

ANÁLISE QUALITATIVA DO USO DE SISTEMAS DE RASTREAMENTO POR GPS NO SETOR DE FISCALIZAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO: O CASO DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA

Caroline Tristão de Alencar Magalhães

Ronaldo Balassiano

Programa de Engenharia de Transportes - Universidade Federal do Rio de Janeiro
PET/COPPE/UFRJ

Centro de Tecnologia Bloco H - Sala 106 - Cidade Universitária
CEP 21949-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Telefone: 55 (21) 2562-8132; Fax: 55 (21) 2562-8131

caroline@pet.coppe.ufrj.br

ronaldo@pet.coppe.ufrj.br

RESUMO

O uso dos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) tem se ampliado no setor de transporte público urbano operado por ônibus. O princípio básico desses sistemas se fundamenta em disponibilizar informações em tempo real sobre a operação de veículos, proporcionando aos usuários, operadores e gestores, possibilidades concretas de intervenção mais imediata na operação. Pode também influenciar a escolha modal de usuários de veículos particulares e também contribuir para a otimização da operação do sistema transporte público. Nesse contexto de maior utilização de tecnologias de informação aplicadas aos transportes, o uso de tecnologias de rastreamento por GPS, aliado aos Sistemas de Informação Geográfica para transportes (SIG-T), facilitam o monitoramento de frotas do transporte público coletivo operado por ônibus. O objetivo desse trabalho é avaliar a eficiência do uso de tecnologia de rastreamento por GPS para fiscalização da operação de frotas de ônibus, a partir de uma análise do tipo “antes e depois”, destacando o estudo de caso da cidade de Uberlândia que monitora 100% da frota do transporte público municipal.

PALAVRAS CHAVE: GPS, fiscalização, transporte público, planejamento de transportes.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas inteligentes de transportes que são a combinação do uso dos sistemas de informação, de telecomunicações e do próprio sistema de transporte visam um melhor aproveitamento da estrutura viária existente bem como prover informações sobre rotas, itinerários menos congestionados ou meios de locomoção alternativos para que os destinos de viagens dos usuários sejam alcançados da maneira mais eficiente possível.

Investimentos em tecnologias que geram informações para o gerenciamento do transporte público podem ser justificados quando se analisa a importância que a própria informação possui para subsidiar o gerenciamento da mobilidade em grandes metrópoles. A relevância do uso específico de tecnologias de rastreamento de veículos aliada aos sistemas de informação geográfica pode ser também justificada. O monitoramento *on-line* de veículos tem permitido inovar a gestão do transporte público, uma vez que, através dessas tecnologias, atualmente, é possível o acompanhamento dos veículos que compõem o sistema de transporte público urbano em tempo integral e em toda a malha de transportes. O uso de tecnologias diferenciadas torna viável a obtenção de dados relativos ao cumprimento dos itinerários dos ônibus que operam serviços de transporte público, da demanda de usuários em trechos específicos da malha viária e ainda um maior controle sobre a qualidade dos serviços prestados.

Esse trabalho tem por objetivo avaliar o uso da tecnologia de rastreamento por GPS para a fiscalização do transporte público, a partir de uma análise do tipo “antes e depois” destacando o caso da cidade de Uberlândia-MG que monitora 100% da frota do transporte público municipal.

Na seção dois são apresentadas algumas das características do sistema de posicionamento global assim como as vantagens e desvantagens do uso de tal tecnologia. A seção 3 destaca o uso desses sistemas para monitoramento do transporte público por ônibus demonstrando alguns casos internacionais e nacionais. Na seção 4 é apresentada uma breve descrição do sistema de transporte da cidade de Uberlândia. A quinta caracteriza a tecnologia de rastreamento por GPS utilizada na fiscalização do transporte público da cidade de Uberlândia e apresenta uma análise do tipo “antes e depois” com base em entrevistas realizadas com o pessoal vinculado à fiscalização do sistema de transporte público do município. Na última seção são apresentadas as principais conclusões.

2. CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO POR GPS

O sistema de GPS (*Global Positioning System*) permite que, em qualquer localização na superfície da terra, um usuário ou objeto possa ser localizado com precisão. A primeira constelação de satélites para uso de sistemas de GPS (*Global Positioning System*) pertence ao governo americano, porém atualmente não é a única, mas a mais utilizada mundialmente. O princípio de fornecimento de informações de localização pelo sistema de GPS ocorre através de procedimentos matemáticos. Esse cálculo é determinado a partir dos sinais enviados por um conjunto de satélites com posições conhecidas, para tanto são medidas as distâncias entre o próprio receptor e os satélites com a presença de, no mínimo, quatro satélites através do método geométrico da triangulação, no qual a interseção entre quatro esferas resulta em um único ponto. O sistema foi desenvolvido para colocar à disposição do usuário um mínimo de quatro satélites para serem rastreados e fornecer o posicionamento deste usuário ou um objeto qualquer em tempo real.

2.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA TECNOLOGIA DE GPS PARA RASTREAMENTO DE VEÍCULOS

A vantagem do uso da tecnologia de rastreamento por GPS para monitoramento de veículos em relação a outras técnicas existentes no mercado consiste no fato desta permitir uma ampla cobertura, ou seja, permite que se localize o veículo em, praticamente, qualquer região do país. Os equipamentos usados são portáteis e permitem a obtenção da localização e velocidade do veículo em tempo real. O monitoramento integral dos veículos permite agilizar o processo de auxílio a veículos com problemas, sejam de ordem mecânica, acidentes ou assaltos, pois a localização desses é obtida com precisão e agilidade. Através do acionamento de um mecanismo denominado “Botão de Pânico” são emitidas mensagens para as centrais de monitoramento permitindo intervenções mais rápidas em caso de acidentes ou assaltos. Os dados do rastreamento podem ser usados para criação de relatórios gerenciais e visualização rápida de informações em mapas, que podem ser acessadas por usuários autorizados pela Internet, atualmente também se tem feito uso desses dados para fornecimento de informações mais confiáveis aos usuários do transporte público.

Algumas desvantagens do uso da tecnologia são os altos custos iniciais para implantação dos equipamentos, e fatores que podem interferir na qualidade e precisão dos sinais e GPS. Esses sistemas podem apresentar erros quanto à precisão da localização relacionados com falhas do satélite ocasionadas por erros nos relógios dos satélites, erros de órbita, ou seja, das posições dos satélites e na disponibilidade seletiva que se constitui em um erro intencional do sinal imposto pelo Departamento de Defesa americano (Rosa, 2001). Atualmente esse erro induzido já não se encontra em uso permitindo uma precisão média de 15 metros.

Erros relacionados com as antenas dos receptores também podem ocorrer e são eles: erros nos relógios, erros de reflexão dos sinais devido à proximidade de objetos da própria antena e erros causados pela variação do centro de fase da antena que dependem das características tecnológicas da própria antena, do ângulo da direção do sinal que está sendo recebido e das condições de ruído da área na qual o equipamento é usado. Atrasos no sinal podem ocorrer quando este passa pela troposfera e ionosfera sendo esses chamados de erros do meio de propagação (Rosa, 2001).

Outras variáveis também podem influenciar na recepção do sinal de GPS e para avaliar as influências de elementos de áreas urbanas que poderiam interferir na precisão da localização de veículos de transporte público faz-se necessária uma avaliação prévia da precisão dos equipamentos que serão adquiridos com relação a área em que esses serão utilizados. Testes para avaliação do efeito da cobertura vegetal, edificações, presença de túneis, tipo de cobertura usada em terminais fechados de integração dentre outros são necessários antes da aquisição dos futuros equipamentos que serão usados para monitoramento de veículos. Abaixo será realizada uma descrição sucinta de um teste de equipamentos de rastreamento por GPS realizado na cidade de São Paulo com a demonstração dos resultados obtidos.

Por iniciativa da SPTrans, que estabeleceu uma parceria com uma empresa especializada em sistemas inteligentes para a mobilidade foram realizados testes de desempenho do GPS em percursos urbanos da cidade de São Paulo. Takemori (2001), descreve os resultados obtidos no relatório de testes operacionais do funcionamento do sistema de GPS na área urbana de São Paulo que visava verificar o efeito das edificações e arvoredos sobre as medidas de posicionamento.

Para tal verificação instalou-se um receptor de GPS, uma antena externa, e um computador de bordo em uma viatura e uma rota pré-definida foi percorrida utilizando esses equipamentos para obtenção da localização do veículo durante o percurso. Os dados obtidos foram processados posteriormente e os resultados alcançados se demonstraram satisfatórios. Alguns marcos de localização já georreferenciados foram usados como referência e através da comparação dos dados obtidos com o rastreador foi constatado que:

- 86,6% das posições encontravam-se dentro de uma tolerância de 50 metros;
- 100% das medidas de posição encontravam-se dentro de uma tolerância de 100m metros;
- Com relação a influências das edificações e arvoredos 98,56% das medidas recebeu sinal de mais de três satélites e em 95,22% das medidas mais de quatro satélites;
- Nas situações de perda de sinal como entrada de túneis a recuperação do equipamento ocorreu rapidamente.

O conhecimento dessas características torna-se relevante, pois se faz necessária à realização de testes com os equipamentos a serem usados no monitoramento de veículos por satélite com o intuito de se obter a melhor precisão e menores índices de problemas possíveis. Uma breve descrição de algumas experiências com monitoramento de frotas de transporte coletivo já implantadas será apresentada na seção a seguir.

3 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS DE MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DE GPS

No continente europeu por iniciativa do próprio setor de transportes temos a criação do *TAP – Telematics Application Program* que tem por objetivo promover a integração inter-modal entre os meios de transporte disponíveis para propiciar um aumento na acessibilidade e agilidade no alcance dos destinos pretendidos. Fallon (2000), em dissertação de mestrado sobre o uso de tecnologias de rastreamento na cidade de Dublin, faz uma apresentação de dois grandes projetos que estão sendo trabalhados no continente europeu: *Infopolis 2* e *PROMISSE*. O primeiro implantado em julho de 2000 como parte do *EU Telematics Application Program* é na verdade uma expansão do *Infopolis 1* que tinha o como foco a criação do *Human Computer Interfaces (HCI)* para provimento de informações, em tempo real, para os passageiros, sendo que a segunda parte desse projeto tem como foco abarcar a intermodalidade, ou seja, promover informações para integração do uso dos diversos meios de transporte disponíveis para uma mesma viagem. As principais metas desse projeto foram:

- Compilação de um banco de dados sobre os sistemas de informações aos passageiros existentes,
- Desenvolvimento de um guia com diretrizes para os desenvolvedores dos sistemas de informações,
- A análise de necessidades de passageiro (quais os tipos de informações são desejadas, quando e onde estas devem ser disponibilizadas).

Diversas cidades européias têm investido massivamente em tecnologias que dêem suporte à localização dos veículos e fornecimento de informações sobre o sistema em tempo real. Essas informações depois ficam disponíveis para os usuários através de painéis de mensagem variáveis

em pontos de parada e transbordo e acesso as informações através de computadores ou celulares que possam fazer a conexão com a Internet.

Estudos do *Transit Cooperative Research Program*, demonstram que em resposta a necessidade de prover melhorias no setor do transporte público, agências de trânsito dos Estados Unidos tem realizado investimentos em tecnologias que possam proporcionar mais segurança, eficiência e qualidade em seus serviços. Uma dessas tecnologias são os Sistemas de monitoramentos de veículos ou *AVM- automated vehicle monitoring system*, que rastreiam os itinerários e horários dos veículos. A tecnologia central desse tipo de sistema baseia-se nos sistemas automáticos de localização de veículos ou *AVL system – automated vehicle location*, que consiste em automatizar os processos para rastreamento da localização dos veículos. (TCRP,2003)

Esse levantamento do TCRP, indica que até meados do ano 2000, 88 agências de trânsito norte americanas já faziam uso de sistemas AVL e 142 estavam planejando a implantação dessas tecnologias. Além disso, existiam 291 sistemas de informações automáticas de trânsito em operação e 48 sendo implantados. Dentro desses números estão incluídos a disponibilização de informações sobre a chegada dos ônibus em tempo real, e informações para planejamento das viagens em painéis de mensagem variável, em pontos de parada e dentro dos veículos. A maioria das informações, em tempo real, sobre os ônibus são obtidas através do uso de sistema de localização automática de veículos por GPS. As principais funcionalidades advindas do uso dos *AVL- Systems* integrados com o GPS e por vezes integrados ao uso de outros sistemas inteligentes de transportes são:

- Monitoramento e controle Automático de veículos;
- Localização dos veículos em situações de emergência;
- Gerenciamento da Frota, incluindo performance dos veículos e serviços de monitoramento;
- Levantamento de dados;
- Informações aos usuários ;
- Pagamento Eletrônico;
- Prioridade dos veículos em interseções semaforizadas.

Alguns casos específicos de usos dessa tecnologia serão descritos a seguir com o intuito de demonstrar as aplicações do sistema de posicionamento global para rastreamento de veículos do transporte coletivo por ônibus.

3.1 CASOS INTERNACIONAIS DE CIDADES QUE FAZEM USO DA TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO POR GPS PARA MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS

• HELSINQUE – capital da Finlândia

Um projeto de telemática dos transportes denominado de HeLMI tem sido desenvolvido em Helsinque. O início do projeto ocorreu em 1998 sendo conhecido como *Project 423*, pois apenas um ônibus da linha 23, e um bonde elétrico da linha 4 foram equipados com o novo sistema de monitoramento. Långström (1999), na página institucional do *Traffic Planning Division* de

Helsinque descreve que esse projeto utiliza recursos da telemática para prover um sistema de monitoramento do transporte público cujos principais objetivos são:

- Prioridade nas interseções semaforicas;
 - Informação ao passageiro;
 - Controle da Frota.
-
- **BOULDER – Cidade da Unidade Federada de Colorado – EUA**

Segundo Blacksher, Foley (2002), no condado de Boulder, estado de Colorado – EUA foi implantada uma rota de ônibus circular e de alta frequência denominada de HOP. A rota possui aproximadamente 5 milhas, 50 pontos de parada e serve a uma área de aproximadamente 12 milhas quadradas. A HOP se constitui em um importante recurso para o sistema de transporte público da cidade, tanto as agências reguladoras quanto a população possuem a consciência ambiental e reconhecem a relevância de um transporte público de confiança em contrapartida ao nível crítico de deslocamento que a cidade atingiu pela pressão do aumento do tráfego de veículos nas ruas da cidade.

A cidade e o *Regional Transportation District (RTD) Special Transit* implantaram um sistema automático avançado de localização de veículos (AVL System) usando a tecnologia de GPS na HOP. Esse sistema foi projetado para melhorar a eficiência do sistema, programar a operação e prover informações aos usuários através do uso mais eficiente dos recursos e do desempenho dos serviços de ônibus. Antes da implantação do monitoramento por GPS os despachantes dos ônibus usavam um mapa grande da cidade com as rotas claramente marcadas e uma ligação de rádio para comunicar-se com todos os operadores dos ônibus. O procedimento logístico adotado enfrentava problemas de gerenciamento durante os períodos de pico do tráfego e os ônibus começaram a ter atrasos na sua programação tornando-se necessário colocar mais ônibus em algumas rotas para garantir a frequência de 10-12 minutos nos pontos de parada da HOP. Os despachantes também tinham dificuldades em gerenciar problemas relativos a acidentes e eventuais problemas mecânicos que os veículos apresentassem.

O uso do sistema AVL melhorou a percepção pública e administrativa da HOP, afetando de forma positiva o trânsito, a qualidade do sistema e a pontualidade do cumprimento dos tempos de viagem. Através das melhorias obtidas os passageiros não perdem tanto tempo nos pontos de parada esperando pelos ônibus. Entre benefícios adicionais proporcionados temos a implantação do gerenciamento da frota, melhor uso do serviço dos despachantes, redução do tempo nos atendimentos a emergências como quebra de veículos, e um significativo decréscimo do tempo que gasto na comunicação por rádio entre os despachantes e motoristas.

Desde a implantação da tecnologia de GPS para auxiliar no provimento de uma rota de transporte público por ônibus, de alta frequência, o número de passageiros que usam o sistema, praticamente dobrou do período de 1995 a 2002. O sistema tem transportado 3500 passageiros por dia e durante o período acadêmico da Faculdade de Colorado o numero de usuários chega a 4500, ocorrendo um acréscimo de cerca de 30% de pessoas transportadas na HOP diariamente (Blacksher, 2002).

3.2 EXPERIÊNCIAS NACIONAIS

A tecnologia de rastreamento por GPS no Brasil, tem permitido a obtenção de dados para monitoramento em tempo real de frotas de transporte público urbano. Exemplos de informações que podem ser obtidas: velocidade do veículo, cumprimento de itinerários, atrasos e adiantamentos de horários. Outros aspectos também poderão ser monitorados no intuito não apenas de se fiscalizar a operação, mas também obter informações para apoio ao processo de tomada de decisão e disponibilização de informação ao usuário.

3.3 CASOS NACIONAIS DE CIDADES QUE FAZEM USO DA TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO POR GPS PARA MONITORAMENTO DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS

- **FORTALEZA**

Em Fortaleza, com a implantação do projeto CITFOR - Controle Integrado de Transportes de Fortaleza, um sistema de gestão e monitoramento de frotas e informação ao passageiro em tempo real, os usuários passaram a usufruir de informações e operação otimizada não disponível até então. O sistema funciona a partir de um computador de bordo instalado nos ônibus. Este computador recebe informações de satélite de geoposicionamento (GPS) que informa a sua exata localização. Esta localização é enviada à central, via sistema de envio de dados da rede celular (GPRS). O servidor CITFOR recebe as informações de todos os veículos da frota, analisa os dados e repassa as informações para os painéis de mensagem variável, bem como para o sistema de semáforos do CTAFOR, (CITFOR, 2004).

- **SÃO PAULO**

Na cidade de São Paulo, por iniciativa da SPTrans, órgão responsável pelo gerenciamento do sistema de transporte público do município, tem sido implantado nos últimos cinco anos um sistema de monitoramento eletrônico nos ônibus, baseado na utilização do sistema de posicionamento global (GPS), visando melhorar a eficiência do controle dos serviços prestados pelas operadoras e também gerar uma base de dados estruturada para o planejamento das linhas. Essa tecnologia foi implantada nos veículos que circulam em 12 terminais municipais, dentre os 22 existentes na cidade de São Paulo (SPTRANS,2004). Segundo Silva (2004), as metas a serem atingidas com o rastreamento dos veículos são: dispor de infra-estrutura de equipamentos e sistemas que permitam supervisionar e controlar a operação da frota de veículos em circulação, identificar e tratar ocorrências específicas como: quebras mecânicas, assaltos, ocorrências médicas, congestionamentos, etc, estabelecer comunicação direta com o motorista de ônibus, notificando-o sobre eventuais problemas operacionais ou sobre o cumprimento do horário da viagem.

4.CARACTERÍSTICAS E GESTÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTES DE UBERLÂNDIA

Visando prover um sistema de transporte público eficiente e com qualidade o poder público municipal investiu na criação do Sistema Integrado de Transporte da cidade de Uberlândia (SIT-Uberlândia) que foi implantado em julho de 1997. Os principais objetivos desse projeto englobavam: a busca da racionalização do sistema de transporte coletivo, para que este operasse com maior produtividade e qualidade; agilizar e reduzir a variabilidade dos tempos de viagem no

serviço prestado; eliminar, através de integração tarifária, o pagamento de nova tarifa, a cada transbordo realizado. O sistema foi desenvolvido de acordo com as diretrizes do Plano Diretor Municipal que prevê um crescimento mais ordenado do ambiente urbano a partir da influência gerada pelo transporte coletivo, através da facilitação dos deslocamentos da população e da descentralização das atividades econômicas (SIT, 2005). O SIT possui característica tronco alimentador, sendo consolidado pela lei de uso e ocupação do solo (FERREIRA, 2000). Este sistema, opera atualmente com linhas troncais, alimentadoras, inter-bairros e distritais, interligadas pelos 5 terminais: Central, Umuarama, Planalto, Santa Luzia e Industrial. O usuário do SIT pode se deslocar para qualquer lugar da cidade pagando uma tarifa única e embarcando em diferentes ônibus, nos terminais de integração, de acordo com sua necessidade (SIT, 2007). A partir da consulta realizada no “Relatório de Veículos” do software utilizado para monitorar o SIT de Uberlândia, verificou-se que, do total da frota equipada com os rastreadores, existem 449 veículos e 109 rotas cadastradas, sendo monitoradas via satélite (ARENA CONTROL CENTER, 2007).

Com relação à gestão do sistema de transporte público por ônibus o Poder Público tem o dever de estabelecer normas, regulamentos, definir a programação da operação, fiscalizar os processos de operação e as condições dos veículos em operação para garantir a segurança e o cumprimento das atividades planejadas. A gestão do sistema abrange ainda a disseminação de informações sobre o sistema, como por exemplo, a mudança de itinerários, receber reclamações e sugestões, orientar os usuários através da adoção de campanhas educativas, entre outros atributos. A inserção de novos dispositivos tecnológicos no transporte público em cidades brasileiras, constitui-se para os órgãos gestores em um relevante instrumento de apoio à tomada de decisão, uma vez que a oferta de transporte público passou a ser uma responsabilidade municipal a partir da Constituição Federal de 1988.

5. CARACTERIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO POR GPS PARA FISCALIZAÇÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO DA CIDADE DE UBERLÂNDIA

Por possuir a atribuição legal para gerir o sistema de transporte público o município de Uberlândia através da Secretaria Municipal de Transito e Transportes (SETTRAN) e de uma parceria com o Consórcio VERMAX, o poder público tem investido em um projeto, denominado GeoSIT, com o objetivo de promover o monitoramento da frota dos veículos do Sistema Integrado de Transportes do município, usando a tecnologia de rastreamento de veículos via satélite. O início da implantação do projeto ocorreu no mês de dezembro de 2003, fase em que os equipamentos de rastreamento foram instalados nos veículos, assim como o processo de criação de um banco de dados para futura operação do sistema.

O equipamento instalado em toda a frota de ônibus do SIT - Uberlândia é um módulo que atua como um modem com capacidade de localizar, controlar e se comunicar com veículos através da tecnologia GSM/GPRS (Global Standard Mobile/ General Packet Radio Service), por canal de voz, CSD (Circuit Switched Data), SMS (Short Message Service) ou GPRS. A tecnologia usada para transmissão dos dados é a de GPRS que consiste em uma conexão contínua sem fio com redes de dados com capacidade para enviar e receber dados pela Internet realizando a transmissão por pacotes, o que possibilita transferências de dados em alta velocidade com a vantagem da cobrança da transmissão ser realizada por bytes recebidos e enviados e não mais por tempo de conexão, promovendo dessa forma, um barateamento dos custos com transmissão de dados. O equipamento possui um receptor de GPS que envia uma vez por segundo a data e hora UTC, latitude, longitude,

direção e velocidade do veículo. O modo de controle on-line do equipamento, ou seja, em tempo real, permite que seja consultada a posição atual do veículo, alterações na configuração do módulo e ainda abrir um canal de voz somente para escuta confidencial ou comunicação completa com o veículo. O software utilizado para gerenciamento e geração de dados foi desenvolvido visando permitir o rastreamento e gerenciamento de rotas a partir das posições obtidas pelo aparelho de GPS e transmitidas para um servidor pelo módulo. Ele é composto por um aplicativo servidor e um software cliente que é instalado nos computadores onde fica a central de monitoramento, possibilitando a comunicação local ou remota com veículos equipados da frota do SIT (Magalhães,2005). A seguir estão destacados alguns exemplos de uso do sistema pelo setor de fiscalização do SIT-Uberlândia.

- **Cumprimento de Itinerários**

O não cumprimento de itinerários era detectado através de denúncias ou das reclamações de usuários protocoladas no setor de fiscalização ou por fiscalização itinerante nas linhas do SIT. No primeiro caso tínhamos um impasse na administração do conflito entre as reivindicações dos passageiros e das afirmações de condutores e cobradores que conduzissem o veículo objeto de reclamação. O sistema de rastreamento neste caso específico é uma solução viável e confiável para a resolução deste tipo de conflito. Atualmente as reclamações dos usuários podem ser verificadas e com isso as medidas necessárias para correção da possível falha poderão ser executadas pelos fiscais da SETTRAN.

Uma tela com detalhes relacionados à observação da passagem dos ônibus por pontos de controle está apresentada na figura 1 que demonstra duas telas do sistema: uma possui a informação visual de todas as transmissões do dia em conjunto, fornecendo uma visão geral acerca da localização do veículo, comprovando que o mesmo cumpriu o itinerário para a rota a que estava destinado. Outra apresenta pesquisa mais detalhada restringindo-se a faixa horária. Percebe-se que durante o horário da finalização de sua viagem após as 23:30 horas, o veículo não cumpriu totalmente o percurso programado.

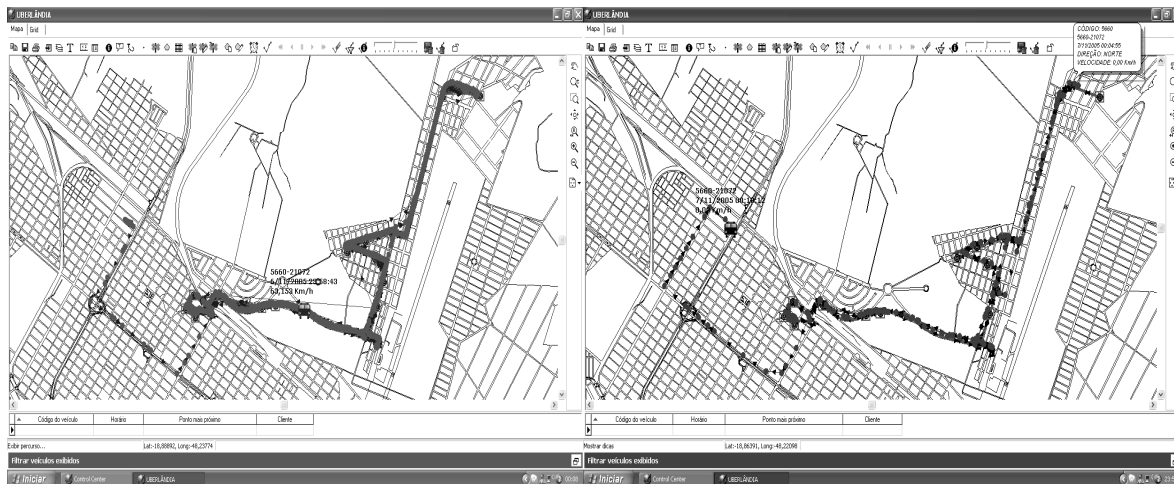


Figura 1 – Tela com as transmissões realizadas pelo veículo da linha Aclimação
Fonte: Consórcio VERMAX, Arena Control Centrer, novembro, 2005.

- **Fiscalização do Horário Programado**

A verificação dos horários de passagem dos veículos nos terminais de integração e nos principais pontos é realizada para averiguação do cumprimento do quadro horário programado, no geral, é feita através do envio de fiscais para os terminais de integração ou pontos específicos das rotas que permanecem ali anotando o horário de saída dos veículos em planilhas de papel. Nem sempre era possível a verificação de que o atraso era apenas uma impressão do usuário ou se o ônibus realmente estava atrasado com relação ao quadro horário estipulado, uma vez que, a quantidade de fiscais existentes não era suficiente para a verificação de todos os pontos de embarque e desembarque de passageiros do SIT simultaneamente durante todos os dias. O sistema permite a verificação do horário de passagem do veículo em todos os pontos de controle do SIT-Uberlândia que em sua grande maioria coincidem com os pontos de embarque e desembarque de passageiros. Devido a questões operacionais do próprio software, alguns dos pontos não puderam ser cadastrados em coincidência com os pontos de parada. Na figura 2 temos um trecho de relatório de quadro horário, com relação a viagens executadas que proporciona a averiguação do cumprimento dos horários de todos os veículos do sistema com rapidez e eficiência.

Relatório de Quadro de Horários

Dia: 11/10/2005

Rota: A100 - A100 RODOMÁRIA / T.CENTRAL

Horário previsto:	Diferença:	Início da viagem:	Fim da viagem:	Partida:	Status:	Veículo:
05:10:00	00:00:32	05:10:32	05:24:25	No horário	Completa	0740-16692
05:22:00	00:04:20	05:26:20	05:40:32	Atrasada	Completa	0740-16692
05:34:00	05:34:00	Não executada				
05:46:00	00:03:45	05:42:15	05:54:10	No horário	Completa	0740-16692
05:58:00	00:02:19	05:55:41	06:09:11	No horário	Completa	0740-16692
06:10:00	00:02:59	06:12:59	06:27:09	No horário	Completa	0740-16692
06:22:00	06:22:00	Não executada				
06:34:00	00:02:26	06:36:26	06:48:38	No horário	Completa	0740-16692
06:46:00	06:46:00	Não executada				
06:58:00	00:00:06	06:57:54	07:11:53	No horário	Completa	0740-16692
07:10:00	07:10:00	Não executada				
07:22:00	00:00:24	07:21:36	07:35:06	No horário	Completa	0740-16692
07:34:00	07:34:00	Não executada				
07:46:00	00:00:05	07:45:55	08:00:35	No horário	Completa	0740-16692
07:58:00	00:04:00	08:02:00	08:16:28	No horário	Completa	0570-17170
08:10:00	00:00:34	08:10:34	08:25:31	No horário	Completa	0740-16692
08:22:00	00:03:38	08:25:38	08:40:42	No horário	Completa	0570-17170
08:34:00	00:00:28	08:33:32	08:49:09	No horário	Completa	0740-16692
08:46:00	00:02:42	08:48:42	09:04:11	No horário	Completa	0570-17170
08:58:00	00:05:07	09:03:07	09:15:50	Atrasada	Completa	0740-16692
09:10:00	00:03:36	09:13:36	09:28:57	No horário	Completa	0570-17170
09:22:00	00:01:22	09:23:22	09:39:23	No horário	Completa	0740-16692
09:34:00	00:04:16	09:38:16	09:54:57	Atrasada	Completa	0570-17170
09:46:00	00:00:42	09:46:42	10:04:07	No horário	Completa	0740-16692
09:58:00	00:03:09	10:01:09	10:17:57	No horário	Completa	0570-17170
10:10:00	00:02:58	10:12:58	10:29:25	No horário	Completa	0740-16692
10:22:00	00:04:15	10:26:15	10:44:22	Atrasada	Completa	0570-17170
10:34:00	00:02:42	10:36:42	10:53:52	No horário	Completa	0740-16692
10:46:00	00:03:39	10:49:39	11:05:38	No horário	Completa	0570-17170

Registros Encontrados: 83 Relatório de Quadro de Horário gerado em: 7/11/2005 23:54:36 Página 1

Figura 2 - Tela com relatório de quadro-horário em comparação as viagens realizadas
Fonte: Consórcio VERMAX, Arena Control Center, novembro 2005.

- **Formação de Comboios**

Esse processo pode ser verificado através do acompanhamento dos veículos pela função “sinótico” que apresenta seus deslocamentos em tempo real em um gráfico com os pontos de controle de forma linear ou ainda monitorando-se os veículos pelo mapa em tempo real, exemplos que serão demonstrados nas figuras 3 e 4 a seguir.

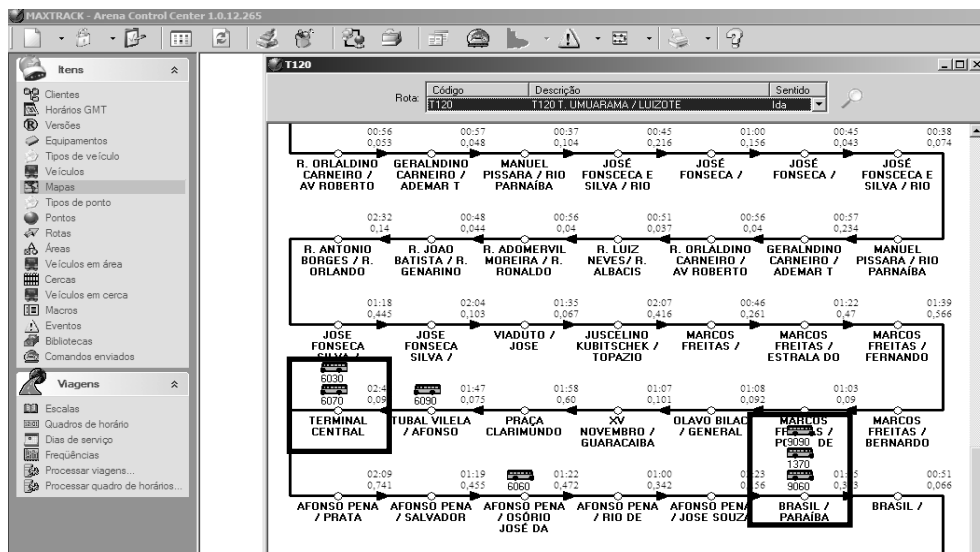


Figura 3 – Tela com veículos operando em tempo real no dia 06 de Outubro de 2005.
Fonte: Consórcio VERMAX, Arena Control Center, Abril 2007.

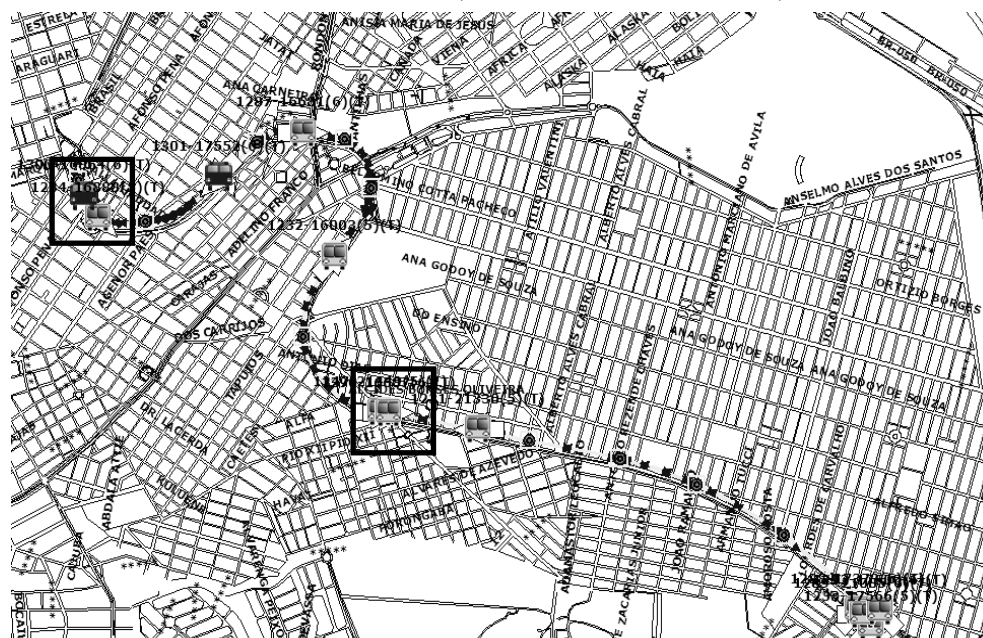


Figura 4– Tela parcial da função mapa, veículos sendo monitorados em tempo real
Fonte: Consórcio VERMAX, Arena Control Center, Abril 2007.

Na próxima seção serão apresentados alguns resultados de pesquisa realizada no setor de fiscalização com os funcionários que tem utilizado essa nova ferramenta para monitorar a operação do transporte público de Uberlândia.

5.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA AVALIAÇÃO DOS FISCALS SOBRE O USO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PELO SETOR DE FISCALIZAÇÃO DO SIT – UBERLÂNDIA

Cerca de 95% dos fiscais 32 fiscais que estão trabalhando diretamente no setor de fiscalização já passaram por um treinamento inicial para operar o sistema de rastreamento por GPS, e 5% ainda não participaram desses treinamentos por não possuírem conhecimentos básicos ligados ao uso de

equipamentos de informática. Do total de 32 fiscais 18 possuem a atribuição de trabalhar diariamente na fiscalização do SIT usando o sistema de monitoramento. Dessa forma, optou-se pela definição de uma amostra composta por 18 fiscais, de forma a representar o resultado de um dia típico de trabalho utilizando a nova tecnologia.

A tabela 1 apresenta a participação da equipe de fiscais nas principais atividades exercidas anteriormente à implantação do sistema GPS. Através das informações obtidas nas entrevistas realizadas e analisando-se os dados operacionais da frota de veículos no ano de 2007, conclui-se que o sistema de monitoramento remoto deve ter contribuído de forma significativa para a fiscalização do sistema. Estavam cadastrados no banco de dados do SIT, 449 veículos e 109 rotas. Dessa forma fica evidente que essa importante tarefa era realizada de forma precária, com os principais dados sendo levantados *in loco*. Tal fato limitava claramente a quantidade de linhas e veículos passíveis de monitoração pelo órgão gestor, uma vez que o contingente de pessoal necessário para levantar todas as informações do sistema tornava a tarefa praticamente impossível de ser concretizada adequadamente.

Tabela 1 – Principais atividades dos Fiscais antes da implantação do sistema de GPS

Principais atividades antes da implantação do sistema de rastreamento por GPS	Total de fiscais entrevistados	Número de fiscais na atividade descrita	%
Fiscalização <i>in loco</i> do cumprimento de itinerários	18	16	88,9%
Fiscalização <i>in loco</i> do cumprimento de horários	18	16	88,9%
Levantamento operacional “frota rodante” <i>in loco</i> (pontos finais e terminais de integração)	18	14	77,8%
Verificação de excessos de velocidade	18	6	33,3%
Confecção de relatórios de autuações de infrações	18	6	33,3%
Verificação da lotação	18	1	5,6%
Vistoria de veículos	18	3	16,7%
Prestar informações aos usuários	18	2	11,1%
Relatórios para planejamento da fiscalização	18	1	5,6%
Coordenação das atividades dos fiscais	18	2	11,1%

A tabela 2 evidencia que as atividades exercidas após a implantação do sistema GPS foram otimizadas de forma significativa. Observa-se entretanto, que algumas das atividades ainda não podem utilizar a nova tecnologia, de forma remota. Destacam-se entre essas atividades: fiscalização da lotação dos veículos, vistoria dos veículos e prestação de informações específicas aos usuários. No caso específico da verificação da lotação dos veículos, essa atividade poderá ser viabilizada futuramente (de forma remota) integrando-se ao sistema GPS, outras tecnologias embarcadas como a bilhetagem eletrônica e / ou contadores óticos de passageiros (embarcando ou desembarcando).

Tabela 2 – Principais atividades dos fiscais após implantação do rastreamento por GPS

Principais atividades após a implantação do sistema de rastreamento por GPS	Total de fiscais entrevistados	Número de fiscais na atividade descrita	%
Fiscalização on line do cumprimento de itinerários	18	2	1,1%
Fiscalização on line do cumprimento de horários	18	2	1,1%
Levantamento operacional “frota rodante” on line	18	2	1,1%
Verificação de excessos de velocidade on line	18	2	1,1%
Confecção de relatórios de autuações de infrações com auxílio do sistema de Rastreamento	18	3	1,7%
Verificação da lotação	18	10	55,5%
Vistoria de veículos	18	10	55,5%
Prestar informações aos usuários	18	10	55,5%
Relatórios para planejamento da fiscalização	18	1	0,6%
Coordenação das atividades dos fiscais	18	1	0,6%

Com relação aos treinamentos também foi avaliada a satisfação dos fiscais com o treinamento recebido (e o número de fiscais que receberam treinamento – ver tabela 3). A tabela 4 apresenta dados sobre o grau de satisfação com o treinamento recebido e algumas das principais observações apresentadas pelos entrevistados. A partir da análise desses dados pode-se inferir que o treinamento foi satisfatório para o uso das funcionalidades básicas do sistema, porém detecta-se ainda a necessidade da continuidade do processo de capacitação dos fiscais da SETTRAN (ver coluna observações) que trabalham com o monitoramento dos veículos do SIT via GPS.

Tabela 3- Índice de fiscais treinados para usar o sistema de monitoramento por GPS

Treinamento para uso do sistema	Total de fiscais entrevistados	Número de fiscais na atividade descrita	%
Recebeu treinamento	18	18	100%

Tabela 4 - Índice de satisfação dos fiscais com o treinamento recebido

Nível de satisfação com o treinamento recebido	Total de fiscais entrevistados	Numero de fiscais em relação ao nível de satisfação	%	Observações feitas pelos fiscais
Ótimo	18	4	22,2%	<ul style="list-style-type: none"> Método empregado facilitou o aprendizado. Após o treinamento a empresa fornecedora do serviço continua a disposição para tirar dúvidas
Satisfatório	18	9	50,0%	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de mais treinamento Informações repassadas atendem as atuais necessidades Problemas de troca de horários do serviço de fiscalização promoveram perda de parte do treinamento Apenas as informações básicas foram repassadas
Bom	18	5	27,8%	<ul style="list-style-type: none"> Nem todas as funcionalidades foram compreendidas Mais funcionalidades precisam ser desenvolvidas Necessidade de mais treinamento Permitiu maior conhecimento sobre a ferramenta de monitoramento
Ruim	18	0	0,0%	

A tabelas 5 apresenta uma avaliação dos fiscais quanto ao nível de importância dos novos dispositivos tecnológicos utilizados por eles, comparados à situação anterior (onde esses dispositivos não estavam disponíveis). Observa-se que, de maneira geral, a avaliação do projeto GeoSIT é positiva, com a maioria das notas variando entre 10 e 7, refletindo dessa forma um impacto positivo nos responsáveis pelo gerenciamento da operação. Independente das boas notas atribuídas, alguns ajustes ainda são necessários e devem ser implantados no menor prazo possível.

Tabela 5 – Nível de importância do Projeto GeoSIT

Classificação do nível de importância do Projeto GeoSIT				
Total de fiscais entrevistados	Nota atribuída	Total de fiscais em relação a nota atribuída	%	Observações
18	10	6	33,33%	Traz benefícios aos usuários dos ônibus. Maior agilidade na localização de veículos com problemas. O sistema é fundamental para garantir a agilidade do

				monitoramento do transporte público. Nota máxima apenas para a relevância social do projeto Ferramenta que favorece a gestão do transporte.
18	9	1	5,55%	Precisam ser desenvolvidas mais funcionalidades ligadas especificamente ao monitoramento do transporte publico.
18	8	2	11,11%	Falta de relatórios criados para atender as necessidades do transporte público. O sistema atende as necessidades da fiscalização.
18	7	6	33,33%	Problemas de transmissão e equipamentos com defeito. Falta de um procedimento automatizado para alocação dos veículos nas rotas. O sistema é relevante desde que não apresente tantas falhas em relação a defeitos de equipamentos. O sistema precisa ser melhorado para fornecer as informações de forma mais automatizada. O sistema permite visualizar várias condutas inapropriadas por parte das operadoras.
18	5	1	5,55%	Problemas com transmissão de dados, defeitos nos equipamentos
18	4	2	11,11%	O sistema apresenta muitas falhas

6. CONCLUSÕES

No Brasil, os órgãos gestores municipais possuem atribuição legal para coordenar o processo de planejamento, implementação e gestão das políticas relacionadas com o transporte público urbano, que há muitos anos vem perdendo usuários devido à baixa qualidade na oferta de seus serviços. Essa redução no número de usuários e o aumento no uso do transporte motorizado individual têm contribuído para o agravamento dos problemas relativos a congestionamentos, acidentes e poluição nos centros urbanos. O investimento em novas tecnologias demonstrou potencial para dar suporte ao poder público no sentido de gerir adequadamente sistemas de transporte coletivo operado por ônibus pode ser considerado uma das possibilidades de reversão do cenário acima descrito. Através de um processo mais eficiente de fiscalização, operação e planejamento do setor, as novas tecnologias poderão ser incorporadas e contribuir para o aumento da eficiência desejada no setor. Também é necessária a criação de canais de comunicação confiáveis e eficientes entre operadores e usuários dessa modalidade de transporte no intuito de atrair alguns nichos específicos de mercado e recuperar passageiros que optaram pelo uso de modos de transporte individuais.

Investimentos em tecnologias que geram informações para o gerenciamento do transporte público podem ser justificados quando se analisa a importância da informação no sentido de subsidiar o gerenciamento da mobilidade em grandes metrópoles. Esses centros urbanos têm buscado racionalizar a demanda, orientando e informando os usuários no que se refere aos serviços disponíveis para a realização de suas viagens. Para que a confiabilidade da informação seja garantida, tem-se realizado investimentos em sistemas de informação ao usuário baseados em tecnologias inteligentes, *ITS (Intelligent Transport System)*, onde a internet ocupa um papel de destaque ao disponibilizar em diferentes sítios, informações em tempo real, promovendo a

utilização de diferentes serviços e conferindo maior rapidez na difusão da informação aos gestores e usuários do transporte público.

É importante destacar finalmente que a continuidade das pesquisas nas áreas de SIG-T e de tecnologias de rastreamento, devem ser contínuas, permitindo o aperfeiçoamento de novas funções e processos que possam reverter para uma maior qualidade os serviços prestados aos usuários e para a racionalização dos serviços de transporte coletivo operados nas cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arena Control Center (2005), **Manual do usuário**. Maxtrack Ind. Ltda, Belo Horizonte 111p.

Blacksher, S., FOLEY, T. (2002) **Boulder Hops Aboard GPS tracking**. Disponível em: www.gpsworld.com/gpsworld/article/articleDefault.jsp?id=7782, Acesso em:04 ago.2006.

CITFOR (2004) Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania de Fortaleza. Disponível em : www.amc.fortaleza.ce.gov.br/modules/wfchannel/index.php?pagenum=21, acesso em :04ago.2006.

FALLON, E.(2000), **Dublin Bus Tracking Service**. Dissertation (Master of Science in Computer Science) – University of Dublin, Dublin.

Ferreira, D. L. (2000), **Sistema de Informação Geográfica e planejamento do transporte coletivo urbano**. Estudo de caso: sistema integrado de transporte de Uberlândia. Tese de Doutorado - FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Ceturb – GV (2006), *Sistema de Monitoramento do Transporte Seletivo via GPS*. Disponível em: http://www.ceturb.gov.br/site/empr_proj_gps.asp. Acesso em 16 de agosto de 2007.

Långström, Lennart (1999) *Implementation of Radiobased Detection for Public Transport in Helsinki*. Disponível em: www.hel2.fi/ksv/entire/repLowPowerDetection.htm. Acesso em 16 de agosto de 2007.

Magalhães, C. T. A., (2005) **Tecnologia de Rastreamento e Sistemas de Informação Geográfica aplicados ao Planejamento do Transporte Público Urbano: Projeto GeoSIT – Uberlândia**. Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia/MG.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA.**Sistema Integrado de Transporte – SIT**. Disponível em: www.uberlandia.mg.gov.br. Acesso em 10Julho2007.

PROJETO GEOSIT, **Informações do projeto Geosit**. Disponível em: www.geosit.com.br. Acesso em 31out2005.

ROSA, Roberto. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2001. 210 p.

TAKEMORI, I. (2001),O uso do GPS na Monitoração da operação do transporte coletivo por ônibus. Trabalho Multidisciplinar de Graduação , Mackenzie, São Paulo.

TCRP, **Real Time Bus Arrival Information Systems: 48**. Washington, D.C.: Transit Cooperative Research Program, 2003. 62p.

SILVA, S. D.; Zarattini,C.. *Terminais e Corredores Inteligentes –uma nova concepção para a operação do ônibus*. In: 14º. Congresso de transporte e Transito da ANTP, Vitória, 2003

SPTRANS, Novo Sistema de Monitoramento Eletrônico. Disponível em: http://www.sptrans.com.br/projetos/monitora/pro_dir07.htm> Acesso julho 06.