

GLEIDY FOSCHETTI

**Curso De Pós-Graduação *Lato Sensu* – Especialização em
Transportes e Trânsito**

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)
APLICABILIDADE NO MONITORAMENTO DO
TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS**

**Belo Horizonte
2008**



GLEIDY FOSCHETTI

**SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)
APLICABILIDADE NO MONITORAMENTO DO
TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Transportes e Trânsito do Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista.

Área de Concentração: Engenharia de Transportes
Orientador: Professor Alexandre Meirelles

Belo Horizonte

2008



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho
aos meus filhos Bruno e Júlia por entenderem minha ausência e
ao meu esposo Vitor Hugo, pelo apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma , contribuíram para a concretização deste trabalho, em especial aos colaboradores do DER/MG e BHTRANS.

Ao meu orientador Prof. Alexandre Meirelles, pela honrosa orientação.

“Não há saber mais ou saber menos.

Há saberes diferentes”

Paulo Freire

RESUMO

Este trabalho discorrerá fundamentalmente sobre o planejamento e estruturação do transporte coletivo urbano de passageiros, com base num Sistema de Transporte Inteligente - ITS, dando ênfase ao Gerenciamento e Otimização do mesmo. O monitoramento eletrônico é um sistema que coleta dados operacionais referentes à frota em operação, tais como: localização constante dos veículos em tempo real, número de viagens realizadas, receita, passageiros transportados, produção quilométrica total de cada veículo. O monitoramento eletrônico é um sistema que coleta dados operacionais referentes à frota em operação. Esses dados comparados a outros, definirá a necessidade, ou não, do redimensionamento dos horários e frota, a criação ou extinção de linhas. Este sistema, bem gerenciado ameniza os problemas de congestionamento no trânsito, gera uma maior produtividade, diminuiu o consumo de combustível, e da poluição atmosférica com o conseqüente aumento da qualidade de vida da população. O produto da associação dessas tecnologias, gera a excelência no transporte, onde o usuário se beneficia com os serviços de qualidade prestados, e o empregador fiscaliza de forma clara o funcionamento da sua frota, podendo diminuir custos. A cidade ganha como um todo, pois com o dinamismo do sistema de monitoramento, é possível verificar com transparência o sistema coletivo de transporte público, a qualidade e confiabilidade do serviço, podendo com isso acompanhar a situação e fluidez do transporte coletivo, de forma correta e sem possíveis manipulações, na busca da melhoria de qualidade de vida dos usuários do Transporte Coletivo Urbano de Passageiros.

ABSTRACT

This work mainly talk about the planning and structuring of urban mass transit system based on an Intelligent Electronic Monitoring (SIM), emphasizing the Management and Optimization of it. The electronic tracking is a system that collects operational data relating to the fleet in operation, such as the location of vehicles constant in real time, number of trips made, recipe, passengers carried, production total mileage of each vehicle. The electronic tracking is a system that collects operational data relating to the fleet in operation, such as the location of vehicles in real-time, number of trips made, revenue, passengers carried, production total mileage of each vehicle. These figures compared to others, define the need, whether or not the resizing of schedules and fleet, the creation or extinction of lines. Aiming also the comfort and safety of users and operators, will provide data on the implementation of the framework of times previously specified, the number of accidents, defects in vehicles on the routes, number of burglaries and places of high incidence, such information being passed on time Real, the vehicle to the central operations. This system, well managed alleviate the problem of congestion in traffic, especially in urban areas, keeping the average speed of buses in the main corridors, generating greater productivity, decreased fuel consumption, air pollution and with the consequent increase in quality of life of the population. The product of the combination of these technologies, creates excellence in the transport, where the user benefits with the quality of services rendered, and the employer monitors clearly the operation of its fleet and may reduce costs. The city earns as a whole, because the dynamism of our monitoring system, you can check with the transparent system of collective public transport, quality and reliability of service and can monitor it with the fluidity of the situation and mass transit, as it should and without possible manipulation, allowing plan their trips.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 DESENVOLVIMENTO | 10 |
| 2.1 Histórico | 10 |
| 3 METODOLOGIA | 12 |
| 4 TRANSPORTE PÚBLICO | 13 |
| 4.1 Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH | 15 |
| 5 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL - GPS | 19 |
| 5.1 Como funciona o GPS | 21 |
| 5.1.1 Cobertura Satelital em Alta Órbita | 23 |
| 5.1.2 Cobertura Satelital em Baixa Órbita | 24 |
| 5.1.3 Rastreamento Veicular Via Celular | 25 |
| 5.2 Tipos de equipamentos | 26 |
| 5.3 Hardware | 28 |
| 5.4 Software | 29 |
| 5.5 Armazenamento de Dados – ASP | 30 |
| 6 UM NOVO SISTEMA PARA O MONITORAMENTO DO TRANSPORTE | 33 |
| 6.1 Sistema Inteligente de Transporte – ITS | 34 |
| 6.1.1 Características das Aplicações de Sistemas Inteligentes | 36 |
| 6.1.1.1 Sistema de bilhetagem Eletrônica | 37 |
| 6.1.1.2 Sistema de localização automática de veículos – AVL | 38 |
| 6.1.1.3 Sistema de informações ao usuário (painéis de informações) | 38 |
| 6.1.1.4 Sistema de priorização em semáforos | 39 |
| 6.1.1.5 Sistema de informações via internet | 39 |
| 6.1.1.6 Sistema de monitoração de imagens | 39 |
| 6.1.1.7 Sistema de gerenciamento de frota | 40 |
| 6.1.1.8 Sistema de comunicações | 40 |
| 6.2 Centro de Controle Operacional – CCO | 41 |
| 7 COMPUTADOR DE BORDO | 43 |
| 7.1 Atuadores a serem utilizados nos veículos | 44 |
| 8 TESTE DE DESEMPENHO DO SISTEMA GPS | 48 |
| 8.1 Procedimentos de Teste | 48 |
| 8.2 Conclusão | 49 |
| 9 MONITORAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO DO ÔNIBUS NO BRASIL | 50 |
| 10 MONITORAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO DO ÔNIBUS NO EXTERIOR | 52 |
| 11 RESULTADOS ESPERADOS | 53 |
| 11.1 Vantagens da utilização de rastreadores | 53 |
| 12 BENEFÍCIOS ESPERADOS | 55 |
| 13 CONCLUSÃO | 58 |
| REFERÊNCIAS | 59 |

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da nação e a necessidade de atender a mobilidade, o trânsito e o transporte público, faz com que órgãos responsáveis procurem a cada dia melhorar o atendimento aos usuários, trazendo conforto, qualidade, segurança, confiabilidade e eficiência dos serviços prestados.

Em pleno século XXI, com a propagação da tecnologia e com a busca constante de inovações para o mercado e métodos que visem a segurança da população, segurança esta que se tornou vital em diversos ramos empresariais, surge o Sistema de Transporte Inteligente - ITS, poderosa ferramenta de planejamento e gestão do transporte público, fato inimaginável há alguns anos.

ITS é um conceito com aplicação mundial que visa integrar os caminhos dos transportes, com as tecnologias de comunicação eletrônica, informática, dentre outros, com o objetivo de fornecer ao usuário final informações decisivas, enquanto este estiver em trânsito. Este sistema é capaz de determinar com extrema precisão, a qualquer tempo, o posicionamento de qualquer corpo na superfície terrestre. Um "milagre tecnológico", ao desenvolvimento de redes de rastreamento, utilizando como peça principal a tecnologia GPS - Sistema de Posicionamento Global.

Este trabalho discorrerá fundamentalmente sobre a apresentação e discussão do planejamento e estruturação do transporte urbano com base neste novo sistema (ITS).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

Segundo Hurn (1989), o Sistema de Posicionamento Global ou "GPS" foi criado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Como foi primeiramente um sistema de defesa, ele foi projetado para ser inacessível a interferências, se o satélite e o receptor estiverem fora de sincronismo a distância será deslocada. Para eliminar qualquer desvio de medida da hora, são feitas quatro medições, ao invés de três, cancelando erros do relógio receptor. "A confiabilidade do sistema de monitoramento via satélite é garantida pela tecnologia utilizada, que permite fornecer dados exatos em qualquer lugar do mundo, por 24 horas".

De acordo com Moraes, Fitzgibbon e Walter, para se ter um mínimo de quatro satélites visíveis simultaneamente 24 horas por dia, em posição conveniente, foi concebida inicialmente uma constelação de 27 satélites, sendo três reservas. Moraes, Fitzgibbon e Walter apontam como principais objetivos do GPS: o auxílio à radionavegação em três dimensões com elevada precisão nos cálculos de posição, mesmo com usuários sujeitos a altas dinâmicas; navegação em tempo real; alta imunidade a interferências; rápida obtenção das informações transmitidas pelos satélites.

Segundo Bruton (1979), vários princípios devem ser levados em consideração, para o planejamento e a estruturação do transporte urbano, quais sejam, as condições urbanísticas, as condições sociais e a necessidade local. Para a instalação de uma rede de monitoramento eletrônico é necessário todo

um planejamento prévio e toda uma estrutura que deve ser organizada para servir como base. Vale salientar que, como diz o autor em sua obra “Igualmente, é essencial que a influência de longo prazo dos transportes e da acessibilidade em formar e mudar a estrutura das áreas urbanas sejam consideradas como um elemento integrante do planejamento dos transportes e do uso do solo”, fica clara a necessidade deste planejamento ser realizado de forma ampla, visualizando o potencial de crescimento das cidades. Observa-se ainda a preocupação do autor com o levantamento de campo, com as análises de custo-benefício, e com a modernização dos sistemas.

Como forma de modernização destes sistemas, a Fundação Assis Chateaubriand (2003), publicou um artigo onde as soluções para os problemas de transporte e tráfego, enfrentados por cidades como Belo Horizonte e Região Metropolitana, seriam a integração das linhas metrô-ônibus e o uso do Controle Inteligente de Tráfego.

Em artigo publicado no mesmo ano pela SPtrans (2003), denominado “Novo Sistema de Monitoramento Eletrônico”, que está sendo utilizado hoje, apontou-se o uso do GPS como solução para a otimização do transporte de passageiros, trazendo informações de percurso, viagens, acidentes, furtos, entre outros, em tempo real. Afinal, monitorando, otimizando e obtendo-se os meios para o financiamento de tecnologias há de ser viável a implantação destas, satisfazendo-se ao fomento das grandes metrópoles.

3 METODOLOGIA

Através de levantamento e análise de bibliografias, bem como informações obtidas por pessoas que trabalham com o sistema de monitoramento por satélite, poderá ser feita a caracterização do sistema GPS.

A pesquisa será realizada a partir de documentos considerados cientificamente autênticos. Além de fontes primárias, serão utilizadas as chamadas fontes secundárias, como dados coletados de órgãos oficiais gerenciadores de transportes, empresas particulares que trabalham com este tipo sistema, dentre outros.

Serão analisados também outras tecnologias existentes que são utilizadas no monitoramento do transporte coletivo por ônibus urbano, podendo ser destacadas as vantagens desses sistemas com base no GPS.

PROBLEMA

É viável a utilização do Sistema GPS para monitoramento do transporte coletivo?

4 TRANSPORTE PÚBLICO

As regiões metropolitanas brasileiras e, em particular, a de Belo Horizonte, têm apresentado um quadro crítico no que se refere aos transportes públicos de passageiros e ao trânsito nas zonas urbanas. É indiscutível que o sistema de transporte público ofertado na maioria das regiões brasileiras é de baixa qualidade e produz altos custos sociais. Por outro lado, o trânsito é caótico e produz centenas de fatalidades por ano, refletindo a ausência de uma política mais adequada ao setor.

As idéias desenvolvidas para equacionar os problemas do trânsito urbano nos países desenvolvidos podem, virtualmente, serem adotadas no Brasil. Entretanto, no que se refere aos transportes públicos em países em desenvolvimento, a dimensão dos nossos problemas não possui geralmente similaridade com aqueles países e, por isso, requerem um tratamento específico. Na falta de laboratório adequado para desenvolver pesquisas com tecnologias de transportes públicos, os países mais desenvolvidos têm se utilizado dos menos desenvolvidos como campo experimental. A maioria dos países em desenvolvimento e, em particular, o Brasil, os sistemas de transporte público são ineficientes, provocando inconveniências de toda ordem para as populações urbanas.

É notória a ausência de informações precisas para que as instituições governamentais atuem efetivamente nas questões envolvendo transportes públicos no país. O resultado é que os investimentos realizados até o momento no setor não produziram, na maioria dos casos, os efeitos desejados. Em

decorrência deste cenário, a contribuição do setor dos transportes públicos para o “Custo Brasil” tem sido muito significativa.

Os direitos e garantias fundamentais do indivíduo geram a necessidade de serviços públicos - toda ação realizada pelo Estado para a consecução do interesse público, também previstos na Constituição, no art. 175: “Incumbe ao Poder Público na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos”.

Já o art. 21 determina que compete à União: “XII – explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão: e) os serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros; XV – instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos;” e no art. 22 determina: “Compete privativamente à União legislar sobre: XI – trânsito e transporte”.

Aos Estados, que se organizam e se regem por suas Constituições e leis, foram reservadas as competências que não lhes sejam vedadas pela Constituição Federal. Depreende-se, pois, que os serviços públicos de transportes de passageiros

integram a competência privativa de cada entidade federativa, nos limites:

- ◆ o rodoviário interestadual (aquele realizado entre os Estados) e o internacional (aquele que ultrapassa as fronteiras brasileiras) são de competência da União;
- ◆ o coletivo realizado dentro dos limites municipais integra a competência do Município, podendo, inclusive, ter características de transporte rodoviário (aquele realizado entre sede e distrito); e

- ◆ o intermunicipal (aquele realizado entre dois ou mais municípios de um mesmo Estado), com características tanto rodoviário quanto urbano, é de competência do Estado-membro, por exclusão.

4.1 Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH

Região Metropolitana de Belo Horizonte ou RMBH é a terceira maior aglomeração urbana do Brasil, com uma população estimada de 5.145.501 habitantes em 2008, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, abrangendo uma área de 9.506,72 Km². Seu produto interno bruto (PIB) somava em 2005 cerca de 62,3 bilhões de reais, dos quais aproximadamente 45% pertenciam à cidade de Belo Horizonte.

A RMBH é o centro político, financeiro, comercial, educacional e cultural de Minas Gerais, representando em torno de 40% da economia e 25% da população do estado. A Grande BH é ainda o 62º maior aglomerado urbano do mundo e o sétimo maior da América Latina.

É constituída por 34 municípios: Baldim, Belo Horizonte, Baldim, Brumadinho, Caeté, Capim Branco, Confins, Contagem, esmeraldas, Florestal, Ibirité, Igarapé, Itaguara, Itatiaiuçu, Jaboticatubas, Juatuba, Lagoa Santa, Mário Campos, Mateus Leme, Matozinhos, Nova Lima, Nova União, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Rio Manso, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas, São José da Lapa, Sarzedo, Taquaraçu de Minas e Vespasiano, FIG. 1.

Desde a década de 1980, Belo Horizonte cresce a taxas bem menores que a média da RMBH. Na década de 1990, enquanto a capital cresceu apenas

1,1% ao ano, a RMBH cresceu 3,9%. Os maiores municípios da RMBH são, em ordem decrescente, Belo Horizonte, Contagem, Betim, Ribeirão das Neves e Santa Luzia, que juntos reúnem mais de 80% da população da região metropolitana.



Figura 1: Mapa da RMBH

O crescimento demográfico da RMBH diminuiu nas últimas décadas, embora ainda permaneça superior à média do estado. O crescimento concentra-se cada vez mais nos municípios periféricos, reduzindo-se ano após ano a participação de Belo Horizonte. A principal explicação para esse fenômeno é o reduzido espaço territorial de BH, que encarece o preço dos terrenos na cidade e leva a população a morar em municípios fora da capital mineira.

A Região Metropolitana de Belo Horizonte foi criada em 1973 pela Lei Complementar Federal n.º 14/73, e, atualmente, é regulamentada por leis complementares do Estado de Minas Gerais (LEC n.º88/2006 e (LEC n.º 89/2006). Dos 34 municípios da RMBH, apenas 13 estão efetivamente conurbados, o que leva alguns especialistas a defenderem uma redução do número de cidades pertencentes à RMBH. Outros argumentam que alguns municípios não-conurbados da RMBH são responsáveis por funções de interesse comum como a preservação de mananciais, devendo, portanto, fazer parte de região metropolitana.

A instituição oficial de uma região metropolitana visa a propiciar mecanismos de gestão metropolitana das funções públicas de interesse comum dos 34 municípios que a compõem, tais como saneamento básico, transporte público, planejamento territorial, habitação, saúde e educação.

A Constituição Federal determina em seu art. 25, § 3º, que cabe aos estados gerenciar em conjunto com os municípios os serviços e atividades de interesse supra-municipal nas regiões metropolitanas.

A Secretaria de Transportes e Obras Públicas – SETOP, gerencia através de consórcios, a prestação de serviço de administração e exploração, sob o regime de concessão do conjunto de linhas que compõem a rede integrada de transporte – RIT do Sistema Metropolitano de Passageiros da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH, onde as empresas que fazem parte desde consórcio são responsáveis pela operação de 879 linhas de ônibus, com uma frota operante de 2.768 veículos, o nº de passageiros transportados mensal é de 18.023.839 e realizando um total de 362.053 viagens / mês. O Departamento de Estradas de Rodagem – DER/MG é o órgão responsável pela fiscalização do transporte coletivo.

Atualmente, em Belo Horizonte, a BHTRANS é empresa responsável pelo planejamento, operação, fiscalização e gerenciamento do sistema de transporte coletivo, onde é composto por 265 linhas que contam hoje com uma frota de 2.819 veículos e 287 ônibus suplementares, distribuídos entre 48 empresas concessionárias e 47 garagens. A Produção quilométrica mensal do sistema é igual a 15.439.006 passageiros / mês, realizando um total de 702.156 viagens / mês.

5 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL - GPS

Segundo arquivo da SPtrans o GPS é um sistema de rádio navegação, baseado em satélite, desenvolvido e operado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. O GPS permite a usuários terrestres, marítimos ou aeronáutico determinar sua posição tridimensional, velocidade e horário, 24 horas por dia, sob qualquer condição climática e em qualquer local do mundo; com uma precisão e acurácia muito melhor do que qualquer outro sistema de rádio navegação disponível hoje ou em futuro próximo.

GPS é a abreviatura de *Global Positioning System*, ou seja, Sistema de Posicionamento Global. O mesmo consiste de uma rede de 24 satélites, em 6 planos de órbita sobre a terra a uma altitude de aproximadamente 20.200 Km, FIG. 2. É conhecida a existência de satélites reservas para uma substituição imediata, caso seja necessário.



Figura 2: Satélites em órbita

Por meio de um receptor GPS pode-se determinar uma posição geográfica exata sobre a superfície terrestre (latitude e longitude). Com os 6

planos de órbita e ângulos de 60 graus, cada satélite percorre duas voltas ao redor de nosso planeta em 24 horas e promove uma ampla, e excelente, cobertura, FIG. 3.

Sua finalidade é informar a real posição do receptor (latitude e longitude) e, a partir disso, calcular e determinar a velocidade real e o tempo estimado para pontos marcados.

Pode-se dividir o GPS em três grupos: Espacial, Controle e Usuários (receptores).

- Segmento espacial: É formado por satélites, estes estão em órbitas espaçadas de tal forma que em qualquer momento, pelo menos 6 satélites estarão visíveis ao usuário, em qualquer lugar do mundo. Os satélites transmitem continuamente ondas de rádio com informações sobre posição e horário para usuários em qualquer lugar do mundo. O primeiro satélite do programa foi lançado ao espaço em fevereiro de 1978 e pesava um pouco menos de 1 tonelada.
- Segmento de controle: É formado pelas estações de solo, cujo objetivo é supervisionar e controlar os satélites e seus planos de órbitas. Consiste de uma Estação Principal de Controle, localizada no Colorado (Estados Unidos), e mais cinco Estações Monitoras distribuídas em vários pontos próximos à linha do Equador.
- Segmento Usuário: Neste grupo estão incluídos todos os receptores, tanto civis como militares. Os receptores podem ser divididos em campos de atuação e tipos de canais de recepção.

Um fato mundial está acontecendo, esse equipamento já é aceito por muitos outros órgãos e empresas que o consideram indispensável na operação diária. O GPS pode ser usado como auxiliar para motoristas (mapas de cidades e

estradas), em empresas transportadoras e de segurança (monitoração de veículos), na topografia (medições e demarcações), empresas de ônibus (planejamento operacional), todos com o simples objetivo de saber a real posição de qualquer objeto a ser georreferenciado.



Figura 3: Satélite em órbita

5.1 Como funciona o GPS

O modo de funcionamento desse sistema é extremamente simples, porém com alta tecnologia envolvida. Esse equipamento proporciona uma excelente precisão com um custo relativamente baixo. Seu emprego não está limitado unicamente à navegação, sendo utilizado também como sistema localizador, e em outros recursos que necessitem de relógios atômicos.

Apesar de existirem vários modelos de receptores GPS, e diferenças em suas apresentações e disposições de botões, a lógica de funcionamento e o princípio básico, são sempre os mesmos para todos os equipamentos.

NAVEGAR: o termo é muito utilizado nesse segmento e tem como significado o ir de um ponto a outro sempre sabendo sua exata posição. O

princípio de localização de um GPS está baseado no conceito distância-velocidade-tempo, ou, seja refere-se à geometria esférica. Pode-se dizer que a interseção entre quatro esferas resulta num único ponto.

Baseado na posição dos satélites (posições conhecidas), ao calcular o tempo gasto desde a saída até sua chegada ao receptor e sabendo-se a velocidade na qual o sinal navegou, determina-se uma distância. Essa distância define o raio para cada uma das esferas que, relacionadas entre si, determinam um ponto ou uma área de coincidência. Desta forma determina-se exatamente a localização do ponto. Uma vez definidos estes pontos base, os veículos são equipados com uma antena GPS, que, através dos sinais recebidos, localizam a posição do veículo a cada instante. Tem-se, portanto, o controle total dos itinerários cumpridos pelos veículos ao longo do dia.

O rastreamento via satélite acontece da seguinte maneira: a Constelação GPS (Sistema de Posição Global) envia um sinal para o veículo, definindo assim, o seu posicionamento. O veículo monitorado então se comunica com o Satélite de Alta Órbita Inmarsat. Esse Satélite repassa a informação para a estação repetidora, que imediatamente transfere a mensagem para a Central de monitoramento, via Internet, para que o usuário do sistema saiba exatamente a posição de toda a frota usuária e para que ele possa controlá-la à distância. Assim que o cliente recebe esse sinal, ele utiliza então todos os serviços que adquiriu, através do Software (programa) e monitorando o Hardware instalado em seus veículos. Esse processo acontece em segundos, devido à eficiência e ampla cobertura do Satélite.

Existem dois tipos de cobertura satelital, cujas características e funcionamento são apresentados a seguir.

5.1.1 Cobertura Satelital em Alta Órbita

Essa cobertura permite melhor angulação de sinais, para a comunicação em tempo real (que, no caso do Satélite Inmarsat D+, é de 4 a 5 minutos) dos veículos monitorados que transitam em todo Brasil e América Latina, ou na área de atuação do Satélite.

Com essa tecnologia, o usuário não precisará se preocupar com áreas de sombra ou problemas de ruídos, acidentes geográficos como cadeias montanhosas ou florestas e condições climáticas adversas, pois não existe interrupções na cobertura, que será realizada 24 horas por dia.

Os Satélites de Alta Órbita utilizados para esse fim são o Inmarsat D+ (Jabbur, Controlsat e Sitrack), e o Brasilsat (Autotrak).

O funcionamento do Rastreamento Via Satélite acontece da seguinte maneira: a Constelação GPS envia um sinal para o veículo, definindo assim, com a precisão de 10 a 15 metros, o seu posicionamento. O veículo monitorado então se comunica com o Satélite de Alta Órbita Inmarsat D+. Esse Satélite repassa a informação para a estação repetidora, que imediatamente transfere a mensagem para a Central de monitoramento, via Internet, para que o usuário do sistema saiba exatamente a posição de toda a frota usuária do sistema, e para que ele possa controlá-la à distância. Assim que o cliente recebe esse sinal, ele poderá então utilizar todos os serviços que adquiriu, através do Software e monitorando o Hardware instalado em seus veículos. Todo esse processo acontece em segundos, devido à eficiência e ampla cobertura do Satélite Atlantic Ocean Region West - AORW (linha verde).

Cada veículo ou empresa possui um número de identificação único. Sempre que o ônibus ou a empresa inicia a comunicação, a Central de Gerenciamento identifica quem está chamando e o interliga ao destinatário. Veja na FIG. 4, o esquema de comunicação da rede.



FIGURA 3 – Esquema de comunicação da rede

5.1.2 Cobertura Satelital em Baixa Órbita

O sistema ORBCOM serviço de comunicação de dados e mensagens via satélite, baixa órbita, que recebe as informações de qualquer veículo rastreado através de alguns Satélites, em movimento, que estejam em uma posição mais baixa que os Satélites de Alta Órbita.

A constelação de satélites de baixa órbita ORBCOMM, possibilita a comunicação bidirecional de pequenos pacotes de dados de qualquer ponto do planeta para qualquer computador conectado à Internet. O único problema é que, devido ao fato de os Satélites estarem em movimento, e em uma posição

mais baixa, existem muitas áreas de sombra. Isso faz com que a comunicação entre o equipamento e o Satélite demore muito mais tempo, podendo chegar a 6 horas de diferença.

Para uma empresa que não tem como objetivo a segurança de sua frota, mas somente a logística, não existe problema, porque os dados não se perdem. Eles ficam armazenados no Satélite para depois serem descarregados na Base de Operações do cliente, ou da empresa que realiza o monitoramento. Seu diferencial é que o custo de comunicação é muito inferior ao custo do Satélite de Alta Órbita.

As mensagens geradas por uma variedade de aplicações são coletadas e transmitidas por um Subscriber Communicator - SC para um satélite da constelação ORBCOMM. O satélite retransmite estas mensagens para uma estação "Gateway" terrestre do sistema ORBCOMM (GES). A mensagem é enviada através do Centro de Controle do Gateway – GCC, para o seu destino por meio da Internet ou de outras redes terrestres até um microcomputador pessoal, um outro SC ou mesmo um pager.

5.1.3 Rastreamento Veicular Via Celular

O Rastreamento Veicular Via Celular acontece através de um equipamento instalado no veículo, que transmite informações, com ou sem logística, a respeito dos acontecimentos da frota de uma empresa, através de comunicação on-line para o envio de dados pelo celular. Nesse sistema também existe a tecnologia GPS, para a verificação do posicionamento do veículo, porém as mensagens e dados, ou voz, são transmitidos pelo equipamento de celular.

5.2 Tipos de equipamentos

Vários são os tipos de equipamentos, e a descrição de cada um deles merece sua apresentação como se segue abaixo.

a) GSM (Global System for Mobile Communications)

Inicialmente implementado na Europa, o GSM está presente em mais de 180 países nos cinco continentes. Seus passos evolutivos passam pelo GPRS, que introduz a comutação por pacotes. O EDGE, através da melhoria na interface aérea, oferece taxas próximas às taxas mínimas dos sistemas de terceira geração e o UMTS, que adiciona à rede GSM/GPRS/EDGE uma interface aérea de alta performance, oferecendo comunicação multimídia, global, simultaneamente a todos os usuários da rede.

Através da tecnologia GSM, os usuários podem acessar dados pelo celular em velocidades de até 144 Kbps - dez vezes mais rápida que a transmissão tradicional nos celulares CMDA, que é de no máximo 14,4 Kbps.

Durante a transferência de pacote de dados, o compartilhamento do canal ocorre por espaço disponível. Dessa maneira, o usuário poderá ter tarifas menores do que as do tradicional sistema. O preço da comunicação é cobrado por volume de bits transmitidos e não mais por ocupação do canal (tempo de conexão), sendo este, outro benefício oferecido pelo GSM quando comparado à lentidão e ao alto custo do WAP (wireless application protocol).

b) SMS (Short Message Service)

Serviço disponível nos sistemas digitais, que permite o envio e a recepção de mensagens até 160 caracteres através do centro de mensagens do operador do seu telefone. Se o telefone destino estiver desligado ou fora de alcance, as mensagens são guardadas no centro de mensagens garantindo assim que não serão perdidas.

c) SMSO (Short Message Service Mobile Originated)

Permite ao utilizador enviar mensagens de texto de até 160 caracteres para outro terminal GSM.

d) SMSM (Short Message Service Mobile Terminated)

Permite ao utilizador receber mensagens de texto de até 160 caracteres no visor do aparelho.

e) GPRS (General Packet Radio Services)

A tecnologia GPRS permite às redes celulares uma maior velocidade e largura de banda sobre GSM, melhorando a capacidade de acesso móvel à Internet.

Os serviços que estão sendo utilizados através do GPRS utilizam essa tecnologia devido ao fato de ela permitir a transmissão de dados por pacotes de informação, dando aos utilizadores a possibilidade de estarem permanentemente *online* com ligação imediata à Internet, FIG. 4.

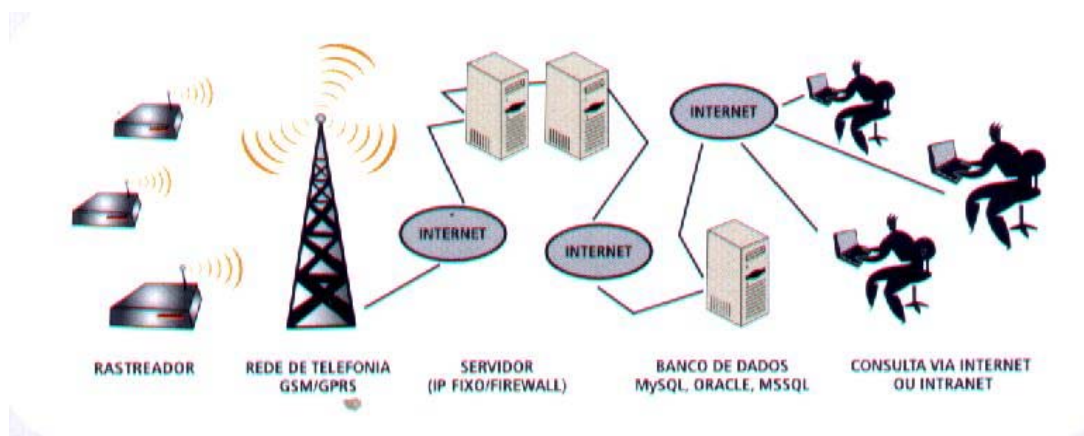


Figura 4: Sistema GPRS/GSM

5.3 Hardware

O Hardware é o tipo de sensor ou conjunto de equipamentos instalados nos veículos monitorados. Ele será definido de acordo com o interesse e a necessidade de cada empresa. As possibilidades de utilização são:

a) Sensores - equipamentos que são instalados em toda a frota para o seu constante monitoramento. Eles são responsáveis por informar as variações de *status* do veículo, durante a viagem, ao computador de bordo. Para que o usuário seja informado de algum movimento suspeito, qualquer violação pode ser visualizada por ele, direto da sua base de operações ou da Central de Monitoramento escolhida.

Eles podem detectar variações no estado da ignição, na velocidade do veículo durante o percurso, tentativas de violação do sistema, abertura não prevista das portas. Através desses sensores, o motorista ou o próprio cliente também pode acionar o travamento ou o destravamento das portas do coletivo, aumentando ainda mais a sua segurança.

b) Atuadores - os atuadores são mecanismos que interferem diretamente nas condições do veículo, no caso de algum movimento ou situação suspeita. Eles podem ser ativados pelo computador de bordo ou pela base de operações da empresa, bloqueando o veículo de forma definitiva, ou por um período de tempo determinado, travando as portas, ativando sirenes internas, cortando o combustível ou realizando algum outro comando de acordo com o interesse da empresa.

5.4 Software

O Software é o programa desenvolvido pela empresa, que permitirá ao cliente definir quais as possibilidades de controle e monitoramento que ele terá com relação à sua frota. Através de uma Base de Operações montada na própria

empresa, ou em outro local previamente definido, o usuário poderá determinar qualquer comando para que o seu veículo trafegue de acordo com as exigências estabelecidas. Esse monitoramento pode acontecer a qualquer hora, através do Software ou também, em alguns casos, pela Internet.

5.5 Armazenamento de Dados – ASP

O Armazenamento de Dados ou ASP, é o registro de todas as informações provenientes do Satélite, após cada contato com os equipamentos utilizados. Ele pode ser feito pela empresa responsável pelo monitoramento dos veículos ou por outra Central, que envia, via Internet, essas informações para o controle da frota. Seguem abaixo os tipos de tecnologias disponíveis para armazenamento de dados do sistema.

Sistema AVL (Automatic Vehicle Location)

A sigla AVL – Automatic Vehicle Location (Localização Automática de Veículos) define sistemas onde a tecnologia GPS é utilizada para o monitoramento de veículos. O sistema consiste basicamente de uma central de controle, um link de comunicação entre esta central e as unidades móveis e os veículos propriamente ditos, equipados com um hardware específico para este fim. Os computadores embarcados nos ônibus, chamados de AVL, aos quais está acoplado um equipamento GPS, FIG. 5, transmitem automaticamente dados como linha, sentido e posição de cada veículo, parado ou em trânsito, para um centro de processamento de dados.



FIGURA 5: Equipamento Geo-estacionário com GPS – (Rastreador - DMR-200C).

A Central necessita de um software de monitoramento, dos mapas digitais da área de cobertura do sistema e de um dispositivo de comunicação, que pode ser um rádio ou *modem*. Alguns softwares permitem o gerenciamento de vários tipos diferentes de links de comunicação, e até mesmo acesso a um banco de dados Sistema de Informação Geográfica - GIS, ou a qualquer outro tipo de banco de dados. Neste caso é possível o acesso remoto a um banco de dados a partir de uma unidade móvel.

Itens complementares para apoiar a gestão e controle da operação:

- Sistemas que normalmente estão integrados aos sistemas AVL;
- Software de controle de despacho (controle de partidas e chegadas);
- Terminais de bordo para motorista;
- Alarme de emergência (pânico);
- Comunicação digital.

Sistemas eventualmente integrados aos sistemas AVL:

- Informação ao usuário em tempo real;

- Contadores automáticos de passageiros;
- Sistemas automáticos de pagamento de passagens;
- Anúncio sonoro de paradas;
- Painéis de informação automáticos de paradas;
- Monitoração dos componentes dos veículos;
- Tratamento preferencial em semáforos.

Conhecido o sistema do GPS será possível verificar sua utilização no monitoramento do transporte de ônibus coletivo e compará-lo com outras tecnologias existentes. Dessa forma poderá ser feita a análise para que sejam conhecidas as vantagens desse sistema.

6 UM NOVO SISTEMA PARA O MONITORAMENTO DO TRANSPORTE

O controle eficaz da operação do transporte coletivo é um dos grandes desafios dos órgãos gestores de transporte, devido a sua repercussão sobre diversos aspectos da administração do transporte, que vão desde a remuneração das empresas concessionárias à qualidade dos serviços na ótica do usuário.

Na busca de melhoria dos parâmetros de segurança, pontualidade, confiabilidade, conforto dos usuários e eficiência dos operadores, o novo sistema, fornecerá ainda, dados quanto ao cumprimento do quadro de horários especificado, ao número de acidentes ocorridos, defeitos nos veículos nos itinerários, número de assaltos e locais de maior incidência, sendo tais informações repassadas em tempo real, do veículo à central de operações, que deverá imediatamente providenciar o devido socorro, com o objetivo de “Garantir o deslocamento das pessoas em um transporte coletivo de qualidade, integrado e rápido, considerando a priorização na circulação viária e nos investimentos públicos e privados” e “Garantir que os deslocamentos sejam feitos de forma segura, reduzindo os acidentes, o número de feridos e, principalmente, as mortes.”

O novo sistema de monitoramento deverá coletar dados operacionais referentes à frota em operação, tais como, número de viagens realizadas, receita, passageiros transportados, produção quilométrica total de cada veículo, que comparados a outros dados coletados, definirá a necessidade, ou não, do redimensionamento dos horários e frota, criação ou extinção de linhas, possibilitando um melhor serviço e uma real composição do custo do transporte

coletivo, relacionando as linhas e/ou empresas deficitárias na operação, para a devida correção gerando pois, um equilíbrio financeiro dentro do próprio sistema.

Um sistema bem gerenciado ameniza os problemas de congestionamento no trânsito, principalmente nas áreas urbanas, mantém a velocidade média dos ônibus nos corredores principais, gera uma maior produtividade, diminuiu o consumo de combustível e da poluição atmosférica com o conseqüente aumento da qualidade de vida da população.

Uma outra grande vantagem desse tipo de tecnologia é a possibilidade da integração do sistema com outros dispositivos eletrônicos presentes nos veículos.

6.1 Sistema Inteligente de Transporte – ITS

A gestão da operação do sistema de transporte coletivo de passageiros é uma tarefa complexa para os órgãos de governo responsáveis por este setor. Uma das grandes dificuldades desta atividade é o atendimento adequado da população através da coordenação eficiente entre os vários agentes que compõem a prestação do serviço de transporte.

Neste contexto interagem três elementos cujas participações podem ser assim resumidas:

a) Órgão gestor: dimensiona o sistema, supervisiona e fiscaliza a operação, informa o usuário sobre o serviço prestado, atende sugestões e reclamações de usuários no tocante à qualidade do serviço prestado pelas operadoras;

b) Empresa operadora: presta o serviço de transporte de acordo com o determinado pelo órgão gestor, informa o gestor sobre os dados operacionais de demanda e de arrecadação do sistema por ela operado;

c) Usuário: cliente do sistema, deve ser atendido integralmente pelo serviço de transporte, onde se inclui não só o transporte propriamente dito, mas todo o serviço de informação antes, durante e após a viagem, em condições de conforto compatíveis com o meio de transporte por ônibus urbanos.

Os métodos tradicionais de controle, gerenciamento e informação de sistemas de transportes vêm sendo substituídos, através do desenvolvimento de novas tecnologias tanto na área da informática quanto na área das telecomunicações, através da aplicação de Sistema Inteligente de Transporte (Intelligent Transportation System - ITS).

Os Sistemas Inteligentes de Transporte têm como um de seus principais benefícios fornecer, aos usuários da rede de transporte, informações relevantes à tomada de decisão antes e durante seus deslocamentos, através de tecnologias de comunicação (rádio, telefonia móvel, satélites, redes wireless, internet, fibra ótica, computador, etc.), além de tornar mais eficiente e rápido as ações dos órgãos gestores e empresas operadoras dos sistemas de transportes.

Um sistema de monitoramento e informação em tempo real é formado por três elementos básicos:

- a rede de transporte e trânsito;
- uma aplicação de telemática (informática e telecomunicações);
- o usuário (órgão gestor, empresas operadoras e usuário final).

Sua finalidade é:

- Permitir a monitoração em tempo real do posicionamento dos ônibus ao longo dos itinerários, possibilitando, quando necessário, intervenções na operação dos serviços;
- Prover informações de horários dos serviços aos usuários nos principais pontos de acesso à rede de transporte;
- Permitir o controle de velocidade dos ônibus, contribuindo para a redução de acidentes e ainda monitorar o desempenho e a condução dos veículos;
- Aumentar a segurança nos ônibus para operadores e passageiros;
- Melhorar a regularidade, pontualidade e confiabilidade dos serviços;
- Aprimorar a medição dos serviços prestados pelas subconcessionárias;
- Equilibrar oferta / demanda;
- Integrar-se a bilhetagem eletrônica no aperfeiçoamento da gestão dos custos e da demanda do transporte;
- Controle de tráfego na priorização dos ônibus nos semáforos.

O ITS não deve ser confundido com simples automação, uma vez que o elemento humano é imprescindível ao seu desenvolvimento. São sistemas (equipamentos e métodos) baseados na tecnologia, na padronização, na informação e nas telecomunicações, empregados na administração de redes de trânsito e transportes.

6.1.1 Características das Aplicações de Sistemas Inteligentes

Desenvolvimentos recentes na tecnologia de informação têm proporcionado grandes avanços no gerenciamento dos sistemas de transportes.

No mundo já existem várias tecnologias testadas e em funcionamento que estão auxiliando na tarefa de controle da operação do transporte público por ônibus. Esses sistemas geram informações úteis para o planejamento e operação dos sistemas de transportes. No Brasil, os investimentos em tecnologias avançadas ainda são muito modestos e estão focados em equipamentos que auxiliam no controle da evasão da receita. No entanto, percebe-se um crescente interesse, por parte dos órgãos gestores e operadores, em implementar sistemas automatizados para auxiliar na melhoria da qualidade dos sistemas de transportes e como forma de aumentar a produtividade do setor.

As principais aplicações de ITS na gestão do transporte coletivo são:

- Sistema de bilhetagem eletrônica (SBE);
- Sistema de localização automática de veículos (Automatic Vehicle Location AVL);
- Sistema de informações ao usuário (painéis de informações);
- Sistema de priorização em semáforos;
- Sistema de informações via internet;
- Sistema de monitoração de imagens (circuito fechado de televisão);
- Sistema de gerenciamento de frota (Automatic Vehicle Monitoring – AVM);
- Sistema de comunicações

6.1.1.1 Sistema de bilhetagem Eletrônica

Esse sistema tem como objetivo efetuar o controle da demanda e da arrecadação de Tarifas, além do controle por viagem, esse sistema também

permite a contagem do número de passageiros que embarcam e desembarcam em cada ponto, O sistema tem como principal vantagem a possibilidade de implementar diferentes políticas tarifárias e de integração entre os modos de transporte

6.1.1.2 Sistema de localização automática de veículos – AVL

É composto por um computador de bordo instalado em veículo dotado de antena GPS para obtenção da coordenada geográfica referente ao local onde o veículo se encontra. O computador de bordo envia a coordenada obtida para uma Central de Controle que atualiza a posição do veículo em uma base cartográfica digital pré-definida.

6.1.1.3 Sistema de informações ao usuário (painéis de informações)

Responsável por transmitir mensagens de áudio e/ou vídeo para pontos de embarque e desembarque, terminais eletrônicos, dispositivos de telefonia móvel e sites na internet, contendo informações de identificação e localização dos veículos e previsão de tempo de chegada dos veículos em pontos estratégicos além de informações sobre o *status* dos serviços e eventos na via.

6.1.1.4 Sistema de priorização em semáforos

Com a função de dar prioridade para a passagem dos ônibus nas interseções semaforizadas, efetuando um balanceamento dos locais de acordo com o grau de saturação das vias e do grau de prioridade desejado para o ônibus.

6.1.1.5 Sistema de informações via internet

Esse sistema tem como função a veiculação, através de sites na internet e terminais eletrônicos, de informações sobre itinerários, horários de partidas e localização de pontos de parada, localização dos veículos na rede de transporte coletivo, além de informações sobre eventos e ocorrências, de tal maneira que os usuários possam obter informações atualizadas antes de saírem para realizar seus deslocamentos.

6.1.1.6 Sistema de monitoração de imagens

Os equipamentos *embarcados* são constituídos por câmeras de vídeo que tem como função monitorar o local da catraca, posto do cobrador e situação geral dentro dos veículos durante a passagem do usuário por esses pontos. A monitoração de imagens fora dos veículos poderá ser feita nos terminais de

integração através de câmeras de televisão e acessórios, utilizando um circuito fechado de televisão interligado aos equipamentos da central de controle.

6.1.1.7 Sistema de gerenciamento de frota

Esse sistema é responsável pela recepção dos dados oriundos dos sistemas mencionados anteriormente, processamento e envio de dados, tais como: velocidades, tempo de viagem, headway, ocupação, quilometragem percorrida, previsão de tempo de chegada, etc. para o sistema de informações ao usuário e para o servidor de dados onde serão armazenados em banco de dados específicos.

6.1.1.8 Sistema de comunicações

É responsável pela comunicação entre os diversos sistemas utilizando meio físico (fibra ótica, telefonia física) ou via frequência de ondas (telefonia móvel, ondas de rádio, etc.).

6.2 Centro de Controle Operacional – CCO

A Central de Monitoramento é o setor responsável pela interface entre o cliente e os veículos monitorados, transmitindo assim, suas informações. Ela deve possuir alguns servidores, que armazenam os dados, no-breaks e geradores, para o controle da energia, e uma equipe técnica disponível em tempo integral, FIG. 6, para manusear e supervisionar todo o aparato tecnológico.



Figura 6 – Central de Monitoramento

A Central de Controle Operacional tem como objetivo geral, realizar o controle da operação e monitoração do sistema de transporte coletivo, que se comunicará com equipamentos móveis embarcados nos ônibus, em tempo real, recebendo e enviando dados e informações sobre a operação da linha/viagem, através do computador de bordo. Também se comunicará com outras bases

fixas, tais como terminais de ônibus, pontos de parada e garagens das empresas operadoras.

Através do CCO, será permitido o levantamento de dados estatísticos recebidos dos subsistemas monitorados/controlados, tais como, frequência e pontualidade de linhas, quantidade de passageiros transportados por linha, quantidade de embarque /desembarque por ponto, frota operacional, estado dos equipamentos, ocorrências/desvios e anomalias do sistema, etc.

Essa Central de Gerenciamento ou Central de Monitoramento fica localizada na empresa prestadora do serviço, mas também pode ser montada no ambiente de trabalho do cliente, caso ele deseje controlar diretamente sua própria frota.

7 COMPUTADOR DE BORDO

O computador de bordo é o local de centralização de todas as informações e dados necessários para controlar, coordenar, supervisionar e monitorar os equipamentos embarcados no ônibus. Em condições normais, o computador de bordo estará obtendo periodicamente as condições operacionais dos equipamentos a ele conectados, reportando qualquer anomalia ao Centro de Controle Operacional-CCO e ao motorista através do visor do terminal.

São várias as ações que o computador de bordo terá habilidade para controlar, como por exemplo:

- Controle de painéis de informação de destino da linha;
- Controle de monitores de informação de itinerário;
- Audição pública no interior do ônibus para anunciar as paradas;
- Monitoração da ocupação do veículo (embarque/desembarque por ponto);
- Registro de eventos (qualquer ocorrência);
- Determinação da posição do veículo com base em GPS;
- Envio de alarme para o CCO quando o botão de pânico for acionado,;
- Monitoração interna por imagens – Câmara Digital (local da catraca/posto do cobrador e visão geral de todo o interior do veículo).

7.1 Atuadores a serem utilizados nos veículos

Os atuadores a serem utilizados nos veículos, dependem da necessidade de cada empresa ou serviço. São vários os tipos de atuadores:

a) Canal de Comunicação: permite ao sensor enviar os dados de posição, velocidade, alarmes, entre outras informações dos veículo que possui o equipamento ativado;

b) Antivandalismo: dispositivo especial que bloqueia o veículo caso o sensor ou quaisquer dos seus circuitos vitais sejam destruídos (requer que o veículo tenha ativada a função de bloqueio);

c) Botão de Pânico: ao ser acionado, gera um alarme silencioso que será recebido na página de bloqueio da empresa, e na central;

d) Bloqueio: em caso de emergência, e com prévia autorização da empresa, é acionado pelo monitor da central de monitoramento, o bloqueio do movimento do veículo (este dispositivo requer que o veículo tenha sido equipado com um bloqueador elétrico e mecânico do veículo);

e) Pedido de posição: informa a localização do veículo em qualquer momento;

f) Auto reporte por tempo: informa a localização do veículo a cada um período pré-definido no sensor. Pode ser selecionado para reportar sempre ou só quando o veículo estiver em movimento;

g) Verificação de estado (HEALTH CHECK) : ainda que o veículo fique inativo, e portanto sem gerar reportes, após um certo período de tempo pré-definido, o sensor envia um reporte de estado, para informar de seu correto funcionamento;

h) Programação remota: permite a reprogramação dos parâmetros do sensor, diretamente da base localizada na empresa;

i) Seleção de modo: quando o veículo ficar inativo, sem evento para reportar, o sensor passa a modo "dormindo", economizando bateria, e na ocorrência de qualquer evento, o sensor passa automaticamente a "acordado" voltando ao funcionamento normal;

j) Entradas digitais: são as entradas para conexão de botões de emergência adicionais e detectores de abertura de portas, violações dos atuadores etc;

k) Saídas digitais: permitem o acionamento de atuadores como exemplo o dispositivo de bloqueio etc;

l) Início de sobrevelocidade: informa a cada vez que o veículo supera uma velocidade pré-definida;

m) Fim de sobrevelocidade: informa cada vez que o veículo retorna à velocidade, permitida após uma sobrevelocidade. Permite informar o tempo em que o veículo rodou em velocidade não permitida;

n) Auto reporte por distância: informa a localização do veículo a cada uma quantidade de quilômetros pré definida;

o) Início e fim de parada: informa a cada vez que o veículo inicia e termina uma parada;

p) Porta para terminal de mensagens: permite a conexão de um terminal alfanumérico para intercambiar mensagem de texto entre o veículo e a página da empresa, assim como com a central de monitoramento;

q) Memória: quando o veículo não consegue acesso ao canal de comunicação, salva os eventos de alarme, posição, início, e fim de parada, na memória do sensor para serem enviados assim que a comunicação for restabelecida, sem perda de informação;

r) Compressão: permite ao sensor comprimir eventos de posição, início e fim de parada, sobrevelocidade, salvos na sua memória para serem enviados em um único pacote de informação, reduzindo a quantidade de mensagens veículo-base;

s) Economia de energia: define o tempo em que o veículo deve ficar inativo para o sensor entrar em modo "dormindo";

Sistemas Embarcados: constituídos por equipamentos e sistemas responsáveis por identificação da localização geográfica instantânea dos ônibus FIG. 7, captar e transmitir informações sobre a demanda, monitoramento do veículo no terreno, telemetria do veículo, registro dos dados de operação, comunicação com o motorista e cobrador, comunicação com as Centrais de Operação e Fiscalização e serviços de emergência (Polícia, Defesa Civil, Guarda Municipal, Bombeiros, etc.), controle do sistema de comunicações e de informações para o motorista e passageiro, geração de alarmes de operação e funcionamento dos equipamentos e sistemas embarcados, vigilância embarcada, intervenção remota no veículo e nos equipamentos embarcados de operação, gerenciamento e processamento de dados gerados pelos equipamentos transmitir ou gravar imagens, dados ou áudio quando forem acionados os alarmes.

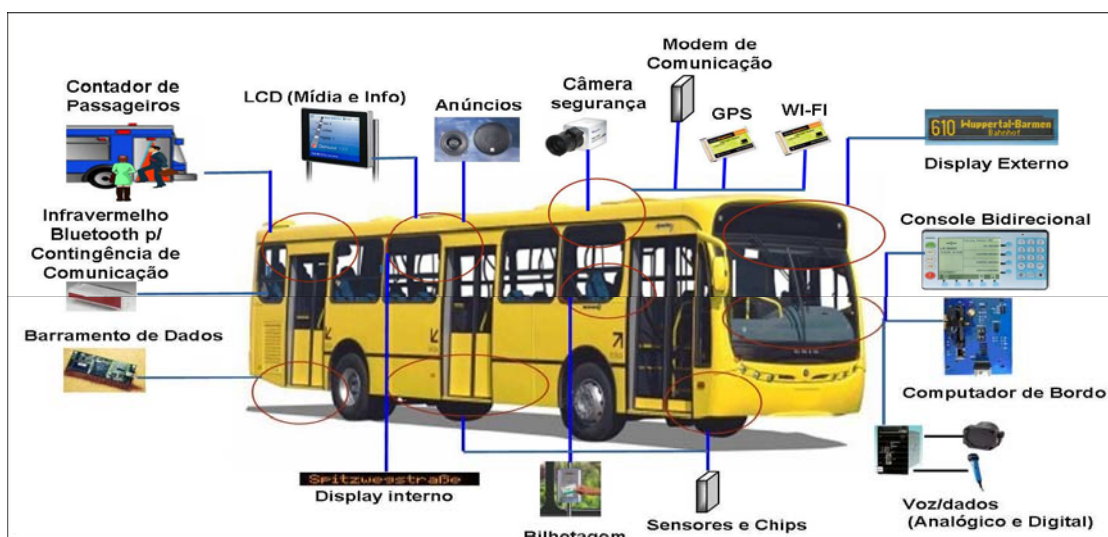


Figura 7: Ilustra os equipamentos que podem ser utilizados no sistema.

8 TESTE DE DESEMPENHO DO SISTEMA GPS

Segundo o Relatório de Testes de Funcionamento do GPS na Região Urbana de São Paulo, a fim de se avaliar o desempenho do GPS em trajetos urbanos da cidade de São Paulo, a COMPSIS em conjunto com a SPTrans, realizou um teste operacional para verificar o efeito das edificações e arvoredos sobre as medidas de posicionamento. Um sistema de teste constituído de receptor GPS, antena externa e computador portátil foi instalado em uma viatura e percorreu-se uma rota pré definida. Os dados coletados no teste foram processados posteriormente, sendo que o resultados alcançados foram plenamente satisfatórios.

Nas passagens pelos marcos constatou-se que 86,6% das medidas de posição encontravam-se dentro de uma tolerância de 50 metros e 100% das medidas dentro de uma tolerância de 100 metros. Quanto à influência das edificações e arvoredos também constatou-se um desempenho satisfatório visto que em 98,56% das medidas o GPS recebeu sinais de mais de 3 satélites e em 95,22% das medidas mais de 4 satélites. Nas situações em que houve a perda de sinais dos satélite, como na entrada de túneis verificou-se que a recuperação do equipamento ocorreu rapidamente.

8.1 Procedimentos de Teste

O teste consistiu basicamente em percorrer uma rota urbana de São Paulo pré-estabelecida com uma viatura equipada com sistema GPS composta de antena externa, receptor GPS e computador de bordo para aquisição dos dados

do teste. Os dados coletados foram processados posteriormente utilizando um software de análise desenvolvido para este fim.

8.2 Conclusão

Os resultados alcançados no teste mostraram que o GPS apresenta desempenho satisfatório quando utilizado para monitoração de trajetos de veículos percorrendo rotas urbanas da cidade de São Paulo. O efeito das "sombras" devido às edificações e arvoredos mostrou-se bastante reduzido para o cálculo de posição pelo GPS visto que em 98,56% das medidas havia visada de pelo menos 3 satélites. A verificação da passagem da viatura pelos marcos também foi satisfatória visto que em 86,6% das medidas estavam dentro da tolerância de 50 metros e 100% das medidas dentro da tolerância de 100 metros. Segundo o Relatório de Atividade 3 (SPTRANS - jan/1999), os dispositivos GPS atuais, instalados em veículos, determinam ainda a sua velocidade, além da posição e da hora. Além disso, o sistema é oficialmente declarado operacional e contínuo 24 horas por dia, sobre qualquer local da Terra.

9 MONITORAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO DO ÔNIBUS NO BRASIL

A utilização de ITS para a gestão de transporte coletivo por ônibus no Brasil, vem sendo desenvolvida principalmente no sentido de monitorar a demanda de passageiros e a arrecadação do sistema.

A preocupação nos grandes centros urbanos é priorizar a circulação do transporte coletivo com vistas a reduzir os tempos de deslocamento da população. Os eixos de transporte, geralmente apresentam alto grau de saturação do trânsito e as ações básicas que são tomadas pelos órgãos gestores em várias cidades do Brasil (São Paulo, Curitiba, Goiânia, Ribeirão Preto, Uberlândia, Porto Alegre, Fortaleza, etc.) são de priorizar a circulação dos ônibus construindo faixas/pistas exclusivas para a circulação do transporte coletivo nestes locais saturados.

Em Curitiba, a tecnologia já faz parte dos ônibus em circulação, mas será desenvolvida para o controle do vandalismo e para comunicação. Em Recife, a tecnologia é instalada com o propósito de aumentar a segurança e combater casos de assaltos. Já em São Paulo, o rastreamento tende a desafogar o trânsito e controlar a sobreposição de linhas.

Ônibus Inteligente

A Volvo Bus Latin America acaba de fechar contrato com quatro operadores de transporte coletivo urbano de Goiânia, para implantar um sistema inteligente de transporte - ITS.

Ônibus inteligente é aquele que, além de registrar, armazenar e distribuir a informação de diversos sensores no ônibus através de seu sistema elétrico-eletrônico, oferece os seguintes benefícios:

- Integração de Fábrica: integrado desde a linha de produção, o que garante qualidade e rapidez de início de operação e com possibilidade de instalações retrofit.

- Multifuncionalidade: funcionalidades para a autoridade de transporte, para o operador e para os passageiros, devido à interação entre o ônibus, o motorista e o tráfego desde um só sistema.

- Efetividade em Custo e Preço: elimina-se duplicidade em equipamentos (antenas, telas, teclados, etc...) e serviços (comunicação, manutenção, etc...) e requer menos refrações.

- Menos Complicações com Garantia: evitam-se problemas de instalação e assignação de responsabilidades por instalações feitas por terceiros nos ônibus

Os veículos sairão de fábrica com os equipamentos instalados, veja figura 8.

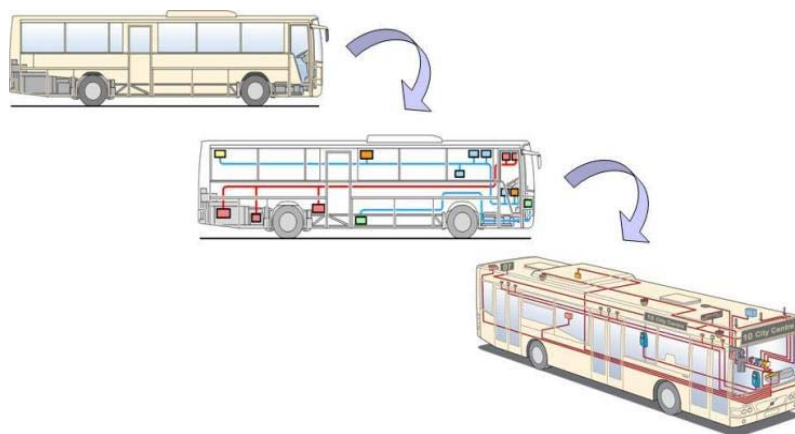


Figura 8: Veículos já implantados com o Sistema Inteligente de transporte

10 MONITORAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO DO ÔNIBUS NO EXTERIOR

Experiências anteriores, em regiões e cidades de países desenvolvidos, têm demonstrado que a implantação de sistemas tecnologicamente avançados de monitoramento e controle centralizado e integrado de gestão e operação de transporte coletivo por ônibus vem se configurando como uma ação bastante eficiente e eficaz para a melhoria das condições de oferta, fluidez e segurança nos deslocamentos que utilizam este meio de transporte.

Em 2000 foi publicado pelo FHWA – Federal Highway Administration (Estados Unidos), um estudo sobre a aplicação de tecnologia ITS para o transporte de passageiros, mais especificamente com relação às tecnologias de gestão de frota e localização automática de veículos. Nesse estudo consta que, até 1999, pelo menos 61 Departamentos de Transporte dos Estados Unidos utilizavam sistemas de localização automática de veículos (AVL – Automatic Vehicle Location) para apoiar a operação e gestão do sistema de transporte de passageiros por ônibus.

Algumas cidades onde há sistemas de contagem de passageiros são: Barcelona, Londres, Berlim e Manchester – na Europa; Milwaukee, Ann Arbor, Seattle e Portland – nos Estados Unidos. O motorista opera o teclado de controle dos validadores, instalado no painel do ônibus, e informa o instante de início de viagem e demais dados da operação. Várias cidades da Europa e da América do Norte operam com este tipo de procedimento, diferindo apenas na tecnologia dos equipamentos de validação e dos cartões/passagens.

11 RESULTADOS ESPERADOS

11.1 Vantagens da utilização de rastreadores

Com a utilização dos recursos de gerenciamento de frotas via satélite, a subconcessionária de transporte coletivo poderá obter as seguintes vantagens:

a) Combustível - controlando os percursos da sua frota, a empresa cliente poderá otimizar os recursos investidos em combustível;

b) Manutenção - acompanhando a forma de utilização e desgaste de sua frota, aplicando ações corretivas no momento em que o veículo estraga, durante alguma viagem, e seguindo as informações de ajuste que o sistema disponibiliza, o público poderá diminuir significativamente os recursos investidos em manutenção;

c) Comunicação - a comunicação proporcionada por esse sistema poderá diminuir o custo das ligações interurbanas;

d) Recursos Humanos - com a implantação desse sistema, as empresas clientes poderão dar ênfase à qualificação dos funcionários de forma a operarem e fiscalizarem o sistema;

e) Perdas eventuais - com a comunicação que o sistema possibilita aos seus clientes, eles poderão solucionar eventuais problemas de saúde, acidentes ou atos de violência que ocorra com os motoristas, durante alguma viagem, e ainda controlar todas as paradas para evitar irregularidades, sanando ainda o problema da evasão de passageiros;

f) Seguros - as empresas poderão reduzir os prêmios do seguro de responsabilidade civil, devido à diminuição dos riscos. Essa possibilidade será permitida pelas seguradoras caso a empresa e os equipamentos possuam a homologação da SUSEP - órgão federal homologador das responsabilidades e atribuições das seguradoras.

12 BENEFÍCIOS ESPERADOS

A efetiva implantação do sistema de monitoramento eletrônico em toda a frota de transporte coletivo, o sistema pretende obter os seguintes benefícios:

a) Informações dinâmicas:

- Diagrama linear mostrando os pontos de parada, incluindo a posição dos veículos no trecho;
- Painel de ponto de parada mostrando posição dinâmica dos ônibus em relação àquele ponto de parada;
- Mapas digitais mostrando parte da cidade e os ônibus posicionados ao longo do itinerário, de acordo com a sua frequência.

b) Informações estatísticas

- Relatórios dinâmicos da linha de ônibus contendo dados da viagem e quilometragem da linha e dos veículos ao longo do dia e período;
- Relatórios estatísticos da linha e veículos contendo dados da viagem, quilometragem, rodada por ônibus, da linha e do setor ou empresa;
- Relatórios contendo o quantidade de passageiros transportados (embarque/ desembarque/local) e a arrecadação.

c) Planejamento operacional

- Dimensionamento e alocação da frota;
- Alocação dinâmica da frota;
- Desenvolvimento de projetos para solucionar problemas de tráfego;
- Acompanhamento da demanda e evasão;
- Realização de pesquisas através de painel eletrônico;
- Monitoramento do comportamento dos motoristas durante a viagem.

d) Empresa operadora (monitora)

- Excesso de velocidade;
- Tempo parado;
- Empenho de frota-horas/Km;
- Segurança interna através de Botão de pânico;
- Comunicação através de áudio e imagem;
- Acompanhamentos dos ônibus à distância;
- Redução dos desequilíbrios entre oferta e demanda;
- Identificação de trechos congestionados.

e) Usuários

- Informação aos usuários em tempo real nos *pontos de parada*, um painel eletrônico de linhas múltiplas indica a ordem de chegada dos próximos ônibus;

- No interior do veículo, informações contribuirão para aumentar a confiabilidade e o conforto na viagem, avisos visual e sonoro para a próxima parada, notícias on-line etc.;
- Maior qualidade e eficiência nos serviços prestados;
- Condições confiáveis, seguras e confortáveis

f) Órgão gestor

- Monitoramento da frota;
- Monitoramento dos itinerários;
- Monitoramento das velocidades;
- Monitoramento das partidas;
- Monitoramento das ocorrências (avarias / acidentes);
- Padronização e transparência na gestão;
- Controle do transporte público;
- Planejamento visando o conforto e segurança dos usuários;
- Controle do fluxo do tráfego

13 CONCLUSÃO

Finalmente, pode-se dizer que esse sistema marca o início de um ciclo de melhorias, onde as cidades, grandes vítimas do trânsito, passarão a dominá-lo de forma inteligente e segura.

Um aspecto fundamental a considerar, quando se trata de minimizar os problemas decorrentes do aumento do tráfego urbano, é o concernente à melhoria do transporte coletivo, cujo aprimoramento não se justifica somente por ser uma demanda social, consistente em garantir a toda população meios que facilitem sua mobilidade de uma maneira segura e respeitável, como também por ser essa uma demanda de cunho ambiental e mesmo econômico. Para tanto, é necessário, cada vez mais, oferecer aos usuários atuais e potenciais um transporte público de qualidade.

REFERÊNCIAS

BHTRANS S.A. **Sistema Automatizado de Monitoração e Informações dos Serviços de Transporte Coletivo – INFObus**. Documento Conceitual 006 - 05. Belo Horizonte, Abril/2006. 37 p.

BHTRANS S.A. SITBUS – **Sistema Inteligente de Transporte do Município de Belo Horizonte**. Anexo VIII. Belo Horizonte. 67 p.

BRASIL. Constituição (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

CITFOR. **Controle Integrado de Transportes de Fortaleza**, Projeto Básico, Anexos I e II. Comissão Especial de Licitação da AMC, Concorrência Nº 002/2003. Fortaleza. 87 p.

COMPSIS COMPUTADORES E SISTEMAS. Relatório de testes de funcionamento do GPS na região urbana de São Paulo: 1999: **Relatório de teste de funcionamento do GPS**. São Paulo, 1999. 7 p.

BRUTON, Michael .J. **Introdução ao planejamento dos transportes**. São Paulo: Interciência, 1979 p.26-28.

Fontana, S. **GPS: A navegação do futuro**. Porto Alegre : Mercado Aberto, 2002, p.17-77.

Fundação Assis Chateaubriand. **BH Cidade Viva**. Belo Horizonte, 2003.

MAGALHÃES, D.J.A. V. (1995): Estudo da Regularização do Serviço de ônibus de Belo Horizonte - REGBUS. Núcleo de Transportes - NUCLETRANS. EEUFMG.

Rocha, J.A.A M.R. **ABC do GPS: O sistema GPS**. Recife : Bagaço, 2004, p. 9-15.

SÃO PAULO TRANSPORTES S/A. **Relatório de avaliação técnica de sistema de monitoramento de frota e passageiros**. São Paulo. 30 p.

SPTRANS. **Novo sistema de monitoramento eletrônico**, disponível em: http://www.sptrans.com.Br/projetos/monitora/pro_dir07.htm> acesso em 21 jun. 2008.

Wikipedia. **RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte**, disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/_Metropolitana_de_Belo_Horizonte, acesso em 18 nov. 2008.