

## **Controle operacional on-line para transporte urbano**

Wan Yu Chih

Wplex Software  
Florianópolis SC  
<http://www.wplex.com.br>

### **Objetivo**

*O objetivo deste documento é fornecer informações críticas para o entendimento das vantagens e potenciais de ganhos envolvidos na escolha de um sistema para o monitoramento e controle da operação de ônibus urbano – os chamados sistemas de “rastreamento” de frota.*

### **Modernização tecnológica da empresa de ônibus**

Não há dúvida que existe a necessidade de se buscar constantemente a melhoria da qualidade do transporte público. Nas últimas décadas, maior ênfase foi dada à melhoria da frota. Hoje em dia, os veículos são inquestionavelmente melhores que os seus antecessores. Entretanto, muito pouco foi feito para melhorar a operação dos sistemas de ônibus, principalmente porque a tecnologia para isso não era disponível ou acessível. Atualmente, isso não é mais verdade. Diversas cidades do mundo apresentam casos exemplares no emprego da tecnologia para a operação do transporte. Temos aqui no Brasil todos os elementos para fazer o mesmo.

Nos anos 90, surgiu um movimento no hemisfério norte denominado ITS - “Intelligent Transportation Systems”. O ITS trata da aplicação de soluções tecnológicas avançadas para a modernização dos sistemas de transporte. Exemplos de ITS para o transporte público são: o sistema de arrecadação eletrônica, o sistema inteligente de planejamento de transporte (planejamento da rede, programação horária), o sistema de controle operacional on-line e o sistema de informação ao usuário (que fornece de informações detalhadas para o planejamento da viagem do passageiro, com origem/destino e horários dos ônibus pela Internet ou telefone, previsão de chegada em painéis nos pontos de ônibus etc).

### **Tecnologia como elemento crítico no sucesso do negócio**

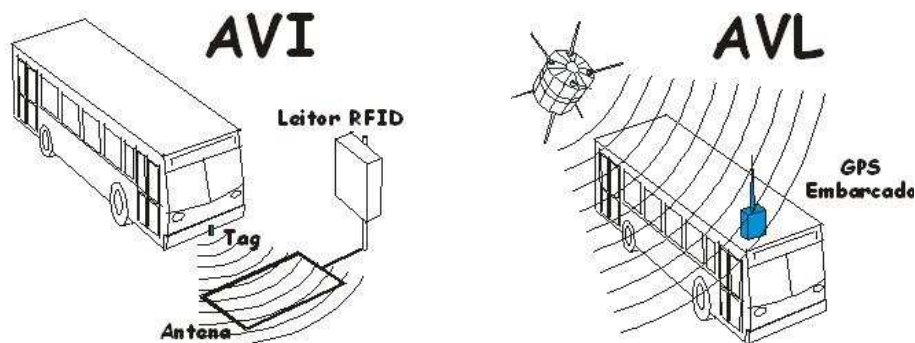
A tecnologia deve ser encarada como elemento crítico. Nos dias de hoje, a tecnologia avança nas áreas de comunicações e tecnologia da informação, gerando muitas vezes a necessidade de se rever estruturas organizacionais e a forma de trabalho anteriormente utilizada. Basta lembrar o impacto da micro-informática nas empresas. Com ela, modificamos pequenos pedaços da organização e criamos novas formas de

organização mais rápidas e flexíveis, tornando as empresas mais eficientes e mais produtivas. No caso do transporte público por ônibus no Brasil, e após o advento da bilhetagem eletrônica, o controle operacional on-line passa naturalmente a ser o próximo foco dos investimentos das empresas em tecnologia.

## Alternativas tecnológicas de controle operacional

Genericamente chamados de AVM - “Advanced Vehicle Monitoring”, os sistemas de rastreamento de ônibus ou controle operacional on-line são compostos por dispositivos eletrônicos para localização da frota, um meio eletrônico para a transmissão desses dados ao CCO (Central de Controle Operacional) da empresa, computadores e um software para o tratamento desses dados em tempo real, comparando os eventos reais com os programados. Os AVM se dividem em duas categorias básicas: o AVI - “Advanced Vehicle Identification” e o AVL - “Advanced Vehicle Location”.

O sistema AVI, de identificação de veículos, utiliza um aparato fixo que identifica a passagem de um veículo nas suas proximidades. Soluções existentes empregam antenas instaladas no solo (os laços indutivos) ou detectores de sinal fixados em postes, associados a dispositivos instalados nos veículos a serem detectados, estes podendo ser bobinas eletromagnéticas (os “transponders”), emissores de rádio frequência (os chamados “tags”) ou emissores de infra-vermelho.



O sistema AVL, de localização de veículos, por sua vez, utiliza um equipamento a bordo que junto com um sistema de sinalização sem fio identifica a sua posição. O GPS - “Global Positioning System” é o exemplo mais conhecido na atualidade. Utiliza um sistema de posicionamento mundial formado por satélites que orbitam ao redor do planeta, transmitindo sinais de rádio codificados. Aparelhos receptores instalados nos veículos recebem esses sinais e determinam a posição do veículo sobre a superfície da Terra, com extrema precisão.

Em ambos os casos, a transferência dos dados para o CCO é um aspecto a ser encarado com cuidado pois envolve custos razoáveis. No caso do AVI, linhas telefônicas dedicadas ou cabos de fibra óptica têm sido o meio normalmente empregado. No caso do AVL, a telefonia celular tem sido a solução mais largamente utilizada, possibilitada pelo uso de um protocolo de transmissão de dados, sendo o padrão mais conhecido o GPRS - “General Package Radio Service”, fornecido pelas operadoras de telefonia celular que empregam a tecnologia GSM.

## Tecnologia de telefonia celular

Muito tem se falado sobre o potencial da telefonia celular no campo empresarial. A esperada “convergência tecnológica” associada a esses aparelhos significa em outras palavras que o mesmo aparelho que permite realizar comunicação por voz irá também funcionar como um terminal de computador capaz de ser conectado a diversas redes locais de computação, além da rede Internet em si. Existem diversas aplicações de telefone celular para uso corporativo. Emissões de pedidos de compra, consultas a banco de dados, a caixa postal de emails da empresa são exemplos típicos do que vem sendo feito no exterior e no País.



Na solução vislumbrada pela Wplex Software, para o controle operacional on-line do transporte urbano, utiliza-se o telefone celular como leitor de detecção veicular para o sistema de controle operacional do tipo AVI. Agentes posicionados em pontos estratégicos denominados de ponto de controle digitam os dados do veículo a medida em que esses passam por eles, e transmitem os dados pelo próprio aparelho para a rede de telefonia celular. Os dados chegam ao destino, na garagem através da Internet e são armazenados num servidor de dados. O aplicativo de controle operacional processa essas informações contrastando-as com os horários programados e exibe os resultados de forma inteligente e útil para a tomada de decisão do agente situado no CCO. O aplicativo desenvolvido para telefone celular permite, além da digitação dos veículos detectados, a consulta a horários programados ou detectados nos pontos de controle e garagens. Outra vantagem do celular é a possibilidade de se digitar o carregamento estimado de passageiros nos ônibus. Os riscos de lapsos de detecção decorrentes da necessidade de alimentação ou descanso dos agentes de rua são minimizados mediante uma escala de rodízio de pessoal bem estabelecida.

## Vantagens e desvantagens por tecnologia

Os sistemas de AVI apresentam como vantagem o baixo custo unitário, por veículo e a facilidade de instalação, vantagem essa anulada em grande parte devido ao alto custo de cada unidade de leitura bem como de sua instalação. Outra desvantagem é a

escassez de informação associada à detecção, pois a única informação enviada do veículo para o leitor é o número de identificação do tag. Existe a possibilidade de se acoplar o tag a um painel de controle manipulado pelo motorista do veículo, de modo a fornecer o conjunto mínimo de informações para dar confiabilidade ao sistema de controle, contudo, ainda desconhecemos uma aplicação real com essa configuração.

Os sistemas de AVL baseados em GPS apresentam como vantagem a facilidade da instalação, pois não necessitam de infra-estrutura física para seu funcionamento, bastando a instalação dos equipamentos a bordo. Outra forte vantagem é a possibilidade de bi-direcionalidade na comunicação entre o motorista e o CCO, além de recursos como o botão de pânico, graças à presença da placa de telefonia celular para a transmissão de dados. Tem como desvantagem o custo elevado do equipamento embarcado, uma vez que há a necessidade de se adquirir equipamento para a frota toda. Outra grande desvantagem pode ser o custo da comunicação de telefonia celular.

Na tabela abaixo apresentamos um resumo do comparativo entre tecnologias existentes para o rastreamento de ônibus urbano.

	AVI/Antena	AVL/GPS	AVI/Celular
Custo/ônibus	Baixo	Alto	Zero
Custo fixo	Alto	Zero	Zero
Custo comunicação	Baixo	Alto	Baixo
Instalação/implantação	Alto	Médio	Zero
Custo manutenção	Alto	Médio	Baixo
Custo total (proporcional a)	Pontos controle	Frota	Pontos controle
Dados de detecção	Pobres	Completo	Completo
Bi-direcionalidade	-	Nativa	-
Consultas em campo	-	-	Nativo
Tecnologia	Desuso	Crescimento	Crescimento

Vemos assim que são grandes as vantagens da solução baseada em terminais celulares móveis para detecção veicular, em relação ao equipamento GPS embarcado: investimento zero com equipamento e menor custo com comunicação. Normalmente, as operadoras de telefonia celular oferecem planos de cessão de aparelhos em regime de comodato, em troca de um contrato de utilização por um prazo anual. O menor custo operacional de comunicação é decorrente do pequeno número de pontos de controle necessários, com telefone celular transmitindo dados, para a cobertura de todas as linhas do sistema. Estes dois motivos resultam enfim numa maior relação

benefício/custo por informação. A maior vantagem de todas está na rapidez possibilitada para se ingressar nesse novo campo que é o controle operacional on-line, e a oportunidade de se obter o aprendizado necessário para a elevação da qualidade do serviço prestado a patamares mais elevados.

A solução baseada no GPS deve ser escolhida se o operador precisar ter o conhecimento da posição do veículo para um número maior de pontos de controle por rota e querer automatizar totalmente o processo de detecção do posicionamento veicular, independentemente de pessoas para isso.

## **Ganhos com a utilização**

Os benefícios da utilização de um sistema de rastreamento no transporte público são enormes. Parte deriva do melhor acompanhamento em tempo real da operação levando a uma melhor aderência à programação, confiabilidade do serviço, pontualidade, melhor distribuição do volume de passageiros entre os carros, e uma melhora geral da qualidade do serviço sob o ponto de vista do usuário. Há ganhos também do ponto de vista da empresa operadora, incluindo a possibilidade de redução dos tempos de parada nos pontos terminais e do tempo de viagem com a consequente redução das horas de motorista e de veículo, ganhos de produtividade para o pessoal de fiscalização móvel, através do conhecimento rápido dos locais em que estão ocorrendo os problemas, ganhos de produtividade para o pessoal de fiscalização fixa, através do seu reposicionamento geográfico, e a disponibilização de dados operacionais para o planejamento, como o carregamento de passageiros e tempos de percurso por trecho.

Um caso intitulado “The Chicken or the Egg” (O Ovo ou a Galinha) apresentado no congresso norte-americano da APTA – American Public Transit Association, de 2001, relata uma experiência feita em Melbourne na Austrália. Partindo da premissa que o tempo programado condiciona o tempo realizado impedindo que os tempos se reduzam, foi feita uma análise detalhada, cruzando-se dados de tempos de trecho a partir de uma enorme base de dados obtidos por AVL. Foram então estabelecidos tempos mais adequados, enxugando os excessos, gerando um aumento da pontualidade da ordem de 25% das viagens.

Um caso semelhante no Brasil é o do Conorte – Consórcio Operacional Norte de Porto Alegre, que utilizou os dados de tempos de trecho obtidos por um sistema AVI para a estimativa dos tempos de viagem para programação, obtendo ganhos significativos de redução de horas de motoristas. Quando os tempos de viagem de diversas linhas de ônibus eram comparados, verificava-se a existência de linhas trafegando nos mesmos trechos com tempos sistematicamente superiores aos da média, tornando-se possível reduzi-los através da programação horária. A velocidade operacional é o maior determinante da eficiência operacional. O Conorte utiliza o sistema Wplex2000 de programação horária.

## Casos internacionais

O relatório “Advanced Vehicle Monitoring and Communication Systems for Bus Transit”, elaborado pelo Federal Transit Administration em março de 1993, traz uma coletânea de casos estudados nos Estados Unidos, Canadá e Europa, nas cidades de Seattle, Los Angeles, Cincinnati, Toronto, Quebec, Halifax, Dublin e Torino. Interessante é observar que são exemplos dos primeiros sistemas de ônibus a empregar sistemas de controle operacional, isso nas décadas de 70 e 80. Foram reportados ganhos da ordem de 3% a 4% em redução da frota, redução da quilometragem, redução das horas de motoristas, aumento da receita, maior satisfação dos passageiros e melhoria da imagem.

## Casos nacionais

No Brasil, começamos a observar a adoção dos sistemas de controle na década de 90.

### São Paulo (1990)

Por volta de 1990, com a finalidade de fiscalizar o cumprimento das viagens programadas pelas empresas operadoras privadas, a prefeitura de São Paulo, através de seu órgão gestor, a SPTrans, implantou um sistema manual de detecção veicular. Através de agentes posicionados ao longo das rotas, em pontos estratégicos, e munidos de coletores eletrônicos de dados, os dados dos ônibus detectados eram digitados e posteriormente transferidos durante a noite para um computador central. O processamento era realizado em “batch” disponibilizando os relatórios de cumprimento de viagens.

### São Paulo (1994)

O sistema de coleta manual de dados foi substituído por um sistema AVI, com laços indutores e transponders presos aos ônibus. Apesar dos laços serem conectados diretamente à central de processamento de dados, os resultados somente podiam ser utilizados a partir do dia seguinte devido ao elevado volume de dados envolvidos e a necessidade de interferência manual no processo. Havia uma alta taxa de erros decorrentes de falhas na alocação da frota, na apuração dos horários previstos de passagem dos ônibus nos laços de detecção, e nos próprios equipamentos eletrônicos devido ao elevado número de componentes envolvidos. Esses problemas aliados ao alto custo de manutenção civil das unidades leitoras, fizeram com que o sistema fosse gradativamente abandonado.

### Porto Alegre (2000)

Na final dos anos 90, o município de Porto Alegre implantou um sistema de AVI semelhante ao de São Paulo, com uma vantagem adicional de que os dados podiam

ser disponibilizados de modo quase que on-line pelas empresas operadoras, para sua utilização. Anteriormente, com o objetivo de buscar a pontualidade dos ônibus, as empresas operadoras já haviam deslocado os agentes de fiscalização dos pontos terminais para pontos de controle estrategicamente localizados nos corredores de ônibus, com ganhos de racionalização de pessoal. Com o advento do sistema AVI, esse pessoal foi desmobilizado, trazendo uma redução de custos adicional para as empresas, com fiscalização. O alto custo de manutenção do sistema aliado à crescente de obsolescência física do sistema está provocando o seu abandono gradativo.

#### [São Paulo \(2005\)](#)

Novamente, a prefeitura da cidade assumiu o investimento e iniciou a implantação de um novo sistema, agora de AVL. No presente momento, cerca de 4.000 de um total de 10.000 ônibus estão equipados com GPS. Contudo, o sistema ainda encontra-se inoperante, a espera da finalização dos softwares que irão permitir o acompanhamento on-line da operação. Não se espera que o sistema venha atender na plenitude as necessidades das empresas operadoras, sendo que a expectativa por parte destas é que o sistema seja usado unicamente para a fiscalização do seu serviço e não para o controle operacional on-line.

#### [Baixada Santista SP \(2004\)](#)

Um conjunto de 6 empresas, entre elas a Viação Piracicabana e a Executiva Transportes, instalou pioneiramente um sistema de controle on-line com detecção manual por telefone celular e um CCO único centralizado. O sistema controla mais de 850 ônibus a partir de 4 garagens para a realização do transporte municipal de Santos, São Vicente, Praia Grande, Cubatão e do transporte intermunicipal de Santos a Peruíbe litoral sul de São Paulo. Dos 39 pontos de controle previstos, 20 são utilizados atualmente. Utilizam pontos de controle ao longo da rota e em terminais de ônibus. Pretendem reduzir ao mínimo os pontos de controle nos terminais. Utilizam o sistema WplexCO de controle operacional on-line com aplicativo WplexCO/ME para telefone celular, desde 2004.

#### [Uberlândia \(2005\)](#)

A detecção é feita por equipamentos de GPS embarcados numa frota de aproximadamente 200 ônibus que atendem ao serviço de transporte urbano municipal da cidade. A apuração é off-line, sendo os dados de detecção descarregados a noite e os dados são disponibilizados apenas no dia seguinte. A finalidade do sistema é a de fiscalizar o serviço das empresas operadoras.

#### [ABC Paulista SP \(2005\)](#)

A Metra - empresa operadora dos corredores metropolitanos, com 230 ônibus e 1 garagem instalou um sistema de controle on-line com detecção manual por telefone

celular e um CCO. Tem 20 pontos de controle em utilização. Concentra os pontos de controle nos terminais e possuem alguns pontos de controle ao longo da rota. Utilizam o sistema WplexCO de controle operacional on-line com aplicativo WplexCO/ME para telefone celular, desde 2005.

## **Características desejáveis de um software de controle operacional**

Os softwares representam o “Calcanhar de Aquiles” dos sistemas automatizados. Tem sido assim com os sistemas de bilhetagem eletrônica e não é diferente no caso do sistema de controle operacional on-line. Esse é um dos motivos pelo qual os sistemas desenvolvidos para o rastreamento de caminhões não podem ser utilizados diretamente em empresas de ônibus. Enquanto que na carga o objetivo maior é a segurança da carga e a localização geográfica do veículo para a roteirização de carga e descarga, no transporte público, o objetivo maior é a detecção de desvios na programação horária. Outra diferença significativa é que enquanto que no transporte de carga os veículos estão geograficamente espalhados, no transporte de passageiros os veículos estão praticamente juntos, trafegando sobre a mesma rota gerando um volume de viagens muito superior a aqueles feitos pelos caminhões. Um software de controle operacional para transporte urbano deve trabalhar pela exceção, destacando as irregularidades detectadas e gerando relatórios extremamente peculiares ao tipo de negócio.

Algumas características importantes desse software são: a visualização comparativa de horários programados e realizados por local de controle, o controle da soltura da frota, o controle de headways (intervalos entre partidas), o controle de carregamento de passageiros, e os alertas para os principais indicadores de desempenho como cumprimento de viagem, headway, soltura da frota, pontualidade, configuráveis por linha e tipo de ocorrência. O software deve também dispor de um eficiente gerador de relatórios para análise de desempenho e apuração de tempos de viagem.

O software WplexCO de controle operacional on-line foi desenvolvido com uma arquitetura moderna, permitindo a utilização de equipamentos GPS no lugar dos telefones celulares, sem perda de desempenho.

## **Expansibilidade**

Durante a escolha de uma solução tecnológica deve-se tentar visualizar as necessidades e possibilidades futuras associadas ao sistema, e verificar se a alternativa analisada irá crescer junto com a empresa. O sistema deverá preferencialmente ser capaz de atuar como plataforma para um moderno sistema de fornecimento de previsão de horários nos pontos de ônibus ao passageiro, seja por central telefônica automatizada, página Internet ou por requisição SMS - “Short Message Service” através de um telefone celular, além de alimentar painéis de previsão de horários instalados em terminais de passageiros.

## **Fator humano**

O aparato tecnológico composto por hardware e software tem a função de fornecer informação para as pessoas. O preparo, a capacidade e a vontade de usá-la são ingrediente essencial para o sucesso do projeto. Espera-se que o agente do CCO possa elaborar planos para o pronto re-estabelecimento da normalidade da operação e, seja capaz de transmitir instruções corretas diretamente aos responsáveis em campo. Deve existir um conjunto claro de procedimentos que devem ser seguidos quando uma situação não desejada é encontrada. Com o tempo e com a adequada supervisão, esses procedimentos são repassados para os motoristas e fiscais, melhorando sucessivamente seu desempenho nas ações corretivas.

## **Conclusões**

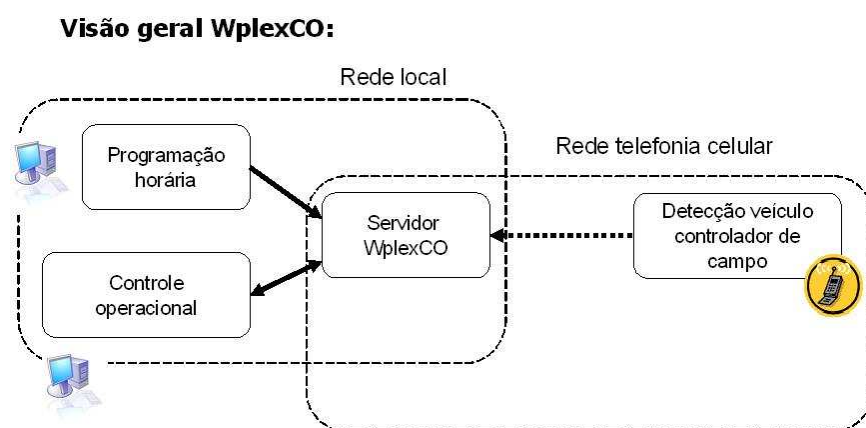
- Um sistema moderno de controle operacional provoca uma mudança de atitude dos motoristas e pessoal de soltura de frota na garagem elevando a pontualidade de horários apenas pelo “efeito vigilância”.
- O melhor conhecimento da posição relativa da frota permite uma melhor regulação dos intervalos da linha
- O melhor conhecimento dos tempos de viagem nos trechos permite a redução dos tempos programados, reduzindo as horas de motorista e de veículo
- A maior pontualidade e regularidade nos horários possibilita redução de viagens, com conseqüente redução da quilometragem e custo de rodagem.
- Estabelece-se uma nova curva de aprendizado na área operacional da empresa associando-se soluções e ações cada vez melhores às ocorrências dos problemas operacionais do dia-a-dia, de forma racional, lógica e transparente.

## A Wplex Software

A Wplex Software é uma empresa de software baseada em Florianópolis SC e tem como competência essencial o desenvolvimento de ferramentas para otimização do uso da frota e tripulação por empresas operadoras de transporte urbano e aéreo.

## O software WplexCO de controle operacional

Lançado no segundo semestre de 2004, é utilizado até o presente momento por 7 empresas, sendo 6 da baixada santista de São Paulo e 1 da região do ABC paulista, contabilizando uma frota total controlada de mais de 1.000 ônibus.



*Elaborado em 2005. Revisão 04nov2005.*