



16º Congresso Brasileiro
de Transporte e Trânsito
Outubro/2007 Maceió - AL



Controle de Tráfego em Tempo Real: Novos Paradigmas, Dificuldades e Primeiros Resultados – O Caso do Controle Inteligente de Tráfego (CIT)

Gabriela Pereira e Marcelo Vinícius de Magalhães Ribeiro

BHTRANS – Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte

gabriela@pbh.gov.br e marcelo.vmagalhaes@pbh.gov.br

A implantação de um sistema semafórico adaptativo em tempo real requer a adoção de algumas estratégias visando, principalmente, envolver as equipes responsáveis pela operacionalização do trânsito e pela programação semafórica. O trabalho tem como objetivo central comparar os sistemas de controle semafórico em tempo fixo e em tempo real.

Controle de Tráfego em Tempo Real: Novos Paradigmas, Dificuldades e Primeiros Resultados – O Caso do Controle Inteligente de Tráfego (CIT)

1. Introdução:

O Controle Inteligente de Tráfego (CIT) foi implantado no município de Belo Horizonte (MG) com os seguintes objetivos:

- Gerenciamento do tráfego mais eficiente;
- Melhoria das condições do tráfego;
- Melhoria das condições de segurança;
- Otimização da manutenção dos semáforos;
- Melhoria das condições ambientais;
- Redução do consumo de energia.

Para atingir estes objetivos foram instalados os seguintes sistemas:

- Sistema de Painéis de Mensagens Variáveis – PMV;
- Sistema de Circuito Fechado de Televisão – CFTV;
- Sistema de Controle Centralizado de Semáforos em Tempo Real (semáforos inteligentes).

Os dois primeiros sistemas eram inéditos para Belo Horizonte, já o último veio em substituição a um sistema de controle centralizado de semáforos em tempo fixo. Este fato gerou uma resistência na equipe que fazia a gestão do sistema antigo (tempo fixo), que via com desconfiança o novo sistema (em tempo real). Esta resistência “contaminou” toda a equipe de operação da BHTRANS. Além disto, a configuração de um sistema de controle semafórico em tempo real, para uma boa operação semafórica, é bem mais complicada que a configuração dos demais sistemas.

Portanto, neste trabalho, serão apresentadas as dificuldades na implantação do novo sistema de controle semafórico, mostrando a importância da conscientização e do treinamento da equipe técnica e de operação envolvida. Será feita uma comparação entre os sistemas, em tempo fixo e em tempo real, estabelecendo um paralelo entre a configuração dos dois sistemas. Serão apontadas as principais dificuldades do processo de parametrização e configuração do sistema em tempo real, tanto as

dificuldades relativas ao software quanto as relativas à operação, além da apresentação dos resultados percebidos e apurados através de duas pesquisas de velocidade realizadas antes e depois da implantação do sistema de controle semafórico em tempo real.

2. Paradigmas e dificuldades na implantação do controle em tempo real

2.1 Fator humano

O controle em tempo real tem uma tecnologia complexa e apresenta conceitos desconhecidos para aqueles acostumados com controle em tempos fixos. Alguns técnicos, inclusive, insistiam que, após a implantação do sistema o trabalho deles não existiria mais, pois a operação do novo sistema seria automática. Sabemos que não é bem assim, operar um sistema em tempo real exige dedicação de uma equipe capacitada e atenta.

Em relação à equipe de operação, além da contaminação pela resistência da equipe que fazia a gestão semafórica, como já foi dito, houve mais problemas. Durante a configuração inicial do sistema, é normal que ocorram transtornos ao trânsito. No caso de Belo Horizonte, para minimizar estes transtornos, a configuração inicial era sempre feita nos horários de vale (fora pico). Apesar deste cuidado, a equipe de operação teve que atuar no trânsito para resolver os transtornos que ocorreram. Aliado a este fato, no período de implantação do controle em tempo real, a capital mineira experimentou um grande aumento em sua frota de veículos. Para se ter uma idéia, entre 2000 e 2006 o número de carros aumentou 25% – pulou de 658 mil para 880,5 mil. No mesmo período, a população passou de 2,2 milhões para 2,3 milhões, um acréscimo de 7,2%. Assim, houve um aumento nos congestionamentos, como o sistema estava sendo implantado, a equipe de operação quis culpá-lo pelo problema.

Outro problema foi que a equipe de operação estava acostumada a solicitar alterações na programação semafórica via centro de controle quando havia problemas no trânsito. Com o novo sistema, deve-se esperar para verificar como ele irá atuar frente aos problemas. Mas quem consegue convencer a equipe que o sistema pode atuar de forma correta, fazendo automaticamente e de forma mais eficaz a intervenção que está sendo solicitada? Percebe-se que há um certo jogo de vaidades, do tipo: “eu conheço este local como ninguém, eu conheço como os semáforos operavam e a forma anterior era melhor”. Muitas vezes, quando havia reclamações sobre as ações do sistema, e era investigado a fundo o motivo da reclamação, percebia-se que o sistema não estava agindo errado e sim diferente do que o

agente de trânsito estava acostumado. É importante deixar claro que existem situações em que a intervenção externa se faz necessária, mas tal decisão tem que ser tomada criteriosamente, avaliando o conjunto de semáforos de todo o entorno envolvido.

Solucionar estes problemas relativos à parte humana da implantação do controle em tempo real não é tarefa fácil. Na verdade, estamos tentando até hoje. Mas acreditamos que um maior envolvimento da equipe, conscientizando-a do seu papel, entremeado por muito treinamento pode mitigar esta dificuldade. Mudar a postura de alteração imediata na programação semafórica quando se percebe um problema e de controle total sobre os parâmetros semafóricos é o grande desafio.

2.2 Comparando os dois sistemas

2.2.1 Controle em tempos fixos

A área que foi escolhida para se instalar o controle de semáforos em tempo real é a Área Central de Belo Horizonte. Esta área tem as seguintes características:

- Grande densidade de semáforos formando uma rede semafórica em forma de malha;
- Ruas e avenidas com características arteriais;
- As ruas formam uma malha ortogonal cortada diagonalmente por avenidas, gerando muitos cruzamentos importantes de três estágios e muitos quarteirões triangulares;
- Grande saturação, pois o desenho de vias é radiocêntrico, ou seja, muito tráfego de passagem.

Programar os semáforos de uma área com as características acima não é tarefa simples. Em 1997, houve um grande trabalho nesta área, utilizando o software Transyt, quando todos os semáforos foram reprogramados. Como eram muitas interseções (mais de 200) e muitos planos de tráfego (07 planos), quando terminou o trabalho, as pesquisas que serviram como dados de entrada para reprogramação estavam com sua validade vencida. Este é um dos principais problemas da programação em tempos fixos, a necessidade de atualização constante da programação semafórica devido às modificações que ocorrem no trânsito todos os anos (aumento de frota, criação/extinção de pólos geradores de tráfego, etc.).

Outro problema que o controle em tempos fixos enfrenta é a inexistência de reação frente às situações de trânsito, pois as programações têm como dados de entrada pesquisa de contagem veicular, ou seja, dados históricos. Outro dado de entrada utilizado, o fluxo de saturação, também é calculado para uma

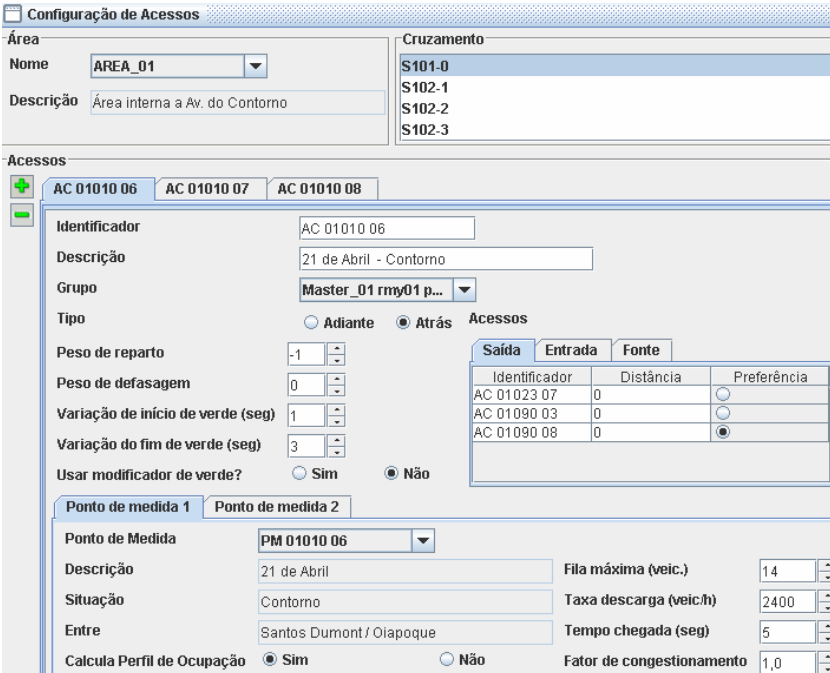
situação da via. Se estas condições se modificam, as programações não se modificam automaticamente, necessitando da intervenção do operador, que sempre pode tomar decisões parciais.

As vantagens são: o maior controle sobre os tempos de verde, defasagens e tempos de ciclo e a menor dependência em relação à manutenção.

2.2.1 Controle em tempo real

Os principais problemas do controle em tempo real, além do já citado acima como fator humano, são a correta configuração do sistema, como configurar o sistema e não gerar transtorno ao trânsito e a manutenção, principalmente dos laços detectores.

A configuração do sistema é bem complexa, é uma série de parâmetros a serem configurados e todos eles ajudam o sistema operar de forma eficaz (ver figura abaixo). As taxas de descarga (fluxo de saturação) têm que ser calculadas levando em conta que os laços não contam os veículos em UVP (Unidade Veículo Padrão). Assim, quando se tem uma faixa de ônibus, por exemplo, o fluxo de saturação deve ter um valor configurado menor do que se costuma adotar. Os pesos de reparto e de defasagem e o fator de congestionamento são ferramentas para priorização de vias. Aprender a utilizá-los e saber o tamanho do peso a ser adotado são de grande importância. Para garantir sincronismos entre caminhos prioritários, devem-se configurar os acessos de entrada e saída preferenciais.



Configuração de Acessos

Área
Nome: AREA_01
Descrição: Área interna a Av. do Contorno

Cruzamento
S101-0
S102-1
S102-2
S102-3

Acessos

AC 01010 06 | AC 01010 07 | AC 01010 08

Identificador: AC 01010 06
Descrição: 21 de Abril - Contorno
Grupo: Master_01 rmy01 p...
Tipo: Adiante Atrás

Peso de reparto: -1
Peso de defasagem: 0
Variação de início de verde (seg): 1
Variação do fim de verde (seg): 3
Usar modificador de verde? Sim Não

Saída	Entrada	Fonte
Identificador	Distância	Preferência
AC 01023 07	0	<input type="radio"/>
AC 01090 03	0	<input type="radio"/>
AC 01090 08	0	<input checked="" type="radio"/>

Ponto de medida 1 | Ponto de medida 2

Ponto de Medida: PM 01010 06
Descrição: 21 de Abril
Situação: Contorno
Entre: Santos Dumont / Oiapoque
Calcula Perfil de Ocupação: Sim Não

Fila máxima (veic.): 14
Taxa descarga (veic/h): 2400
Tempo chegada (seg): 5
Fator de congestionamento: 1,0

É possível configurar peso de ciclo, reduzindo ou aumentando a importância de um cruzamento na definição do ciclo semafórico de sua subárea.

Pode-se também configurar uso de modificador de verde de acessos que têm suas condições de operação afetadas pelas condições de acessos adjacentes. A decisão é se a interferência gerada por acessos adjacentes deve ser considerada importante no cálculo da defasagem do acesso e no fluxo de saturação adotado.

Portanto, como se pode notar são muitos parâmetros e isto, no caso de Belo Horizonte, multiplicado por 700, pois este é o número de aproximações da área onde foi implantado o sistema.

Outro trabalho árduo é identificar os cruzamentos que devem ter uma operação mais “engessada”, pois se corre o risco de perder a medida e deixar o sistema em tempo real muito próximo ao tempo fixo reduzindo sua eficácia. No entanto a tentação é grande, devido ao costume de se ter o controle total dos tempos de verde e defasagens programadas, adquirido em anos de controle em tempos fixos.

Além de preocupar com a configuração correta dos parâmetros, deve-se preocupar em testar esta configuração sem gerar transtorno ao trânsito. Tarefa quase impossível, pois alguns pesos devem ser testados degrau a degrau até que se encontre o valor ideal. Começar a configuração nos horários de vale é um artifício que pode ser utilizado, no entanto, é importante que se saiba que a hora de testar o sistema no horário de pico irá chegar e podem acontecer problemas inesperados ou não.

Os dados de entrada do controle em tempo real são os parâmetros a serem configurados citados acima e a medição contínua dos fluxos de tráfego via laços detectores. Desta forma, deve-se garantir que a configuração esteja correta e que os sensores estejam contando o fluxo real de veículos. Para tanto, estes devem estar bem posicionados e com sua manutenção em dia. Este bom funcionamento é atrapalhado por fatores diversos como obras na via pública ou nos passeios, que rompem os cabos de comunicação ou mesmo as espiras metálicas. Outras vezes um posicionamento equivocado destes sensores leva a contagens com erros, principalmente nos casos de locais com muitas infrações de trânsito.

Sendo assim, em ambos os casos (controle em tempos fixos e tempo real), os problemas estão relacionados à confiabilidade dos dados de entrada, sendo que em tempos fixos a existência de dados de entrada errados gera menos transtorno ao trânsito, pois se trabalha com uma maior folga; ou seja, com ciclos e tempos de verde geralmente maiores que o necessário. Desta forma, alguns problemas

podem ser amortecidos. Já o controle em tempo real, que busca uma maior eficiência, esta folga é menor ou muitas vezes nem existe.

2.3 Dificuldades relativas ao Software

A vencedora da licitação para implantação do Controle Inteligente de Tráfego foi a empresa TELVENT. O software de controle semafórico em tempo real é o ITACA e o software de controle da central de semáforos é o OPTIMUS. Estes softwares são novos no mercado e, principalmente o OPTIMUS tem apresentado muitas falhas em sua operação. O ITACA, diferente do SCOOT – software de controle semafórico em tempo real criado pelos ingleses - foi utilizado em poucas cidades do mundo e muitas de suas ferramentas ainda estão numa fase muito inicial de operação.

Desta forma, foram e estão sendo enfrentados muitos problemas relativos aos softwares que, em alguns casos, geram transtornos à operação do trânsito. Falhas nas trocas das estruturas acarretando semáforos em flash ou com tempos mínimos errados, falhas de comunicação geradas pelo software acarretando problemas no gerenciamento das programações semafóricas, descumprimento de defasagens fixas programadas gerando problemas de sincronismo são exemplos do que está ocorrendo e que está atrapalhando o funcionamento dos semáforos.

Com o término da implantação do sistema em tempo real, ocorrida em agosto de 2006, passamos para uma nova etapa que contempla: 1. adoção de um procedimento eficaz de controle de falhas e de manutenção do sistema de detecção e 2. monitoração e avaliação sistemática das calibrações e dos parâmetros de tráfego adotados. O plano de aferição das calibrações adotado é extenso e deve ser implementado ao longo do tempo e também de acordo com as demandas que forem surgindo.

3. Primeiros Resultados

Apesar de terem sido feitas pesquisas antes da implantação do controle em tempo real para aferir os ganhos alcançados, estas pesquisas não puderam ser utilizadas devido ao grande aumento da frota já comentado anteriormente. Portanto, para avaliarmos os resultados obtidos, foram feitas duas pesquisas de tempo de percurso em vinte trechos: uma com o sistema semafórico operando em tempos fixos e outra operando em tempo real. Os resultados (ver tabela a seguir) foram os seguintes:



Trecho	Via	Trecho (Neste Sentido)	Tempo de Viagem (s)		Significância	%*
			Tempo Real	Tempo Fixo		
1	Augusto de Lima	Pça Afonso Arinos e	149,73	221,21	sim	-32
2	Augusto de Lima	Santa Catarina e	212,47	296,43	sim	-28
3	Contorno	Getúlio Vargas	351,07	316,07	não	11
4	Contorno	Fernandes Tourinho e	308,67	291,07	não	6
5	Afonso Pena	Rio Grande do Norte e	204,88	357,00	sim	-43
6	Afonso Pena	Trifana e Rio Grande	195,63	320,43	sim	-39
7	Cristóvão Colombo - Nossa Senhora do Carmo	Pça da Liberdade e	265,14	240,00	não	10
8	Cristóvão Colombo - Nossa Senhora do Carmo	Uruguai e Pça da	295,53	347,79	não	-15
9	Amazonas	Pça Sete e Timbiras	309,20	309,33	não	0
10	Amazonas	Timbiras e Francisco	168,80	166,83	não	1
11	Amazonas	Francisco Sá e	181,20	193,83	não	-7
12	Amazonas	Timbiras e Pça Sete	334,80	247,67	sim	35
13	Bahia	Afonso Pena e	125,60	214,75	sim	-42
14	Bahia	Timbiras e Gonçalves	50,40	162,25	sim	-69
15	Bahia	Gonçalves Dias e Bias	62,40	56,75	não	10
16	Bahia	Bias Fortes e Contorno	193,40	231,50	não	-16
17	Espírito Santo	Contorno e Antônio	133,20	220,25	sim	-40
18	Espírito Santo	Antônio Aleixo e	172,60	159,00	não	9
19	Espírito Santo	Bias Fortes e Timbiras	72,80	75,00	não	-3
20	Espírito Santo	Timbiras e Afonso	211,00	291,25	não	-28
Total			3.998,52	4.718,41		-15

- A análise apresentada indica que a média de tempo de percurso das rotas quando o sistema em tempo real está em operação é menor. O controle em tempo real diminuiu em 16,34% a média do tempo de percurso das rotas pesquisadas (Teste Wilcoxon pareado com P-valor = 0,012 < 5%)
- O controle em tempo real é melhor em 13 dos 20 trechos (65%).



16º Congresso Brasileiro
de Transporte e Tráfego
Outubro/2007 Maceió - AL



4. Referências Bibliográficas

VILANOVA, Luis Molist - *O controle de semáforos em tempo real: a experiência de São Paulo*;

OLIVEIRA, MVT; Gomes, MJTL; Meneses, HB; Pereira, WAP; Loureiro, CFG - *Experiências Operacionais Pós-Implantação do Sistema de Controle de Tráfego em Área de Fortaleza – CTAFOR*;

PAIVA, PMP; Meneses, HB; Loureiro, CFG - *Metodologia de Avaliação Espacializada do Desempenho Operacional de Diferentes Estratégias de Controle Semafórico Centralizado*;

LOUREIRO, CFG; Gomes, MJTL; Leandro, CHP - *Avaliação do Desempenho Nos Períodos de Pico do Tráfego de Interseções SemafORIZADAS com Controle Centralizado em Tempo Fixo e Real*.