

## PROGRAMAÇÃO DE SEMÁFOROS ISOLADOS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE DUAS METODOLOGIAS

**BARBOSA, Paulo Renato de Oliveira<sup>1</sup>; LIMA, Milton Luiz Paiva de<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Curso de Engenharia Civil.  
paulorbarbosa@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Escola de Engenharia.  
mlplfurg@gmail.com

### 1 INTRODUÇÃO

O bom desempenho do tráfego, em termos de fluidez e segurança, está diretamente relacionado com a programação dos semáforos existentes no sistema viário. Basicamente, programar um semáforo significa determinar o tempo de ciclo de uma interseção e estabelecer os tempos de verde necessários para cada fase. Esta programação visa desenvolver planos de tráfego que efetuem um controle adequado do fluxo de veículos em uma interseção, reduzindo assim ao mínimo possível o atraso dos veículos (DENATRAN, 1984).

Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho é abordar duas das diversas metodologias de cálculo que foram desenvolvidas para a regulação de semáforos isolados (aqueles que não necessitam estar coordenados com semáforos vizinhos): o método de Webster e o do grau de saturação, comparando assim os resultados obtidos. Para essa análise, os dois métodos serão aplicados à interseção da Rua São Leopoldo com a Avenida Rio Grande, localizada no balneário Cassino, na cidade do Rio Grande, utilizando dados coletados em janeiro de 2012.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Inicialmente, foi realizada a programação do semáforo utilizando-se o método de Webster, que pode ser resumido nas seguintes etapas (DENATRAN, 1984):

- 1) Determinação dos fluxos de saturação das aproximações;
- 2) Determinação da demanda horária das aproximações;
- 3) Estabelecimento do número de fases na interseção;
- 4) Cálculo das taxas de ocupação das aproximações;
- 5) Obtenção do tempo perdido em cada fase;
- 6) Cálculo do tempo total perdido durante o ciclo semafórico;
- 7) Determinação do chamado ciclo ótimo;
- 8) Determinação do tempo de verde efetivo de cada fase.
- 9) Determinação dos tempos de verde reais.

Este método baseia-se na determinação de um ciclo ótimo para a interseção, ou seja, um ciclo que apresente o menor atraso possível. Este valor pode ser obtido matematicamente através da equação abaixo, onde TP representa o tempo total perdido na interseção e Y o somatório da taxa de ocupação da aproximação crítica de cada fase da interseção (DENATRAN, 1984, p. 74):

$$C_0 = \frac{1,5 TP + 5}{1 - Y}$$

Posteriormente, o mesmo semáforo foi programado usando o método do grau de saturação, o qual tem como ponto de partida a determinação do nível de carregamento da interseção (grau de saturação), que também pode ser obtido matematicamente através da equação onde  $F$  corresponde ao fluxo da interseção,  $F_s$  ao fluxo de saturação da interseção,  $T_{ciclo}$  ao tempo de ciclo correspondente e  $T_{verde}$  ao tempo de verde correspondente (VILANOVA, 2005):

$$x = \frac{F \cdot T_{ciclo}}{F_s \cdot T_{verde}}$$

Após escolhidos os graus de saturação, esta metodologia prevê as seguintes etapas (VILANOVA, 2005):

- 1) Cálculo da taxa de ocupação de cada aproximação;
- 2) Cálculo da percentagem de verde necessária para cada aproximação;
- 3) Cálculo do tempo de ciclo da aproximação;
- 4) Cálculo do tempo de verde para cada aproximação.

Finalmente, em momento posterior à aplicação dos dois métodos, os resultados serão estudados e comparados, analisando a viabilidade das soluções e qual a mais adequada ao caso em questão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que diz respeito ao método de Webster, foi realizada uma aplicação para o caso da interseção da Rua São Leopoldo com a Avenida Rio Grande, localizada no balneário Cassino na cidade do Rio Grande. Foi desenvolvido, inclusive, um programa computacional na linguagem Visual Basic para facilitar a aplicação prática desta metodologia. Os resultados encontrados indicam que o ciclo ótimo obtido conduz a situações em que os valores de tempos de verde para algumas aproximações tornam-se inaplicáveis, por serem muito pequenos. Assim sendo, para que possa haver uma implantação efetiva, é necessário que seja feita uma correção no tempo de ciclo.

Já o método do grau de saturação tem sua aplicação em fase de desenvolvimento, estudo que será realizado na mesma interseção analisada pelo método de Webster. Assim que forem obtidos seus resultados, será possível realizar a comparação e determinar a metodologia que resulta em uma melhor solução a esta interseção.

### 4 CONCLUSÃO

Tornou-se evidente a importância da programação adequada de semáforos, visando otimizar o fluxo de tráfego nas interseções. As metodologias utilizadas neste estudo representam apenas uma parcela da gama de possibilidades que a literatura oferece. Em relação ao método de Webster, é sabido que, além de abordar praticamente todos os fatores que interferem no valor da capacidade da interseção, seu resultado expressa os tempos verdes e o comprimento de ciclo que geram menor atraso possível (DENATRAN, 1984). O problema reside no fato de que muitas vezes este ciclo resulta tão pequeno que não pode ser efetivado, sendo necessária a aplicação de correções à solução apresentada.

Por outro lado, no método do grau de saturação, determina-se o grau a ser utilizado no cálculo, que pode ser medido em qualquer período de tempo que se queira. Este grau representa a relação entre o número de veículos que desejam passar e o número de veículos que conseguem passar durante certo período de tempo (VILANOVA, 2005). Como é um valor determinado antes do cálculo, caso ocorra um ciclo muito grande, ou muito pequeno, é possível alterar esse valor. Por isso, a determinação do grau de saturação é ponto fundamental na aplicação do método. Essa escolha, em geral, baseia-se em uma faixa relativamente estreita dentro da qual é sabido que o grau de saturação deve se situar. Isso faz com que a escolha deste valor não se torne algo subjetivo e impreciso. Além disso, outro aspecto interessante do método do grau de saturação é que se pode estabelecer um coeficiente de segurança para uma determinada via que possua características peculiares, diminuindo seu grau de saturação.

## 5 REFERÊNCIAS

- CURRING, Thomas R. **Introduction to Traffic Engineering: A manual for data collection and analysis**. Canada: Brooks/Cole, 2001.
- DENATRAN. **Manual de Semáforos**. Brasília: Departamento Nacional de Trânsito, 1984.
- SLINN, Mike; GUEST, Peter; MATTHEWS, Paul. **Traffic Engineering Design: Principles and Practice**. London: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
- VILANOVA, Luis. **Programação de um semáforo usando o método do grau de saturação**. Disponível em: <<http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/saturacao.pdf>>  
Acesso em: 19 jul. 2012.