

# O USO DE GEOTECNOLOGIAS EM SISTEMAS DE TRANSPORTE E ORGANIZAÇÃO URBANA NO BRASIL

*the adoption of Geotechnology in public transport and urban organization in Brazil*

Elizabeth Maria Feitosa da Rocha de Souza \*

Carla Bernadete Madureira Cruz \*\*

Monika Richter \*\*\*

## Resumo

Diversos países já dispõem das tecnologias dos Sistemas de Transporte Inteligentes – Intelligent Transportation System – ITS, em ações de controle e gestão do transporte coletivo, atividades de informação ao usuário, controle de tráfego ou gerenciamento de recursos financeiros por meio de programas de bilhetagem eletrônica. No Brasil é possível identificar um forte incremento dessas tecnologias nos últimos anos, consolidado por investimentos em tecnologia e treinamento técnico nas secretarias de transporte. O objetivo do presente artigo foi discutir as ações implementadas no Brasil, destacando-se a inserção das geotecnologias nesse processo. A pesquisa identificou que a Região Sudeste é um dos mais relevantes representantes nacionais, com um grande número de cidades que fazem uso das tecnologias ITS. No entanto, sabe-se que o processo e implantação são lentos em função de inúmeras dificuldades, entre elas as diferentes realidades observadas nas regiões apresentadas. Mesmo com a implantação completa nas cidades indicadas e expansão para outras, somente os grandes centros serão plenamente atendidos, já que há diversidade multimodal.

**Palavras-chave:** Engenharia de transportes; GNSS; Monitoramento.

## Abstract

Several countries already have the technology known as Intelligent Transport Systems - ITS, that means control and management of public transport, activities information to the user, traffic control and management of financial resources through programs of electronic ticketing. In Brazil it is possible to identify, in recent years, a strong increase of these technologies, consolidated by investments and technical training in the departments of transportation. The aim of this paper was to discuss the actions implemented in Brazil, highlighting the integration of geotechnologies in this process. The survey showed that the Southeast is one of the most relevant national representatives, with a large number of cities that make use of ITS technologies. However, it is known that the process and implementation are slow due to numerous difficulties, including those observed in the different situations presented. Even with the full deployment in the cities listed and expansion into other, only the major centers will be fully satisfied, as there are multimodal diversity.

**Key words:** Transportation engineering; GNSS; Monitoring.

## Resumen

Plusieurs pays ont déjà la technologie des systèmes de transport intelligents - ITS, ce qui signifie le contrôle et la gestion des transports en commun, des activités d'information à l'utilisateur, le contrôle du trafic et de la gestion des ressources financières grâce à des programmes de billetterie électronique. Au Brésil, il est possible d'identifier, ces dernières années, une forte augmentation de ces technologies, consolidée par des investissements et la formation technique dans les départements de transport. Le but de cet article était de discuter les actions mises en œuvre au Brésil, en soulignant l'intégration des geotechnologies dans ce processus. L'enquête a montré que le Sud-Est est l'un des représentants les plus pertinentes nationales, avec un grand nombre de villes qui font usage de technologies STI. Cependant, il est connu que le processus de mise en œuvre et sont lents en raison de nombreuses difficultés, y compris ceux observés dans les différentes situations présentées. Même avec le déploiement complet dans les villes énumérées et l'expansion dans d'autres, seuls les grands centres seront pleinement satisfaits, car il ya la diversité multimodal.

**Mots-clés:** Ingénierie des transports; GNSS; Surveillance.

(\*) Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Temporária do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Av. Athos da Silveira, 274 Bloco I, Sala 012. CEP: 21941-611 – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. Tel.: (+55 21) 92026713 - elizabethmfr@gmail.com

(\*\*) Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Av. Athos da Silveira, 274 Bloco I, Sala 012. CEP: 21941-611 – Rio de Janeiro (RJ), Brasil. Tel.: (+55 21) 92026713 - carlamad@gmail.com

(\*\*\*) Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> do Departamento de Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Av. Governador Roberto Silveira, S/N, Centro - CEP: 26210-210 Nova Iguaçu (RJ), Brasil Tel.: (+55 21) 92026713 - mrichter84@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O avanço na tecnologia da informação permitiu ampliar o gerenciamento sobre os sistemas de transporte nas grandes cidades. Esse gerenciamento possibilita ao órgão gestor um maior controle sobre a oferta e demanda de transportes, bem como, um maior conhecimento sobre a dinâmica das frotas veiculares para atendimento aos usuários dos serviços e controle das empresas privadas.

Diversos países já dispõem das tecnologias conhecidas como Sistemas de Transporte Inteligentes – Intelligent Transportation System – ITS, em ações de controle e gestão do transporte coletivo, atividades de informação ao usuário, controle de tráfego ou gerenciamento de recursos financeiros por meio de programas de bilhetagem eletrônica. No Brasil há relevantes iniciativas dessa tecnologia em cidades de todas as regiões. Nesse contexto, a adoção de geotecnologias voltadas para o posicionamento e localização de veículos vem dando suporte e incremento ao avanço dos ITS em várias cidades.

No Brasil é possível identificar um forte incremento dessas tecnologias nos últimos anos, consolidado por investimentos em tecnologia e treinamento técnico nas secretarias de transporte. Para se obter um padrão razoável de atendimento e qualidade de serviços é necessário muito investimento para um alcance maior de usuários, ampliação de mercados e suporte aos gestores das frotas veiculares de transporte público. Especificamente sobre o monitoramento de frotas de ônibus municipais e/ou intermunicipais, muitas cidades e/ou estados, especialmente as capitais já adotaram algum tipo de tecnologia ITS. Nesse caso é possível mencionar o sistema de bilhetagem eletrônica e/ou o monitoramento de veículos por meio de Sistemas Globais de Posicionamento (Global Navigation Satellite System – GNSS). Esses sistemas associados a equipamentos de transmissão de dados, armazenamento e controle das informações, possibilitam ações sincronizadas para a melhoria nos sistemas de transporte de forma global. Nesse contexto, as geotecnologias vêm se integrando aos ITS em escala municipal e estadual, com o objetivo de melhorar as ações de controle e monitoramento dos meios de transporte.

O objetivo principal do presente artigo é discutir as ações implementadas quanto ao uso de tecnologia ITS no Brasil, observando a inserção das geotecnologias nesse processo, com destaque para o uso das geotecnologias. O enfoque principal das aplicações de ITS refere-se ao monitoramento de frotas urbanas e intermunicipais de passageiros.

## METODOLOGIA

A metodologia aplicada consiste na revisão bibliográfica com apresentação das principais iniciativas nacionais e ênfase nas tecnologias utilizadas. A pesquisa buscou apresentar um breve histórico sobre a implantação do sistema ITS no Brasil, descrevendo etapas relevantes e as tecnologias existentes nas cinco regiões brasileiras.

O aprofundamento da pesquisa se baseou na consulta de órgãos gestores em prefeituras e secretarias de transporte, visitas técnicas e coleta de material de referência utilizado nas etapas de implantação dos respectivos sistemas.

## SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTES NO BRASIL

Segundo Teixeira et. al. (2005) os Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS - Intelligent Transportation Systems), oriundos da união entre a telemática e ferramentas de gerenciamento e controle, apresentam-se como um novo instrumento a ser utilizado de forma exclusiva ou em colaboração com as técnicas tradicionais de transporte e tráfego. As tecnologias ITS são ferramentas inovadoras, tendo potencial para aumentar a segurança, eficiência e mobilidade, otimizando o uso da capacidade viária existente, muitas vezes evitando a necessidade de gastos adicionais em expansão.



Podem, ainda, propiciar um aumento de produtividade e competitividade nos negócios e implementar o número de regulamentações e processos econômicos. Elas também promovem a formação de novas parcerias entre os governos e os setores privado e acadêmico.

Nos países desenvolvidos a adoção de tecnologias ITS se apresenta em ampla expansão. Nos países em desenvolvimento essas tecnologias surgem como importantes ferramentas para controle de frotas veiculares de transporte público. No Brasil essas ferramentas vêm se adequando às necessidades pontuais observadas em cada região, de forma lenta, porém representativa. Nesse caso é importante mencionar a existência de um programa específico para o desenvolvimento dessas ferramentas, chamado ITS BRASIL (2010) que promove estudos e criação de projetos visando estabelecer procedimentos, padrões e protocolos para construir uma arquitetura nacional de ITS. Esse programa já promoveu inúmeros avanços para a implantação de uma rede nacional e integrada para o monitoramento e controle de frotas.

A adoção de geotecnologias representa um dos pilares centrais na implementação dessas ferramentas. No entanto, ainda se faz necessário o fomento em pesquisas para proposição de normas técnicas, especificações e protocolos. É necessário promover o intercâmbio e a cooperação internacional buscando agregar experiências já consolidadas em países como os EUA, Canadá e Japão.

Em paralelo cresce o interesse de órgãos gestores e operadores no que se refere à utilização dessas tecnologias nas cinco regiões brasileiras. A primeira mudança em relação a ITS ocorrida no Brasil foi observada a partir do ano 2000, pela adoção do sistema de bilhetagem eletrônica em inúmeras cidades do país, principalmente as capitais. Nesse momento surgem as primeiras iniciativas nacionais para o monitoramento de frotas com base em geotecnologias a partir da adoção de sistemas GNSS, especificamente o Global Position System - GPS. Segundo Magalhães (2008), cada vez mais são utilizadas tecnologias como o monitoramento de frotas via satélite. O rastreamento pelo sistema GPS é utilizado por alguns operadores e gestores no controle total ou parcial da frota do transporte público por ônibus.

No que se refere à instalação de sistemas e sua abrangência de aplicação no Território Nacional cabe mencionar que apenas os estados de Rio de Janeiro e São Paulo dispõem de serviços de monitoramento por GPS e Câmeras de Vídeo para as linhas intermunicipais de passageiros, ambas sob a gestão de organismos públicos de regulação e controle dos transportes. O estado do Mato Grosso está em processo de implantação do sistema e deve integrar essa lista nos próximos anos. Os casos mais comuns, seja nos demais estados da Federação e mesmo nos estados anteriormente mencionados, consistem no grande número de cidades com sistemas de monitoramento por GPS, câmeras de vídeo e bilhetagem Eletrônica em linhas urbanas de transporte público. Há alguns casos de novos sistemas de monitoramento de frotas em linhas intermunicipais limitadas a Regiões Metropolitanas como, por exemplo, as cidades da Grande Recife, em Pernambuco.

A bilhetagem eletrônica ainda é a principal aplicação de ITS no Brasil e consiste na substituição dos meios tradicionais de pagamento (dinheiro ou vale-transporte) por meios eletrônicos nos sistemas de transporte público. Este processo se consolida pela utilização dos validadores, que são dispositivos eletrônicos instalados nos ônibus para debitar os valores das passagens. Os passageiros efetuam o pagamento da tarifa utilizando os cartões inteligentes (smart card contactless). As informações sobre o saldo do cartão permanecem gravadas, sem necessidade de comunicação do validador com uma central de processamento para autorizar a transação.

Com o advento de eventos internacionais como a Copa do mundo em 2014 e as Olimpíadas em 2016 um grande aporte de investimentos está sendo direcionado para projetos de mobilidade urbana no Brasil. Nessa perspectiva os avanços alcançados com o advento de novos sistemas GNSS devem agregar qualidade de posicionamento e apoio ao monitoramento de frotas. Nos itens a seguir são apresentados alguns exemplos de aplicações de ITS e geotecnologias de suporte por Região, em cidades e capitais no Brasil.



O crescente avanço da informática tem possibilitado e estimulado a evolução das chamadas geotecnologias, propondo uma integração entre o método convencional de se ensinar geografia e o uso de tecnologias que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para a manipulação e sistematização de informações geográficas, levando em consideração a atual facilidade em se conseguir mapas digitais interativos, imagens de satélites e outros dados via internet.

Além dos avanços expressivos no campo informacional e tecnológico, como destaca Medeiros et al. (2010), podemos referenciar o geoprocessamento e os Sistemas de Informações Geográficas – SIG's que, aliados à Internet, tornaram-se tecnologias ainda mais robustas para divulgar os mais diversos tipos de informações. Essa tecnologia permite a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para a coleta, armazenamento e processamento de dados geográficos, que aliadas às TIC poderão atribuir novas metodologias ao ensino-aprendizagem.

O Ceará em Mapas Interativo trata-se de um Sistema de Informação Geográfica para internet, capaz de realizar consultas e análises utilizando dados georreferenciados e cartográficos do Estado do Ceará, tais como: limites e regionalizações; imagens de satélite; ortofotos; mapas de indicadores socioeconômicos; mapa das áreas degradadas; mapa das unidades fitoecológicas; mapa das unidades geoambientais; mapa dos tipos climáticos; mapa dos recursos hídricos; entre outros dados que são essenciais para compreender a relação sociedade-natureza numa perspectiva de integração das variáveis naturais, sociais e econômicas.

O sistema foi concebido e estruturado em softwares livres, apresentando uma interface amigável e aliado a uma alta performance, com recursos e ferramentas de grande potencial no ensino-aprendizagem da disciplina de Geografia e/ou das demais áreas de conhecimento.

Utilizando o Sistema como um instrumento para a cartografia escolar e, conseqüentemente, como uma prática de ensino-aprendizado de Geografia, os professores e alunos podem fazer consultas aos dados e informações georreferenciadas, modificar os mapas gerados bem como salvar os mesmos em diversos formatos de arquivo, sendo assim um sistema interativo, dinâmico e com uma base de dados atualizada e disponível para toda a sociedade, além de subsidiar os gestores públicos no planejamento de políticas públicas e na tomada de decisão (MEDEIROS et al., 2010).

Neste mesmo viés de análise, é possível trabalhar as mais diversas facetas da cartografia escolar dentro do SIG-WEB desenvolvido pelo IPECE, como as noções de proporção e escala, de coordenadas geográficas, de sistema de projeção, de sensoriamento remoto, de geoprocessamento; dentre outras possibilidades da representação didática do espaço geográfico até chegar à síntese do mapeamento.

A partir dessa perspectiva, a cartografia escolar pode dar um salto de qualidade no ensino e aprendizagem de Geografia, tendo em vista que a interatividade facilita a leitura e a interpretação das mais diversas variáveis espaciais, permitindo um domínio e melhor compreensão do espaço geográfico de maneira mais consistente e pertinente, pois a melhor forma de sintetizar uma informação geográfica é através de sua espacialização no tempo e no espaço. É nesse contexto que propomos uma reflexão da aplicabilidade do SIG na Educação.

## SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTES NO BRASIL

### *Região Sudeste: Implantação em Vitória/ES, Rio de Janeiro/RJ, Uberlândia/MG e São Paulo/SP*

A Região Sudeste é um dos mais relevantes representantes nacionais, apresentando um grande número de cidades com tecnologias ITS já implantadas. Na cidade de Vitória (ES), a partir do ano de 2007, a Companhia de Transportes Urbanos da Grande Vitória - CETURB-GV definiu um sistema de monitoramento do transporte seletivo via GPS para o controle dos ônibus municipais. Esse sistema surge no momento em que se observa um elevado descontentamento dos usuários sobre os serviços de transporte coletivo. A implantação do sistema permitiu diminuir os atrasos, desvios



de rotas e ausência de veículos nos horários previstos. Inicialmente a CETURB-GV estabeleceu como tecnologia inicial a utilização de registro e transmissão da posição dos veículos por meio de radiofrequência. A partir de pontos específicos ao longo dos itinerários, os veículos eram registrados e seguiam um percurso pré-definido, mas essa opção se mostrou custosa e pouco flexível, sendo substituído em favor da geotecnologia por posicionamento, a partir do sistema americano GPS. A tecnologia definida pela CETURB-GV foi disponibilizada e instalada por empresas especializadas na frota municipal.

Atualmente o sistema está em fase final de implantação e indicará aos gestores a posição do veículo, coletada pelo módulo GPS embarcado. A partir de um software desenvolvido pela Gerência de Informática da CETURB-GV será possível saber em tempo real, o percurso de cada unidade em deslocamento. Posteriormente, com apoio de recursos gráficos, o sistema indicará as posições e o itinerário realizado pelo veículo, em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas WEB. Além disso, o programa disponibilizará ao gestor relatórios sobre o cumprimento de horários e itinerários conforme os pontos de controle estabelecidos pela CETURB-GV. Esse sistema será ampliado para agregar também um serviço de acesso pelo celular aos quadros-horários e itinerários das linhas do Sistema de Transporte Coletivo Urbano Intermunicipal da Grande Vitória - TRANSCOL.

No estado do Rio de Janeiro o processo de implantação de um sistema para o monitoramento de frotas de transporte coletivo intermunicipal e urbano inicia em 2008. A segunda fase do processo corresponde às informações úteis aos usuários que serão disponibilizadas para apoio ao deslocamento pendular e turístico. O Departamento de Transportes Rodoviários - DETRO do Estado do Rio de Janeiro publicou duas portarias que obrigam os veículos das frotas intermunicipais de passageiros a disponibilizarem sistemas de monitoramento por GPS e câmeras de vídeo. O órgão dispõe de uma central de controle que monitora a movimentação de cada veículo permitindo aos gestores, acompanhar em tempo real qualquer anormalidade observada. As concessionárias puderam optar pela tecnologia a ser adotada para implantação do sistema desde que a mesma atenda os requisitos mínimos definidos na Portaria nº889 de 23/07/2008 (para o sistema GPS) e pela Portaria nº998 de 25/03/2010, (para caracterização do sistema de monitoramento por câmeras de vídeo). Outra importante ferramenta ITS em uso no Rio de Janeiro é o chamado Bilhete Único Intermunicipal - sistema de cobrança tarifária integrada por meio de cartão magnético na Região Metropolitana do Rio de Janeiro - com abrangência dos modos de transportes gerenciados pela Secretaria Estadual de Transportes - linhas de ônibus intermunicipais, linhas de vans intermunicipais, trens, barcas e metrô. O Bilhete Único Intermunicipal foi implantado em fevereiro de 2010 com tarifas integradas entre os modais, podendo ser utilizado pelos usuários de linhas intermunicipais e municipais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Em Minas Gerais a cidade de Uberlândia possui frota urbana monitorada por sistema automatizado. O hardware utilizado funciona como um modem com capacidade de localizar, controlar e se comunicar com veículos por meio da tecnologia GDM/GPRS. O sistema é conhecido como GEOSIT e a tecnologia utilizada é o posicionamento por GPS utilizando a rede de transmissão GPRS para rastreamento de toda a frota do Sistema Integrado de Transportes-SIT. A solução permitiu manter a fiscalização e segurança dos usuários de ônibus e vans da cidade, e o monitoramento é realizado a partir de uma Central de Controle instalada no centro de Uberlândia. Após o monitoramento da frota de transporte coletivo, Uberlândia se tornou a primeira cidade da América Latina com tecnologias que beneficiam todos os usuários dos serviços, com monitoramento em tempo real interligado com a Polícia Militar e informando a previsão de chegada aos pontos de embarque e desembarque de passageiros.

Na cidade de São Paulo (SP) a prefeitura criou um projeto de transporte integrado para reestruturação do sistema de transporte municipal. Este projeto utiliza diferentes ferramentas para controle por geotecnologia GPS. Nos terminais de passageiros existem monitores indicando o tempo estimado para a chegada dos ônibus. Os usuários do transporte público em São Paulo podem monitorar por



consulta web os veículos que circulam nos 19 terminais inteligentes e 10 corredores rodoviários, em 135 quilômetros de vias públicas da cidade. A Prefeitura disponibiliza ao usuário, dados relativos à velocidade média dos veículos nos corredores e vias monitoradas, além de previsão de duração para cada percurso. As informações são enviadas ao Centro de Operação de Terminais - COT, instalado nos terminais de transferência de passageiros, Centros de Operação das Concessionárias - COC, Centro de Controle Operacional - CCO e Centro de Controle Integrado - CCI. Atualmente há um sistema embarcado de informação ao usuário de transportes coletivos em desenvolvimento, com apoio do Programa FAPESP Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas - PIPE. O estudo tenta adaptar a tecnologia já existente na Europa e Ásia. Os veículos serão equipados com monitores de cristal líquido, fornecendo aos passageiros a programação televisiva educativa e informativa, gravada previamente em disco rígido de computador. Em conjunto, esses dispositivos forneceriam variados tipos de serviços. “Em uma viagem de São Paulo ao Rio de Janeiro, por exemplo, o equipamento poderia exibir informações turísticas, durante o percurso, sobre a cidade de Aparecida do Norte, assim que o GPS detecte a aproximação da cidade”. As informações sobre as condições e previsão do tempo seriam atualizadas constantemente por meio do sistema 3G e sempre associadas aos lugares por onde o veículo estaria passando, cuja informação viria do GPS. No caso de ônibus circulares, a localização do veículo poderia ser acompanhada pela internet em computadores e aparelhos de celular, o que permitiria aos usuários acompanhar o trajeto da linha que deseja e se dirigir ao ponto no horário certo.

#### *Região Centro-Oeste e Distrito Federal: ITS em Cuiabá/MT, Várzea Grande/MT e Brasília/DF*

Na Região Centro-Oeste pode-se destacar Cuiabá, Várzea Grande e Brasília como importantes representantes na aplicação de tecnologias ITS.

Em Cuiabá e Várzea Grande (MT) no ano de 2007 iniciou-se o processo de discussão para implantação de tecnologias ITS. As empresas de ônibus iniciaram os procedimentos técnicos para a instalação de GPS nos veículos visando o monitoramento contínuo das frotas urbanas. Atualmente os Sistemas do Transporte Coletivo em Cuiabá e Várzea Grande, estão sendo gradativamente modernizados. As frotas passarão a ser monitoradas via satélite, com o uso de GPS, permitindo saber a localização dos veículos durante todo o dia. Esses aparelhos já se encontram instalados na frota de ônibus das duas cidades, e ainda foram instalados novos validadores eletrônicos que possibilitam maior eficiência no Sistema de Bilhetagem Eletrônica, já em uso. O novo sistema permite saber se os motoristas estão cumprindo horários e itinerários das linhas, garantindo um serviço de melhor qualidade aos usuários. As informações podem ainda permitir ajustes no sistema, como por exemplo, a introdução de mais ônibus em determinados pontos das cidades e a adoção da iniciativa nas demais cidades.

Na capital federal Brasília a partir de 2001, a Universidade Federal de Brasília desenvolveu um projeto experimental de rastreamento de veículos a partir de um sistema de GPS e GIS, para disponibilizar as informações aos usuários de transporte público em Brasília. Segundo WEIGANG (2001) na primeira fase de implementação, como primeiro teste de funcionamento do Sistema de Informações de Transporte Público Urbano por Ônibus – SITCUO foram utilizadas informações georreferenciadas da linha de ônibus, onde se verificou a sua funcionalidade. As informações sobre os ônibus em tempo real serão disponibilizadas na internet para informar aos usuários dados sobre a linha, o tempo previsto para cada parada e a velocidade média dos veículos no momento da consulta. Esta implementação demonstra também o sucesso da combinação de tecnologias de vários setores como GPS, GIS e telecomunicação.

#### *Região Nordeste: Representantes ITS em Fortaleza/CE e Recife/PE*

Na Região Nordeste pode-se destacar o sistema ITS para controle de frotas já implantado em Fortaleza e o processo de implantação que está ocorrendo em Recife.

Em Fortaleza (CE) o Sindicato das Empresas de Ônibus do Ceará - SINDIÔNIBUS em parceria com a Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza - ETUFOR, implantou um sistema de monitoramento em toda a frota de ônibus da capital cearense proporcionando melhorias na qualidade do transporte coletivo. A partir do projeto CITFOR – Controle Integrado de Transportes de Fortaleza foi implantado um sistema de gestão e monitoramento de frotas e informações aos usuários em tempo real. O sistema engloba um computador de bordo no ônibus que recebe informações sobre seu posicionamento, que por sua vez envia à central de controle via tecnologia GPRS. A central recebe os dados e disponibiliza as informações pertinentes aos passageiros, em painéis de mensagem e nos sistemas de semáforos. Desde julho de 2008, o sistema já está em funcionamento e realiza controle, em tempo real, da operação das empresas concessionárias. O equipamento possui um receptor GPS que faz leitura de informações como localização, movimentação, hora universal, direção e velocidade do veículo a cada segundo. O módulo capta ainda a situação do motor (ligado/desligado) e dos sensores de entrada.

Em Recife (PE) a Grande Recife Consórcio de Transporte é uma empresa que gerencia o sistema de empresas de ônibus. Um grande consórcio de transporte por meio de licitação pública (pregão Eletrônico 005/10 realizado em 10 de junho de 2010) está implantando um sistema de gestão de operação da frota através de geotecnologia GPS sob controle de uma central de comando. O objetivo é equipar todos os ônibus que circulam na região com aparelhos de GPS e posteriormente implementar painéis com os horários das linhas nos principais terminais e corredores da cidade.

A cidade de Recife já utiliza o Sistema Automático de Bilhetagem Eletrônica - SABE instituído por meio da Resolução nº 002/98 do Conselho Metropolitano de Transportes Urbanos e teve seu regulamento aprovado por meio da Portaria nº247. Sendo reeditada em 26 de março de 2003.

#### *Região Sul: Implantação em Curitiba/PR e Porto Alegre/SC*

Na Região Sul o destaque na aplicação de tecnologias ITS pode ser direcionado aos sistemas em uso nas cidades de Curitiba e Porto Alegre.

A utilização de sistemas inteligentes em Curitiba evidenciou-se com a implementação dos smart cards na bilhetagem eletrônica, visando facilitar o acesso aos ônibus e eliminar a utilização de moeda corrente nos terminais. Em 2007 foi modernizado o sistema de monitoramento do transporte público de Curitiba, iniciando com a implantação de um sistema de posicionamento global para controle da operação dos ônibus urbanos. Atualmente a cidade investe em tecnologias GPS e 3G no transporte público. Os computadores com o sistema Linux, processador Atom e módulo 3G e GPS funcionam para a comunicação com a central administradora do transporte urbano na cidade. Nos veículos, estão sendo instalados pequenos computadores equipados com Linux e adaptadores GPS/3G da Ericson. Na fase de testes, o sistema está utilizando os serviços de internet a partir de operadoras telefônicas. Em função do posicionamento GPS em tempo real é possível informar os eventuais acidentes e problemas com a rota, e seguir por caminhos alternativos.

Em Porto Alegre a adoção de ITS promoveu a integração ônibus-trem por meio do sistema de bilhetagem eletrônica. A administradora do transporte sobre trilhos mantém integração tarifária com mais de 145 linhas de ônibus, atendendo sete municípios. O usuário pode fazer a viagem de trem e ônibus com um bilhete único, entretanto, as tarifas são diferenciadas, dependendo da cidade atendida. Além disso, pode-se citar o Sistema de Ônibus Monitorado Automaticamente – SOMA, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Transportes de Porto Alegre. Essa ferramenta atua na fiscalização das linhas urbanas como instrumento de gerência e controle. As informações são obtidas por meio de etiquetas eletrônicas instaladas nos veículos e antenas receptoras instaladas nas vias. A localização do veículo ocorre por meio de radiofrequência permitindo o controle sobre sua movimentação. Com o objetivo de expandir o monitoramento do sistema de transporte coletivo por ônibus em tempo real, a Empresa Pública de Transporte e Circulação – EPTC criou uma Central de Controle e Monitoramento da Mobilidade – CECOMM. Nesse contexto surge o



Sistema de Ônibus Monitorado Automaticamente em Tempo Real - SOMArt. Esta nova versão do sistema utiliza as estações existentes para transmitir pacotes de dados a cada 3 minutos os quais possibilitam verificar o desempenho da operação de cada linha. Neste sentido, o monitoramento objetiva verificar em tempo real, o cumprimento e a aderência das tabelas horárias, os tempos de viagens e velocidades, o cumprimento do itinerário, a verificação da frota operante, a interface com a central de informações e reclamações, entre outros. O SOMArt possui dois módulos integrados que se complementam e interligam na medida em que é necessária a supervisão dos equipamentos e consistência das leituras para obtenção de um monitoramento preciso e o mais completo possível. O primeiro módulo do SOMArt é composto por uma série de ferramentas que tem como principal objetivo o monitoramento dos equipamentos de detecção de ônibus distribuídos na cidade.

Segundo Ladeira et al (2009) para uma melhor eficiência do monitoramento em tempo real há a necessidade de aumento no número de antenas da malha viária, isto porque algumas linhas são captadas por apenas duas antenas. Diante disso, é importante ampliar a coleta de dados sobre como estão sendo realizadas as viagens definidas pela Tabela Horária. Neste contexto é que se insere a evolução do SOMArt pela substituição das estações fixas pelo uso de GPS/GPRS. Cada veículo deve ser equipado com o GPS e por meio de um sistema de transmissão e comunicação GPRS, para envio das informações ao centro de comunicação, na central de monitoramento. O uso do GPS deve propiciar uma cobertura total do sistema, precisão das informações e maior controle e eficiência do serviço prestado. Por meio da localização dos veículos no trânsito e o comparativo com sua tabela de serviço é possível informar ao motorista se o mesmo encontra-se atrasado ou muito próximo de outro veículo, evitando desta forma, a formação de comboios. Essa melhoria propiciará o aumento no nível de serviço por meio da melhor regulação da linha e do controle do tempo de viagem além da disponibilidade da informação ao usuário.

#### *Região Norte: Implantação e adaptação em Manaus*

Na Região Norte o caso mais importante pode ser atribuído à cidade de Manaus pelo monitoramento parcial da frota urbana. A partir de abril de 2010, a frota urbana de ônibus na cidade de Manaus encontra-se monitorada em tempo real, registrando todos os atrasos, paradas irregulares, desvios de rotas e até a posição atualizada do veículo. O novo sistema já encontra-se instalado em 50 ônibus que operam em dez rotas da cidade e chama-se Urban Channel, sob coordenação da empresa Dataprom ligada ao Instituto Municipal de Trânsito e Transporte Urbano - IMTT. Chamado de “mídia embarcada”, o sistema opera com o uso de GPS, reduzindo o custo com número de fiscais em campo. Após o término da implantação em toda a frota, o novo sistema também deve permitir o monitoramento on-line visando a prevenção de assaltos e sinistros. A Dataprom é a empresa responsável pela instalação do serviço após ter vencido licitação realizada em 2009, e após avaliação de seu índice técnico. Nos primeiros seis meses, 50 veículos utilizaram os equipamentos e a tecnologia com perspectiva de ampliação após esse período, para mais 150 veículos e, assim, gradativamente, de acordo com as necessidades e prioridades apontadas pelo IMTT.

O contrato não traz custo para o município. A empresa oferece os equipamentos, a tecnologia e o monitoramento, em contrapartida, está autorizada a explorar comercialmente parte da grade publicitária do sistema Urban Channel. A Dataprom é uma empresa com sede em Curitiba, que atualmente atende, na área de mídia embarcada, as cidades de Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Curitiba e outras do interior de São Paulo. Manaus é a única cidade onde o serviço será pago por cessão de espaço publicitário. Nas demais, o poder público paga pela locação dos equipamentos e uso dos serviços.

Além dos monitores com proteção antivandalismo e todos os recursos tecnológicos, todos os ônibus são equipados com uma câmera de vídeo e Botão de Pânico, interligado por GPS e on-line, aumentando assim a segurança dentro dos veículos com monitoramento e em casos de assaltos. Além de proporcionar aos usuários informações sobre o percurso do ônibus, terminais, conexões e a próxima parada, também vai informar sobre os principais pontos de referência daquela parada.

A Cidade de Manaus encontra-se em fase de testes de semáforos inteligentes, que coordenam o tempo em função do volume de veículos em alguns cruzamentos com maior fluxo.

Segundo Teixeira et al (2008) o Brasil começa a utilizar pontualmente os Sistemas Inteligentes de Transporte para o aprimoramento do transporte público promovendo a formação de novas parcerias entre os governos e os setores privados. No setor acadêmico, estudos vêm sendo realizados indicando novas ferramentas e buscando meios de utilização eficiente de acordo com cada sistema a ser implantado. No entanto, os gestores do sistema de transportes precisam considerar de maneira relevante estas pesquisas e projetos para que possam ser colocados em prática em menor prazo e com maior abrangência espacial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em curto prazo, as perspectivas para o Brasil compreendem, principalmente, serviços ITS relativos à informação, seja ao usuário de transporte público, seja ao motorista ou aos operadores. Aos usuários de transporte público, disponibilizar informações via quiosques instalados nos principais terminais ou locais de grande movimento são as medidas iniciais. Sensores e radares instalados nas vias podem permitir a coleta de dados de tráfego, que poderão ser disponibilizados aos motoristas antes do deslocamento. A Tabela 1 destaca a demanda populacional nas cidades citadas, nas respectivas Regiões Metropolitanas, Distrito Federal e Mesorregião.

Tabela 1 – População a ser atendida nas áreas com sistemas ITS no Brasil

MESORREGIÃO	POPULAÇÃO	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO MUNICIPAL	PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO (%)	REGIÃO
	MESORREGIÃO				
Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá	834060	Cuiabá	551098	66	Centro-Oeste
Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá	834060	Varzea Grande	252596	30	Centro-Oeste
Distrito Federal	2570160	Brasília	2570160	100	Centro-Oeste
Metropolitana de Fortaleza	3610379	Fortaleza	2452185	68	Nordeste
Metropolitana de Recife	3688428	Recife	1537704	42	Nordeste
Metropolitana de Manaus	2106866	Manaus	1802014	86	Norte
Metropolitana de Vitória	1685384	Vitória	327801	19	Sudeste
Metropolitana de São Paulo	19822572	São Paulo	11253503	57	Sudeste
Metropolitana do Rio de Janeiro	11711233	Rio de Janeiro	6320446	54	Sudeste
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	604013	Uberlândia	604013	100	Sudeste
Metropolitana de Curitiba	3168980	Curitiba	1751907	55	Sul
Metropolitana de Porto Alegre	3979561	Porto Alegre	1409351	35	Sul

Fonte – IBGE – CENSO 2010

Na Região Centro oeste, as cidades de Cuiabá e Várzea Grande representam juntas 96% da população da Região Metropolitana do Vale do Cuiabá. A implantação desse sistema deve beneficiar um total de 803.694 pessoas.



No Nordeste as duas Regiões metropolitanas, representadas pelas capitais Fortaleza e Recife, devem atender 68% e 42% da população. Esses números retratam a importância desses sistemas na melhoria da qualidade dos transportes urbanos nas regiões. A Região Norte representada pela cidade de Manaus pode dar suporte a 86% da população na Região metropolitana de Manaus. As Regiões Sudeste e Sul atendem menores números populacionais se observamos os totais populacionais nas Regiões Metropolitanas. Apesar dessa menor representação populacional essas são as regiões com maiores investimentos e crescimento na implantação das tecnologias.

Em médio e longo prazo, os serviços de ITS no Brasil serão estendidos e melhorados. Sensores e radares para coleta de dados de tráfego serão instalados em todas as interseções das grandes cidades e painéis de mensagens variáveis, também em cidades de médio porte. Serviços sob demanda não atenderão somente nichos específicos, atenderão também locais de baixa demanda. Os sistemas de informação aos usuários de transporte público e aos motoristas serão ampliados, se transformando em sistemas de múltiplas informações, agregando variáveis como tempo de viagem, condições de tráfego, rotas, transporte público, velocidade média nas vias, meteorologia e turismo. As informações serão uniformizadas e disponibilizadas via celular, internet, rádio, quiosques públicos, painéis de mensagens variáveis, e dispositivos embarcados em veículos de transporte público e particular. O governo brasileiro espera implantar em todos os veículos em circulação no território Nacional, nos próximos anos, o Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos - SINIAV que poderá promover elementos para a implantação de um sistema nacional para o monitoramento veicular nos próximos anos.

O processo e implantação ainda é muito lento em função de inúmeras dificuldades, entre elas as diferentes realidades observadas nas regiões apresentadas. Mesmo com a implantação completa nas áreas indicadas e expansão para outras cidades, apenas os grandes centros seriam plenamente atendidos. Há diversidade multimodal. Os investimentos no setor ainda se apresentam muito direcionados para as capitais e grandes centros.

## AGRADECIMENTOS

Os sinceros agradecimentos ao DETRO/RJ pelo apoio e receptividade na elaboração desse artigo, bem como, aos demais órgãos gestores de transporte público, nas cidades citadas.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ITS BRASIL **Sistemas Inteligentes de Transportes do Brasil**. <http://www.itsb.org.br/> Acesso em 10 de abril de 2012.

LADEIRA, M.C.M; MICHEL F. D.; PAVANATTO, S. A. **Monitoramento da Operação de Transporte Público: O Caso de Porto Alegre**. Empresa Pública de Transporte e Circulação CBTU. Programa de Engenharia de Produção UFRGS. Porto Alegre: 2009.

MAGALHÃES, C. T. A. **Avaliação de Tecnologias de Rastreamento por GPS para o Monitoramento do Transporte Público por Ônibus**. Dissertação Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2008., 116p.

TEIXEIRA, E. H. S. B.; BARTH, J. V.; BARROS, P. L. O Aperfeiçoamento do Transporte Público Brasileiro através da Aplicação de Sistemas Inteligentes. In **Anais do III Rio Transportes – 2005- BNDES – Rio de Janeiro – RJ: 2005**.

WEIGANG, L.; YAMASHITA, Y.; SILVA, O. Q.; XIJUN,D.; PRAZERES, M. A. T.; OLIVEIRA, D. C. S. Implementação do Sistema de Mapeamento de uma Linha de Ônibus para um Sistema de Transporte Inteligente. **XXVIII Seminário Integrado de Software e Hardware**. Fortaleza: 2001.

Trabalho enviado em março de 2014

Trabalho aceito em abril de 2014

