



Nota Técnica 280

Modo de Operação Semafórica “Semi-Atuado”

Ming, Hsien Sun

Dezembro de 2022



1. INTRODUÇÃO

Entre os diversos modos de operação semafórica¹ encontra-se o modo “semi-atuado”. Entretanto, a expressão “semi-atuado” pode assumir diversos significados, nem sempre explicitamente definidos. Cada significado corresponde a um modo de funcionamento específico. Os diversos significados atribuídos à expressão “semi-atuado” correspondem a modos de funcionamento semelhantes, mas não idênticos. Em geral, a expressão “semi-atuado” está relacionada ao uso de estágios dispensáveis.

Para efeitos do presente trabalho, estágio dispensável é aquele que só ocorre se tiver sido solicitado por um sensor ou detector, seja uma botoeira de pedestres, seja um detector de veículos. Se o detector for uma botoeira de pedestres, o estágio dispensável é um estágio de pedestres; se o detector for um detector de veículos, o estágio dispensável é um estágio veicular. Se não houver solicitação do detector, o estágio dispensável é omitido no ciclo.

À primeira vista, pode parecer que o modo “semi-atuado” é uma variante do modo atuado devido ao fato de o termo “atuado” aparecer nos dois modos. Porém, os dois modos são inteiramente distintos. Enquanto o modo “semi-atuado” está relacionado ao uso de estágios dispensáveis, o princípio básico do modo atuado está relacionado a extensões de tempo de verde de acordo com solicitações de detectores, sendo que o tempo de verde do estágio varia de um valor mínimo a um valor máximo, previamente programados. Note que no modo atuado, assim como em outros modos, também pode haver o uso de estágios dispensáveis.

O modo semi-atuado sempre envolve estágios dispensáveis. Entretanto, o emprego de estágio dispensável não significa necessariamente que o modo seja o semi-atuado. Todos os modos de operação semafórica podem fazer uso de estágios dispensáveis.

O presente trabalho tem por objetivo detalhar um modo semi-atuado específico, conforme descrito adiante.

Para a compreensão deste trabalho, é importante ter uma noção do significado de alguns termos técnicos. Esses termos se encontram no Glossário (item 5 do presente trabalho).

¹ Ver o conceito de “modo de operação” no Glossário (item 5 do presente trabalho).

2. SISTEMA DE TEMPO FIXO

Sistemas de tempo fixo são aqueles que operam com tempos semaforicos invariáveis durante um determinado período de tempo.

O conjunto de configurações que determinam os tempos semaforicos (a sequência, o instante de início e a duração das luzes exibidas pelo semáforo) é denominado plano semaforico.

Pode ser disponibilizada uma biblioteca de planos semaforicos, os quais normalmente são selecionados em função do horário do dia e/ou do dia da semana, por meio de uma tabela horária.

Durante a vigência de um plano, a sequência, o instante de início e a duração das luzes exibidas pelo semáforo são invariáveis. Daí a expressão “tempo fixo”.

O sistema de tempo fixo pode ser coordenado ou isolado. No sistema de tempo fixo coordenado, uma interseção opera de forma sincronizada (ou coordenada) com interseções adjacentes, enquanto no sistema de tempo fixo isolado, as interseções operam de forma independente entre si. Para manter a coordenação entre as interseções, o sistema de tempo fixo coordenado precisa operar com um tempo de ciclo igual para todas as interseções que fazem parte da rede coordenada. Já no sistema de tempo fixo isolado, cada interseção pode operar com o seu próprio tempo de ciclo.

No sistema de tempo fixo isolado, o tempo do estágio dispensável que foi omitido é simplesmente suprimido do ciclo (encurtando o ciclo). No sistema de tempo fixo coordenado, o tempo do estágio dispensável que foi omitido deve ser redistribuído para outros estágios, de forma a manter constante o tempo de ciclo.

3. MODO SEMI-ATUADO

Considere o caso particular do sistema de tempo fixo isolado, com apenas dois estágios (e dois grupos semafóricos G1 e G2), sendo um deles estágio dispensável (ver a Figura 1).

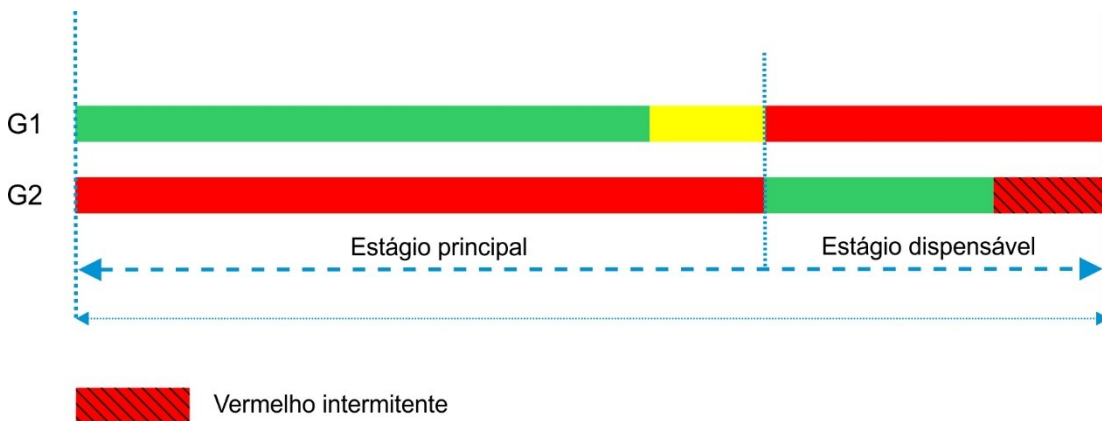


Figura 1 – Configuração com 2 estágios (2 grupos semafóricos), com um estágio dispensável

No exemplo da Figura 1, o estágio dispensável é um estágio de pedestres.

No caso de não haver solicitação do detector até o final de verde de G1, o estágio dispensável é suprimido e o ciclo é diminuído do tempo do estágio omitido (tempo de verde + entreverdes). Ver a Figura 2.

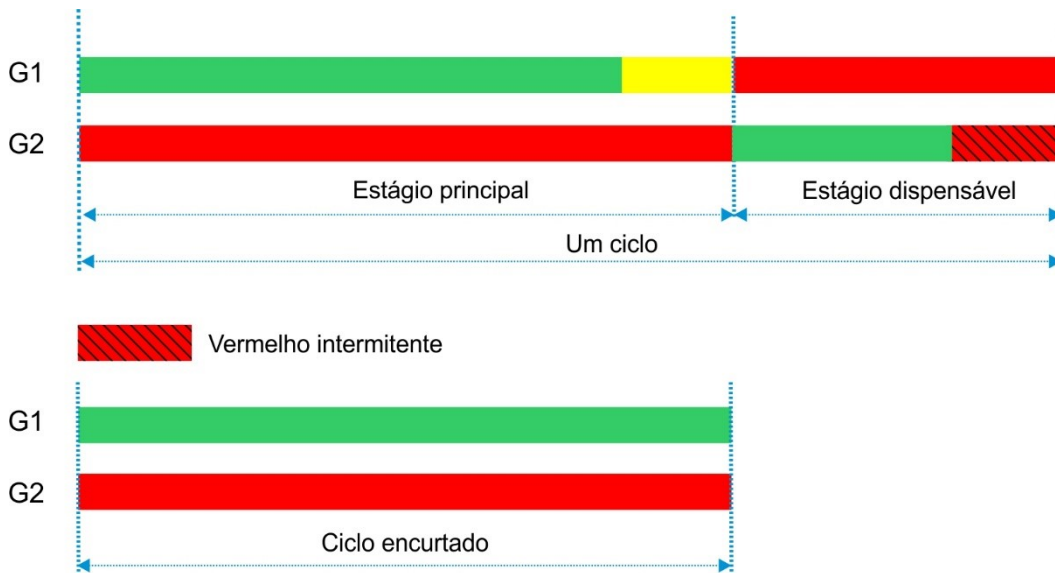


Figura 2 – Ciclo encurtado no caso de não ter havido solicitação do detector

Note que, neste caso, o verde de G1 é o seu tempo programado mais o tempo correspondente ao seu entreverdes (no caso do Exemplo da Figura 2, o entreverdes de G1 corresponde apenas ao tempo de amarelo).

Imagine agora que tenha havido uma solicitação do detector logo após o término do primeiro ciclo (ciclo encurtado), ou seja, logo no início do segundo ciclo. O estágio dispensável só vai ocorrer após cumprido o tempo programado para o estágio principal no segundo ciclo. Nessa condição, o estágio principal fica com o dobro do seu tempo programado (somando-se o tempo nos dois ciclos). Ver a Figura 3.

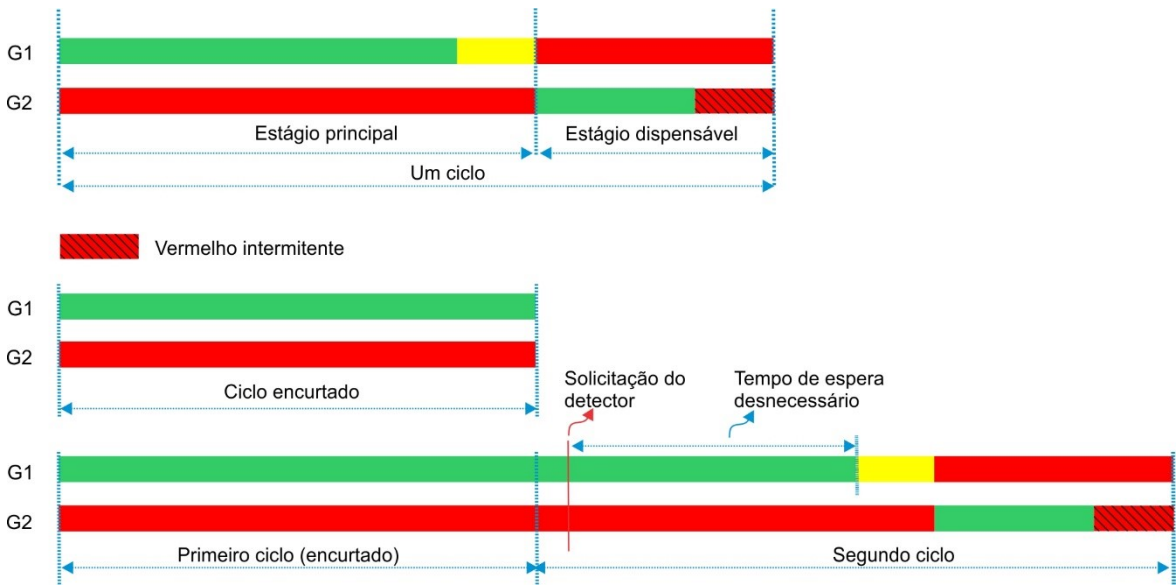


Figura 3 – Caso com solicitação do detector logo após o fim do ciclo encurtado

Uma vez que o estágio principal já foi atendido com o seu tempo programado (no primeiro ciclo), a solicitação de demanda poderia já ser atendida no momento da sua solicitação, evitando o tempo de espera desnecessário.

A função do modo semi-atuado é justamente permitir que a demanda seja atendida assim que for solicitada, desde que o estágio principal já tenha sido atendido com o seu tempo programado (seja no ciclo anterior, seja no ciclo corrente), evitando o tempo de espera desnecessário, conforme mostrado na Figura 4.

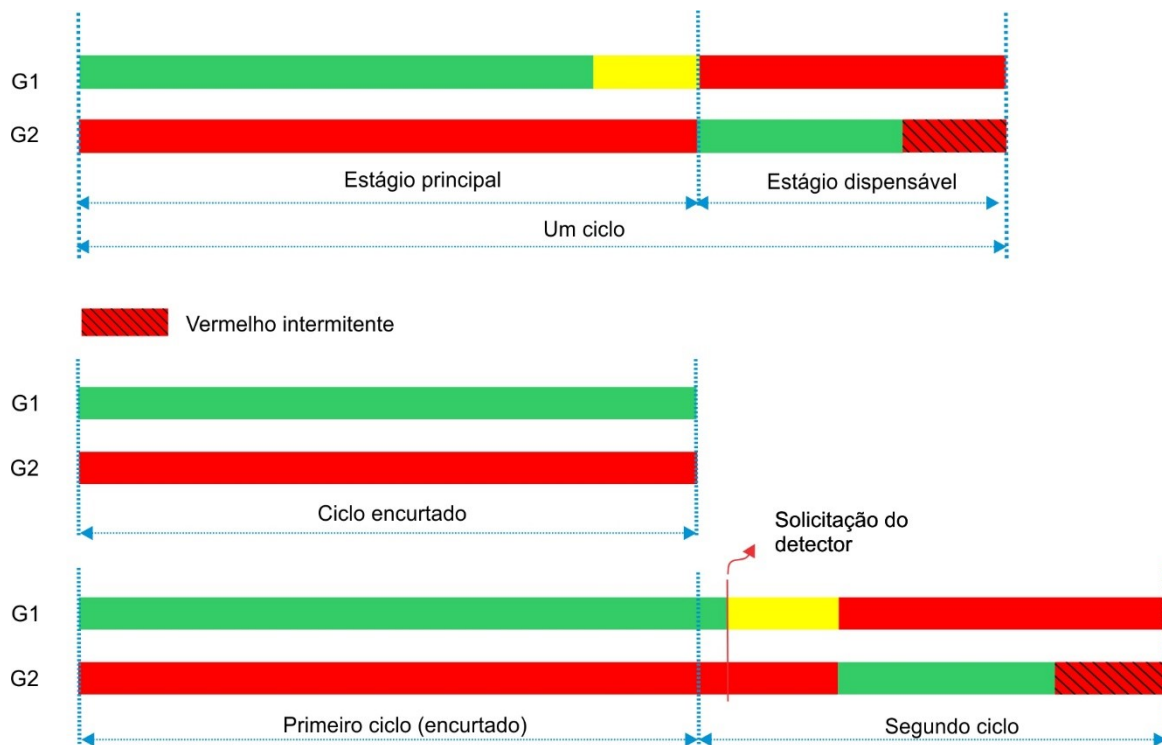


Figura 4 – Ocorrência do estágio dispensável imediatamente após a solicitação do detector

Note que, no caso da Figura 4, o tempo do segundo ciclo é menor que o tempo do ciclo programado, uma vez que **neste ciclo** o tempo de verde do estágio principal é menor que o seu tempo programado. Contudo, somando-se o tempo de verde do estágio principal nos dois ciclos, esse tempo é igual ou maior do que o valor programado.

Deve-se ressaltar que o simples fato de ter tempo fixo isolado, com apenas dois estágios (e dois grupos semafóricos), sendo um deles estágio dispensável, não caracteriza o modo semi-atuado, como no caso da Figura 3. Para caracterizar o modo semi-atuado é necessário ter o recurso que possibilite a ocorrência do estágio dispensável imediatamente após a solicitação do detector, desde que o estágio principal já tenha cumprido o seu tempo programado, caso da Figura 4.

É possível incorporar no modo semi-atuado um parâmetro denominado "tempo de retardo". Neste caso, o estágio dispensável não ocorreria imediatamente após a solicitação do detector, mas apenas após o tempo de retardo, como mostrado na Figura 5.

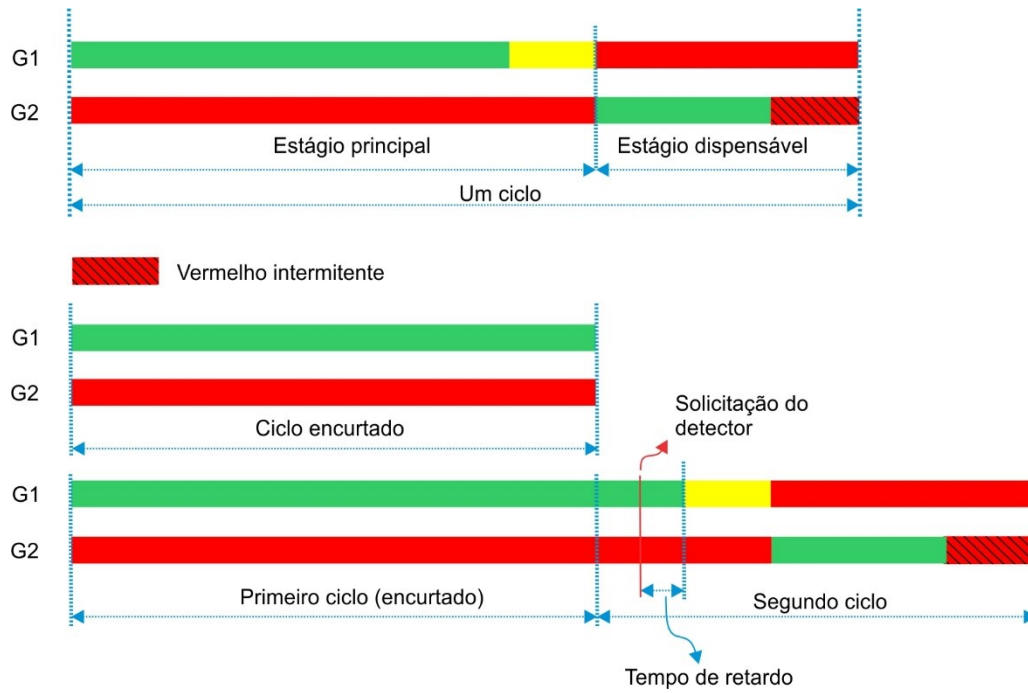


Figura 5 – Modo semi-atuado com tempo de retardo

O modo semi-atuado é importante principalmente em semáforos de pedestres de meio de quadra que não operam de forma coordenada com semáforos adjacentes. Nessa condição, esse modo permite reduzir esperas desnecessárias do pedestre, permitindo que o semáforo abra para o pedestre assim que ele acionar a botoeira de pedestres, desde que o estágio principal já tenha cumprido o seu tempo programado.

Pode-se considerar que o modo semi-atuado é uma variante ou um caso particular do modo tempo fixo isolado.

O funcionamento básico desse modo de operação está descrito no item 4.

4. ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL DO MODO SEMI-ATUADO

A seguir, é apresentada uma sugestão de descrição funcional do modo semi-atuado.

- 4.1 O modo Tempo Fixo Isolado Semi-Atuado é um caso particular do modo Tempo Fixo Isolado.
- 4.2 O modo Tempo Fixo Isolado Semi-Atuado se aplica apenas para a situação em que não há coordenação com semáforos adjacentes e há apenas dois estágios: um estágio indispensável (estágio principal) e um estágio dispensável. A aplicação típica do modo Tempo Fixo Isolado Semi-Atuado é numa travessia de pedestres de meio de quadra, sem coordenação com semáforos adjacentes, em que o estágio principal é veicular e o estágio dispensável é um estágio de pedestres demandado por botoeira.
- 4.3 Embora a aplicação típica do modo Tempo Fixo Isolado Semi-Atuado seja para uma travessia de pedestres de meio de quadra, esse modo de operação também deve poder ser estendido para o caso de um cruzamento veicular, sem coordenação com semáforos adjacentes, com dois estágios: um estágio principal e um estágio dispensável. Neste caso, o comportamento é exatamente igual à travessia de pedestres de meio de quadra, sendo que a única diferença reside no tipo de detector: no caso de travessia de pedestres, o detector é a botoeira de pedestres, enquanto que no caso de cruzamento veicular, o detector é um detector veicular de demanda.
- 4.4 O estágio dispensável deve entrar imediatamente depois de decorrido um intervalo de tempo denominado “tempo de retardo” após o acionamento do seu detector associado, desde que já se tenha cumprido o tempo de verde programado para o estágio principal, contado a partir do final do vermelho (ou início de verde) do grupo semafórico correspondente até o instante do acionamento do detector.
- 4.5 Os parâmetros configuráveis do modo Tempo Fixo Isolado Semi-Atuado devem ser:
 - a) Tempo de verde do estágio principal
 - b) Tempo de verde do estágio dispensável
 - c) Tempo de retardo
 - d) Tempos de entreverdes (amarelo, vermelho intermitente)

5. GLOSSÁRIO

Ciclo	<p>É a sequência completa dos estágios em que cada um dos estágios indispensáveis ocorre, pelo menos, uma vez.</p> <p>Ciclo, analogamente ao que ocorre com estágio, encerra a ideia de estado e não de tempo. Assim, o correto é dizer “o tempo do ciclo é igual a 60 segundos” e não “o ciclo é igual a 60 segundos”.</p>
Entreverdes	<p>Entreverdes na transição de grupos semafóricos é o período de transição entre os grupos semafóricos que irão perder o direito de passagem para os grupos semafóricos que irão ganhar o direito de passagem.</p> <p>No caso de grupos semafóricos veiculares, o entreverdes compõe-se do período de amarelo seguido do período de vermelho de limpeza.</p> <p>No caso de grupos semafóricos de pedestres, o entreverdes consiste do período de vermelho intermitente seguido do período de vermelho de limpeza.</p>
Estágio	<p>O estágio pode ter duração fixa ou variável. Estágio de duração variável. Estágio de duração variável é um estágio que não tem uma duração fixa. Normalmente, ocorre no modo atuado, quando a duração do tempo de verde do estágio pode variar do verde mínimo até o verde máximo, em função da quantidade de extensões de verde.</p> <p>O estágio pode ser dispensável ou indispensável. Estágio dispensável é aquele que só ocorre se tiver sido solicitado por um sensor, seja uma botoeira de pedestres, seja um detector de veículos, enquanto estágio indispensável é aquele que ocorre obrigatoriamente em todos os ciclos, independentemente de qualquer demanda ou solicitação de pedestres ou veículos.</p>
Grupo focal	<p>Grupo focal é o elemento físico do semáforo, constituído por dois ou mais focos, onde são exibidas as indicações luminosas que regulamentam o direito de passagem de veículos e pedestres.</p>
Grupo semafórico	<p>Grupo semafórico é o conjunto de grupos focais, ligados nos mesmos circuitos elétricos e que, portanto, apresentam sempre indicação luminosa idêntica. Utiliza-se a notação G_n para identificar tanto nos projetos como nas programações semafóricas o grupo semafórico de número “n”. Por exemplo: G1, G2, ...</p>

Intervalos luminosos Intervalo luminoso é cada uma das partes do ciclo em que as indicações luminosas de todos os grupos semafóricos permanecem constantes.

Modo de operação Modo de operação ou simplesmente modo é o conjunto dos aspectos associados à maneira como a programação semafórica é executada (tempo fixo isolado, tempo fixo coordenado, semi-atuado e atuado) ou como a indicação luminosa é apresentada (amarelo intermitente e apagado).

Semáforo Semáforo é o conjunto de elementos físicos e funcionais que determina, através de indicações luminosas, de forma alternativa, o direito de passagem de veículos e pedestres num determinado local onde há conflito de movimentos.

Fonte: <http://www.sinaldetransito.com.br/glossario.php?ID=652>

(Acesso em 26/12/2022).