

SISTEMA INTELIGENTE DE CONTROLE E USO DE TRANSPORTE URBANO UTILIZANDO REDES DE SENSORES SEM FIO

Luiz Augusto Nogueira Assis <luiz.lzwm@gmail.com>

Professor Orientador: Wender M. Cota

Departamento de Ciência da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos –
(UNIPAC) – Barbacena, MG – Brasil

Resumo. *A busca de soluções para a melhoria do trânsito nos grandes centros urbanos não é novidade para ninguém, mas uma solução que seja eficaz e que realmente funcione, está ficando mais próxima. Ao buscar uma solução, verificou-se que um dos maiores causadores do caos urbano é o transporte urbano (tanto ônibus quanto táxis). Elaborou-se então um projeto, utilizado um sistema inteligente de controle e uso do transporte urbano utilizando redes de sensores sem fio para tentar melhorar o seu uso, otimizar a operação e elevar o nível de satisfação dos usuários de transporte urbano. A arquitetura do sistema engloba comunicação entre tecnologias, central de processamento de dados e interface com o público (painel eletrônico e letreiro digital), cujo objetivo é disponibilizar informações e permitir a interatividade com o sistema aos usuários de transporte urbano. Para atingir os objetivos almejados, este sistema utilizará tecnologias de setores distintos, tais como sistema de telefonia celular, satélites do sistema GPS (Global Position System) e até mesmo redes de sensores sem fio. Será usada a cidade de Belo Horizonte – MG como exemplo, pois a mesma possui as características necessárias para um bom funcionamento do sistema.*

Palavras-chaves: Transporte; Redes, Sensores sem-fio, GPS.

Title: *“intelligent system of control and use of urban transport using nets wireless.”*

Abstract. *The brainstorming for the improvement of the transit in the great urban centers is not newness for nobody, but a solution that is efficient and that it really functions, she is being next. When searching a solution, was verified that one of the causing greaters of the urban chaos is the urban transport (as much bus how much taxis). A project, used was elaborated then an intelligent system of control and use of the urban transport using rakes without wire to try to improve its use, to optimize the operation and to raise the level of satisfaction of the users of urban transport. The architecture of the system engloba communication between technologies, central office of data processing and interface with the public (electronic panel and digital signboard), whose objective is to disponibilizar information and to allow the interatividade with the system to the users of urban transport. To reach the longed for objectives, this system will use technologies of distinct sectors, such*

as system of cellular telephony, satellites of system GPS (Global Position System) and even though nets wireless. The city of Belo Horizonte - MG will be used as example, therefore the same one possesse the necessary characteristics for a good functioning of the system.

Key-words: Transport; Nets, wireless Sensors, GPS.

1. Introdução

O Sistema de transporte urbano nos grandes centros está se tornando um caos. Necessidade de melhorar o sistema não é novidade para ninguém, mas apresentar um projeto que realmente irá solucionar este problema não é fácil. A satisfação dos usuários de transporte urbano está ficando a cada vez mais longe, bastando observar que nos grandes centros, filas e filas de congestionamentos, pessoas sem saber ao certo que tipo de condução pegar, se esta vai demorar e/ou se a mesma trafega naquele local. Como o transporte urbano representa fundamental importância no cotidiano da população, principalmente daqueles de baixa renda ou que necessitam do mesmo para ir trabalhar, ir a escola ou até mesmo de volta à sua residência, torna-se necessário o desenvolvimento de um projeto que vise melhorar o sistema hoje existente. Pensando nisso, verifica-se que, através do uso de sistemas inteligentes, é possível melhorar o controle e a facilitação do uso do transporte urbano por parte da população/empresas. A Figura 1 (Google Earth 2006) mostra o trânsito na cidade de Belo Horizonte – MG. Já na Figura 2 (Google Earth 2006) mostra o detalhe em vermelho da Figura 1 ampliado, onde aparece o congestionamento com ônibus e táxis nas proximidades da Praça da Liberdade.



Figura 1 – Trânsito de Belo Horizonte – MG



Figura 2 – Ampliação da Figura 1 mostrando o congestionamento com ônibus e táxis nas proximidades da Praça da Liberdade.

Observando as Figuras 1 e 2, vê-se a necessidade de uma melhoria no sistema de transporte urbano para que se evite o congestionamento absurdo que acontece próximo a locais mais movimentados.

Por quê isso acontece? Se forem verificadas as ruas principais de um grande centro, ver-se-ão que filas de ônibus em pontos atrapalham a fluência do trânsito e, nem sempre existem pessoas necessitando daquele ônibus específico. Assim, aquele ônibus que não está sendo solicitado, poderia continuar seu trajeto, aliviando o complexo viário daquele local. Outro fator preponderante para que se resolva este problema é o de que ao aliviar o trânsito, consequentemente se alivia o estresse da população, dos ocupantes dos veículos, dos transeuntes, entre outros. A obtenção de táxi livre, sem que se tenha que ficar recorrendo a listas telefônicas para buscar números de pontos de táxi ou mesmo o trabalho de ter que ficar procurando pontos específicos também é um problema a se resolver.

O que se ganharia com isso tudo? Com a melhoria do Sistema de Transporte Urbano, operários deixariam de estar chegando atrasados ao serviço, patrões consequentemente ficariam mais felizes, crianças chegariam mais cedo à escola ou mesmo de volta a sua casa, a poluição sonora e também o monóxido de carbono diminuiriam.

Hoje, o sistema de transporte urbano está funcionando da seguinte forma: o ônibus sai da garagem e segue para rua. O motorista sabe seu itinerário e então, segue de ponto em ponto para ver se tem passageiros a pegar. Quando existem passageiros, ele pára e aguarda o embarque. Ainda existem passageiros que aguardam o ônibus no ponto sem saber se o mesmo já tinha passado ou ainda estaria por vir. Aquele ponto onde não havia passageiros a serem apanhados, só serviu para fazer com que o ônibus tivesse que seguir uma fila, para não perder o local de parada e com isso aumentar o congestionamento, pois se o antecipadamente soubesse que não há passageiros, poderia passar direto, sem ter que seguir filas de ônibus. Estas filas acabam atrapalhando o trânsito, pois as mesmas ocupam até cruzamentos. Como mostrado na Figura 2,

percebe-se que andar em filas acaba congestionando as vias públicas. Na Figura 3 pode-se perceber que o sinal está aberto (verde) para a via em questão, mas o trânsito está parado por causa daquele ônibus que se encontra na fila e que irá parar em ponto logo à frente.



Figura 3 – Sinal se encontra aberto (verde) e o ônibus está ocupando o caminho.

Enquanto isso, pedestres apressados aproveitam o trânsito parado para atravessarem a rua.

Será que se naquele ônibus houvesse uma forma do motorista saber que no ponto a frente não existem passageiros esperando-o ele então poderia passar para a pista do meio e seguir viagem? Sim, poderia e aliviaria o trânsito.

Na Figura 4, percebe-se outra situação. O táxi está à procura de passageiros. Por isso, ele anda fazendo o que se chamam de “*costurar no trânsito*” para poder achar passageiros próximos a locais movimentados. Enquanto isso, o mesmo estará ocupando 2 vias da pista até que encontre lugar definitivo na fila mais a direita. Será que se o motorista do táxi soubesse que na frente não existem passageiros ele não passaria direto, sem causar problemas? Hoje as empresas de táxis usam o rádio amador para informar de possíveis passageiros ou os motoristas usam o celular para receberem chamados daqueles que já os conhece.



Figura 4 – Táxi se mistura ao trânsito à procura de passageiros.

Mas então, o que fazer? Usando tecnologias como redes sem-fio, sistema de telefonia celular, satélites do sistema GPS (*Global Position System*) ou até mesmo redes de sensores sem fio, será possível obter um melhor controle do transporte urbano, maximizando seu uso e minimizando os problemas nos grandes centros. A justificativa para o uso híbrido de metodologias é a de usar e combinar os melhores recursos que estão com ampla disponibilidade no mercado de informática. Esta disponibilidade refere-se à facilidade de uso e aprendizado em função da cultura técnica desenvolvida no ambiente de informática.

2. Solução proposta

2.1. Ônibus

O transporte urbano realizado através de ônibus (coletivos) é o que demandará mais trabalho. O funcionamento do sistema se dará da seguinte forma: O usuário que estiver a fim de uma linha específica, deverá ao chegar ao ponto do ônibus, escolher em um painel qual o número da linha que o mesmo está necessitando. Após a escolha, o sistema tratará a informação, repassando-a a seu destino e avisando ao ônibus mais próximo que naquele ponto existem ou não passageiros aguardando-o. O passageiro também terá informações em um painel eletrônico que o ônibus desejado, está se aproximando, quanto tempo ele deverá demorar a chegar, entre outras informações pertinentes.

2.2. Táxi

No táxi eletrônico, o motorista receberá num visor a informação que em determinado ponto tem um passageiro o aguardando. Para isso, o passageiro ao necessitar de um táxi, apertará um botão, nos pontos espalhados pela cidade, e o táxi mais próximo e que estiver livre receberá o chamado. O motorista podendo atender ao chamado, emitirá um aviso ao ponto onde se encontra o passageiro e este saberá que algum táxi respondeu ao seu chamado.

2.3. Treinamento da População

Não se pode negar que grande parte da população não sabe usar sistemas digitais inteligentes ou até mesmo tenham receio quanto ao seu uso. Após a implantação do sistema proposto, deverão ser realizadas campanhas televisivas e também via estações de rádio, para melhor informar aos usuários da forma de como deverão se portar diante do sistema. Nota-se que campanhas semelhantes, como da urna eletrônica nas eleições, funcionam muito bem. Aqueles usuários que não sabem ler poderão decorar o texto usado no sistema como se fossem desenhos ou carregarem uma *colinha* semelhante à usada por eleitores. Usuários também poderão tirar dúvidas com pessoas próximas e assim tornar o uso do sistema mais fácil. Uma boa divulgação evitará a exclusão digital de muitos usuários do sistema.

3. Detalhamento do sistema

3.1. Pontos de ônibus

O ponto de ônibus inteligente deverá ser munido de um teclado eletrônico, similar ao de um elevador, mas com alguns recursos a mais. Neste teclado deverão constar botões sensíveis ao toque com a numeração das principais linhas que passam naquele ponto e também botões numéricos, também sensíveis ao toque, para que se possa digitar a numeração da linha pretendida. Este painel deverá atender também aos portadores de deficiência, devendo os botões ser munidos de código braile, para que cegos possam saber o que estão escolhendo. Para os portadores de deficiência, deverá também ter um sistema sonoro que avisará qual botão foi pressionado. Este painel deverá ser instalado de forma que não seja violado facilmente, deverá ser construído de material não maleável (poderá ser de alumínio ou aço escovado) e os botões deverão ser protegidos de umidades (podem-se usar retentores de borrachas nos botões).

Na Figura 5 vê-se um ponto de ônibus usado atualmente na cidade de Belo Horizonte. Observa-se que no ponto existe um painel publicitário onde poderia ser instalado o teclado eletrônico. Este painel publicitário poderá continuar existindo concomitante com o teclado eletrônico. Outro ponto a ser observado é como a informação que o usuário do transporte urbano vai receber. Neste mesmo painel publicitário, na parte de cima deverá constar um letreiro eletrônico, onde as informações serão repassadas ao usuário do transporte.



Figura 5 – Ponto de ônibus atual.

As informações a serem disponibilizadas serão, entre outras, quantos minutos faltam para seu ônibus chegar, qual tecla foi pressionada no teclado, temperatura ambiente, etc. Também poderá o mesmo ser usado por empresas para publicidades ou informações úteis. As publicidades das empresas ajudarão a reduzir os custos com a manutenção dos mesmos. Na Figura 6 pode-se observar como o ponto de ônibus mostrado na Figura 5 ficaria se o sistema estivesse implantado.



Figura 6 – Ponto de ônibus com letreiro digital instalado.

Neste caso, o usuário do transporte estaria aguardando o ônibus que irá para o bairro Serra, e no painel existe a informação que o mesmo está a 20 minutos do local.

3.2. Pontos de Táxi

O ponto de táxi inteligente deverá ser dotado de um botão eletrônico e, como no sistema do ponto de ônibus, terá que ser a prova de vandalismo. Deverá ser construído de matérias resistentes, como aço, alumínio. Neste teclado deverá constar botão sensível ao toque e com somente a função de “chama táxi”.

Após teclar o botão, o usuário aguardará a informação de sua solicitação. Esta informação poderá ser apresentada através de sinais luminosos e estes terão os significados a seguir: vermelho – ninguém atendeu ao chamado; amarelo – alguém atendeu, mas está ocupado no momento e vai atender em breve; verde – alguém atendeu e está a caminho. Na Figura 7 vê-se o sistema em funcionamento, onde a pessoa que solicitou um táxi está aguardando-o, pois o sistema retornou a informação (luz verde) que algum táxi atendeu a solicitação e está a caminho.

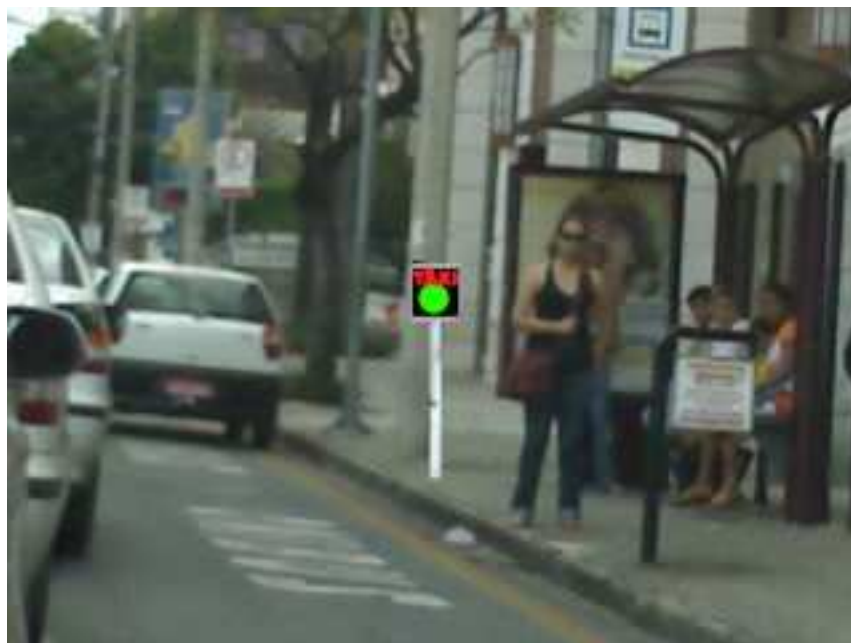


Figura 7 – Sinal luminoso indica que um táxi está a caminho.

4. Redes de comunicação

Para o perfeito funcionamento do sistema, é preciso uma forma de fazer com que os pontos de ônibus comuniquem com os ônibus e vice-versa. Faz-se necessário também o desenvolvimento de uma forma para que o ônibus a caminho receba a solicitação antes de chegar ao ponto de destino. Por isso, serão distribuídos ao longo das avenidas principais sensores que receberão a informação que determinado ônibus passou por ali. A partir desta informação e de outras disponibilizadas será calculado o tempo para chegada do ônibus até o ponto de destino.

4.1. Entre os pontos e ônibus

Na Figura 8 tem-se uma noção de como o sistema deverá funcionar. Observa-se que o usuário aguarda o seu ônibus no ponto inteligente. Ele teclou o número da linha de ônibus que deseja, mas ainda não sabe se seu ônibus estará vindo. O ônibus que se encontra em baixo da Figura ao passar pelo sensor receberá o aviso que existem usuários aguardando-o naquele determinado ponto. Assim que o ônibus passar no sensor, o sistema inteligente do ônibus disparará uma mensagem através da rede de telefonia celular até o ponto de ônibus informando que o mesmo está chegando. Como cada sensor colocado ao longo da avenida foi planejado, pode-se deduzir o tempo estimado que o mesmo vá demorar até chegar ao seu destino. A partir da informação recebida, o usuário poderá ver no letreiro eletrônico a informação de que seu ônibus está chegando.

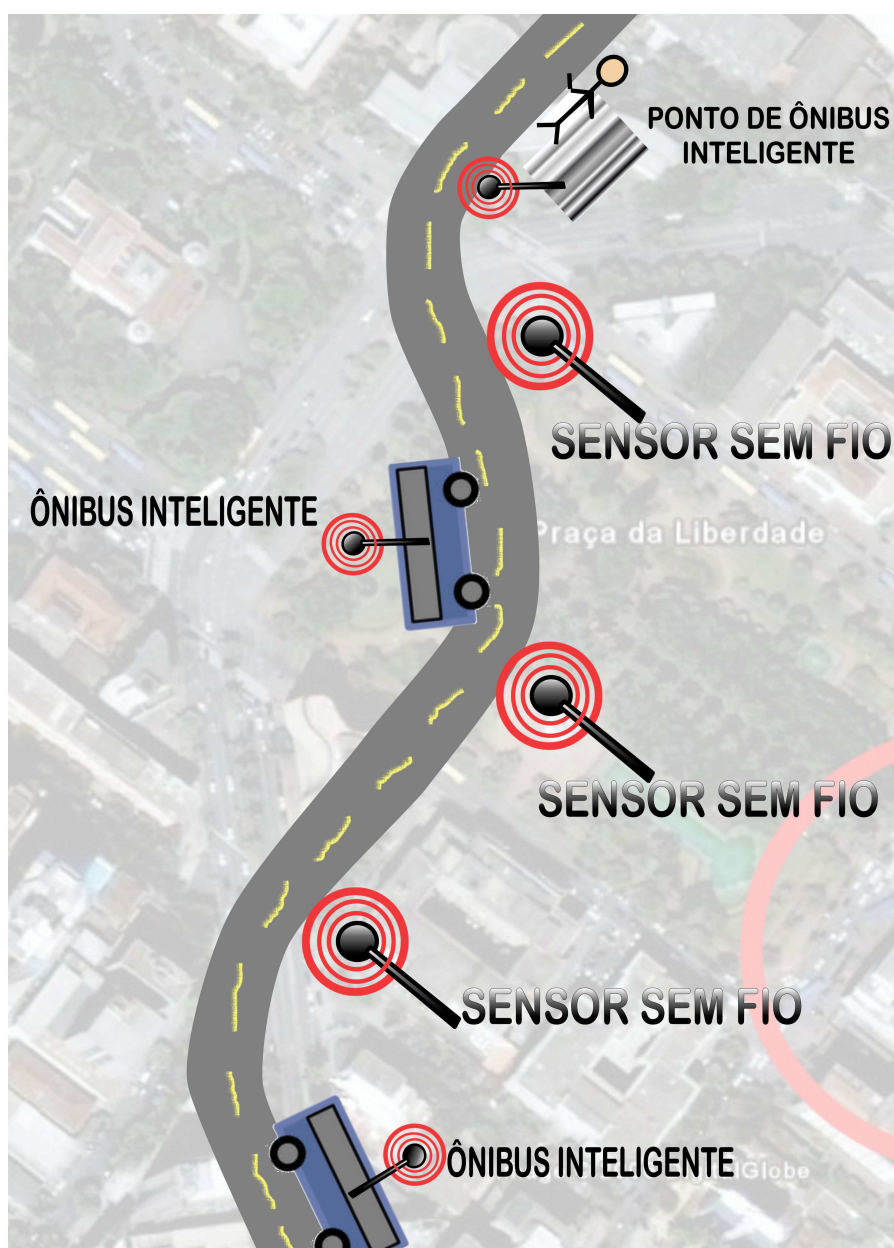


Figura 8 – Exemplo de como seria o sistema funcionando.

Observando a Figura 8 nota-se que será necessário o uso de diversas tecnologias para um perfeito funcionamento do sistema. Os sensores espalhados pela avenida em distâncias pré-determinadas, poderão ser interligados aos pontos inteligentes através da linha de telefonia celular, que já é presente em toda cidade de porte médio ou maior. Por ser uma tecnologia barata, fica mais fácil a sua implantação. O sensor para se comunicar com o ônibus, deverá usar a tecnologia Bluetooth mais especificamente os da Classe 1, que usam transmissão de rádio, permitindo que computadores, telefones celulares, impressoras, teclados, mouses e outros dispositivos se comuniquem uns com os outros sem a necessidade de cabos e a uma distância de até 100 metros. Ao passar próximo a antena, um dispositivo inteligente verifica a informação de qual é o ônibus que está passando e se for o solicitado envia um sinal que será recebido no ônibus através de dispositivos Bluetooth. A informação entre os pontos de ônibus e os sensores será facilmente identificada, pois como cada ponto de rede celular terá um número específico, facilitando saber de onde partiu a solicitação.

Já existem equipamentos inteligentes instalados em alguns ônibus. Tacógrafos eletrônicos avançados estão sendo projetados. A empresa SIEMENS VDO possui diversos equipamentos digitais que podem ser usados no sistema. Basta uma alteração na implementação de seu software para que seus equipamentos possam ser usados. Um desses equipamentos é o “Gerenciador de Frota FM200” que é Flexível, isto é, pode ser usado para diversas funções e modular podendo ser interligado a outros equipamentos como Módulo GPS (*Global Position System*) que permite a localização do veículo através de satélites. Permite também a ligação com módulo GSM (*Global System for Mobile Communication*) que vai permitir a transmissão de dados pela rede de telefonia celular. Ele também possui um terminal que usa frequência FM (*Frequência Modulada*) para transmitir as informações de seu teclado compacto e display gráfico integrados.

Equipamentos como o descrito acima e outros semelhantes além de servirem ao sistema, também coletarão dados para uso pela empresa. As informações coletadas servirão para saber se o motorista está obedecendo às solicitações passadas a ele, como por exemplo, se o mesmo atendeu a uma solicitação de um usuário ou não. Poderá ser coletada informação de qual ponto vem mais chamados, o tempo estimado entre cada ponto, consumo de combustível, etc.

Na Figura 9 tem-se um modelo de como os diversos equipamentos podem ser interligados usando a tecnologia Bluetooth. No centro da Figura, existe uma antena simbolizando o equipamento que irá transmitir/receber informações entre os pontos inteligentes e os equipamentos instalados nos ônibus.



Figura 9 – Exemplos de interligação entre diversos equipamentos usando tecnologia Bluetooth.

É possível também, através de módulos usando o GPS (*Global Position System*), a coleta de informações e armazenamento em banco de dados de trajeto, tempo de percurso, velocidade média, etc. As informações coletadas no computador de bordo ajudarão a melhorar a fluência no trânsito, aumentando a eficiência no uso das atuais vias e redes de transportes, a segurança viária, reduzindo o congestionamento, aumentando a mobilidade, minimizando o consumo de combustível e o impacto ambiental e ainda promover a produtividade.

A Figura 10 mostra o diagrama básico de contexto do sistema a ser implementado.



Figura 10 – Diagrama básico de contexto do sistema.

4.2. Entre os pontos e táxi

O ponto de táxi eletrônico é o mais simples de implementar. Na Figura 7 notou-se o sistema em funcionamento. O diferencial nesta implementação, é que será necessário um maior uso do sistema GPS (*Global Position System*) veicular, pois é necessária a verificação de qual veículo está mais próximo do ponto de chamada. Será implantada uma central de processamento de dados onde serão controlados todos os pedidos de táxis e envio de informações.

O usuário ao teclar o botão chamando um táxi, disparará um comando através da rede de telefonia celular até a central de processamento de dados e esta, através do número do ponto que enviou o comando irá rastrear o posicionamento dos táxis próximos à região. Após o rastreo, é enviado um comando, através da rede de telefonia celular, ao táxi mais próximo a solicitação. O motorista do táxi irá visualizar em um painel eletrônico a solicitação e de onde partiu a mesma para então escolher entre atender a solicitação (usuário recebe sinal verde), não atender a solicitação (usuário recebe sinal vermelho) ou atender parcialmente (usuário recebe sinal amarelo). Atender parcialmente é como tratado anteriormente no tópico 3.2. Mas o sistema não ficará restrito a somente aquele primeiro táxi escolhido. Caso o motorista não possa atender, o sistema verificará se existem outros táxis próximos e então repassará a solicitação até que se esgotem todas as possibilidades. Após a escolha, então é enviado ao ponto de chamada a informação para o usuário (luz verde, amarela ou vermelha). O sistema também deverá tratar a verificação se o táxi foi até o local solicitado. Para isso, a rede GPS (*Global Position System*) será usada. Caso o táxi não atenda ao pedido dentro de um tempo estipulado, será transmitido um comando para outro táxi.

Para os táxis, existem taxímetros, como o das Figuras 11 e 12 que além de armazenarem tarifas e percurso da viagem, ainda podem ser usados para mostrar as informações solicitadas ao motorista. Também possuem botões de comandos que podem ser usados para o envio de informações. Equipamentos como o da Figura 11 (*Ful-Mar DG-512*) além de ser um taxímetro normal, também é interligado ao sistema de GPS (*Global Position System*) e pode ser ligado a outros módulos, como o de telefonia celular, que será usado no sistema.



Figura 11. Taxímetro digital com sistema de GPS (Global Position System) embutido

Já o equipamento da Figura 12 (*Digitax Platino*) não possui o mesmo display gráfico, mas pode mostrar informações em formato de dígitos. Também pode ser interligados em módulos e conta com leitor de cartões inteligentes (*smartcards*) que

podem ser usados para configurações do sistema, definir qual motorista está dirigindo naquele momento, etc.



Figura 12. Taxímetro digital com leitor de cartão inteligente

Outro fator importante no uso do sistema, é que evitará o seqüestro de táxis, pois com o sistema de GPS (*Global Position System*) é possível saber a localização exata de cada táxi em determinado momento. O sistema também poderá ter um comando que avisará a central em caso de seqüestro, assalto ou outro problema ocorrido.

5. Conclusão

O sistema inteligente de controle e uso de transporte urbano utilizando redes de sensores sem fio ao ser implantado trará um grande avanço ao sistema de transporte urbano. Este estudo é bastante importante uma vez que o setor de transporte urbano passa por um processo de transformação, onde o mercado competitivo vem se tornando cada vez mais acirrado. Em várias cidades brasileiras o transporte urbano através do uso de táxi ou ônibus vem perdendo mercado para sistemas alternativos como trem e metrô, devido à melhoria das condições do trânsito nas avenidas principais.

Outro fator é a falta de um sistema inteligente que possa garantir ao usuário a interação com o sistema de transporte e informações como tempo de chegada do transporte, entre outras. Com esse sistema implantado, será novamente conquistada a confiabilidade e atrairá novamente os usuários. Esta implementação demonstra também o sucesso da combinação de tecnologias de vários setores como GPS (*Global Position System*), Bluetooth e rede celular. Cabe lembrar que a solução de comunicação através de rede celular, que em alguns casos é mais cara, poderá ser obtida através de patrocínio das empresas. O uso do sistema de rede celular foi mais conveniente devido à sua operacionalização. Para melhorar os sistemas, pode-se encontrar soluções alternativas de meios de comunicações tais como rádio que prometem ter um alcance maior com custos mais reduzidos, mas que em grandes centros e com veículos em movimentos podem ter maiores interferências.

Referências

ARGENTINA, RELOJERIA TIC TAC – **Taxímetros – Tacógrafos**. Disponível em: <http://www.taximetrostic-tac.com.ar>. Acesso em Setembro de 2006.

BRASIL, INFO ONLINE — **SP equipará 13 mil ônibus com receptores GPS.** Disponível em: <http://info.abril.com.br/aberto/infonews/O72006/20072006-10.shl>. Acesso em Agosto de 2006.

BRASIL, Maplink — **Guia de Ruas e Mapas Rodoviários, com rotas e localizador de endereços.** Disponível em: <http://maplink.uol.com.br/index.asp>. Acesso em Agosto de 2006.

BRASIL, Prefeitura de São Paulo — **Secretaria de Transporte.** Disponível em: <http://www2.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/transportes>. Acesso em Agosto de 2006.

BRASIL, REDE SACI — **Bolsistas da FEUC desenvolvem sinalizador eletrônico de ônibus para deficientes visuais.** Disponível em: <http://www.saci.org.br/?modulo=materia¶metro=1351>. Acesso em Agosto de 2006.

BRASIL, Rotavel — **GERENCIADOR DE FROTA (Fleet Manager).** Disponível em: <http://www.rotave1.com.br/fm200.htm>. Acesso em Agosto de 2006.

BRASIL, SIEMENS VDO — **Gerenciador de Frota - FM200.** Disponível em: <http://www.siemensvdo.com.br/index.asp?opcao1310>. Acesso em Agosto de 2006.

ESPANHA, SIEMENS VDO — **Componentes de sistemas de DTCO 1381.** Disponível em: <http://dtco.siemensvdo.es/system/dtco-1381/system-components/System+components.htm>. Acesso em Agosto de 2006.

ESPANHA, SIEMENS VDO - **DTCO 1381.** Disponível em: <http://dtco.siemensvdo.es/system/dtco-1381/>. Acesso em Agosto de 2006.

ZITO, R.; DESTE, G.; TAYLOR, M. A. P.. **Global Positioning System in the Time Domam: Flow useful a tool for Intelligent Vehicle-Highway System?; in Transportation.** Resumo vol. 3, 1995.