



PRIORIZAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO POR ÔNIBUS EM SISTEMAS CENTRALIZADOS DE CONTROLE DE TRÁFEGO

Francisco Moraes de Oliveira Neto

Carlos Felipe Grangeiro Loureiro

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

RESUMO

Nos últimos anos, as técnicas de prioridade para ônibus em semáforos controlados por sistemas centralizados de controle de tráfego vêm se tornando uma opção cada vez mais viável, devido aos problemas causados ao transporte público pela operação compartilhada com o transporte individual na malha viária e aos excessivos atrasos sofridos pelos ônibus nos cruzamentos semaforizados. Contudo, antes de se implantar qualquer estratégia de priorização de veículos no sistema viário, devem ser avaliados os impactos sobre os diferentes usuários do sistema de transporte urbano. Esta pesquisa de dissertação tem como objetivo principal avaliar, com base em um estudo de caso, os benefícios operacionais da priorização de veículos de transporte coletivo por ônibus na programação semafórica de um corredor arterial operado pelo sistema CTAFOR (Controle de Tráfego em Área de Fortaleza), por meio de dados coletados em campo e simulados pelo sistema SCOOT. Para tanto, pretende-se primeiro comparar um controle de tempo fixo bem ajustado com o controle em tempo real. Em seguida, serão avaliados os benefícios operacionais dos dois níveis de prioridade passiva e ativa em ambas as estratégias de controle semafórico. Além das contribuições metodológicas de caracterização operacional e avaliação de estratégias de controle semafórico, espera-se identificar, baseado nos resultados do estudo de caso, a melhor estratégia de priorização semafórica do transporte coletivo nos corredores arteriais de Fortaleza.

ABSTRACT

In the last years, bus priority techniques in traffic signals controlled by centralized systems have become a more attractive option, due to the problems caused to public transit as a result of sharing the street network with cars as well as the excessive delays at signalized intersections. However, before implementing any vehicle priority strategy in the road network, there should be an assessment study of the impacts over all different users of the urban transport system. This thesis research has as its main objective to assess, based on a case study, the operational benefits of giving priority to buses in the traffic signals of an arterial corridor controlled by CTAFOR (Fortaleza's Urban Traffic Control System), gathering field data and data simulated by SCOOT. This study will first compare a well adjusted fixed-time signal operation to a real-time type of control. Secondly, the operational benefits of both passive and active priority schemes will be estimated for the two signal control strategies. Besides the methodological contributions of characterizing the corridor's operation and evaluating the signal control strategies, it is expected, based on the results of the case study, to identify the best strategy of bus signal priority to be implemented in Fortaleza's arterial corridors.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência do sistema de transporte urbano pode ser melhorada se estratégias de gerenciamento priorizam o transporte coletivo em relação ao transporte individual. Assim, nos últimos anos a tendência das políticas de gerenciamento do tráfego urbano tem sido de criar meios ou estratégias de priorização para o transporte público (Zhang, 2001; NTU, 2002), entre as quais vêm ganhando destaque as estratégias de priorização semafórica. Na cidade de Fortaleza, objeto deste estudo de pesquisa, na maior parte da malha viária não é dado qualquer tratamento preferencial para o transporte público por ônibus, que opera disputando espaço com os demais veículos que trafegam no sistema viário. Contudo, Fortaleza já conta hoje com um sistema moderno de controle de tráfego adaptativo, o sistema SCOOT, que opera numa central de controle denominada CTAFOR - Controle de Tráfego em Área de Fortaleza.

Dadas as condições de operação do transporte público na malha viária de Fortaleza, tem-se a seguinte hipótese de pesquisa: “os ônibus circulam nos principais corredores arteriais em



velocidades operacionais bem abaixo da velocidade do tráfego geral, o que causa entre outros problemas: excessivos tempos de deslocamento, aumento dos custos operacionais devido aos congestionamentos e conseqüente aumento das tarifas, e maior irregularidade no atendimento. Como os veículos do transporte coletivo perdem parte do tempo de viagem parados nos cruzamentos semaforizados (NTU, 2002), a prioridade semafórica torna-se uma das melhores opções, quando não há possibilidade de implementar soluções em desnível, como viadutos”.

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa de dissertação tem como objetivo principal estimar os benefícios da priorização de veículos do transporte coletivo por ônibus na programação semafórica de um sistema de controle centralizado de tráfego. Como objetivos específicos da pesquisa, tem-se:

- a. Caracterizar operacionalmente o corredor arterial de estudo;
- b. Avaliar o desempenho operacional do sistema de controle adaptativo quando comparado ao controle de tempo-fixo, em períodos de pico e entre-pico, num corredor arterial de Fortaleza;
- c. Mensurar os benefícios operacionais para os usuários do transporte coletivo por ônibus, num corredor arterial, das possíveis estratégias de priorização semafórica de ônibus no sistema CTAFOR.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Priorização do transporte público em sistemas de controle centralizado do tráfego

A prioridade semafórica já foi testada em várias localidades nos Estados Unidos e já vem sendo usada no Canadá, Japão e Europa. Em geral, as estratégias de priorização são classificadas em dois níveis (Fox *et al.*, 1995; Wood, 1993; Srinivasa *et al.*, 1995; Zhang, 2001): prioridade passiva e prioridade ativa. A *prioridade passiva* consiste em ajustar a programação semafórica manualmente ou através de programas computacionais como o TRANSYT (Vincent *et al.*, 1980) com base em ponderação, beneficiando especialmente corredores com maior volume de ônibus. Esta técnica é mais adequada, também, para corredores onde os tempos de embarque/desembarque não variam muito (Scabarbonis, 2000). A *prioridade ativa* envolve a detecção da presença dos coletivos nas proximidades das interseções e depende da lógica do sistema e das condições do tráfego. As técnicas de prioridade semafórica são implementadas principalmente em sistemas de controle centralizado do tráfego urbano, em especial aqueles com controle semafórico em tempo real, como o sistema SCOOT.

3.2. Programa Computacional SCOOT

O sistema SCOOT (*Split, Cycle and Offset Optimisation Technique*) trata-se de um programa computacional visando à otimização de repartições de verde, ciclo e defasagens numa rede de semáforos. A estrutura do SCOOT é similar à do TRANSYT – programa para cálculo de planos de tempo fixo. Ambos os métodos empregam um mesmo modelo de tráfego para prever atrasos e paradas causadas por uma particular configuração dos semáforos (TRL, 2000a). O SCOOT é uma ferramenta de gerenciamento e controle do tráfego em tempo real de interseções semaforizadas de áreas urbanas, que foi desenvolvida na Inglaterra e já é usada em 170 localidades no mundo (Zhang, 2001).

A lógica de priorização no SCOOT (TRL, 2000b) consiste em implementar extensões do verde para permitir a passagem do ônibus ainda no estágio (extensão) atual, ou antecipar o



verde executando o estágio antes de seu início normal, para reduzir o tempo de espera até que os ônibus ganhem o direito de passagem (esta técnica recebe o nome de Antecipação de Estágio - *Recall*). As extensões e/ou antecipações podem ser implementadas de uma central de controle ou o controlador do semáforo pode ser programado para implementar mudanças localmente na rua (extensões ou antecipações locais). Estudos realizados em cidades da Inglaterra após a implantação de sistemas de priorização de coletivos com o SCOOT revelaram: uma redução no atraso por passageiro de ônibus da ordem de 20 a 30% (McLeod *et al.*, 1994; *apud* Fox *et al.*, 1998); e uma redução de 8% nos tempos de viagem por ônibus, com um pequeno acréscimo no tempo de jornada para os outros usuários da malha urbana (Fox *et al.* 1995).

4. METODOLOGIA

O enfoque do estudo proposto nesta pesquisa de dissertação é primeiro comparar um controle de tempo fixo bem ajustado com o controle adaptativo do sistema SCOOT; e segundo, avaliar os benefícios dos dois níveis de prioridade passiva e ativa em ambos os tipos de controle. As etapas metodológicas para desenvolvimento dessa pesquisa são descritas a seguir.

4.1. Caracterização do Corredor de Estudo

Esta etapa, em andamento, partiu inicialmente da escolha do corredor de estudo. O local de estudo é o corredor arterial da Av. 13 de Maio, o qual é um dos principais corredores de transporte de Fortaleza, onde a Prefeitura irá executar um projeto piloto com o objetivo de melhorar a operação do transporte por ônibus. Este projeto pretende implementar, entre outras intervenções, a prioridade semafórica para ônibus no sistema SCOOT. Como etapa inicial desta pesquisa de dissertação, o corredor da Av. 13 de Maio será caracterizado quanto aos seus aspectos geométricos, operação semafórica, condições de tráfego e operação do transporte público.

4.2. Definição dos cenários de avaliação

As estratégias de priorização serão avaliadas na operação em tempo fixo e em tempo real nos seguintes cenários de avaliação:

- *Situação Atual (Cenário 1)*: o cenário base de avaliação será a programação atual dos semáforos em tempo fixo calculada no TRANSYT sem qualquer prioridade para os ônibus;
- *Controle SCOOT (Cenário 2)*: tempos semafóricos otimizados pelo sistema SCOOT sem prioridade para os ônibus;
- *Prioridade Passiva em Tempo Fixo (Cenário 3)*: as configurações semafóricas para todos os semáforos da rede serão calculadas no TRANSYT com ponderação para os veículos de transporte coletivo;
- *Priorização Passiva com o SCOOT (Cenário 4)*: a mesma configuração semafórica obtida no cenário 3 será implementada em tempo real no SCOOT;
- *Priorização Ativa (Cenário 5)*: será simulada a lógica de prioridade ativa na programação semafórica em tempo real otimizada pelo SCOOT.

4.3. Avaliação do desempenho operacional do controle adaptativo e das estratégias de priorização semafórica

Os cenários de avaliação serão aplicados na programação semafórica do corredor em estudo, comparando-se os indicadores operacionais médios levantados em campo e estimados pelo



sistema SCOOT. Foram definidos como indicadores de desempenho: o atraso veicular, o número de paradas e o tempo de viagem. O atraso e o número de paradas são medidas básicas de avaliação do desempenho operacional de corredores arteriais com controle semafórico (Vincent *et al.*, 1980). Estas duas variáveis serão coletadas do modelo de tráfego do sistema SCOOT. O tempo de viagem é um indicador de fácil percepção pelos usuários do sistema, e será levantado em campo em cada cenário de avaliação para os ônibus e automóveis.

As medidas de desempenho para o corredor serão comparadas com base em testes de significância e análises de variância, considerando as seguintes hipóteses:

- A operação semafórica sob o controle adaptativo produz benefícios quando comparada com uma operação em tempo fixo bem ajustada, nos períodos de pico e entre-pico;
- As estratégias de prioridade semafórica produzem benefícios para os usuários do sistema de transporte público, sem prejuízo para o tráfego geral, nos picos e entre-picos.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Ao final desta pesquisa de dissertação espera-se propor uma metodologia de caracterização operacional e de avaliação de diferentes estratégias de prioridade semafórica para veículos de transporte coletivo em corredores arteriais. Além disso, como contribuição maior deste trabalho, pretende-se definir, com base no estudo de caso, qual a melhor estratégia de controle semafórico para os corredores arteriais de Fortaleza, visando à priorização do transporte coletivo sobre o individual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fox, K.; H. Chen; F. Montgomery; M. Smith e S. Jones (1998) *Selected Vehicle Priority in the UTM Environment (UTMC01)*. Project funded by the Department of the Environment, Transport and Regions.
- Fox, K.; F. Montgomery e S. Shepherd, *Institute for Transport Studies, University of Leeds* and by C. Smith; *Peek Traffic Ltd*, S. Jones, *WYHETS*, and F. Biora, *MIZAR Automazione SpA* (1995) *Bus Priority in SCOOT and SPOT using TIRIS*. Integrated ATT strategies for urban arterials: DRIVE II project PRIMAVERA.
- McLeod, F; Hounsell, N. e G. T. Bowen (1994) "Recommendations from off-line evaluation", PROMPT Deliverable No. 32, Commission of the European Communities, DRIVE II Programme.
- NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos; SEDU/PR – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (2002) *Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano*. Relatório Técnico.
- Skabardonis, A. (2000), Control Strategies for Transit Priority, *79 th Annual Meeting, Transportation Research Board, January*.
- Srinivasa R. S. ; P. S. Beasley; T. Urbanik II and D.B. Fambro (1995) Model to Evaluate the Impacts of Bus Priority on Signalized Intersections. *TRR 1494 – Traffic Operations, Traffic Signal Systems, and Freeway Operations*. Texas Transportation Institute, College Station.
- TRL (2000a) *SCOOT 0414 – Executive Summary – Description of SCOOT*. SCOOT Traffic Handbook. Transportation Research Laboratory.
- TRL (2000b) *SCOOT 0484 – Functional Description – Bus Priority*. SCOOT Traffic Handbook. Transportation Research Laboratory.
- Vincent, R.A., A.I. Mitchell e D.I. Robertson (1980) *User guide of TRANSYT version 8*. Transport and Road Research Laboratory LR 888, Crowthorne, Inglaterra.
- Wood, K. (1993) *Urban traffic control, systems review*. Transport Research Laboratory - Project Report 41.
- Zhang, Y. (2001) *An Evaluation of Transit Signal Priority and SCOOT Adaptive Signal Control*. Thesis submitted to the Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of requirement for degree of Master of Science in Civil Engineering. Blacksburg, Virginia.

Universidade Federal do Ceará
Departamento de Engenharia de Transportes
Campus do Pici – Centro de Tecnologia – Bloco 703
60.455-760 - Fortaleza – CE

Fone/Fax: (0xx85) 288-9571/9488
E-mail: felipe@det.ufc.br
moraes@det.ufc.br