

MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE PÚBLICO: O CASO DE PORTO ALEGRE

Maria Cristina Molina Ladeira

Fernando Dutra Michel

Sérgio Antonio Pavanatto

Empresa Pública de Transporte e Circulação

Engenharia de Produção UFRGS

RESUMO

O presente artigo pretende mostrar aplicação de Sistema Inteligente de Transporte - ITS no monitoramento e gerenciamento do sistema de transporte por ônibus na cidade de Porto Alegre usando tecnologias próprias de Localização Automática de Veículo - AVL através da apresentação de um estudo de caso. No final são apresentadas conclusões e recomendações frente aos benefícios advindos da utilização do sistema e tecnologia na regulação/operação das linhas.

ABSTRACT

This article aims to show application of Intelligent Transport Systems - ITS in monitoring and management of the transport system of buses in the city of Porto Alegre using own technology for Automatic Vehicle Location - AVL by presenting a case study. At the end we present the conclusions and recommendations front to benefits arising from the use of technology in regulations and in the operation of the lines.

1 INTRODUÇÃO

Desde muitos séculos o homem vem buscando desenvolver sistemas de comunicação, automação, automatização e controle utilizando a tecnologia disponível em cada época cuja qual evoluiu de forma efetiva desde os sistemas pneumáticos e eletromecânicos até os sistemas eletrônicos atualmente utilizados.

Na década de 70 observamos um grande desenvolvimento da microeletrônica, surgem então os primeiros computadores seguidos pela evolução da informática da década de 80. Já na década de 90 ocorre uma significativa evolução nas comunicações além do uso em larga escala de sistemas eletrônicos embarcados para ignição e injeção eletrônica em motores. Nesta época se populariza o sistema de posicionamento por satélite e o uso da comunicação mundial.

A cada dia, a discussão sobre o papel do transporte na organização da sociedade tem aumentado e ganhado relevância dada sua importância na vida dos cidadãos e na gestão das cidades, principalmente na busca de um sistema de transporte sustentável. De acordo com o *Centre for Sustainable Transportation* (2002) um sistema de transporte sustentável é aquele que permite que as pessoas e a sociedade satisfaçam suas necessidades de mobilidade urbana e global de uma maneira consciente e segura com a saúde dos seres humanos e dos ecossistemas, sem comprometer as gerações futuras.

O aumento da mobilidade das pessoas é um desafio para todos os países, o que leva a uma preocupação constante em busca de soluções adequadas. Neste contexto, é importante monitorar os sistemas de transporte, contemplando todas as dimensões, incluindo-se nestes últimos anos, a sustentabilidade. Segundo Litmann (2006), uma das formas mais efetivas de se atingir os objetivos da sustentabilidade é através da implementação de estratégias que aumentem a eficiência do sistema de transporte e reduzam seus impactos negativos.

Desde 1997, Porto Alegre trabalha com um sistema de monitoramento da operação das linhas de ônibus. Esse sistema permite, além do controle das viagens (Tabela Horária) realizadas, um controle eficaz da frota operante no transporte coletivo por ônibus.

Mais recentemente através do uso do sistema inteligente de monitoramento automático de veículos *on-line*, informações sobre os atrasos ocorrido nas viagens e a previsão da passagem de veículos em determinados pontos estão disponíveis. O objetivo aqui é poder informar os usuários assim como, intervir na regulação das linhas.

2 REGULARIDADE / CONFIABILIDADE

A falta de regularidade/confiabilidade do serviço pode ser considerada como um dos principais fatores de estagnação da demanda ou e perda de demanda para outros modos de transporte. Esta importância pode ser observada nos resultados de uma pesquisa realizada no Reino Unido apresentados por Balcombe et al. (2004) apud Ceder (2007) no guia prático de transporte sobre a percepção dos passageiros sobre o serviço de ônibus local de acordo com a importância atribuída pelos usuários: Regularidade/Confiabilidade (34%), Frequência (17%), Frota (14%), Comportamento dos Motoristas (12%), Itinerários (11%), Tarifas (7%) e Informação (5%).

São inúmeras as causas da falta de regularidade/confiabilidade. Autores como Abkowitz et al. (1978) e Strahman et al. (2007) dividem-nas em externas e internas. No primeiro grupo temos fatores como: sinalização de trânsito, alteração das condições de tráfego, congestionamentos, acidentes, capacidade da via, interferência com estacionamento, variação da demanda e disponibilidade da frota. No segundo grupo temos: tempo de espera, *headway*, tempo de viagem, tempo de embarque e desembarque, tempo de transferência. Além dos fatores como comportamento do motorista, falha na programação horária, dimensionamento das tabelas horárias, tipo linha, variação da demanda e, finalmente a capacidade do veículo.

Segundo Ceder (2007) a regularidade/confiabilidade de transporte pode ser definido com a dependência em termos de tempo (de espera e de viagem), ocupação, qualidade do veículo, segurança, conforto e informação, atrasos de tráfego; acidentes e condições do tempo (clima).

Neste contexto, mais especificamente, Abkowitz et al. (1978) destaca a regularidade na operação de uma linha como a não variabilidade dos atributos que influenciam a decisão dos passageiros e dos operadores. Esses atributos variam no tempo (hora do dia, dia da semana, estação) e no espaço. Os atributos da regularidade sob a ótica dos passageiros se resumem em: tempo de espera; tempo de embarque/desembarque; disponibilidade de lugar; tempo no veículo; tempo total de viagem; tempo de transbordo; conexões perdidas; tempo de informação na pré-viagem e tempo necessário na pré-viagem para mudança de caminho. Já por parte dos operadores os atributos regularidade se manifestam através do despacho (de acordo com a tabela horária); da aderência da tabela horária ao longo do itinerário; da distribuição do *headway*; do *headway* entre os veículos propriamente ditos; da distribuição do carregamento; carregamento de cada veículo; das viagens perdidas; da quebra de veículo; do acompanhamento dos horários da tripulação; da proficiência de direção; e da fiscalização de rua.

O evento que mais incomoda o usuário e o operador, segundo Ceder (2007), e que indiscutivelmente prejudica sobremaneira a operação é o *bunching*, isto é, o comboio de veículos. O comboio pode ser causado por motivos combinados ou separados: (i) atraso dos

veículos no trânsito; (ii) saída antecipada ou alteração de velocidade ao longo do itinerário da linha; e (iii) demanda excessiva inesperada em alguma parada ao longo do itinerário.

Muitos dos eventos são crônicos e conhecidos antecipadamente, porém há aspectos que podem ser resolvidos ou minimizados através do controle da operação em tempo real. A partir deste contexto, as ações de acompanhamento e monitoramento em tempo real das linhas de ônibus são elementos imprescindíveis para a qualificação do sistema de transporte coletivo. Assim, o uso de tecnologia avançada em transporte público visa à melhoria do sistema como um todo.

O objetivo principal do controle da operação é otimizar o desempenho do sistema possibilitando o retorno do padrão de operação pré-estabelecido quando há alguma perturbação ou interrupção do serviço (Wilson et al. 1992). Ações no sentido de restabelecer o cumprimento da tabela horária ou restabelecer os intervalos entre as viagens são imprescindíveis.

De acordo com Eberlein et al. (1998) as estratégias de controle da operação podem ser classificadas em três grupos: controle nas paradas; controle entre paradas; e outras medidas de controle como a inversão da ordem de operação dos veículos. Já Abkowitz (1978) sugere três tipos de estratégias para melhorar a regularidade e pontualidade do serviço: priorização; controle; e operação. A priorização procura reduzir os efeitos das causas externas. Dentro das medidas de controle estão ações como redimensionamento da tabela horária e do itinerário, tipo de operação (paradora, expressa ou direta) e treinamento de motoristas. E por fim, nos métodos de operação, estão ações em tempo real que incluem retardar (segurar) o ônibus, redução no tempo de parada, pular determinada parada e ainda a modificação da velocidade.

Pode-se destacar que há basicamente três mecanismos básicos de resolver os problemas de regularidade/confiabilidade: (i) melhoria no planejamento e da tabela horária; (ii) priorização do transporte por ônibus em detrimento aos demais veículos; e (iii) melhoria do sistema de controle da operação. As principais estratégias de controle em tempo real podem ser: segurar o ônibus na estação ou terminal; pular uma estação; inserção de um veículo reserva; mudança da velocidade; ultrapassar; aguardar; não parar em determinada parada; veículo expresso; um veículo embarca o outro não quando operando em comboio.

Assim, é importante o controle em tempo real através do uso de Sistema Inteligente de Transporte - ITS, pois vem auxiliar, melhor e subsidiar ações de planejamento, monitoramento e operação, visto que, possibilita ações imediatas na correção de falhas e eventos.

3 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTES

Os sistemas inteligentes utilizam tecnologia de processamento de informação e comunicação, sensoriamento, navegação e tecnologia de controle entre outros. Estes sistemas auxiliam o gerenciamento e a operação de transportes e seu uso cresce a cada dia, pois os sistemas de transportes devem ser mais modernos, eficientes e abrangentes (Silva, 2000; Kanninen, 1996; Ribeiro, 1996). Segundo Santi e Goldner (2009), no Brasil, é pequena ainda a literatura e a pesquisa sobre ITS. Os autores relacionam o termo ITS à utilização de equipamentos eletrônicos, metodologias de comunicação e processamento de dados a serviço do transporte.

A aplicação de diferentes tecnologias avançadas nos setores de transportes pode ser categorizada como: (i) Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS); Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego (ATMS); (iii) Sistemas Avançados de Informação ao Viajante (ATIS); (iv) Operação de Veículos Comerciais (CVO); (v) Sistemas Avançados de Controle veicular (AVCS); e (vi) Coleta Eletrônica de Pedágio (ETC), (Silva, 2000; Santi e Goldner, 2009; Jensen, 1996).

Priorizar o transporte coletivo representa redução nos tempos de viagem dos usuários, nos custos do sistema e melhoria da trafegabilidade dos ônibus nas cidades. Sistemas tecnologicamente avançados de monitoramento e controle centralizado e integrado de gestão e operação de transporte coletivo por ônibus representam uma ação eficiente e eficaz para a melhoria das condições de oferta, fluidez e segurança (TCPR, 1997).

Um sistema de transporte eficiente não depende somente do planejamento, mas sim depende também da operação e permanente monitoração. Entre as tecnologias utilizadas para o monitoramento e rastreamento encontra-se o *Automated Vehicle Location* – AVL. Neste sentido que Sistema Avançado de Transporte Público – SATP são utilizados principalmente no que diz respeito controle da operação.

3.1 Sistema Avançado de Transporte Públicos (SATP)

Autores como Saint-Laurent (1997) definem SATP como um sistema que auxilia ao gerenciamento de transporte público através da utilização de sistemas de localização automática de veículos (*Automated Vehicle Location* - AVL) (Silva, 2000). O AVL é uma tecnologia complementar que rastreia a localização de um veículo de maneira acurada. Trata-se de um meio de determinar a localização geográfica de um veículo e transmitir essas informações a um ponto onde possam ser processadas e utilizadas da melhor forma (TCRP, 1997). O sistema AVL utiliza o *Global Position System* – GPS baseado nos sistemas de localização de veículo.

Os sistemas AVL têm ajudado a prover um serviço de melhor qualidade, especialmente na melhoria da performance em pontualidade do serviço prestado. Há vantagens na utilização destes sistemas considerando os três agentes dos transportes: operadores, usuários e órgão gestor. Por parte dos usuários há uma confiabilidade no serviço prestado, pois há mais clareza e segurança quanto à passagem de seu ônibus. Por parte dos operadores há maior controle sobre a operação da frota e possibilidade de comunicação com a tripulação que, por sua vez, também se sente mais segura, pois, caso haja o sistema de alerta, pode ser localizada imediatamente. E, por fim, por parte do órgão gestor, há a certeza da execução do serviço de acordo com o planejado, bem como a apropriação correta dos custos de operação face à possibilidade de monitoramento do serviço e de insumos componentes na tarifa (Texier e Meyere, 1987; Silva, 2000).

Desde 1969, agências americanas utilizam o sistema de localização de veículos em linhas de ônibus com itinerários fixos para auxiliar no gerenciamento da frota. A tecnologia de rádio-navegação evolui e nos anos 1990, sistemas como o GPS - Sistema de Posicionamento Global desabrocham e a partir de então o custo de sua utilização começa a reduzir. Assim, através da melhoria da regularidade, da segurança, da confiabilidade e do uso da informação o AVL tem sido utilizado para atrair novos passageiros, disponibilizar informação em tempo real, melhoria da operação e maximização do uso de dados da performance em suas organizações TCRP (1997).

Ainda segundo TCRP (1997), os maiores obstáculos na identificação e quantificação dos benefícios da utilização dos sistemas AVL são a falta de informação e padronização dos custos para uma correta comparação e a falta de evidência empírica das medidas da efetividade. A Tabela 1 mostra exemplos de aplicações de AVL com suas principais características, vantagens e desvantagens nos Estados Unidos.

As tecnologias de AVL identificadas são: Antenas; *Wayside AVI*; Posicionamento por base terrestre via rádio; Posicionamento por satélite via rádio; GPS diferencial; Identificador automático por deslocamento (*Dead Reckoning*); e Sistemas híbridos de navegação.

Tabela 1: Características, Vantagens e Desvantagens das tecnologias AVL

Tecnologia AVL	Características	Vantagens	Desvantagens
Antenas	<ul style="list-style-type: none"> – Informações são passadas para uma antena – Aparelho localizado no veículo, para melhor comunicação entre veículo e antena 	<ul style="list-style-type: none"> – Baixo custo de instalação nos veículos – Sem pontos cegos ou interferência – Acurácia constante 	<ul style="list-style-type: none"> – Necessita de infraestrutura bem equipada – Sem dados fora da infraestrutura implantada – A atualização depende do número de antenas
<i>Wayside AVI</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Informações transmitidas por microondas ou ligações terrestres – <i>Transponder</i> é feito no formato de um cartão de crédito e envia informações para estrutura receptora – Receptor pode ser conectado a cabos fibra ótica e antenas telefônicas 	<ul style="list-style-type: none"> – Baixo custo de instalação nos veículos – Sem interferência de áreas cegas – Acurácia constante – Pode compartilhar os custos com infraestrutura com outros órgãos públicos 	<ul style="list-style-type: none"> – Necessita de infraestrutura bem equipada – Ausência fora da infraestrutura implantada – Frequência de atualização depende do número de pontos receptores – Pode demandar alto custo de comunicação
Posicionamento por base terrestre via rádio	<ul style="list-style-type: none"> – Baseado na diferença de tempo de na recepção de um sinal – Composto por antena e unidade de localização de veículo 	<ul style="list-style-type: none"> – Baixo investimento – Acurácia moderada – Baixo custo de manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> – Taxas mensais de serviço – Folhagens, túneis e prédios podem prejudicar o sinal – Prédios altos bloqueiam o sinal
Posicionamento por satélite via rádio	<ul style="list-style-type: none"> – Três tipos: satélites circulares, Geoestacionários e <i>Global Position System</i> (GPS) – Componentes: receptor GPS e antena, 24 satélites mantidos e apoiados pelo governo 	<ul style="list-style-type: none"> – Custo moderado por veículo – Acurácia moderada – Cobertura global 	<ul style="list-style-type: none"> – Prédios altos bloqueiam o sinal – Folhagens, túneis e prédios podem prejudicar o sinal – Sujeito a erro de caminhos múltiplos
GPS Diferencial	<ul style="list-style-type: none"> – Correção de erros entre sinais obtidos e previstos – Componentes: receptor GPS e antena, rádio receptor das correções, estação referencial de diferença 	<ul style="list-style-type: none"> – Custo moderado por veículo – Alta acurácia 	<ul style="list-style-type: none"> – Sujeito a erro de caminhos múltiplos – Folhagens, túneis e prédios podem prejudicar ou bloquear o sinal – Deve estar dentro da faixa de atuação do diferencial – Correções do diferencial devem ser atualizadas frequentemente
Identificador Automático por	<ul style="list-style-type: none"> – Mede a distância e direção em relação a um ponto 	<ul style="list-style-type: none"> – Relativamente barato 	<ul style="list-style-type: none"> – Taxas mensais de serviço – Acurácia diminui com a

deslocamento (Dead Reckoning)	fixo – Algoritmo interpreta a distância entre dois pontos a partir número de voltas das rodas	– Sem custo de infraestrutura – Necessário apenas hodômetro (assumida uma única rota)	distância (erros podem ser acumulados) – Necessita indicador de direção – Corrompido por vias irregulares, inclinações acentuadas e interferências magnéticas
Sistemas híbridos de navegação	– Combinação de mais de uma tecnologia – Na maioria o GPS ou <i>Signpost</i> são tidos como tecnologia principal e o <i>Dead Reckoning</i> , secundária – Criação de <i>back-up</i> – Tentativa de aumentar a acurácia		

Fonte: TCRP, 1997

A melhoria da regularidade, segurança, confiabilidade e uso da informação, a partir do uso do AVL, passam atrair novos passageiros, disponibilizar informação em tempo real, além da melhoria da operação e a maximização do uso de dados para o desempenho do sistema de transporte. O sistema apresentado a seguir utiliza a tecnologia de AVL por antena (fixa e móvel). Frente a novas tecnologias de AVL o sistema encontra-se em transição para o uso de GPS face às respostas a nível operacional.

4 SISTEMA DE ÔNIBUS MONITORADO AUTOMATICAMENTE - SOMA

O Sistema de Ônibus Monitorado Automaticamente - SOMA é um sistema de monitoramento automático dos veículos ao longo do itinerário. O monitoramento é feito através da passagem dos veículos por antenas fixas, espalhadas na malha viária, as quais capturam informações específicas de cada veículo. Estas informações estão gravadas em etiqueta eletrônica, fixadas nos chassis de cada veículo, que são lidas e transmitidas pelas antenas.

O SOMA começou a ser instalado em 1997. A finalidade principal do SOMA é fiscalizar eletronicamente o cumprimento e a pontualidade do transporte coletivo de Porto Alegre o qual vem sofrendo modificações e ampliações.

Dentro das vantagens do SOMA destaca-se, a nível operacional, o controle de 100% da frota operante, o cumprimento das tabelas horárias, assim como, o acompanhamento de indicadores de desempenho como o Índice de Cumprimento de Viagens – ICV, o Índice de Viagens Fora do Intervalo – IVFI, o Índice de Viagens Faltantes – IVF, Índice de Viagens não Realizadas – IVNR dentre outros.

O sistema é constituído por 48 Estações Fixas - EFs as quais estão distribuídas estrategicamente na malha viária da cidade, que registram a passagem dos 1576 ônibus e transmitem o prefixo, hora de passagem e local de forma *on line* via radiofrequência para o Sistema SOMA (Figura 1).

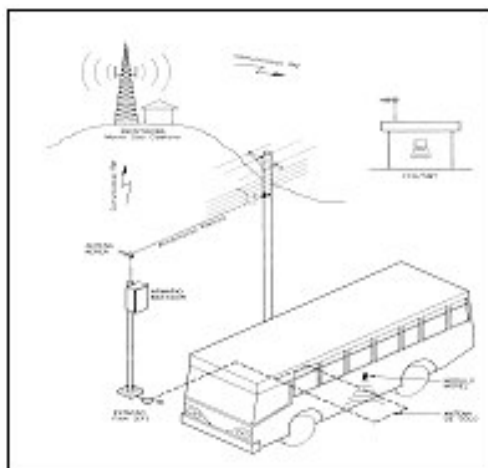


Figura 1: Sistema de Monitoramento Atual

A cada passagem do veículo pela antena é criado um registro com o endereço da antena, o laço pelo qual o veículo passou e a hora de sua passagem. Estes dados são cruzados com os dados do Boletim de Acompanhamento Diário – BAD da operação de cada veículo enviados pelas empresas no dia seguinte. Deste cruzamento geram-se informações através de relatórios que ficam disponíveis para os técnicos da área.

Os principais problemas encontrados com este tipo de tratamento da operação são: defasagem do tempo transcorrido entre a execução do serviço e a obtenção dos relatórios operacionais; falta da gestão em tempo real do desempenho das antenas; falta de monitoramento da comunicação; da necessidade de infra-estrutura bem equipada e mantida; dependência de número de antenas fixas para melhor monitoramento; existência de zonas com problemas de transmissão dentre outros problemas aliados a tecnologia. Portanto, surge a necessidade de implantação de um sistema de monitoramento em tempo real.

Tal sistema de supervisão em tempo real proporciona também a geração de histórico através da utilização de ferramentas de análise quantitativa e qualitativa que permite ações de intervenção imediata, bem como, subsidiar o planejamento e dimensionamento do sistema.

5 SOMA EM TEMPO REAL – SOMA rt

A partir da visão de monitorar o transporte coletivo por ônibus em tempo real a Empresa Pública de Transporte e Circulação – EPTC cria uma Central de Controle e Monitoramento da Mobilidade – CECOMM. Nesse ambiente surge o Sistema de Ônibus Monitorado Automaticamente em Tempo Real - SOMArt. Esta nova versão do sistema utiliza as estações existentes para transmitir pacotes de dados a cada 3 minutos os quais possibilitam verificar o desempenho da operação de cada linha. Neste sentido, o monitoramento tem agora o objetivo de verificar, em tempo real, o cumprimento e a aderência das tabelas horárias, os tempos de viagens e velocidades, o cumprimento do itinerário, a verificação da frota operante, a interface com a central de informações /reclamações, entre outros.

O SOMArt possui dois módulos integrados que se complementam e interligam na medida em que é necessária a supervisão dos equipamentos e consistência das leituras para termos o monitoramento preciso e o mais completo possível. O primeiro módulo do SOMArt é composto por uma série de ferramentas que tem como principal objetivo a monitoração dos equipamentos de detecção (EFs) de ônibus distribuídos na cidade. Tem como principal função

informar instantaneamente a existência de falhas nas estações e diagnosticar baixo desempenho.

Fazem parte deste módulo as seguintes ferramentas: (i) contagem de passagens de ônibus por laço magnético e por estação; (ii) verificação do tempo de defasagem na comunicação; (iii) verificação do rendimento diário de cada estação; (iv) interface gráfica com média de passagens por período; (v) informação instantânea e histórica da quantidade de ônibus em operação; (vi) informação instantânea e histórica da velocidade média de ônibus nos corredores e vias comuns; e (vii) dados estatísticos diversos do funcionamento do SOMA e do Sistema de Transportes.

O segundo módulo do SOMArt é um conjunto de ferramentas que tem como principal objetivo a monitoração em tempo real da operação de viagem de cada linha do sistema. Informam de forma específica ou geral problemas operacionais como faltas e atrasos. Acrescenta-se a isso, a possibilidade de uma atuação mais precisa e ágil por parte da fiscalização.

Faz parte do módulo em tempo real: (i) Mapa sinótico da velocidade da frota de ônibus dos corredores e vias estruturais do sistema viário da cidade de Porto Alegre durante 24 horas; (ii) acompanhamento em tempo real da operação de toda a frota de ônibus urbana; (iii) monitoramento de ônibus por linha e por viagem em tempo real indicando faltas, atrasos e operações indevidas; (iv) análise das condições de carregamento para dimensionamento de quantidade de viagens e tempo para cada linha; (v) apresentação de indicadores gerenciais do desempenho de cada linha, empresa e consórcio no cumprimento e pontualidade das viagens; (vi) apresentação gráfica do comportamento diário de cada linha; e (vii) sistema de filtros e alarmes para detecção de operações indevidas como falha no cumprimento de viagens, desvios de rota e operações expressas indevidas.

5.1 Supervisão de Velocidades Médias em Corredores e Vias – Mapa Sinótico

A velocidade média operacional é um dos fatores determinantes da programação horária bem como da frota operante do sistema. O Mapa Sinótico da Velocidade em Tempo Real consiste na representação gráfica das velocidades instantâneas dos principais eixos e corredores de ônibus da cidade conforme mostra a Figura 2. A velocidade média é calculada por trechos através da passagem dos ônibus pelas estações fixas. É considerado o tempo de embarque e desembarque de passageiros nas paradas, os tempos dos semáforos e o tempo de deslocamento entre as antenas. A **Figura 2** apresenta o Mapa Sinótico.

Contíguo ao Mapa, na parte inferior, uma barra rolante ininterrupta apresenta o cálculo da velocidade média por trecho e o número de ônibus considerados no cálculo além do intervalo da medição. É apresentada ainda a tendência da velocidade média representada pelo cálculo da aceleração onde valores: (i) igual ao número 1 representa velocidade média constante; (ii) menor que 1 representa redução da velocidade média; e (iii) acima de 1 tendência positiva, ou seja, aumento de velocidade média.

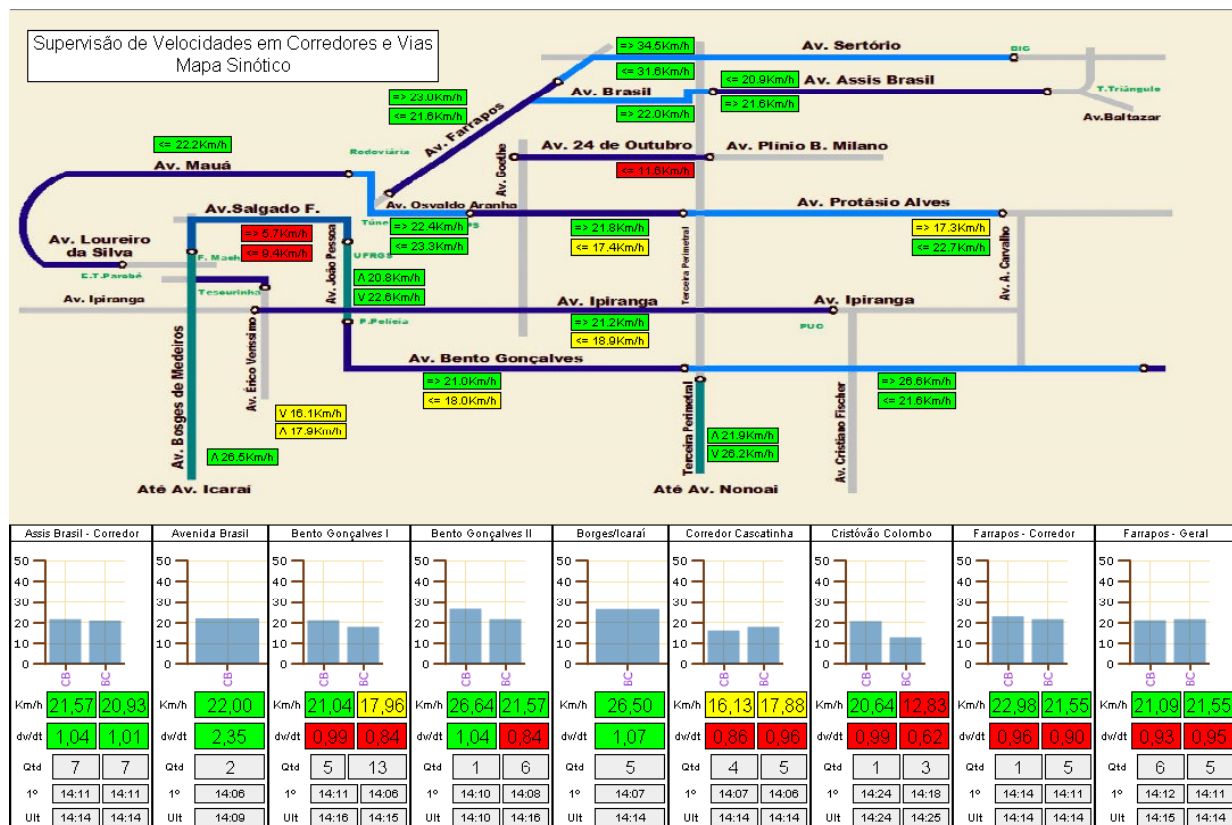


Figura 2: Mapa Sinótico

As velocidades médias são atualizadas instantaneamente e representadas de imediato na face gráfica do Mapa. O esquema de cores adotado faz uma alusão às cores dos semáforos do CTB (1997). No caso do SOMArt a cor vermelha indica que a velocidade média está baixa podendo comprometer a fluidez da via requerendo investigação imediata; o amarelo significa alerta e o verde representa que está com boa fluidez.

Considerando a série histórica das velocidades média dos corredores e vias, bem como, suas capacidades a cor verde representa uma velocidade média acima de 20 km/h; a amarela velocidade média entre 15 km/h e 20 km/h e vermelho representa velocidade média abaixo de 15 km/h.

5.2 Monitoramento da velocidade média por trecho

O monitoramento da velocidade média por trecho é outra ferramenta imprescindível do SOMArt. Consiste no acompanhamento gráfico e estatístico das velocidades médias e tempos de viagem entre os trechos monitorados, Figura 3. Sua atualização é constante, contínua e cumulativa. Trata-se de uma ferramenta que permite a consulta de qualquer dia registrado na base de dados.

SOMA r t - Monitoramento de Ônibus em Tempo Real

Benjamin - Cairú até Baltazar/Terminal Triângulo



Figura 3: Monitoramento da Velocidade Média por Trecho

A partir da seleção do trecho e da data, objeto da consulta aparece o gráfico do monitoramento do trecho. Nele constam o tempo médio de percurso (min), a velocidade média (km/h), a velocidade média típica (km/h), a maior velocidade (km/h) e o desvio padrão por faixa horária. Esta tabela apresenta a série histórica dos últimos 30 dias típicos da velocidade média por faixa horária com o respectivo desvio padrão.

5.3 Monitoramento de linhas em tempo real

O monitoramento das linhas em tempo real é resultante da apropriação das leituras dos prefixos obtidas pelas EFs e seu cruzamento com a tabela horária prevista, Figura 4. Cada linha possui um cadastro básico com o horário previsto de saída do terminal e de passagem em cada antena considerando seu tempo de viagem. A visualização do cumprimento da tabela horária é imediata. Observa-se se os ônibus estão passando no horário previsto ou se estão atrasados, ou ainda se as viagens não foram cumpridas.

Data: 3/7/2009
 Linha: C1 - CIRCULAR CENTRO
 Tamanho: Linha Curta
 Sentido: CC

Hora Saida CBO	Prefixo TOP	EF 1 CBO MAO	EF 2 CBO MAO	EF 7 CBO MAO	Hora Chegada CBO
06:15:00	601 (1)	06:34:00 06:37:07	06:37:00 06:41:22	06:42:00 (FI) 06:49:37	06:54:00
06:47:00	594 (1)	07:06:00 07:05:51	07:09:00 07:11:28	07:14:00 (FI) 07:19:34	07:26:00
07:02:00	601 (1)	07:27:00 07:25:30	07:32:00 07:30:32	07:40:00 07:40:37	07:46:00
07:15:00	595 (1)	07:40:00 07:40:20	07:45:00 07:44:29	07:53:00 07:52:27	07:59:00
07:28:00	594 (1)	07:53:00 07:50:33	07:58:00 07:54:43	08:06:00 08:03:01	08:12:00
07:40:00	596 (1)	08:05:00 08:07:01	08:10:00 08:12:10	08:18:00 08:19:56	08:24:00
07:52:00	601 (1)	08:17:00 08:15:05	08:22:00 08:22:48	08:30:00 08:31:59	08:36:00
08:05:00	595 (1)	08:30:00 08:28:15	08:35:00 08:34:02	08:43:00 08:42:53	08:49:00
08:18:00	594 (1)	08:43:00 08:39:32	08:48:00 08:44:35	08:56:00 08:51:56	09:02:00
08:31:00	596 (1)	08:56:00 08:59:02	09:01:00 09:04:39	09:09:00 (FI) 09:14:16	09:15:00

Figura 4: Monitoramento da Regulação da Linha

6 EVOLUÇÃO DO SOMArt

Para uma melhor eficiência do monitoramento em tempo real há uma necessidade de aumento no número de antenas da malha viária, isto porque algumas linhas são captadas por apenas duas antenas. Como visto anteriormente, alguns eventos e fatores afetam a estimativa da passagem dos veículos nas antenas, isto é, afetam diretamente a operação das linhas. Diante disso, é importante ampliar a coleta de dados sobre como estão sendo realizadas às viagens definidas pela Tabela Horária. Neste contexto é que se insere a evolução do SOMArt pela substituição das estações fixas pelo o uso de GPS/GPRS. Cada veículo será equipado com o GPS e através de um sistema de transmissão/comunicação (GPRS) apropriado serão enviadas as informações ao centro de comunicação na central de monitoramento. A Figura 5 apresenta a nova configuração do sistema.

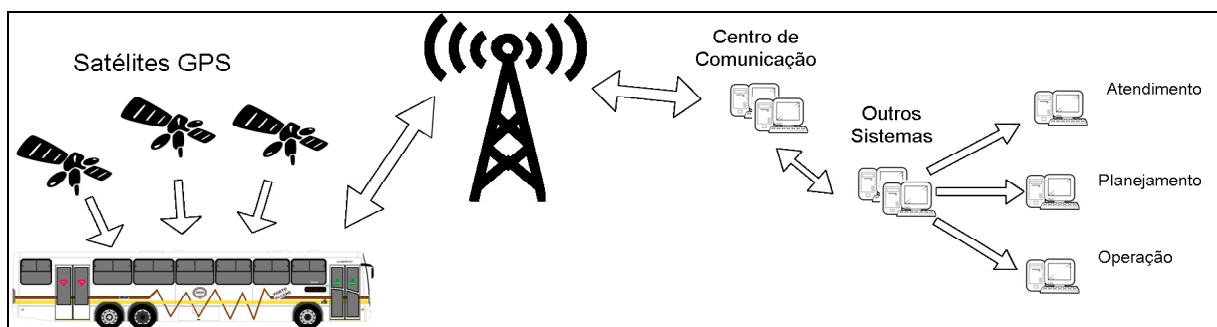


Figura 5: Configuração do sistema de AVL a ser implantado

O uso do GPS irá propiciar uma cobertura total do sistema, acurácia das informações, maior controle e eficiência do serviço prestado. Através da localização dos veículos no trânsito e o comparativo com sua tabela de serviço será possível passar uma mensagem para o motorista dizendo que o mesmo está atrasado ou muito próximo de um outro carro evitando desta forma

o comboio. O *up grade* propiciará melhoria do nível de serviço através da melhor regulação da linha e do controle do tempo de viagem além da disponibilidade da informação ao usuário.

7 COMENTÁRIOS FINAIS

Mesmo havendo tecnologia mais moderna de localização de veículo e gerenciamento de frota a evolução do SOMA para o SOMArt passou a ser um instrumento de suma importância estratégica e de grande utilização. É possível acompanhar com agilidade os eventos ocorridos no sistema. Ações *on-line* permitiram um avanço em relação à análise de relatórios que era realizada com o SOMA

O uso do SOMArt propiciou melhoria na qualidade do serviço prestado à população; suporte técnico ao processo decisório obtido pela consolidação do banco de dados; metodologia adequada para a análise do desempenho; auditoria permanentemente; *feedback* de todo o processo operacional; capacitação do pessoal, tanto operação como planejamento; possibilidade de reprogramação das linhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABKOWITZ, M. D. (1978) **Transit Service Reliability**. Cambridge, MA: USDOT Transportation Systems Center and Multisystems, Inc. (NTIS No. UMTA/MA-06-0049-78-1).
- BALCOMBE, R., Marckett, R., Paulley, N., Preston, J., Shires, J., Titheridge, H., Wardman, M. and White, P. (2004). **The Demand for Public Transport: A Practical Guide**. TRL Report, TRL593, TRL Limited.
- CEDER, A. (2007) **“Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice”**, Elsevier, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 640 p.
- Centre for Sustainable Transportation (2002) **“Sustainable Transportation Performance Indicators Project: Report on Phase 3.”** Managed by Centre for Sustainable Transportation in cooperation with IBI Group and Metropole Consultants. December 31, 2002.
- CTB (1997) **Código de Trânsito Brasileiro**, Lei N.o 9503, de 23 de Setembro de 1997.
- EBERLEIN, X.J., Wilson, N.H.M., Barnhart, C., Bernstein, D. (1998) **“The Real-Time Deadheading Problem in Transit Operations Control”** Transportation research (Part B), Vol 32, N.o. 2.
- JENSEN, C. (1996) **ITS in Austrália (on line)**. Disponível na Internet via WWW.URL: <http://www.squirrel.com.au/qdot/australia.html>. Arquivo gerado em 5 de fevereiro de 1996 e capturado em 15 de abril de 1997.
- KANNINEN, B.J. (1996) **Intelligent Transportation Systems: an Economic and Environmental Policy Assessment**. Transportation Research, Londres, V. 30A, n. 1, p-10.
- LITMAN, T. (2006) **Evaluating Transportation Equity. Guidance for incorporating impacts in transportation planning**. Victoria Transport Policy Institute.
- RIBEIRO, J.L.D. e MOTA, E.V. (1996) **O Desdobramento da Qualidade: modelos para serviços e para a manufatura**. Porto Alegre: PPPGEP, EE/UFRGS, 1996. (Caderno Técnico, 5).
- SANTI, C. E.G. e Goldner, L. G. (2009) **Aceitação de sistemas avançados de informação ao condutor – ATIS por diferentes categorias de condutores em cidades brasileiras de porte médio**. Revista dos Transportes Públicos – ANTP – Ano 31 – 2009 – 1.º quadrimestre, p.81-91.
- SAINT-LAURENT, B. (1997) **Information Systems for Public Management**. In NWAGBOSO, C. O. (Ed). **Advanced Vehicle and Infrastructure Systems; Computer Application, Control and Automation**. England: John Wiley & Sons Ltd., Cap. 15, p 342-369.
- SILVA, D.M. (2000). **Sistemas Inteligentes no Transporte Público Coletivo por Ônibus**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-graduação - UFRGS.
- STRATHMAN, J. G. e Kimpel, T. J. (2000) **“Bus Transit Operations Control: Review and an Experiment Involving Tri-Met’s Automated Bus Dispatching System, Volume I.”** Portland State University, Portland, Ore.
- TCRP Synthesis 24 (1997) **AVL Systems for Bus Transit: A Synthesis of Transit Practice Transportation research Board National Research Council**. National Academy press, Washington, D.C.
- TEXIER, P. e Meyere, A. (1987) **Les Systemas d’Aide a l’Exploitation des Reseaux d’Autobus et d’Information du Public**. In: Transports Guidés, Systèmes et Communications. Paris: PRDTT.
- WILSON, N., Macchi, R. A., Fellows, R. E., and Deckoff, A. A. (1992) **Improving service on the MBTA Green Line through better operations control**. Transportation Research Record 1361, 10-15.