

UM PROCEDIMENTO DE APOIO A DECISÃO PARA ESCOLHA DE SISTEMAS DE CONTROLE VISANDO O PLANEJAMENTO DO TRÁFEGO

Lucélia Fehlberg Pereira
Vânia Barcellos Gouvêa Campos, D.Sc.
Altair dos Santos Ferreira Filho, M.Sc.
Mestrado em Engenharia de Transportes
Instituto Militar de Engenharia

RESUMO

Para a operação dos sistemas de controle de tráfego urbano, é necessário coletar diversos tipos de dados sobre o fluxo de tráfego. Estas coletas podem ser feitas manualmente ou de forma automatizada utilizando-se dispositivos eletrônicos tais como os detectores de veículos. Em muitos casos estes sistemas são implantados sem a preocupação com a utilização dos dados coletados por estes dispositivos para fins além do controle de tráfego propriamente dito. Sendo assim, neste trabalho desenvolveu-se um procedimento de apoio a tomada de decisão quanto ao tipo de sistema de controle de tráfego a ser implantado, visando o uso do mesmo como instrumento de auxílio ao planejamento de tráfego, considerando a coleta automática de dados. Concluiu-se que existe um grande potencial para utilização desses dados no planejamento do tráfego e que, muitas vezes, é desperdiçado pela falta de análise dos sistemas de controle disponíveis no mercado sob o olhar do planejador.

ABSTRACT

For the operation of the urban traffic control systems, it is necessary to acquire several types of the traffic flow data. The data collections can be made manually or in an automated way with electronic devices like the detectors of vehicles. In many cases, these systems are implemented without the concern of using the data collected by these devices for ends besides the traffic control. Therefore, in this work, it is developed a decision support procedure for selecting the type of traffic control system to be implanted, seeking for using it as an instrument to aid the traffic planning, considering the automatic collection of data. We concluded that there is a great potential for use of these data in the traffic planning and, many times, this potential is wasted because the lack of analysis of the available control systems in the market under the point of view of the planner.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades e o conseqüente aumento na sua frota de veículos provocam diversos impactos, como o aumento dos congestionamentos e de acidentes de tráfego. A solução habitual para o problema dos congestionamentos é a expansão física das vias, que, apesar de produzir um aumento imediato na capacidade da malha viária, pode ter conseqüências negativas como a redução de áreas verdes ou de lazer, degradando a qualidade de vida dos habitantes nos centros urbanos. Além disso, este tipo de solução exige investimentos elevados.

Para melhor utilizar o sistema viário, várias medidas alternativas à ampliação das vias têm sido tomadas, dentre elas está a implantação de sistemas de controle de tráfego urbano, tendo como principal objetivo a otimização do uso da infra-estrutura viária. Esses sistemas buscam, por meio de sincronismo e eficiência no controle de sinais de tráfego, gerenciar o fluxo de veículos na malha viária, minimizando o problema de congestionamento urbano e suas conseqüências (MORAIS e GEYER, 2003).

Além dos sistemas dedicados à redução de congestionamentos, também existem sistemas de controle eletrônico de velocidade que são empregados com a finalidade de melhorar as condições de segurança para motoristas e pedestres.

Os avanços tecnológicos e o desenvolvimento dos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) nas últimas duas décadas fizeram com que houvesse um crescimento nos níveis de automação de processos de controle de tráfego e dentro desses processos está a coleta de dados. Surgiu, então, a possibilidade da utilização de dados coletados de forma automatizada para fins tais como a disseminação de informações em tempo real e para a formação de bases de dados sobre o tráfego. Porém, a utilização destes dados para fins além da programação semafórica e do controle de velocidade é um assunto ainda pouco explorado no Brasil.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um procedimento desenvolvido para apoiar a tomada de decisão quanto ao tipo de sistema de controle de tráfego a ser implantado visando o uso do mesmo como instrumento de auxílio ao planejamento de tráfego a partir da obtenção da informação desejada, incentivando, inclusive, o aprimoramento dos sistemas existentes quanto a informação processada nos mesmos.

2. CONTROLE DE TRÁFEGO EM ÁREAS URBANAS

Os Sistemas de Controle do Tráfego de Veículos fazem parte dos Sistemas Inteligentes de Transportes (SIT ou ITS – de *Intelligent Transportation Systems*), que consistem em uma ampla gama de tecnologias de comunicação, de controle e de eletrônica que, integradas à infra-estrutura do sistema de transportes e aos veículos, têm a finalidade de melhorar as condições de fluidez do tráfego e a segurança para motoristas e pedestres.

Os primeiros sistemas de controle do tráfego urbano tiveram como objetivo melhorar as condições de circulação e fluidez exclusivamente dos veículos privados. Com o tempo, estes objetivos foram se expandindo, passando a incluir, entre outros, a priorização do transporte coletivo, a maximização da segurança dos pedestres e dos ciclistas, além da redução do consumo de combustível e da emissão de poluentes (LEANDRO, 2001).

Segundo ROESS *et. al* (1998), os primeiros sistemas de controle de tráfego em área eram formados por um computador localizado em uma central de controle e semáforos instalados em campo. Da central, os comandos eram enviados para os controladores semafóricos em campo e os únicos dados que voltavam do campo automaticamente eram avisos sobre falhas nos equipamentos.

Nas últimas décadas, com a evolução tecnológica, os sistemas de controle de tráfego foram adquirindo uma maior complexidade e outros dispositivos foram agregados a eles permitindo, por exemplo, a observação em tempo real de interseções por meio de circuito fechado de televisão e a coleta automatizada de dados sobre o tráfego. Além disso, a figura do usuário foi adicionada ao sistema, como receptor de informações e tomador de decisões.

O controle do tráfego pode ser realizado em vias de fluxo interrompido e em vias de fluxo ininterrupto. Nas vias de fluxo interrompido, este controle está mais voltado para a melhora das condições de fluidez e de segurança atuando na alternância do direito de passagem dos veículos e dos pedestres. Já nas vias de fluxo ininterrupto, como as vias expressas, o controle está mais voltado para a fiscalização da velocidade dos veículos e para o controle de acesso de veículos provenientes de outras vias.

Sendo assim, pode-se classificar o controle eletrônico do tráfego segundo duas modalidades principais: controle do direito de passagem em interseções semaforizadas e vias arteriais e controle eletrônico de velocidade.

Há diversas abordagens para controle semaforico, as quais diferem de acordo com os modelos e métodos empregados, os custos de produção e manutenção, as tecnologias empregadas e finalmente os seus efeitos no tráfego. Sendo assim, é necessário levar em consideração várias opções e vários instrumentos para definição de sistemas de controle mais adequados para cada aplicação específica.

3. DISPOSITIVOS DE CONTROLE ELETRÔNICO DE TRÁFEGO: CARACTERÍSTICAS, INFORMAÇÕES E APLICAÇÕES

Os dispositivos empregados no controle eletrônico do tráfego podem, de acordo com suas funções, serem divididos nos seguintes grupos: dispositivos de coleta de dados, dispositivos de armazenamento e processamento dos dados e dispositivos de informações aos usuários. Além desses dispositivos, há aqueles empregados para o controle propriamente dito, como os semáforos.

Para a coleta automatizada de dados sobre o tráfego de veículos são empregados dispositivos chamados de detectores de veículos ou de sensores de detecção de veículos. Em função dos objetivos deste trabalho deu-se ênfase a estes dispositivos.

3.1. Dispositivos para coleta de dados (detectores de veículos)

Existem diferentes tipos de detectores de veículos, como os apresentados em FHWA (2003), a saber: Tubos Pneumáticos, detectores de Laços Indutivos, sensores magnéticos, sensores piezoelétricos, processamento de imagens de vídeo, radar microondas, sensores infravermelhos, sensores ultra-sônicos e detectores acústicos passivos.

A tabela 1 apresenta os dados de tráfego normalmente fornecidos por diferentes tipos de detectores de veículos. Nas células marcadas com “xx”, as informações podem ser obtidas apenas quando são utilizados modelos específicos destes dispositivos ou quando mais de um deles é instalado, como no caso dos laços indutivos, magnetômetros e detectores magnéticos.

Tabela. 1 Tipos de dados fornecidos por diferentes tecnologias de detecção de veículos

Tecnologia de detecção de veículos	Dados de saída				
	Volume de tráfego	Presença de veículos	Velocidade	% de Ocupação da Via	Classificação dos veículos
Laços Indutivos	X	X	XX	X	XX
Magnetômetro (Two-axis fluxgate)	X	X	XX	X	
Magnéticos (Indução ou search coil magnetometer)	X	XX	XX	X	
Radar Microondas	X	XX	X	X	XX
Infravermelhos Ativos (radar laser)	X	X	XX	X	X
Infravermelhos Passivos	X	X	XX	X	
Detectores ultra-sônicos	X	X		X	
Detectores Acústicos	X	X	X	X	
Processamento de Imagens de Vídeo	X	X	X	X	X

Fonte: adaptado de KLEIN (2001) *apud* FHWA (2003)

A escolha de um detector, para uma aplicação específica, depende de vários fatores, como tipo de dados a serem coletados, consistência, precisão, número de faixas monitoradas, número de zonas de detecção por faixa, custos de compra e de manutenção dos detectores, suporte dos fabricantes, tempo de resposta dos detectores e compatibilidade com as infraestruturas de gerenciamento do tráfego atuais e futuras (KLEIN, 1997).

3.2. Dispositivos e meios de comunicação para informações aos usuários

Para disseminação das informações obtidas por meio dos sistemas de controle de tráfego, podem ser utilizados Painéis de Mensagens Variáveis (PMV). Além desses dispositivos, as informações podem ser enviadas por meio da Internet (boletins com condições de tráfego em forma de tabelas e/ou mapas), via telefonia celular, rádio, TV, dentre outros.

Os Painéis de Mensagens Variáveis (PMV) são dispositivos instalados ao longo das vias para exibição de mensagens aos motoristas. Estas mensagens podem ser referentes a diversos tipos de informações, como: condições do tráfego no momento em que o motorista passa pelo painel (fluidez do tráfego, tempos de viagem), indicações da melhor rota a ser seguida para se chegar a um destino (*route guidance*), alterações nas condições de operação das vias em função de incidentes ou eventos programados (exemplo: manutenção da via), condições climáticas adversas e mensagens educativas. Um exemplo de mensagem exibida pode ser visto na figura 1 a seguir.

Em várias cidades dos EUA e da Europa os painéis informam os tempos de viagem estimados para certos trechos de vias, de acordo com as condições de tráfego em tempo real. Isso dá aos usuários do sistema viário uma noção muito mais clara das condições de tráfego que eles irão encontrar ao passarem pelo trecho.

Também, existe a possibilidade de apresentar informações sobre o tráfego em páginas da Internet. Um exemplo deste tipo de informação é apresentado na figura 2 referente a cidade de Barcelona na Espanha. Nos EUA, por exemplo, existem aproximadamente 60 páginas da Internet que disseminam informações sobre o tráfego aos usuários dos sistemas viários..



Figura 1 Tempos de viagem mostrados em PMV - Fonte: FARIELLO (2001).

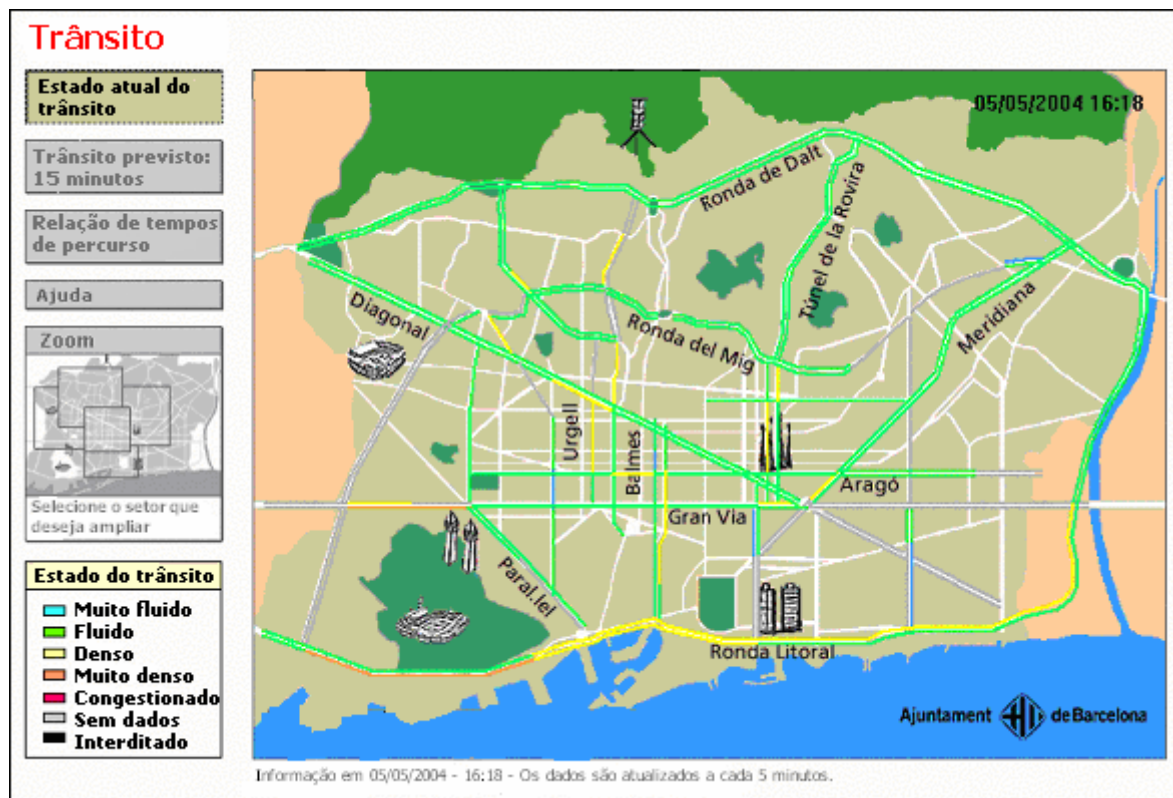


Figura .2 Mapa de condições do tráfego – Barcelona / Espanha

Como visto anteriormente, os detectores de veículos são utilizados para a obtenção automatizada de dados relativos ao tráfego de veículos. Cada detector coleta dados primários, a partir dos quais se pode obter dados secundários, utilizando-se, para isso, relações matemáticas. Por exemplo: é possível, por meio de um detector de laço indutivo, a obtenção do número de veículos passando por um trecho e a taxa de ocupação deste trecho (estes são os dados primários). A partir destes parâmetros, pode-se obter, por exemplo, a velocidade de tráfego. Porém, para isso é necessário empregar algum tipo de formulação (a velocidade obtida, neste caso, é um dado secundário).

A forma de obtenção dos parâmetros secundários, porém, não é unânime. Como exemplo, tem-se o caso da contagem de veículos por meio de imagens de vídeo. O observador de uma dessas imagens (informação primária) visualiza os veículos e os conta (informação secundária). Mas, para isso, usou o seu raciocínio para traduzir a imagem em número de veículos. Este “raciocínio” é dado em forma de algoritmos a computadores responsáveis pela detecção automática de parâmetros de tráfego. Esta forma de raciocínio não é única, ou seja, pode-se conceber diferentes algoritmos para a execução da mesma tarefa, com diferentes desempenhos entre si.

Nos sistemas de controle de tráfego, a obtenção dos parâmetros necessários para o controle semafórico utilizando-se dados de detectores de veículos é geralmente feita por formulações sigilosas (totalmente ou em parte). Além disso, a utilização dos dados é exclusiva para o controle semafórico. Alguns trabalhos, como o de MENESES (2003), buscaram melhorar o acesso a esses dados para sua utilização pelos órgãos de trânsito e por pesquisadores. Este autor propôs uma solução para o problema de importação e modelagem de dados da base de dados do sistema do CTA da cidade de Fortaleza (CTAFOR), implementado em 2000. A

solução proposta consiste numa interface lógica entre um Sistema de Informações Geográficas direcionado a transportes (SIG-T) e os sistemas *Automatic SCOOT Traffic Information Database* (ASTRID) e *Split Cycle Optimization Offset Time* (SCOOT), utilizados para a coleta, modelagem e armazenamento de dados dinâmicos do tráfego da base de dados do CTAFOR.

Os dados coletados por detectores de veículos também podem ser utilizados para auxílio na avaliação do desempenho do controle de tráfego quanto a fluidez e segurança. Exemplos de trabalhos realizados neste sentido são os de DAVIS e NIHAN (1984), BARBOSA e MONTEIRO (2000), DAHLGREN (2002), BERTINI (2002) e MARTIN (2003).

Quanto a aplicações no planejamento, há trabalhos de aplicação de dados coletados por detectores de veículos para a atualização de matrizes origem-destino (OD), como os de SHERALI (2003) e de DEMARCHI e BERTONCINI (2004).

Além dos aspectos considerados ao longo deste trabalho, pesquisou-se sobre as potenciais utilizações dos dados coletados por detectores de veículos utilizados nos sistemas de controle de tráfego, apontadas por pesquisadores e órgãos responsáveis pela operação e planejamento do tráfego urbano.

DAHLGREN et al. (2002) *apud* MENESES (2003), a partir de uma pesquisa com usuários, técnicos e gestores públicos, apontam potenciais usuários de dados de sistemas CTA, por tipo de dado do tráfego. A tabela 2 apresenta-se uma síntese deste potencial agregando-se algumas considerações sobre a proposta destes autores.

Tabela .2 Potenciais usuários de dados do tráfego coletados por sistemas CTA.

Tipo de dado/ Informação	Usuário em geral	Provedores de informações do tráfego	Operadores de sistemas de transporte	Planejadores e gestores públicos	Projetistas de facilidades viárias	Pesquisadores
Incidentes no tráfego	X	X	X			
Tempo de viagem em vias	X	X	X	X	X	X
Densidade e fluxo do tráfego		X	X	X	X	X
Dados brutos						X

Fonte: Adaptado de DAHLGREN *et al.* (2002).

De uma forma geral, os dados coletados por diferentes sensores necessitam ser filtrados e agregados. A filtragem elimina discrepâncias e melhora a confiabilidade dos dados, sendo fundamental para o sucesso de futuras aplicações (COIFMAN, 1999). Já a agregação integra dados em diferentes escopos e níveis de agregação espacial e temporal, bem como distintos graus de precisão e disponibilidade, segundo as necessidades dos usuários (DAHLGREN *et al.*, 2002).

4. CONCEITOS E PARÂMETROS PARA ANÁLISE E PLANEJAMENTO DO TRÁFEGO URBANO

Visando dar sustentabilidade ao desenvolvimento das cidades e dos sistemas de transporte, é necessário planejar as ações a serem tomadas quanto a todo o tipo de alterações físicas e operacionais relativas ao tráfego de veículos.

De acordo com o nível da decisão a ser tomada, o planejamento pode ser estratégico, tático ou operacional. Os níveis de decisão diferem entre si por possuírem diferentes horizontes de tempo para o planejamento e, cada nível do planejamento exige uma perspectiva diferente. Por causa do seu horizonte temporal longo, o planejamento estratégico opera com dados que são freqüentemente abrangentes e agregados. Por outro lado, o planejamento operacional opera com dados muito acurados, e os seus métodos devem ser capazes de manipular um grande volume desses dados.

A definição das atividades pertinentes a cada nível de planejamento dentro da Engenharia de Tráfego é uma questão que gera discordâncias entre pesquisadores e operadores dos sistemas de tráfego, mas pode nos dar uma visão do nível de informação necessária para decidir sobre as mesmas. Exemplos destas atividades referentes a cada nível são apresentados na tabela 3.

Tabela 3- Atividades relativas aos diferentes níveis de planejamento

Nível de Planejamento		
Estratégico	Tático	Operacional
<ul style="list-style-type: none">• Planejamento de novas vias• Modificações a longo prazo no sistema viário existente.• Análise de investimentos nos sistemas de transportes urbanos• Definição da área de influência de pólos geradores de tráfego• Macro simulações na rede de tráfego• Modificação no uso do sistema viário• Redução do incentivo ao uso de automóvel	<ul style="list-style-type: none">• Projeto geométrico de vias• Projetos de sinalização• Projetos de controle eletrônico do tráfego• Definição espacial de sub-áreas de controle de tráfego• Elaboração de linhas isócronas de índice de congestionamento• Micro e meso simulações na rede de tráfego	<ul style="list-style-type: none">• Avaliação do estado da área controlada (volumes, tempos de viagem, incidentes ocorridos, condições climáticas, velocidades)• Informação aos usuários (velocidade, tempos de viagem, guia de rotas, etc)• Configuração do uso das faixas de tráfego• Aplicação de dispositivos de controle de tráfego• Programação de semáforos• Espaçamento e localização de paradas de ônibus• Freqüência de um serviço de ônibus

Diversos são os parâmetros de interesse na engenharia de tráfego. Cada um deles com sua importância dentro do processo de planejamento e operação dos sistemas de tráfego. A periodicidade e a abrangência dos levantamentos de campo para obtenção destes parâmetros diferem de acordo com o horizonte de planejamento requerido. Os parâmetros mais importantes para as diferentes formas de planejamento e projeto podem ser obtidos de forma automatizada, como velocidade, volume de tráfego, tempos de viagem, densidade e taxa de ocupação da via. Estes parâmetros podem ser trabalhados de forma a aumentar o leque de oportunidades para aproveitamento dos dados coletados por detectores de veículos. Uma referência sobre este aspecto é a revisão bibliográfica realizada por SILVA (2001).

5. PROCEDIMENTO PROPOSTO

Visando subsidiar os órgãos gestores do tráfego urbano na escolha de um sistema de controle que atenda as necessidades de informações para o planejamento do transporte além da própria operação do sistema, propõe-se um procedimento de apoio à tomada de decisão para escolha ou adaptação de um sistema de controle de tráfego. Pois, considera-se que para melhorar a circulação nos centros urbanos e conseqüentemente melhorar a qualidade de vida destes centros há necessidade de se obter dados sobre o tráfego para o planejamento da circulação. Assim, vê-se a importância da obtenção dos dados para elaboração deste planejamento através de equipamentos já implantados ou disponíveis no mercado para gerência de tráfego. Desta forma, espera-se, por meio deste procedimento, auxiliar no conhecimento dos requisitos necessários para:

- A escolha do sistema de controle de tráfego a ser adotado: pois, ao se conhecer melhor as características dos detectores de veículos, pode-se fazer uma análise crítica dos pacotes oferecidos no mercado em relação aos seus sistemas de detecção e as informações fornecidas por seus softwares;
- A definição da forma de obtenção desejada para os dados de tráfego: aspectos como agregação, períodos de coleta, tipos de dados. Isto em função da apresentação das diferentes formas de acesso a estes dados e outros aspectos envolvidos nesta obtenção.

No processo tradicional, os planejadores trabalham com os dados disponíveis para o planejamento, coletados a partir dos detectores de veículos e respectivos softwares já implantados. Na presente proposta, as necessidades dos planejadores são levadas em consideração desde o início do processo de seleção do sistema de controle ou mesmo na adaptação dos sistemas existentes. Em ambos os casos, obviamente, o sistema de controle será escolhido levando-se em consideração o tipo de controle desejado (controle de velocidade, ou o controle do direito de passagem em interseções semaforizadas).

Este procedimento visa apoiar planejadores e operadores tanto na escolha de novos sistemas de controle de tráfego como na adaptação dos sistemas e práticas existentes. E a sua aplicação pode trazer benefícios para pesquisadores e operadores dos sistemas de transportes.

O procedimento é iniciado a partir da definição do sistema de controle de tráfego necessário e o sistema a ser escolhido poderá ser relativo ao controle de interseções semaforizadas ou relativo ao controle de velocidade. O procedimento compreende basicamente as etapas descritas a seguir.

- Definição da forma de controle a ser empregada

Conforme mencionado anteriormente, existem diferentes formas de controle de tráfego e estas podem ser agrupadas em: Controle do Direito de Passagem em Interseções Semaforizadas e em Vias Arteriais e Controle Eletrônico de Velocidade. É importante ressaltar que, no controle do direito de passagem em interseções semaforizadas e em vias arteriais, as modalidades “atuado” e “semi-atuado” são realizadas necessariamente com o emprego de detectores de veículos. Já no controle “a tempo fixo” normalmente não são empregados detectores. Por outro lado, no controle eletrônico de velocidade sempre são empregados detectores de veículos.

- Eleição dos dados necessários para os diferentes níveis de planejamento

A cada nível de planejamento (estratégico, tático ou operacional) estão associadas diferentes estratégias de ação e, para cada estratégia, de acordo com as atividades a serem exercidas, é importante definir o conjunto de dados necessário visando o desenvolvimento e/ou a implantação de sistemas de controle eletrônico do tráfego mais completos e flexíveis.

A maioria dos dados coletados automaticamente é importante para todas as estratégias de ação dentro do planejamento. Sendo assim, o que se altera de acordo com cada nível de planejamento são os intervalos de coleta e a precisão para a utilização destes dados. Dados com mesma precisão e intervalo de coleta podem ser utilizados em diferentes níveis. Desta forma, dados como volumes de tráfego, velocidades médias, tempos de viagem, distâncias viajadas por veículos, movimentos de conversão, classificação de veículos quanto ao porte e densidade, são interessantes para diferentes fins quando coletados com diferentes intervalos de agregação e com diferentes áreas de abrangência.

- Definição dos requisitos mínimos quanto à forma de acesso aos dados de detectores de veículos

Além da definição do conjunto de dados a ser fornecido pelo sistema de controle, é importante definir como se deseja ter acesso a estes dados em termos de seus formatos, intervalos de agregação e meios de acesso. Pois, conforme mencionado anteriormente, os mesmos tipos de dados podem ser úteis para diversos fins de acordo com seus intervalos de agregação ou mesmo pela não agregação dos mesmos (dados brutos). Na tabela 4 a seguir pode-se ter uma noção das oportunidades e desafios quanto à forma de obtenção desses dados.

A importância deste item dentro do procedimento tem haver com o nível de capacitação dos funcionários que irão trabalhar com os dados do sistema visando o planejamento e outras aplicações.

Tabela 4 Formas de acesso aos dados coletados por detectores de veículos

Forma de acesso	Oportunidades	Desafios
A partir dos controladores instalados em campo	Conhecendo-se os protocolos utilizados para comunicação entre os controladores e a central de controle, pode-se editar a saída de dados dos controladores, obtendo-se os tipos e formatos de dados necessários.	Esta forma de obtenção exige, do profissional que vai utilizar os protocolos, pesados conhecimentos de informática e de eletrônica.
A partir dos softwares das centrais de controle de tráfego	Alguns softwares permitem a captação de dados coletados por detectores de veículos e a sua conversão para formatos que permitam a sua utilização no planejamento (em planilhas eletrônicas, por exemplo), outros já não apresentam esta facilidade.	Pode ser necessário um grande conhecimento do software utilizado para o controle de tráfego e de linguagens de programação.
A partir de páginas da Internet	Esta é uma nova modalidade de obtenção dos dados. Fornecedores de detectores, que em algumas cidades são responsáveis pela operação dos mesmos já disponibilizam dados coletados por estes dispositivos (volume, velocidade e taxa de ocupação) via Internet. Esses dados podem ser importados e utilizados em planilhas eletrônicas.	Exige conhecimentos de programação, mas não requer nenhum conhecimento de protocolos de comunicação nem de software de controle de tráfego.

A Figura 3 apresenta um fluxograma para o procedimento proposto. É importante ressaltar que o procedimento é aplicável a partir da decisão sobre a implantação de um sistema de controle e considerando a coleta automatizada de dados a partir dos detectores de veículos. Sendo assim, a primeira questão a ser considerada é se, para a forma de controle pretendida, há, ou não, necessidade do emprego destes detectores.

No caso de serem utilizados detectores de veículos, parte-se para a definição dos dados necessários para os diferentes níveis de planejamento e a forma desejada para o acesso a estes dados e, então, define-se o conjunto de requisitos importantes do ponto de vista do controle de tráfego propriamente dito e do ponto de vista dos planejadores.

A partir deste conjunto de requisitos faz-se uma pesquisa com fornecedores de sistemas de controle de tráfego sobre a existência de algum sistema que seja satisfatório. Caso a resposta seja positiva, o procedimento é encerrado, caso contrário é analisada a possibilidade de adaptação de sistemas existentes. Se não for possível esta adaptação, é avaliada a possibilidade de desenvolvimento de algum sistema que atenda aos requisitos necessários. Caso este desenvolvimento não seja possível, inicia-se novamente o procedimento, podendo-se reduzir o nível de exigência para a obtenção de uma solução possível.

6- CONCLUSÕES

No procedimento proposto, buscou-se salientar a necessidade de considerar a possibilidade de utilização dos dados coletados por detectores de veículos para fins além do controle do tráfego propriamente dito. É importante definir quais são os requisitos do ponto de vista do planejamento (estratégico, tático e operacional) para a escolha ou adaptação de sistemas de controle de tráfego em vias urbanas. O tipo e os formatos dos dados disponíveis para o planejador têm que ser uma premissa e não uma consequência da escolha de um sistema de controle.

Existe um grande potencial para utilização desses dados no planejamento do tráfego e que, muitas vezes, é desperdiçado pela falta de uma análise dos sistemas de controle disponíveis no mercado sob o ponto de vista do planejador. Cabe ressaltar que o procedimento visa chamar atenção para a preocupação de definir requisitos quanto aos tipos de dados e as formas de acesso aos mesmos para que futuras aplicações destes possam ser realizadas de forma mais eficiente. No entanto, requisitos como compatibilidades com outros sistemas a serem implantados e relação custo/benefício de cada sistema devem ser levados em consideração.

As aplicações de controle de tráfego no Brasil ainda são isoladas, não havendo uma padronização dos sistemas de controle adotados, ao contrário do que ocorre nos Estados Unidos e na Europa, onde os órgãos responsáveis por este controle têm tomado medidas para a padronização de símbolos, equipamentos e *softwares* utilizados.

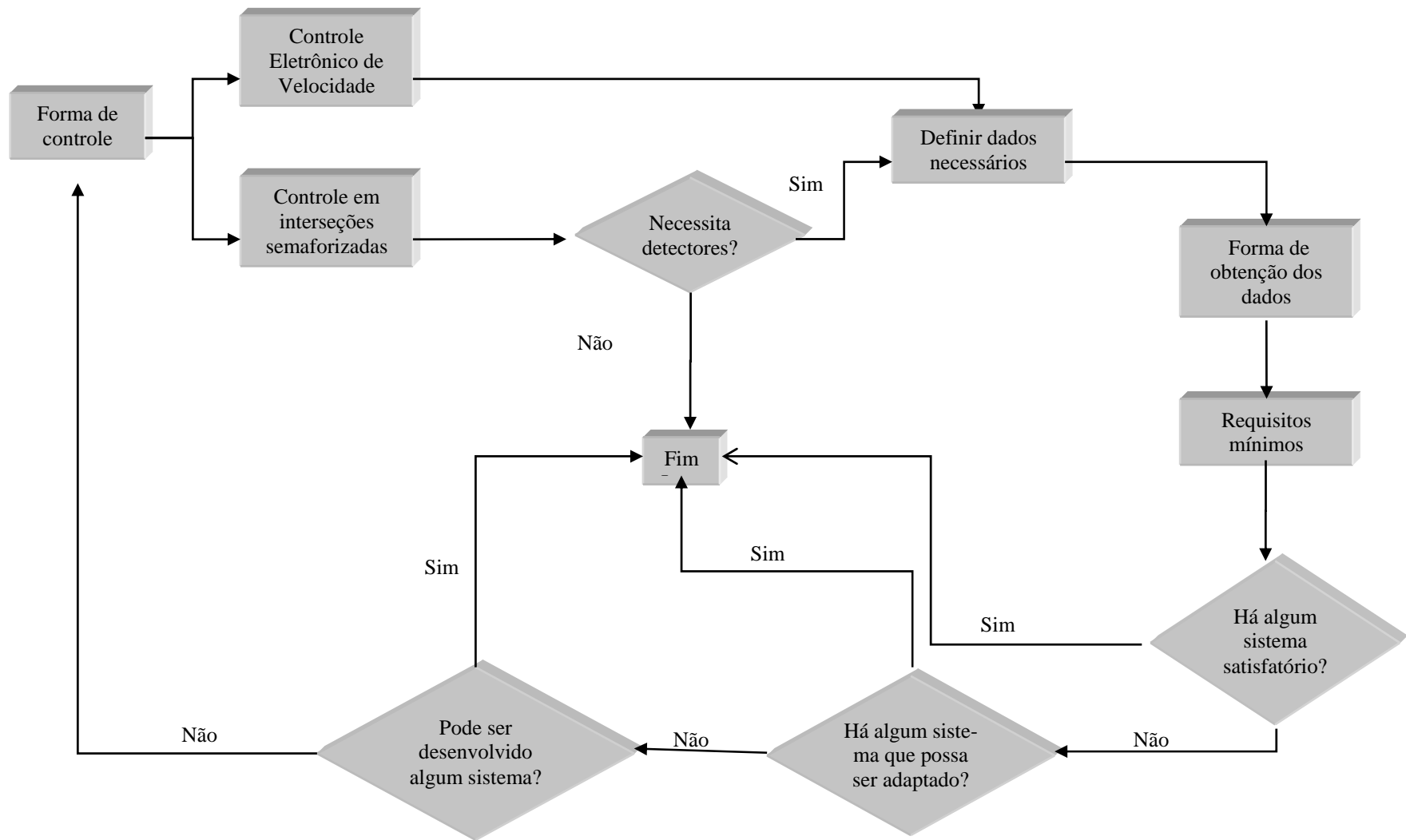


Figura. 3 Fluxograma para procedimento proposto

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, H. M. E Monteiro, P. R. S., (2000), Redutores Eletrônicos de Velocidade– Impactos no Desempenho do Tráfego. *XIV Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes* - ANPET, Anais, Gramado- RS
- Bertini, R.L., (2002). Generating Performance Measures from Portland's Archived Advanced Traffic Management System Data. *Transportation Research Board, 81st Annual Meeting*, Washington D.C., January,
- Coifman, B., (1999) Real Time Travel Time Measurement Using Dual Loop Speed Traps. *Path Conference*, October 15.
- Dahlgren, J.; Turner, S. E Garcia, R. C., (2002), Collecting, Processing, Archiving and Disseminating Traffic Data to Measure and Improve Traffic Performance. *Transportation Research Board, The 81 th Annual Meeting*, Washington, D.C., USA,.
- Demarchi, S. H. E Bertoncini, B. V., (2004) Determinação de Matrizes O/D Sintéticas a Partir de Contagens Volumétricas. *Xviii Congresso De Ensino E Pesquisa Em Transportes – Anpet*, Anais, Florianópolis,.
- FHWA – Federal Highway Administration, (2003). *A Summary Of Vehicle Detection And Surveillance Technologies Used In Intelligent Transportation Systems*. Fhwa Intelligent Transportation Systems Program Office, Usa,
- Klein, L.A., (1997) *Vehicle Detector Technologies For Traffic Management Applications* [On Line]. Disponível: [Http://Www.Itsonline.Com/Detect_Pt2.Html](http://www.itsonline.com/detect_pt2.html) [Capturado Em 14 Maio 2004]
- Leandro, C. H. P. (2001), *Procedimento Multicriterial para Estruturação e Caracterização de Sistemas Centralizados de Controle de Tráfego Urbano*, Dissertação: Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia.
- Meneses, H. B. (2003) *Interface Lógica em Ambiente para Base de Dados de Sistemas Centralizados de Controle de Tráfego Urbano em Tempo Real*, Dissertação: Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Martin, P. T., *Detector Technology Evaluation. Department Of Civil And Environmental Engineering*, University Of Utah Traffic Lab, November 2003.
- Morais L. L. E Geyer C. F. R (2003) , *Framework para suporte a interoperabilidade entre Sistemas de Controle de Tráfego Urbano e Controladores de Campo*. [on line] Disponível: <http://www.inf.ufrgs.br/procpar/disperso/its/projlin.htm>. [Capturado 15 dez 2003].
- Roess, R. P.; W. R McShane e E. S. Prassas (1998) *Traffic Engineering*. Prentice Hall, 2nd ed., United States of America.
- Sherali, H. D., Narayanan, A. E Sivanadan, R., (2003), Estimation Of Origin–Destination Trip-Tables Based On A Partial Set Of Traffic Link Volumes. *Transportation Research Part B*, V. 37, P.815–836.
- Silva, P. C. M., (2001) *Teoria do Fluxo de Tráfego*. Apostila, Centro de Formação em Recursos Humanos em Transportes – CEFTRU, Universidade de Brasília, Brasília.