



## Aplicação de ITS para avaliar o desempenho do sistema de transporte por ônibus inserido no tráfego urbano

**Renato Guimarães Ribeiro**

Professor de Engenharia de Transporte CEFET-MG.  
Doutorando em Engenharia de Transporte COPPE  
E-mail: renato@transporte.eng.br

**Juliana Iara de Freitas Toledo**

Graduanda em Engenharia Civil no CEFET-MG  
E-mail: jullitoledo@hotmail.com

**Daniela Ponce de Leon Schiaffino**

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo na UFMG  
E-mail: daniela.poncedeleon@gmail.com

**João Carvalho Pereira**

Eng Civil - PUC-MG - Especialização Transporte e Trânsito UFMG  
E-mail: joaocpbh@gmail.com | joaocp@pbh.gov.br

O crescimento desordenado e elevado das metrópoles brasileiras nos últimos anos e a baixa qualidade dos serviços de transporte público urbano adquiriram recentemente um novo complemento que eleva consideravelmente as preocupações dos gestores públicos de mobilidade urbana: o aumento da frota de automóveis acima do crescimento populacional. A associação desses três fatores torna o espaço em vias urbanas insuficiente para a circulação de veículos e assim aumenta consideravelmente os congestionamentos urbanos.

A expansão da rede viária, solução tradicionalmente adotada, não tem produzido os efeitos desejados na redução dos congestionamentos e, sim, trazido impactos negativos como a redução de áreas verdes e de lazer e a segregação dos espaços urbanos, além de ser uma solução com elevado custo financeiro (Meirelles, 2009).

A alternativa à solução tradicional tem sido a adoção de sistemas inteligentes originários dos avanços tecnológicos das últimas duas décadas. Dentre os sistemas inteligentes de transporte (ITS) utilizados, dois merecem maior destaque para este artigo: os sistemas de controle de tráfego urbano e os sistemas de monitoramento de ônibus urbano. Os sistemas de controle de tráfego urbano buscam, principalmente, otimizar a infraestrutura viária existente. A otimização ocorre com o sincronismo e eficiência no controle de sinais de tráfego, e o gerenciamento do fluxo de veículos na malha viária. A consequência



www.antp.org.br

é a redução dos problemas de congestionamento urbano e suas derivadas (Meirelles, 2009).

Além dos sistemas dedicados à redução de congestionamentos, também existem sistemas de controle operacional de transporte coletivo. A tecnologia destes sistemas permite a transferência de dados entre os veículos em trânsito e a central de controle através de sistemas híbridos de telefonia celular, satélites do sistema GPS e internet. O georreferenciamento aperfeiçoa os processos logísticos e as ferramentas dos softwares agregados auxiliam na tomada de decisão e produzem uma maior eficiência e produtividade, devido a um maior controle operacional.

A consequência da implantação desses dois sistemas, além da automação dos processos de controle da mobilidade urbana, é a formação de uma base de dados sobre o tráfego e o transporte coletivo urbano. Com isso, há a possibilidade de utilização do cruzamento das duas bases de dados coletados para a definição de estratégias operacionais que visem a um melhor desempenho do serviço de transporte coletivo. Porém, a utilização desses dados para finalidades além da programação semafórica e do controle operacional dos veículos do transporte coletivo é um assunto ainda pouco explorado no Brasil.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma ferramenta desenvolvida em parceria pela BHTrans e pelo Cefet-MG para apoiar a tomada de decisão quanto ao tipo de procedimento operacional que deve ser adotado pelo gestor da mobilidade urbana. Esta ferramenta é um instrumento de auxílio ao planejamento de transporte e de tráfego a partir da obtenção de informações selecionadas dos dois sistemas de controle, incentivando, inclusive, o aprimoramento dos sistemas existentes quanto à informação processada nos mesmos e auxiliando a tomada de decisão e escolha de procedimentos operacionais que aumentem a eficiência operacional de sistemas de transporte coletivo urbano.

### CAPACIDADE E FLUXO DE TRÁFEGO

Para conter os congestionamentos é necessário diminuir a quantidade de veículos de uma via ou realizar uma ampliação da mesma. A via possui uma capacidade que depende de características geométricas e de tráfego. Em condições de tráfego intenso, com congestionamentos, a via opera próximo ou no limite de capacidade. Nessas condições, as operações são bastante precárias, pois a quantidade elevada de veículos presentes restringe significativamente a velocidade, dificulta mudanças de faixa e exige grande concentração dos motoristas. Portanto, para que a via opere em boa qualidade em um dado período, é necessário que o volume e o nível de serviço não atinjam valores próximos aos limites.

O volume, ou fluxo, de tráfego é o número total de veículos que passam por um determinado ponto durante um intervalo de tempo. O

fluxo pode ser baixo tanto pela pouca quantidade de veículos que atravessam o ponto quanto pelo excesso de veículos que, por motivo de congestionamentos, circulam em baixa velocidade. Além disso, o volume de tráfego é afetado pelo fator de hora-pico, pelo desempenho dos automóveis em aclives e pela presença de veículos pesados.

Para melhoria e diminuição no volume de tráfego é necessário investir em transportes coletivos que possuam maior capacidade e, assim, transportem maior quantidade de passageiros sem atingir limites de saturação das vias. Em Belo Horizonte, o principal meio de transporte público coletivo utilizado é o ônibus e, recentemente, foram criadas políticas que privilegiam os mesmos através de faixas exclusivas e semiexclusivas.

A capacidade do ônibus é um tema complexo que depende do movimento de pessoas e veículos, do tamanho dos ônibus usados e da frequência com que eles operam. A capacidade do transporte coletivo reflete-se, assim, na interação entre as concentrações de tráfego de passageiros e fluxo de veículos. Além disso, depende da política operacional do prestador do serviço que normalmente especifica frequências de serviço e cargas de passageiros permitidos. Em última análise, as capacidades das rotas de ônibus, corredores de ônibus e terminais de ônibus, em termos de pessoas transportadas, são geralmente limitadas pela capacidade de paradas ou áreas de carga para embarcar e desembarcar passageiros, número de veículos operados e distribuição de apresamento e desembarques ao longo de um percurso (Transportation Research Board Executive Committee, 2003).

## PROSSEGUIMENTO PARA MELHORIAS DA VELOCIDADE E DESEMPENHO

A análise do desempenho do tráfego depende principalmente da velocidade e do tempo do deslocamento. Para melhoria do desempenho de algumas vias é muito comum a utilização de semáforos que causam impactos positivos no conforto de veículos e pedestres, além da diminuição de acidentes. Se instalados de maneira incorreta podem trazer impactos negativos no que diz respeito ao desempenho e à velocidade da via e, por isso, deve-se fazer um estudo detalhado dos locais de implantação e da escolha do modo de funcionamento.

Os semáforos são controlados automaticamente e possuem formas operacionais diferentes de acordo com a necessidade da via. Os controladores podem ter o tempo fixo e ciclo constante – com a duração e os instantes de mudança dos estágios fixos em relação ao ciclo –, ou seja, sempre o mesmo tempo de verde, amarelo e vermelho para cada corrente de tráfego, independentemente da variação do volume de veículos que chegam ao cruzamento. Os controladores por demanda de tráfego são mais complexos e caros que os de tempo fixo, por

serem providos de detectores de veículos e lógica de decisão. Sua finalidade básica é dar o tempo de verde a cada corrente de tráfego de acordo com a sua necessidade, ajustando esses tempos às flutuações momentâneas de tráfego. O princípio de funcionamento do controlador atuado baseia-se na variação do tempo de verde de cada fase entre um valor mínimo e um valor máximo, ambos programáveis no equipamento. O tempo de verde (compreendido neste intervalo) será definido pelo controlador, em função das solicitações de demanda recebidas pelos detectores instalados sob o pavimento. O mínimo período de verde corresponde ao tempo necessário para a passagem segura de um veículo, ou para a travessia de pedestres no cruzamento.

Na cidade de Belo Horizonte, do total dos cruzamentos semaforizados, 78% são centralizados, ou seja, monitorados por computadores instalados no Centro de Controle Operacional da BHTrans. Eles são controlados por um sistema que possibilita a manutenção de um relógio único para todos os controladores, garantindo o sincronismo entre os semáforos; a verificação das ocorrências de falhas nos controladores; a verificação da programação de um cruzamento; a monitoração de seu funcionamento e da alteração dos tempos dos semáforos, quando necessário (em caso de acidentes, obras, manifestações etc.) (BHTrans, 2014).

Para melhoria do desempenho de forma otimizada são utilizados *softwares* de simulação de trânsito em que são carregados dados qualitativos e quantitativos sobre a via analisada. Tais simuladores possuem parâmetros a partir dos quais propõem fluxos de saturação, volume de tráfego e os tempos perdidos na mudança de fase, para que sejam tomadas as possíveis resoluções de melhoria do tráfego.

O advento dos sistemas inteligentes de transporte (ITS), impulsionado pela evolução da telemática, além de trazer diversos benefícios para o gerenciamento do tráfego urbano, possibilitou aos órgãos gestores de trânsito disponibilizar informações sobre as condições de tráfego para os usuários (Meirelles, 2007).

Os diversos mecanismos de monitoração do tráfego, tais como detectores de congestionamento ou de incidentes, câmeras de circuito fechado de TV, radares, etiquetas eletrônicas, receptores de GPS, dentre outros, constituem a fonte de dados que alimenta um sistema de informações sobre as condições de tráfego (Meirelles, 2007).

A melhor opção para aumentar a capacidade de transporte de passageiros é o transporte público coletivo, pois melhora as condições de fluidez do tráfego e a eficácia de sistema de transportes. As medidas de prioridade são tratamentos especiais das vias, da sinalização e de outras facilidades, visando criar condições privilegiadas para a circulação do transporte coletivo no sistema viário urbano. Uma via que proporcione ao transporte coletivo condições de operação totalmente



separada do tráfego geral, sem interferências longitudinais ou transversais, é certamente a que oferece as melhores possibilidades de um desempenho operacional eficiente (SEDU/PR e NTU, 2002).

As interferências longitudinais são causadas por outros veículos que se movimentam ou estão estacionados na mesma direção em que trafega o veículo de transporte coletivo, ao longo da via. Essas interferências são quase sempre provocadas pelas paralisações gerais do tráfego, pela fricção lateral, por manobras de ultrapassagem ou por movimentos para acessar destinos situados na lateral da via. As interferências transversais são provocadas pelos fluxos de veículos ou pessoas que circulam em passagens ou vias oblíquas àquela em que circula o transporte coletivo. Esses dois tipos de interferências contribuem para reduzir a velocidade do transporte coletivo, além de provocar desconforto e insegurança, e, por isso, as medidas de prioridade se destinam a eliminar ou atenuar os conflitos que decorrem de ambos (SEDU/PR e NTU, 2002).

## MECANISMOS PARA AFERIÇÃO

### Os sistemas utilizados como base de dados para o desenvolvimento

Nos últimos anos, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, por meio da BHTrans, vem desenvolvendo uma série de iniciativas na área de transporte urbano, visando o bem-estar e maior mobilidade da população da cidade, como também facilitar o processo de gestão dos serviços de transporte coletivo e melhoria da fluidez do tráfego urbano. O desenvolvimento com a garantia de um sistema responsável social e ambientalmente, ou seja, com a construção de um modelo de mobilidade urbana sustentável, levou à implantação de uma série de sistemas informatizados de controle. Desses sistemas destacam-se dois que são de especial interesse deste artigo: os sistemas CIT e SITBus.

### Sistema de Controle Inteligente de Tráfego – CIT

Os sistemas de controle centralizado de semáforos consistem numa rede semaforica interligada a uma central de controle a partir da qual: (i) monitoram-se as falhas; (ii) apontam-se as flutuações de tráfego em tempo real; (iii) realizam-se as alterações nas programações semaforicas; (iv) verificam-se as adaptações do tempo semaforico em tempo real realizadas pelo sistema.

Outros dois componentes estão presentes nesses sistemas de controle centralizado de semáforos: (i) os circuitos fechados de televisão (CFTV) com câmeras instaladas nas vias e controladas por um computador e monitores de TV presentes no Centro de Controle; (ii) os controles centralizados de sinalização dinâmica compostos por painéis de mensagem variáveis (PMV), os quais possibilitam a troca de mensagens nas vias em função das circunstâncias de tráfego e orientação ao usuário.

O sistema de controle centralizado de semáforos em operação em Belo Horizonte foi desenvolvido pela Telvent e funciona com métodos algorítmicos e em tempo real e tem a finalidade de adaptar-se a todo instante às condições reais de circulação, analisando permanentemente as variáveis referentes à quantidade de veículos em circulação e implantando os planos de tempo semaforico que melhor se adaptam à demanda atual de tráfego.

O sistema utiliza, para sua operação, variáveis de controle (ciclo e defasagem) e variáveis de estado (intensidade de tráfego e tempo de ocupação), todas coletadas instantaneamente. As variáveis de estado coletadas para curtos espaços de tempo geram atualizações frequentes sobre as variáveis de controle e executam a operação de todos os semáforos em um sistema adaptativo em tempo real, sendo os planos de tempo obtidos de forma inteligente por subárea (Telvent, 2009).

O Controle Inteligente de Tráfego – CIT consiste na tecnologia de controle e gestão do tráfego e de informação aos usuários e está em operação desde 2005. Um dos elementos do CIT é o sistema de detecção constituído de 1.990 laços detentores, instalados em 690 pontos de medida em quase todas as interseções da área central de Belo Horizonte.

Do ponto de vista do transporte em geral, o projeto CIT efetua o controle dos semáforos da área central e de alguns corredores adjacentes de modo adaptativo e em tempos fixos de cruzamentos. Além da área interna à avenida do Contorno de Belo Horizonte, os seguintes corredores possuem trechos ou sua totalidade cobertos pelos equipamentos e pela operação do CIT: avenidas Nossa Senhora do Carmo, Raja Gabaglia, Prudente de Moraes e Cristiano Machado, entre outras. Na área central de Belo Horizonte, 44% dos cruzamentos semaforizados, distribuídos em nove subáreas de tráfego, foram dotados de detectores que coletam e enviam informações sobre a demanda de tráfego a cada cinco segundos. O computador analisa esses dados e faz ajustes imediatos nos tempos de verde dos estágios, nas defasagens entre os semáforos e nos ciclos semaforicos (BHTrans, 2009).

### Sistema Inteligente de Transporte por Ônibus – SITBus

Para a execução adequada das atividades básicas de gestão do sistema de transporte coletivo urbano (planejamento, regulamentação e fiscalização) é necessário a obtenção de informações precisas e adequadas sobre a operação do sistema de transporte. Neste sentido, investir em sistemas de controle operacional tem impacto direto na qualidade do serviço, economiza recursos e dá transparência aos processos. Os itens que atualmente vêm sendo monitorados por métodos automatizados nos sistemas de transporte coletivo das metrópoles brasileiras podem ser divididos em dois grupos de controle:

- I. Controle da demanda: são os itens relacionados aos passageiros transportados e à receita arrecadada, tais como: número de passageiros transportados, pagantes, passageiros que pagaram meia



www.antp.org.br

passagem, não pagantes, valores arrecadados em dinheiro, em vale transporte, em passes etc.

- II. Controle de oferta: são os itens referentes ao serviço de transporte ofertado aos usuários, tais como: número de viagens realizadas, cumprimento dos horários destas viagens, cumprimento dos itinerários, parada nos pontos de ônibus etc.

O sistema de controle da oferta, que é a parte de interesse deste artigo, é o monitoramento eletrônico através de equipamento de transmissão/recepção de dados instalados nos ônibus em operação. As vantagens da adoção de um sistema de monitoramento dessa natureza são inúmeras, uma vez que esta tecnologia proporciona uma série de informações sobre a operação dos veículos, úteis não só para monitorar a prestação dos serviços como também para subsidiar o planejamento quando da programação das linhas. Para isso, esse sistema disponibiliza uma série de informações hoje dificilmente obtidas, como velocidades médias dos veículos por trecho, tempo de duração das viagens, percurso realizado etc.

Outra grande vantagem desse tipo de tecnologia é a possibilidade da integração do sistema com outros dispositivos eletrônicos presentes nos veículos como, por exemplo, os validadores (sistema de controle da demanda). Essa integração permitirá a melhora da qualidade das informações operacionais obtidas, uma vez que os diversos sistemas presentes nos ônibus, ao se comunicarem, acabam se constituindo em medidores de eficiência uns dos outros.

Os principais dados obtidos e tratados pela central destes sistemas são principalmente: (i) horário de partida das viagens; (ii) duração das viagens; (iii) percurso realizado; e (iv) horário de passagem nos pontos de embarque e desembarque – PED.

Em Belo Horizonte, dentre as principais iniciativas que estão sendo adotadas, destaca-se aqui o desenvolvimento e a implantação de um sistema integrado de gestão, monitoramento e informação do transporte coletivo municipal denominado Sistema Inteligente de Transporte por Ônibus – SITBus (BHTrans, 2008). O SITBus utiliza uma lógica de automatização, sistematização de processos e sistemas necessários à prestação de serviços, informação aos usuários e gestão do sistema de transporte coletivo, baseando-se num conceito amplo e difundido internacionalmente de Sistemas Inteligentes de Transporte (Intelligent Transportation Systems - ITS) (McQueen & McQueen, 1999).

O SITBus vai desempenhar a função de sistema integrado de gestão operacional, monitoramento, controle da arrecadação e gestão da informação. Ele tem como objetivos principais a melhoria da **segurança**, **regularidade**, **pontualidade** e **confiabilidade** dos **serviços**, com o emprego de ferramentas e instrumentos de controle e gestão dos serviços, possibilitando acesso a informações do transporte coletivo em tempo real para os **usuários**,



www.antp.org.br

concessionárias e BHTrans, dentro dos ônibus, em estações e pontos de embarque e desembarque, pela internet e telefonia móvel, antes e durante os deslocamentos dos usuários (BHTrans, 2008).

### O sistema a ser desenvolvido

O sistema a ser desenvolvido compatibiliza os dados referentes ao CIT e ao SITBus. É um sistema inteligente de apoio à análise do sistema de transportes coletivos de Belo Horizonte, inicialmente denominado Sisad-SITBus, adequado às necessidades levantadas pelos técnicos da BHTrans. As soluções tecnológicas indicadas não excluem a possibilidade de futuros aprimoramentos do sistema e tiveram o intuito de nortear o início dos trabalhos e formatar as características do projeto piloto. Assim, pretende-se aqui demonstrar uma visão geral do Sisad-SITBus, abordando, em linhas gerais, as funcionalidades envolvidas no processo, procedimentos e critérios de segurança, e mecanismos para supervisão e fiscalização dos serviços, oferecendo exemplos de tecnologias, *software*, serviços e componentes do sistema.

O Sisad-SITBus irá funcionar como uma plataforma de apoio à tomada de decisão dos técnicos da BHTrans. Ele irá coletar, agregar e consolidar dados oriundos do SITBus e do CIT em um banco de dados específico que possibilite a emissão de relatórios e gráficos parametrizados para análise.

Especificamente, o Sisad-SITBus será um *software* que integra as informações de fluxos de veículos colhidas pelos detectores instalados nas vias públicas (CIT) com os dados de velocidades médias calculadas a partir das informações de posição enviadas pelos coletivos (SITBus). A partir dessas informações, a ferramenta irá cruzar os dados, gerar novas informações e emitir gráficos de desempenho sobre a linha de transporte coletivo em estudo. As fontes de dados e informações que alimentarão o Sisad-SITBus são:

- I. CIT: Gerenciado pela empresa Telvent, possui um banco de dados relacional Oracle que armazena, dentre outras informações, os dados coletados nos vários pontos de medidas da região central de Belo Horizonte;
- II. SITBus: Sistema que está em fase de testes e fornece a data/hora de chegada dos coletivos a determinado PED. Os dados devem ser fornecidos para o Sisad-SITBus em formato CSV;
- III. Base georreferenciada da Prodabel: Fornecimento dos dados geográficos utilizados na geração do mapa em formato *shapefile* no sistema de referência espacial SAD69/UTM/Zona 23 Sul. Os dados a ser fornecidos são as camadas de circulação, logradouros, bairros e limite do município;
- IV. GPS: Captura, em campo, da localização espacial dos PED;
- V. Google Earth: É utilizado para medir a distância entre os PED;

VI. Base georreferenciada da BHTrans: Fornecimento do relacionamento entre pontos de medida e os PED.

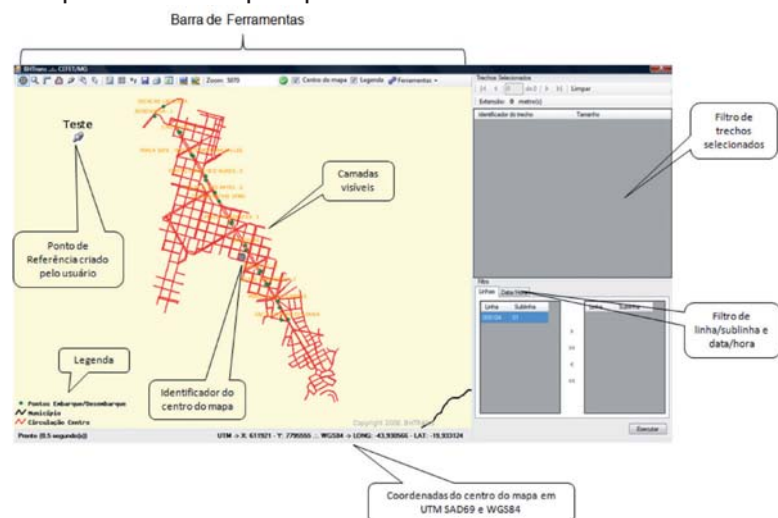
### Resultados

Como primeiro passo do estudo foi desenvolvido um piloto, capaz de integrar as informações de fluxos de veículos colhidas pelos detectores instalados nas vias públicas (CIT) com os dados de velocidades médias calculadas a partir das informações enviadas pelos sistemas de GIS dos veículos da linha 104. A partir dessas informações, a ferramenta foi capaz de cruzar os dados e emitir gráficos de desempenho sobre o tráfego. O sistema foi construído com as seguintes tecnologias:

- I. Banco de dados PostGreSQL com extensão espacial PostGis;
- II. Linguagem de programação: C# (Microsoft) utilizando WinForms (formulários para plataforma MS-Windows);
- III. Gerador de mapas: Mapserver;
- IV. Tratamento de sistemas de coordenadas: Sharpmap;
- V. Microsoft Excel (via automation);
- VI. Tratamento de dados espaciais NTS (Net TopologySuite).

Neste piloto, os bancos de dados são coletados manualmente dos softwares e inseridos na base do Sisad-SITBus. A tela principal apresenta o traçado da linha e as ferramentas para operação do software. A figura 1 é a tela de entrada do software.

Figura 1  
Componentes da tela principal



www.antp.org.br

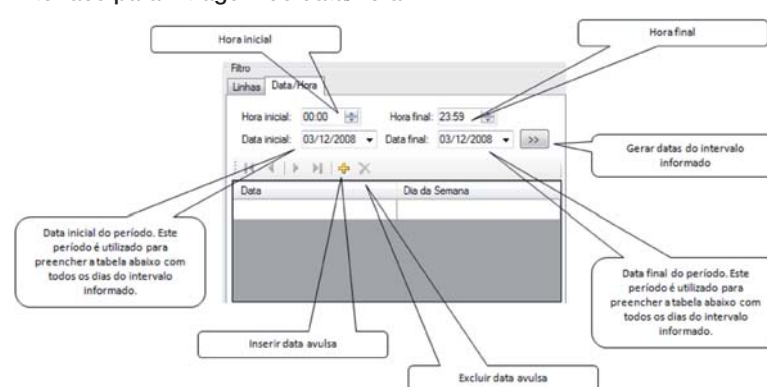
O mapa exibido está configurado em camadas georreferenciadas. É neste componente que são exibidas todas as informações cartográficas da aplicação: (i) município, (ii) bairro, (iii) logradouros, (iv) circulação na área central e (v) pontos de embarque/desembarque. Na interface gráfica, o usuário pode selecionar os trechos de percurso onde estão os PED que serão estudados. A figura 2 apresenta um exemplo de trecho selecionado.

Figura 2  
Detalhe de um trecho selecionado



Outro atributo do sistema é a seleção de data e hora, que possibilita a seleção de dias e horários de estudo. A figura 3 exibe a interface do filtro de data/hora.

Figura 3  
Interface para filtragem de data/hora

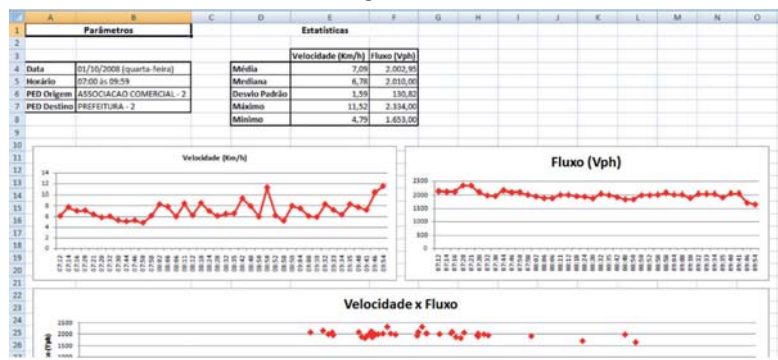


Com base nestes dados e nos filtros de local e data/hora, o sistema gera um arquivo com extensão XLS, com uma tabela e três gráficos para análise pelos técnicos. A figura 4 apresenta o recorte dos dados gerados na planilha e a figura 5 exibe a planilha contendo as estatísticas e os gráficos.

Figura 4  
Recorte dos dados gerados na planilha

A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Veículo	Data/Hora PED	Origem	PED Origem	Data/Hora PED	PED Destino	Distância (metros)	Tempo (segundos)	Velocidade (Km/h)	Fluxo (Vph)
2	724	01/10/2008 07:04	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:12	PREFEITURA - 2	819	487	6,05	2136
3	731	01/10/2008 07:08	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:14	PREFEITURA - 2	819	382	7,72	2112
4	729	01/10/2008 07:09	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:16	PREFEITURA - 2	819	420	7,02	2112
5	1225	01/10/2008 07:13	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:20	PREFEITURA - 2	819	415	7,1	2134
6	732	01/10/2008 07:14	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:21	PREFEITURA - 2	819	462	6,38	2134
7	7291	01/10/2008 07:20	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:28	PREFEITURA - 2	819	509	5,79	2103
8	733	01/10/2008 07:24	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:32	PREFEITURA - 2	819	492	5,99	1989
9	720	01/10/2008 07:28	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:38	PREFEITURA - 2	819	561	5,26	1968
10	730	01/10/2008 07:34	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:44	PREFEITURA - 2	819	584	5,05	2166
11	722	01/10/2008 07:36	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:46	PREFEITURA - 2	819	563	5,24	2088
12	728	01/10/2008 07:40	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:50	PREFEITURA - 2	819	616	4,79	2094
13	731	01/10/2008 07:50	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 07:58	PREFEITURA - 2	819	482	6,12	2013
14	724	01/10/2008 07:56	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:02	PREFEITURA - 2	819	358	8,24	1953
15	1225	01/10/2008 08:00	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:06	PREFEITURA - 2	819	378	7,8	1884
16	729	01/10/2008 07:58	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:06	PREFEITURA - 2	819	496	5,94	1884
17	7291	01/10/2008 08:09	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:11	PREFEITURA - 2	819	352	8,38	2007
18	732	01/10/2008 08:04	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:12	PREFEITURA - 2	819	476	6,19	2007
19	733	01/10/2008 08:12	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:18	PREFEITURA - 2	819	348	8,47	1959
20	720	01/10/2008 08:17	ASSOCIACAO COMERCIAL - 2	01/10/2008 08:24	PREFEITURA - 2	819	421	7	1941

Figura 5  
Planilha com as estatísticas e os gráficos



## CONCLUSÕES

Os objetivos deste estudo são os de aprimorar a operação do transporte coletivo urbano e otimizar os sistemas com a integração dos três subsistemas instalados ou em instalação em Belo Horizonte – CIT, SIT-Bus e bilhetagem eletrônica. A apresentação do sistema desenvolvido evidencia claramente a potencialidade dos sistemas de ITS e nos sugere a necessidade de constantemente avaliarmos os sistemas para propiciarmos maiores benefícios advindos desta tecnologia ITS, de modo a garantir o maior retorno possível do investimento realizado.

A linha teste já está operando em uma via arterial onde foi construída a relação entre as localizações dos PED e o posicionamento dos laços detectores. Esse modelo permitiu demonstrar como o tráfego urbano influencia a velocidade dos ônibus e conseqüentemente avaliar o desempenho operacional entre os PED ao longo do itinerário.

Além disso, permitiu também avaliar as ações operacionais de campo (fiscalização de trânsito, operações em interseções, programação semafórica, dentre outras). O próximo passo a ser estudado é o de avaliar o impacto na operação dos veículos de transporte coletivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHTRANS. *SITBus – Sistema Inteligente de transporte do município de Belo Horizonte*, anexo VIII. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2008, 67 p.
- \_\_\_\_\_. *Semáforos inteligentes em tempos real e fixo*. Disponível em: [www.bhtrans.pbh.gov.br/](http://www.bhtrans.pbh.gov.br/) Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Acesso em: 30 de março de 2009.
- \_\_\_\_\_. *Controle de semáforos*. Disponível em: [www.bhtrans.pbh.gov.br/](http://www.bhtrans.pbh.gov.br/) Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Acesso em 15 de dezembro de 2014.
- LEFFINGWELL, D. & WIDRIG, D. *Managing software requirements: A use case approach*. 2ª edição. Addison Wesley, ISBN: 0-321-12247-X, 2003, 544 p.
- McQUEEN, B. e McQUEEN, J. *Intelligent transportation systems architectures*. Artech House Publishers, ISBN-13: 978-0890065259, 1999, 504 p.
- MENESES, H. B. *Interface lógica em ambiente SIG para bases de dados de sistemas centralizados de controle do tráfego urbano em tempo real*. Dissertação de mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia dos Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.
- MEIRELLES, A. C. M. A. *Sistemas de transportes inteligentes: aplicação da telemática na gestão do trânsito urbano*. Disponível em: [www.pbh.gov.br/bhtrans](http://www.pbh.gov.br/bhtrans). Acesso em: 20 de julho de 2009.
- \_\_\_\_\_. *Sistemas de informações de tráfego urbano na internet: analisando a experiência estrangeira e sua aplicação nas cidades brasileiras*. *Revista dos Transportes Públicos da ANTP*, 2007.
- SEDU/PR – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República & NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. *Prioridade para o transporte coletivo urbano*, capítulo 2. Relatório técnico, 2002.
- TELVEN. *Intelligent traffic adaptive control area*. Disponível em: [www.telvent.com](http://www.telvent.com). Acesso em: 20 de julho de 2009.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD EXECUTIVE COMMITTEE. *Transit capacity and quality of service Manual*, parte 3. 2ª edição. 2003, 53 p.
- ZACHMAN, J. A framework for information system architecture. *IBM System Journal*, vol. 26, nº 3, 1987, p. 276-292.



[www.antp.org.br](http://www.antp.org.br)