

SP 01/06/92

NT 145/92

Conceitos Básicos na Operação de Semáforo

Núcleo de Estudos de Tráfego - NET

Objetivo

O objetivo do presente trabalho é relatar alguns conceitos básicos na operação de semáforos apresentados pelo professor Richard Allsop em palestra proferida na COPPE - Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia - UFRJ, no período de 21/08/91 a 23/08/91, conceitos estes definidos de forma um tanto diversa daquela adotada e usada pela CET, tanto no Manual de Sinalização Urbana, como nos cursos dados ao corpo técnico da companhia.

Quem é o Professor Allsop

O professor Richard Allsop pertence ao Transport Studies Group (TSG) da University College London. É decano de Engenharia da University College London e membro editorial de importantes revistas em transportes: Transportation Science, Transport Reviews e Traffic Engineering and Control.

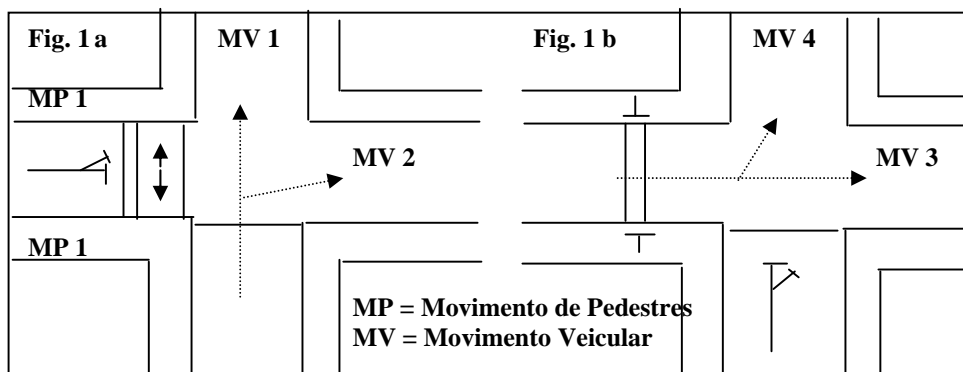
Conceitos Adotados pela CET

Para entendermos melhor as diferenças entre os conceitos usados pela CET e aqueles definidos pelo professor Allsop, transcrevemos a seguir as definições constantes na apostila "Sinalização Semafórica - Curso Semáforos I - vol. 1 de agosto/90.

Movimento

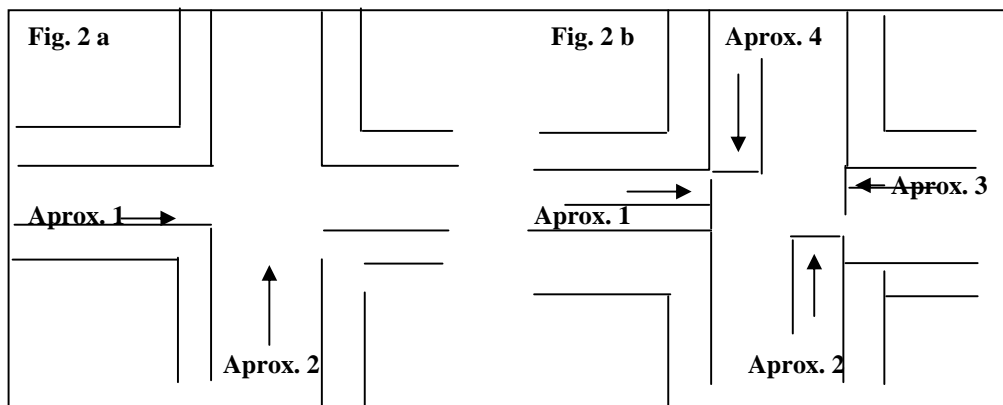
"O termo movimento é utilizado para identificar um fluxo de veículos de mesma origem e destino numa interseção. No caso de pedestres, o termo se aplica a um fluxo de pedestres de mesma direção, independentemente do sentido".

"As figuras abaixo indicam a representação gráfica dos movimentos veiculares (MV) e de pedestres (MP), num cruzamento simples de duas vias de sentido único de direção. Somente os movimentos de pedestres dotados de grupos focais de pedestres são indicados graficamente".



Aproximação

" Dá-se o nome de aproximação ao trecho de via que converge para uma interseção. As figuras abaixo mostram as aproximações em cruzamentos de duas vias de sentido único de direção e de duplo sentido de direção".



Conceitos dados pelo professor Allsop

Stream (*Traffic Stream* = Corrente de Tráfego)

O stream não tem conceituação similar na CET.

O tráfego veicular que se "aproxima" da interseção é formado de um ou mais streams, conforme segue:

Se os veículos que seguem uma determinada direção são confinados em uma ou mais faixas de tráfego, as quais são usadas exclusivamente pelos veículos que tomam aquela direção, então estes veículos constituem um stream.

Quando os veículos que tomam duas ou mais direções diferentes compartilham uma ou mais faixas de tráfego, então todos esses veículos (que tomam qualquer uma dessas direções) são considerados juntos como um único stream, mesmo se alguma dessas faixas forem usadas por veículos que tomam uma só direção.

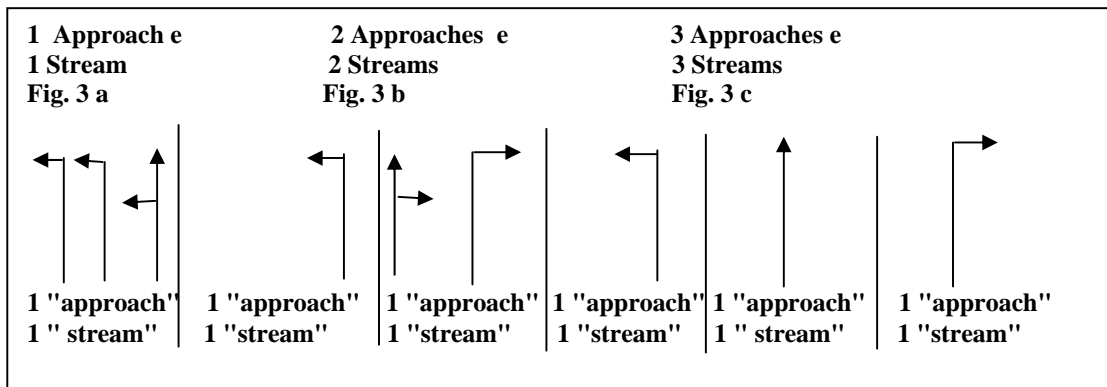
Os pedestres que cruzam um determinado conjunto de faixas veiculares e que são controlados por grupos focais de pedestres forma um stream de pedestres.

Observa-se, neste caso, que o conceito de stream de pedestres coincide com o conceito de movimento de pedestres.

Approach

As faixas de tráfego usadas pelos veículos de um determinado stream para se aproximar da interseção forma um approach, que pode compreender tanto uma simples faixa ou duas ou mais faixas.

Para cada stream corresponde a um approach e vice-versa, havendo tantos approaches quantos forem os streams. Em outras palavras, os streams são o conjunto de veículos formando a corrente de tráfego (fluxo) - seguindo determinada direção ou direções - e os approaches são as faixas de tráfego (meio físico) que esses veículos usam para sair do cruzamento. Observa-se ainda que uma aproximação pode ser constituída de vários approaches.



Para facilitar a compreensão, podemos fazer uma analogia com o encanamento de água, onde o cano (meio físico) corresponderia ao approach (as faixas de tráfego) e a água conduzida pelo cano (fluxo ou corrente) corresponderia ao stream de veículos. Nessa analogia, a figura 4a corresponde à figura 3a; a figura 4b à figura 3b; e a figura 4c à figura 3c. A representação gráfica dos canos na figura 4 foi feita de forma tal que o diâmetro dos mesmos é proporcional ao número de faixas de tráfego figura 3.

Assim, o diâmetro do cano único da figura 4a corresponde às 3 faixas de tráfego que constituem o único approach da figura 3a.

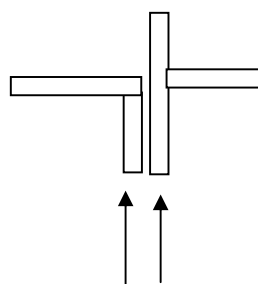
Na figura 4b, o cano único da figura 4a corresponde ao approach constituído pela faixa de tráfego destinada à conversão à esquerda na figura 3b, enquanto que o cano em "T" representa as duas faixas destinadas aos movimentos em frente e à direita.

Na figura 4c, os 3 canos representam os 3 approaches da figura 3c.

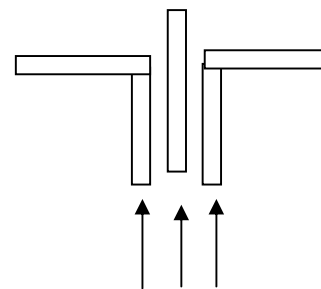
1 Cano e 1 Corrente
Figura 4a



2 Canos e 2 Correntes
Figura 4b

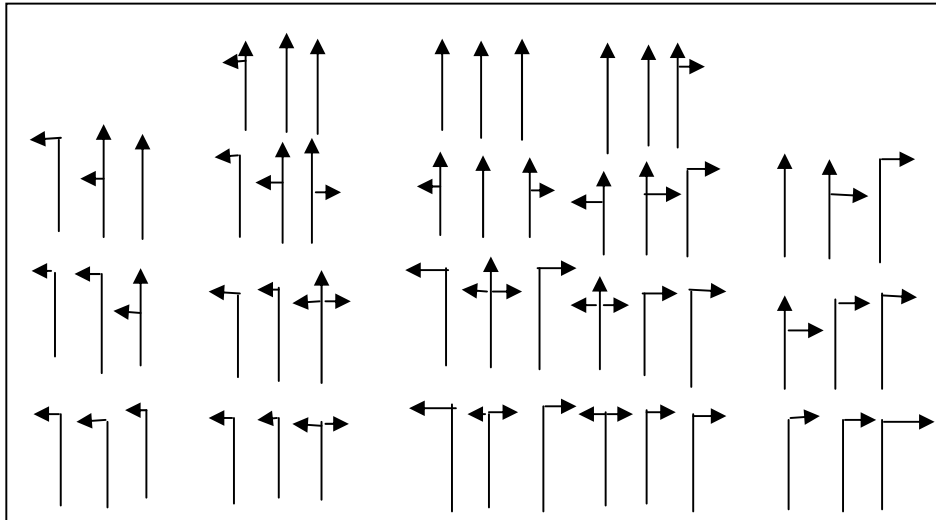


3 Canos e 3 Correntes
Figura 4c

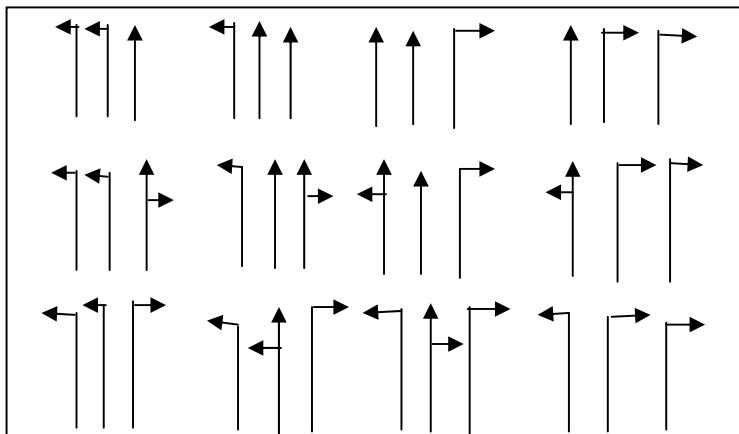


A figura a seguir mostra as diversas possibilidades de arranjo das faixas para uma aproximação com três faixas de tráfego.

3 faixas de tráfego: 1 "approach"



3 faixas de tráfego: 2 "approaches"



3 faixas de tráfego: 3 "approaches"

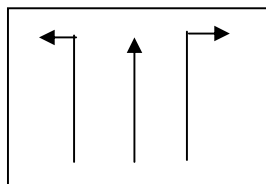


Figura 5

Diversas possibilidades de arranjo numa aproximação com três faixas de tráfego, formando 1,2 ou 3 "approaches". As setas indicam o uso efetivo das faixas de tráfego pelos motoristas que viram à direita, que seguem em frente ou viram à esquerda.

Grupos semafóricos e fases

Um conjunto de grupos focais que funcionam de forma tal que sempre mostrem cores idênticas é chamado de grupo semafórico. É muitas vezes conveniente que 2 ou mais streams sejam controlados da mesma maneira, isto é, controlados por focos do mesmo grupo semafórico. A expressão grupo semafórico é usada então tanto para designar um conjunto de grupos focais (que indicam a mesma cor) como para o conjunto dos streams controlados por esses grupos focais. A palavra fase é também usada em 2 sentidos correlatos, tanto para designar a seqüência temporal das várias cores indicadas por um grupo semafórico como para o conjunto dos streams controlados por aquele grupo semafórico. Neste último sentido, observa-se que grupo semafórico e fase designam exatamente a mesma coisa: o conjunto de streams controlados por um conjunto de grupos focais que sempre indicam cores idênticas entre si.

Um pré-requisito para um projeto de temporização semafórica é definir quais streams pertencem a cada fase.

Compatibilidade

Como parte do cálculo dos tempos semafóricos, o técnico precisa decidir quais os grupos focais podem, de forma segura, mostrar o verde simultaneamente, isto é, quais os streams (veiculares ou de pedestres) podem, de forma segura, entrar no cruzamento simultaneamente. Dois streams que atendam a essa condição são chamados de streams compatíveis. Por definição, quaisquer 2 streams pertencentes à mesma fase são compatíveis. Duas ou mais fases são compatíveis se e somente se todo stream pertencente a uma fase é compatível com qualquer stream da outra fase.

Operação do semáforo a tempo fixo

Na operação a tempo fixo, a mudança da cor do semáforo é periódica. O menor período de tempo em que há a repetição da seqüência das cores em todos os grupos do cruzamento é o ciclo semafórico. Em muitos casos, cada grupo somente mostrará o verde uma vez durante o ciclo, o qual conterá apenas um período de verde efetivo para cada stream. Em outros casos, alguns grupos poderão mostrar o verde mais de uma vez por ciclo.

Estágios num ciclo semafórico

Uma conseqüência da operação a tempo fixo é que o ciclo é dividido em uma sucessão de períodos durante cada qual um determinado conjunto de fases mutuamente compatíveis está verde. Cada um desses períodos é chamado de estágio. Quaisquer dois estágios sucessivos são separados por um período de interestágio (entrevverde), período em que um ou mais grupos que mostraram verde no estágio precedente mudam de indicação luminosa e um ou mais grupos que estavam na cor vermelha naquele estágio irão mudar para o verde no estágio seguinte. O interestágio dura desde o primeiro instante em que os grupos que vão perder o direito de passagem mudam de cor (perda do verde) até o primeiro instante em que os grupos que irão ganhar o direito de passagem estiverem com indicação luminosa verde. A seqüência das várias mudanças das indicações luminosas do semáforo nesse período é chamada de estrutura do interestágio. Cada um dos grupos que perdem o verde é geralmente incompatível com aqueles que vão iniciar o verde.

Conclusão

A definição dos streams e dos approaches depende basicamente do "layout" do cruzamento e do arranjo das faixas de tráfego em cada aproximação (entendida como trecho da via que converge para o cruzamento). Os conceitos de stream e de approach pressupõem um índice de respeito muito grande quanto ao uso efetivo das faixas de tráfego pelos motoristas. Assim, a faixa destinada exclusivamente para a conversão à direita, por exemplo, é utilizada apenas por motoristas que efetivamente tomam essa direção.

O cálculo das temporizações não é feito para cada aproximação (como é usual na CET), mas para cada stream. Analogamente, os grupos semafóricos (ou fases) não são definidos para as aproximações, mas para os streams e os parâmetros de tráfego, como o grau de saturação, são calculados para cada stream.

Nesta metodologia, pode-se perceber a importância da distribuição das faixas de tráfego de acordo com a direção que os veículos podem tomar ao deixar a interseção. Dessa forma, diferentes "layouts" e diferentes distribuições de faixas de tráfego devem ser consideradas durante o projeto de uma interseção semaforizada. A escolha entre as várias possibilidades deve ser feita calculando a temporização de cada alternativa e comparando os desempenhos resultantes.

Bibliografia

Sinalização Semafórica - Curso Semáforos I - Vol. 1 - Agosto/90

Notes for Lectures by Professor Richard Allsop at Unb and Coppe, UFRJ.

Núcleo de Estudos de Tráfego - NET

Coordenação

Eng.º Mauro Vincenzo Mazzamati

Autoria

Eng.º Sun Hsien Ming

Eng.º Alexandre Zun Wunkel

Colaboração

Arqt.º José Carlos Soares Tigre