco amarelo no grupo focal para ciclistas é indispensável, uma vez que a bicicleta, embora não sendo motorizada, é classificada como veículo e, como tal, compartilha com os veículos motorizados a aproximação semaforizada. Deve-se lembrar de que o tempo de amarelo deve ser dimensionado de forma que o veículo possa parar com segurança na linha de retenção na mudança de direito de passagem. Assim, a bicicleta, sendo um veículo, também necessita de um tempo para poder parar na linha de retenção. Por outro lado, os pedestres não apresentam essa dinâmica e, portanto, não necessitam de um intervalo de tempo para essa função. Por isso, o grupo focal de pedestres é composto só de dois focos: verde e vermelho.

No entanto, deve-se ressaltar que, como a velocidade e a taxa de frenagem da bicicleta são bem diferentes dos veículos motorizados, os intervalos de entreverdes para bicicletas também deverão ser diferentes dos entreverdes para veículos.

Quanto ao pictograma no foco amarelo, julga-se que o melhor é fornecer a informação a mais completa possível para os usuários da via, não deixando dúvida de que o grupo focal é para ciclista. Caso contrário, sem o pictograma, durante o tempo de amarelo corre-se o risco de confundir com o grupo focal veicular. Por outro lado, não se vislumbra nenhuma possível contraindicação ou desvantagem para que seja colocado o pictograma no foco amarelo de ciclista, talvez com a exceção da intensidade luminosa.

Como o pictograma é obtido diretamente pela disposição dos LEDs sobre a placa de circuito impresso, há um número menor de LEDs no foco com pictograma e, por consequência, uma intensidade luminosa menor, do que no foco sem pictograma.

Na maior parte das situações, os ciclistas irão compartilhar com os veículos o grupo focal veicular. Dessa forma, não há motivos para que, quando for necessário um grupo focal específico para ciclistas, esse grupo focal tenha intensidade luminosa diferente da do grupo focal veicular.

A visibilidade crítica é a visibilidade à distância. Ora, em função de que a velocidade da bicicleta é menor que a velocidade dos veículos motorizados, a distância de visibilidade necessária para os ciclistas também será menor. Assim, eventualmente, a redução da distância pode compensar a redução da intensidade luminosa devido ao menor número de LEDs, sendo o pictograma visível para a distância requerida pelo ciclista, da mesma forma como o foco amarelo veicular é visível para os condutores.

15.2 Diagrama de estágios

No item 5.1 - Elementos básicos, letra "i" - Diagrama de estágios, Página 74 do Manual, pode-se ler o seguinte texto:

O diagrama de estágios é a representação gráfica da alocação dos movimentos que podem ser realizados (motorizados e não motorizados) em cada estágio do ciclo. O movimento de pedestres e/ou ciclistas só deve ser representado no diagrama de estágios quando for sinalizado por grupos focais específicos.

No texto acima, os movimentos não motorizados se referem, obviamente, a ciclistas. Assim, seria necessário que o Manual recomendasse uma representação para os movimentos de ciclistas. A sugestão aqui é que haja representação de movimento de ciclistas em aproximações com ciclofaixa ou ciclovia, independentemente se há grupo focal específico para ciclistas. Na maior parte das situações, os ciclistas compartilham os grupos focais veiculares. No entanto, apesar do compartilhamento dos grupos focais veiculares, é importante explicitar o movimento de ciclistas por causa da necessidade de dimensionar o entreverdes para atender os ciclistas.

15.3 Travessia de pedestres ou ciclistas

No item 5.2.1 - Tipos de controle, letra "b.1)" - Semiatuado, Página 76 do Manual, consta o seguinte:

Quando o controle semiatuado for empregado em travessias de pedestres ou ciclistas, a interrupção da indicação verde para os veículos da via principal ocorre quando as botoeiras forem acionadas.

A bicicleta é considerada um veículo e, como tal, não poderia compartilhar o uso da faixa de pedestres com o pedestre. A única situação prevista no CTB em que o ciclista é equiparado ao pedestre é a situação descrita no § 1º do Artigo 68 do CTB, transcrito abaixo:

Art. 68. É assegurada ao pedestre a utilização dos passeios ou passagens apropriadas das vias urbanas e dos acostamentos das vias rurais para circulação, podendo a autoridade competente permitir a utilização de parte da calçada para outros fins, desde que não seja prejudicial ao fluxo de pedestres.

§ 1º O ciclista desmontado empurrando a bicicleta equipara-se ao pedestre em direitos e deveres.

Portanto, o ciclista, para se equiparar ao pedestre e poder usar a faixa de pedestres, deve estar desmontado. Como, nesta situação, o ciclista é equivalente a pedestre, para evitar eventuais entendimentos equivocados, a menção a ciclista no texto da letra "b.1)" do item 5.2.1 do Manual poderia ser eliminada.

15.4 Critérios de uso

No item 10.3.1, Página 239 do Manual, consta o seguinte texto:

10.3.1 Critérios de uso de grupos focais de ciclistas

A implantação de grupos focais de ciclistas deve ocorrer sempre que as condições de circulação do tráfego no local justifiquem a definição de um estágio específico para o atendimento aos ciclistas.

O grupo focal para ciclista pode ser necessário mesmo que não haja um estágio específico para o atendimento aos ciclistas. Exemplo disso é o caso de ciclofaixa com duplo sentido de circulação numa via de mão única, conforme a Figura 20. Nesse caso, não há um estágio específico para ciclistas, pois os mesmos compartilham do mesmo estágio veicular. Quando ciclistas compartilham com os veículos motorizados do mesmo estágio, haverá a necessidade de grupo focal para ciclista quando não houver grupo focal veicular para a aproximação dos ciclistas ou os ciclistas não tiverem boa visibilidade dos grupos focais veiculares.

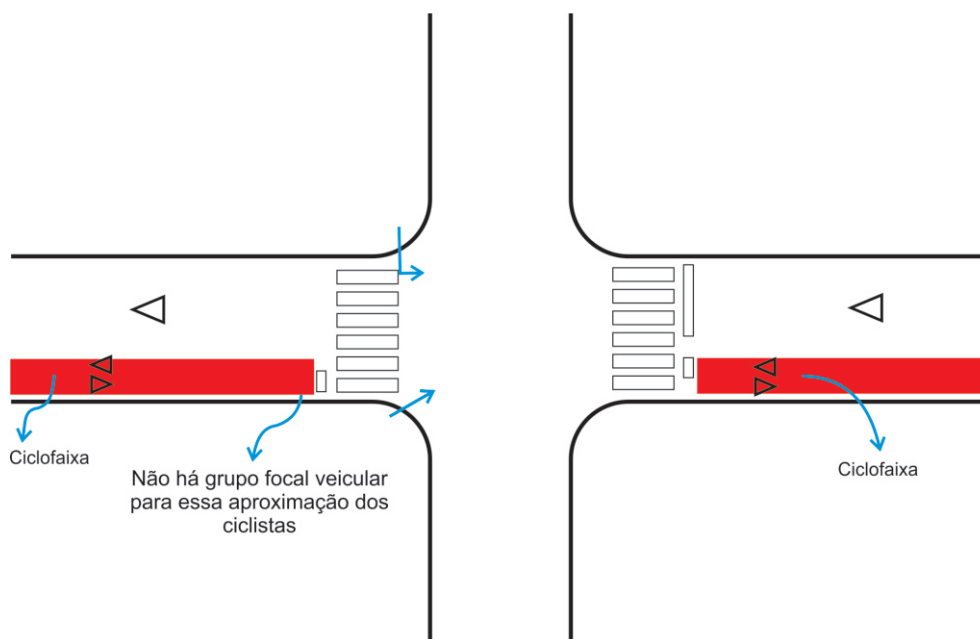


Figura 20 - Ciclofaixa de duplo sentido de circulação em via de mão única

15.5 Visibilidade dos grupos focais

No item 10.3.2 - Visibilidade dos semáforos (grupos focais), Página 239 do Manual pode-se ler o seguinte texto:

A indicação luminosa do grupo focal deve ser visível pelos ciclistas em toda a área de abrangência da sinalização horizontal (vermelha) que delimita a travessia. Os grupos focais de ciclistas devem ser posicionados de modo a não sofrer interferências visuais de postes de iluminação, controladores, colunas semafóricas, sinalização vertical, entre outras.

Por se tratar de uma travessia às vezes montada, recomenda-se que as colunas de semáforos para ciclistas fiquem posicionadas numa das extremidades da travessia.

A parte do texto em negrito que diz: "Por se tratar de uma travessia **às vezes montada**, recomenda-se ..." tem significado duvidoso.

Se a travessia referida no Manual for a travessia da área de conflito da interseção, então a mesma deverá ser feita pelo ciclista sempre montado na bicicleta. Não se consegue imaginar a travessia da interseção sendo feita a pé, com o ciclista empurrando a bicicleta.

Se a travessia referida no Manual for na travessia de pedestres, então o ciclista deve fazê-la desmontado, empurrando a bicicleta, para poder se equiparar ao pedestre e, como tal, poder compartilhar o uso da faixa de pedestres. Neste caso, não há a necessidade de focos específicos para ciclistas. Assim como os ciclistas compartilham com os veículos motorizados os grupos focais veiculares, os ciclistas devem compartilhar os grupos focais de pedestres nas travessias de pedestres.

Além disso, para os ciclistas devem-se aplicar os critérios de visibilidade à distância e a partir da linha de retenção.

15.6 Critérios para o projeto de locação

No item 10.3.3 - Critérios para o projeto de locação, Página 239 do Manual há o seguinte texto:

A locação de grupos focais para ciclistas deve seguir os seguintes critérios:

- instalar pelo menos um grupo focal para cada sentido de movimento dos ciclistas, atendendo aos critérios de visibilidade indicados no item 10.3.2;*
- evitar o conflito com as indicações luminosas veiculares e dos pedestres;*
- no caso de calçada compartilhada com os pedestres, preservar o acesso às guias rebaixadas existentes ou a construir, inclusive para pedestres;*
- garantir o conforto dos ciclistas, interferindo o mínimo possível na sua circulação.*

Atendidos os critérios anteriormente referidos, deve-se procurar reduzir o número de colunas a ser implantadas, considerando que podem ser fixados em uma mesma coluna mais de um grupo focal, veicular ou de pedestres.

Como se pode observar, trata-se de critérios bastante gerais, não apresentando soluções para situações específicas. Seria recomendável deixar claro que esses critérios são para as situações em que não é possível o compartilhamento de grupos focais veiculares.

15.7 Afastamento lateral e altura livre

No item 10.3.4 - Afastamento lateral e altura livre, Página 240 do Manual, encontra-se o seguinte texto:

O afastamento lateral e a altura livre devem seguir o exposto no item 10.2.4, referente ao semáforo para pedestres.

A recomendação do Manual é instalar o grupo focal para ciclista na mesma altura do grupo focal de pedestres sem ter sido apresentada a devida análise ou justificativa. Como a bicicleta é um veículo e apresenta características totalmente distintas do pedestre (o pedestre visualiza o seu grupo focal parado na calçada), principalmente no que tange à visibilidade à distância com o veículo em movimento, deve ser verificado se a altura livre do grupo focal de pedestre é adequada para o grupo focal para ciclista. Neste quesito, a bicicleta se assemelha mais ao veículo motorizado do que ao pedestre. Além disso, pelo fato de os ciclistas compartilharem os grupos focais veiculares, seria mais lógico que o grupo focal específico para ciclista fosse instalado com a mesma altura do grupo focal veicular.

Dessa forma, diante da exposição de motivos aqui apresentada, sugere-se que, em uma possível revisão do Manual, sejam avaliadas as propostas constantes na Sugestão 14.

Sugestão 14:

- a) Adoção de grupo focal para ciclistas com 3 focos, com o devido pictograma em cada um dos 3 focos, devendo, para tanto, se necessário, elaborar estudo sobre a visibilidade do pictograma no foco amarelo na distância requerida para os ciclistas (item 15.1 deste documento).
- b) Representação gráfica no diagrama de estágios para o movimento de ciclistas em aproximações com ciclofaixa ou ciclovia, independentemente da existência ou não de grupos focais específicos para ciclistas - item 5.1 - Elementos básicos, letra "i" - Diagrama de estágios, Página 74 do Manual (item 15.2 deste documento).
- c) Eliminação do termo "ciclistas" do texto da letra "b.1" do item 5.2.1, Página 76 do Manual (item 15.3 deste documento).
- d) Instalação de grupo focal para ciclista quando não houver grupo focal veicular para a aproximação dos ciclistas ou os ciclistas não tiverem boa visibilidade dos grupos focais veiculares, para os casos em que ciclistas compartilham com os veículos motorizados do mesmo estágio - item 10.3.1, Página 239 do Manual (item 15.4 deste documento).
- e) Alteração do texto do item 10.3.2 - Visibilidade dos semáforos (grupos focais), Página 239 do Manual, considerando os critérios de visibilidade à distância e a partir da linha de retenção (item 15.5 deste documento).
- f) Detalhamento dos critérios para projeto de locação de grupos focais para ciclistas para situações específicas em que não é possível o compartilhamento dos grupos focais veiculares - item 10.3.3 - Critérios para o projeto de locação, Página 239 do Manual (item 15.6 deste documento).
- g) Elaboração de estudo para a verificação se a altura livre do grupo focal de pedestre é adequada para grupo focal para ciclista em termos de visibilidade à distância - item 10.3.4 - Afastamento lateral e altura livre, Página 240 do Manual (item 15.7 deste documento).

16. Referências

- [1] Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V - Sinalização Semafórica. Resolução Nº 483, de 09 de Abril de 2014.
- [2] Traffic signal Timing Manual - FHWA - Publication No. HOP-08-024 - 2008.
- [3] Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways - MUTCD, 2009 Edition, including Revision 1 dated May 2012 and Revision 2 dated May 2012.
- [4] Aspectos do Ensino da Terminologia Técnico-Científica. Maria Margarida de Andrade. Universidade Mackenzie (Mack).
www.sbpnet.org.br/livro/58ra/atividades/TEXTOS/texto_265.html
- [5] Terminologia Científica: O Que É e Como Se Faz. Antônio Luciano Pontes. Professor do programa de Pós-graduação em Linguística da Universidade Federal do Ceará. Rev. de Letras v. 19 - No. 1/2- Jan/Dez 1997.
<http://www.periodicos.ufc.br/index.php/revletras/article/download/2090/1569>.
- [6] A Importância da Terminologia para Prática de Revisão do Texto Técnico-Científico. Bruno Diego de Resende Castro, Márcio Sales Santiago. Programa de Pós-Graduação em Linguística da Universidade Federal do Ceará (UFC). v. 9, n. 5 (dez. 2015) - ISSN 1980-5799.
<http://www.seer.ufu.br/index.php/dominiosdelinguagem>
<http://www.seer.ufu.br/index.php/dominiosdelinguagem/article/viewFile/29255/17093>
- [7] Semáforo - Glossário de termos técnicos. Sinal de Trânsito.
<http://www.sinaldetransito.com.br/glossario.php?ID=652>
- [8] Ingenieria de Trafico (Spanish) Paperback - January 1, 1988. Antonio Valdes Gonzalez Roldan.
- [9] General Principles of Traffic Control by Light Signals Part 2 of 4 - Traffic Advisory Leaflet 1/06. 2006. Department of Transport.
- [10] Vermelho integral (Nota) - Glossário de termos técnicos. Sinal de Trânsito.
<http://www.sinaldetransito.com.br/glossario.php?ID=783>
- [11] Nota Técnica 212 - Dimensionamento do Entreverdes - Uma Abordagem Probabilística. CET-SP. Sun Hsien Ming.
- [12] Controle central (Nota) - Glossário de termos técnicos. Sinal de Trânsito.
<http://www.sinaldetransito.com.br/glossario.php?ID=174>
- [13] NACTO Urban Bikeway Design Guide. April 2011 Edition.
- [14] Traffic Signal Guidelines for Bicycles - Final Report - TAC (Transportation Association of Canada). March 2004.
- [15] Traffic Signs Manual - Chapter 6 - Traffic Control. The Department for Transport (2019).

AGRADECIMENTOS

O autor expressa os seus sinceros agradecimentos ao colega Virgílio dos Santos e aos colegas da Gerência de Planejamento e Projetos Tecnológicos - GPT que fizeram importantes e relevantes contribuições para o presente trabalho.
