

PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA ESCOLHA DE INTERSEÇÕES SEMAFORIZADAS CANDIDATAS A ATUALIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE CONTROLE

Jurislene Araújo Freitas

Waldemiro de Aquino Pereira Neto

Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes - PETRAN
Universidade Federal do Ceará – UFC

RESUMO

Um dos equipamentos utilizados para minimizar conflitos de tráfego é o semáforo. Uma vez instalados, estes dispositivos precisam ser atualizados de acordo com as flutuações do tráfego. Dentre as tecnologias de controle atuais se destaca o controle semafórico em tempo real, onde é possível ajustar de forma automatizada a programação dos semáforos à medida que ocorrem variações da demanda em campo. Por esta ser uma tecnologia de maior custo de implantação e operação que o controle semafórico convencional e de um cenário de escassez de recursos financeiros, é importante definir adequadamente onde implantar esta tecnologia de forma a obter melhores resultados. Diante desta realidade, esta dissertação de mestrado tem como objetivo definir um método para a escolha de interseções semafóricas candidatas a receberem a tecnologia de controle em tempo real, sendo realizado uma aplicação do modelo proposto na cidade de Fortaleza-CE.

1 INTRODUÇÃO

Os problemas de mobilidade nos grandes centros urbanos apresentam a cada dia um maior grau de complexidade. O aumento da frota de veículos, aliado à concentração de viagens devido à implantação cada vez mais crescente de Pólos Geradores de Viagens – PGV's tornam cada vez mais difíceis as ações de gerenciamento do trânsito. Dentre os problemas observados se destacam os conflitos entre os fluxos de tráfego nas interseções de vias.

Para o equacionamento deste problema de circulação são utilizadas diversas medidas de engenharia, que vão desde a adoção de alguns dispositivos de controle até a eliminação dos conflitos com a implantação de interseções em desnível do tipo viadutos ou túneis. Esta última, de maior custo e que muitas vezes apenas solucionam o problema de forma pontual, transferindo seus impactos para outros pontos da rede de tráfego, muitas vezes não é a solução mais adequada. Dentre as medidas de controle mais utilizadas destaca-se a implantação de controle semafórico. O objetivo principal deste dispositivo é reduzir conflitos, melhorando a fluidez e as condições de segurança em locais onde os volumes de tráfego e pedestres tornam-se elevados (Pereira, 2005).

A evolução dos equipamentos de controle semafóricos trouxe a possibilidade do desenvolvimento de estratégias mais sofisticadas, as quais geram uma maior eficiência na administração do tráfego, por meio de uma maior sensibilidade nas variações das condições de operação, como é o caso do controle semafórico em tempo real, onde é possível ajustar de forma automatizada a programação dos semáforos à medida que ocorrem variações da demanda em campo (Bonetti Junior e Pietrantonio, 2001).

Na literatura são encontrados alguns critérios tradicionalmente utilizados para auxiliar os técnicos quanto à tomada de decisão sobre a necessidade de instalação ou não desse dispositivo, normalmente associados a parâmetros como fluidez e segurança. Entretanto, não é comum o estabelecimento de critérios para definir quando devem ser utilizadas tecnologias mais modernas de operação semafórica, de forma a se obter um melhor retorno do investimento realizado nesta tecnologia.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Em setembro de 2000, a Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) implantou um sistema de controle de tráfego em área, denominado de CTAFOR. Ele é composto de três subsistemas, integrado numa mesma central de operações: Circuito Fechado de Televisão (CFTV), Painéis de Mensagens Variáveis (PMV), além do subsistema de controle centralizado de semáforos. A finalidade da implantação deste sistema foi que obstruções à fluidez do tráfego fossem precocemente detectadas e removidas, aumentando assim a velocidade média do tráfego e reduzindo atrasos nas interseções semaforizadas, o consumo de combustíveis e a poluição por emissão de gases (Medeiros, 2001).

O CTAFOR é o atual responsável pela gestão semafórica da cidade, sendo uma divisão da Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e de Cidadania de Fortaleza – AMC, entidade responsável pelo trânsito da cidade. Antes da criação do CTAFOR, quem gerenciava a implantação e monitoramento dos semáforos era o Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (DETRAN-CE), que após o processo municipalização do trânsito, passou a ser responsabilidade da Empresa de Trânsito e Transporte Urbano de Fortaleza (ETTUSA), entre os anos de 1998 e 2001.

O município de Fortaleza possui com um total de 557 semáforos, dados de junho de 2009, sendo 9 de jurisdição estadual, 2 federais e 546 de jurisdição municipal, sendo estes últimos controlados pela AMC/CTAFOR (CTAFOR, 2009). Deste total 56% são semáforos convencionais de tempo fixo como mostra a Tabela 1, exigindo uma constante atividade de manutenção de rotina e emergência. Além disso, o órgão gestor possui uma grande demanda diária pela implantação de novos semáforos, não existindo um Plano Diretor de Semáforos que auxilie na gestão deste sistema. O atendimento às solicitações ocorre por ordem de prioridade e de acordo com os recursos financeiros disponíveis sem, entretanto, haver uma política de planejamento que defina, por exemplo, onde implantar um semáforo de tecnologia mais moderna.

Tabela 1: Porcentagem de semáforos de Fortaleza de acordo com o modo de controle e operação.

Controle	Operação	%
Não Centralizado	Fixo Monoplano	24
	Fixo Multiplano	32
Centralizado	Tempo Real	45

Dados: CTAFOR(2009)

São encontradas poucas referências na literatura quanto a utilização de critérios para definir quando é mais vantajoso que um semáforo opere centralizado em tempo real. O projeto inicial do CTAFOR identificou os cruzamentos com o auxílio da técnica DELPHI, o qual utilizou doze critérios para determinar hierarquicamente o grau de importância atribuída aos cruzamentos existentes na época (DETRAN-CE, 1998). O Plano Diretor de Semáforos de São Paulo, desenvolvido pela CET define dois critérios, um a ser utilizado em redes semafóricas coordenadas e outro para semáforos isolados. Ambos os critérios levam em consideração o parâmetro saturação.

Diante desta realidade, esta dissertação de mestrado tem como objetivo definir um método para a escolha de interseções semaforizadas candidatas a receberem a tecnologia de controle em tempo real, sendo realizada uma aplicação do método proposto na cidade de Fortaleza-CE.

3 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um método para identificar interseções semaforizadas candidatas a atualizarem seus controladores semaforicos da tecnologia não centralizada em tempo fixo para o a estratégia centralizada em tempo real. Para se chegar ao objetivo geral, foram delimitados os objetivos específicos abaixo:

- a) Realizar uma revisão bibliográfica dos estudos referentes às tecnologias de equipamentos semaforicos, assim como critérios para identificar semáforos críticos que devem atualizar sua tecnologia;
- b) Fazer uma caracterização da rede semaforica da cidade de Fortaleza, onde será feito uma aplicação prática;
- c) Definir critérios para o agrupamento de semáforos que devem operar de forma coordenada
- d) Utilizar uma metodologia multicritério para identificar e validar os aspectos relevantes ao processo de avaliação de cruzamentos candidatos à atualização de tecnologia semaforica, segundo o julgamento dos decisores (técnicos da área de engenharia de tráfego);
- e) Realizar um estudo de caso na malha semaforica da cidade de Fortaleza, de forma a ilustrar o método proposto.

4 METODOLOGIA

4.1 Estudo das estratégias de controle semaforico

Esta etapa envolve a revisão bibliográfica de estudos referentes às tecnologias de equipamentos semaforicos, assim como critérios para identificação de semáforos críticos que necessitam ser atualizados. Contempla ainda uma caracterização da rede semaforica de Fortaleza, de forma a auxiliar na definição da metodologia de análise. O conhecimento da rede também é essencial para auxiliar na aplicação dos critérios de avaliação, para obter assim um correto diagnóstico, onde será desenvolvida uma aplicação prática para ilustrar o método proposto.

4.2 Proposição de critérios para a definição do modo de coordenação semaforica

O modo de coordenação deve ser definido antes da análise tecnológica, pois semáforos coordenados devem ter o mesmo modo de controle e operação. A definição da coordenação será realizada com a utilização da fórmula proposta pelo Manual de Semáforos do DENATRAN (1984), porém com a adequação da escala de valores, que será validada para o trânsito de Fortaleza. Esta validação é devido à escala ter sido definida há 25 anos, tendo o trânsito mudado, além disso, a escala foi definida para todo Brasil, porém cada cidade possui suas especificidades.

4.3 Proposição de critérios para a definição do modo de controle e operação semaforica

Após a definição da coordenação, serão definidos os modos de controle e operação semaforicos. Por se tratarem de avanços tecnológicos, ambos serão definidos em conjunto, no mesmo modelo de avaliação proposto. Será utilizada a Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – MCDA (Enslin, 2001), para priorizar, quantificar e ponderar os aspectos identificados como relevantes ao contexto decisório, segundo as visões dos técnicos do CTAFOR. O objetivo deste modelo será identificar os semáforos onde a atualização de suas tecnologias irá resultar numa melhoria mais significativa no desempenho da rede de semáforos.

Até o momento atual, a aplicação do MCDA resultou na proposição dos aspectos apresentados na Figura 1, a serem utilizados para definir semáforos críticos a receberem tecnologia de controle em tempo real.

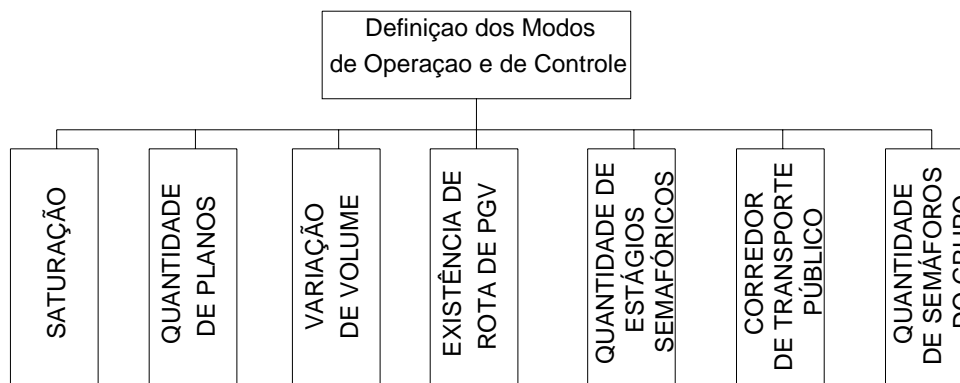


Figura 1: Arborescência dos pontos de vista do Modelo de Avaliação dos semáforos candidatos a tempo real

4.4 Estudo de caso

Nesta etapa do estudo será realizada uma aplicação do método proposto para a rede semaforica de Fortaleza, onde serão hierarquizados os semáforos com tecnologia convencional. Esta aplicação permitirá ainda realizar uma análise de sensibilidade do modelo, através da utilização do software MACHBETH (BANA E COSTA, DE CORTE, VANSNICK, 2004) com o propósito de determinar seu grau de robustez.

5 RESULTADOS ESPERADOS

Deseja-se obter como resultado um modelo de avaliação de uma rede semaforica, que permita apoiar os técnicos de trânsito na tomada de decisão acerca de onde melhor investir os recursos disponíveis destinados à substituição da tecnologia de interseções semaforizadas convencionais para o modo de controle centralizado e operação em tempo real, auxiliando as ações de planejamento do órgão gestor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANA e COSTA, DE CORTE, VANSNICK (2004), "On the mathematical foundations of MACBETH". In J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: The State of the Art Surveys*, Springer, New York.
- BONETTI JUNIOR, W. e PIETRANTONIO, H. (2001) *Utilização de Semáforos Atuados pelo Tráfego*.
- CET (2006) Companhia de Engenharia de Tráfego. *Plano Diretor de Semáforos. Diretrizes e Ações*. São Paulo, 2006.
- CTAFOR (2009) *Relatório Técnico - Relação de Semáforos*.
- DENATRAN (1984) *Manual de Semáforos*. Coleção Serviços da Engenharia. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Trânsito. 2ª Edição. Brasília, 1984.
- DETRAN-CE (1998) Sistema Centralizado de Controle de Tráfego em Área de Fortaleza – CTAFOR. Governo do Estado do Ceará. Secretaria dos Transportes Energia Comunicações e Obras. Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (DETRAN-CE). Associação Técnico Científica – ASTEF. Universidade Federal do Ceará – UFC. Agosto de 1998.
- ENSLIN, L., MONTIBELLER, G., NORONHA, S. M. (2001), Apoio a Decisão, Editora Insular, Florianópolis.
- MEDEIROS, F. C.; LUNA, M. S.; LOUREIRO, C. F. G. (2001) *Controle de Tráfego em Área de Fortaleza – CTAFOR: Uma Nova Experiência na Gerência do Trânsito*.
- PEREIRA, L.F. (2005) Um Procedimento de Apoio a Decisão para Escolha de Sistemas de Controle de Tráfego Considerando a Coleta Automatizada de Dados. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2005.