



ESTUDOS DE SISTEMAS DE MONITORAMENTO DO TRANSPORTE COLETIVO: UMA VISÃO PARA A REALIDADE DE TUCURUÍ-PARÁ

Thayanne Barros Bandeira – thayane.bandeira@hotmail.com

Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Elétrica.

Rodovia BR 422 Km 13 - Canteiro de Obras - UHE Tucuruí - Vila Permanente 68464-000 – Tucuruí – Pará

Heleno Fülber – fulber@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia da Computação.

Rodovia BR 422 Km 13 - Canteiro de Obras - UHE Tucuruí - Vila Permanente 68464-000 – Tucuruí – Pará

Piaga Franco Ferraz – piagafranco@gmail.com

Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Elétrica.

Rodovia BR 422 Km 13 - Canteiro de Obras - UHE Tucuruí - Vila Permanente 68464-000 – Tucuruí – Pará

Bruno Merlin – brunomerlin@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia da Computação.

Rodovia BR 422 Km 13 - Canteiro de Obras - UHE Tucuruí - Vila Permanente 68464-000 – Tucuruí – Pará

Resumo: Atualmente na maioria das cidades do planeta, a sociedade encontra graves problemas relacionados à mobilidade urbana, como a dificuldade de locomoção, emissão de gases poluentes e o grande número de acidentes de trânsito. Essas questões estão integralmente relacionadas ao expressivo volume de veículos que circulam nas vias de transporte nas grandes cidades, motivado pelo estímulo cada vez maior do mercado para o transporte individual. A melhoria do serviço de transporte público nessas cidades é um ponto chave para a solução desses diversos dilemas que envolvem o trânsito, por apresentar maior capacidade e oferecer menos custo por viagem. Uma das iniciativas para essa melhoria é a implantação de sistemas de monitoramento de ônibus, onde o usuário tem acesso às informações de localização, rota e estimativa de chegada nas paradas, que já é realidade em algumas cidades brasileiras. A partir disso, discentes da Universidade Federal do Pará Campus – Tucuruí, pelo laboratório de desenvolvimento de sistemas, com a finalidade de gerar conhecimento relacionados à tecnologia e cultivar o conceito de responsabilidade social, que é de grande importância para a formação do currículo dos profissionais da área de



engenharia, através deste trabalho expõem o estudo das tecnologias existentes no país que possibilitam a implantação de um sistema inteligente de monitoramento de localização do transporte coletivo com baixo custo para lugares como o município de Tucuruí – Pará.

Palavras-chave: *Mobilidade, Monitoramento, Transporte, Tecnologia, Engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Nacional de Empresas de Transporte Urbano – NTU (2012), os sistemas brasileiros de transporte coletivo urbano atendem 40 milhões de passageiros diariamente em 3.311 cidades. O estudo sobre mobilidade urbana do IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (2011) mostra que mais da metade dos usuários do transporte coletivo estão insatisfeitos, cerca de 65% reclamam do longo tempo perdido nas paradas, estresse, atrasos e indisposição. O descontentamento dos usuários do transporte coletivo tem sido um dos principais motivos que contribuem para a intensificação do transporte individual. Essa transição agrava a crise de mobilidade urbana, aumentando gradativamente os congestionamentos, acidentes e a poluição devido à extensão do número de motos e automóveis nas ruas. Do ponto de vista econômico, conforme dados da (Associação de Transporte Público) ANTP (2011) o transporte público é aproximadamente 4,5 vezes mais barato e gasta 3,8 vezes menos energia por viagem que o transporte individual, estes valores acentuam a importância de estimular a utilização do transporte público.

Para que a sociedade veja o transporte público como uma melhor opção, sistemas tecnológicos que melhoram tanto a modernização quanto o conforto dos usuários são extremamente importantes. Grandes partes das tecnologias existentes no mundo surgiram a partir de uma necessidade pessoal ou comum entre pesquisadores e comunidade. Não alheio a isto o desejo de realizar um monitoramento do transporte coletivo em tempo real e de baixo custo é uma das aspirações de estudantes universitários de todo o país, que convivem com esse dilema diariamente.

A iniciativa de desenvolver projetos com essa vertente atinge não só a classe universitária, mas toda a sociedade, caracterizando uma das proezas do currículo de um engenheiro, pois é necessário que este desenvolva uma visão sistemática do mundo para reconhecer que ele é o agente de transformação social em que os conhecimentos empíricos, técnicos e científicos devem, também, ser aplicados de forma ética e humana (FILHO *et al.*, 2011). É esse tipo de profissional que o mercado tem exigido, um profissional que, além dos conhecimentos da sua área, tenha conhecimentos sobre Responsabilidade Social e que saiba transformar seus conhecimentos em atitudes. Portanto, é importante que as universidades ofereçam durante o curso de engenharia o contato com esse tema para que seus discentes adquiram esta consciência através de projetos e pesquisas, visando as exigências do mercado de trabalho e contribuir no desenvolvimento de uma sociedade melhor (SILVA *et al.*, 2013).

Tendo em mente essa problemática, foi proposto aos discentes da Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí através do Laboratório de Desenvolvimento de Sistemas, com o desígnio de aplicar conhecimentos advindos de áreas pluridisciplinares da Engenharia no desenvolvimento de uma pesquisa sobre o estado da arte



de soluções para o transporte coletivo envolvendo sistemas de monitoramento e controle de horários e localização desse meio de transporte, analisando os já existentes e buscando uma solução particular de baixo custo para a cidade de Tucuruí Pará.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa pesquisa é considerada de natureza exploratória, trata-se de apresentar conceitos e tecnologias que vem sendo utilizadas pelo Brasil no que diz respeito ao monitoramento do transporte coletivo urbano de passageiros, com a finalidade de disponibilizar a pesquisa para outros trabalhos posteriores e gerar percepções para aprofundar a pesquisa em uma visão aplicada para a realidade da cidade de Tucuruí – Pará.

2.1 Histórico

Na década de 80, surgiram os sistemas de monitoramento automático de frotas, utilizados em cidades norte-americanas e europeias. Na década de 90 os sistemas eletrônicos de informação ao passageiro começaram a ser implantados, fornecendo previsões do horário de chegada em painéis eletrônicos nos pontos de parada e roteiros de viagem pela internet. Ao mesmo tempo em que novos dispositivos foram desenvolvidos para monitorar o tráfego nas estradas e automatizar a cobrança em pedágios, as inovações foram posteriormente estendidas para o transporte urbano de passageiros. No Brasil nos anos 90, surgiram as primeiras iniciativas de monitoramento de frotas. Em 2008, ocorreram licitações de concessão para operação do transporte urbano, com a exigência de se implantar um sistema bastante completo de ITS nas cidades de Goiânia e Belo Horizonte, além de diversas cidades que, no momento, estão preparando licitações para a contratação de sistemas de monitoramento de frotas e informação ao passageiro (YU CHIH & RANSOLIN, 2007).

2.1. Conceitos básicos

Atualmente vemos o aparecimento de diversas tecnologias que visam trazer uma maior inteligência aos sistemas de transporte citadino. Essas tecnologias, denominadas de ITS – Sistemas Inteligentes de Transporte – trazem consigo novos sistemas de informação, ou softwares, que auxiliam na Gestão Operacional de Transporte Urbano. Todavia sejam muitos os sistemas de informação disponíveis, alguns deles diferenciam-se por utilizar modelos matemáticos, construídos através de procedimentos de Pesquisa Operacional, que os tornam sistemas de informação no estudo da arte (WPLEX, 2009)

O transporte coletivo designa um meio de transporte numa cidade que providencia o deslocamento de pessoas de um lugar para outro, entretanto, na maioria das cidades brasileiras este transporte se dá de forma precária, devido á falta de informações que os usuários possuem (BORGES, 2006). Uma forma de solucionar esta situação é inserir sistemas inteligentes de monitoramento, ou seja, a reunir mecanismos desenvolvidos para acompanhar, observar e simultaneamente avaliar a atividade, o desempenho e o funcionamento continuamente e de modo repetido, através de certos aparelhos .

O monitoramento e seu sistema como um todo estão relacionados à tecnologia utilizada. Sendo assim, conhecê-las e utilizá-las corretamente é, sobretudo, papel decisivo na construção do sistema geral de monitoramento do transporte coletivo. De tal modo, ocupemo-



nos a discorrer a cerca de algumas características a elas relacionadas, principalmente no que diz respeito ao seu conceito fundamental e algumas aplicações mais comuns.

A tecnologia no setor de transportes é repleta de siglas e expressões técnicas, e que formam uma verdadeira sopa de letras. Não bastasse saber o que significa ITS (Sistema Inteligente de Transporte), GPS (Sistema de Posicionamento Global – sistema de localização geográfica pela rede de satélites orbitais), GPRS (Sistema Geral de Pacote de Radio – sistema para transmissão de dados por telefonia celular de tecnologia GSM), GSM (Global System Mobile Communications), 3G e WiMAX, temos ainda o GPSS, 4G e M2M (Máquina a Máquina), que são as novas tecnologias que chegarão em breve (YU CHIH, 2011)

2.2. Tecnologias mais utilizadas

No momento as tecnologias estão dispostas em três modos: (i) aparelhos eletrônicos, (ii) comunicação e (iii) artifício da informação que possibilitam o desenvolvimento da plataforma de localização.

O sinal GSM possui uma série de características que o distinguem dentro do universo das comunicações móveis, a transmissão é feita de forma digital e a utiliza células, possibilitando o roaming internacional e é chamado de 2G (PANKIEWICZ, 2009).

O sistema GRPS, é uma tecnologia que aumenta as taxas de transferência de dados nas redes GSM existentes, permitindo o transporte de dados por pacotes e oferecendo uma taxa de transferência de dados elevada sendo chamado de 2.5G. Na sequência do GPRS, veio à tecnologia EDGE de maior velocidade, e em seguida veio o padrão 3G, com taxas bem mais elevadas de transmissão de dados (ROMER, 2013).

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é na verdade uma constelação de 27 satélites em órbita da Terra (24 em operação e três extras no caso de uma falha). Cada um destes satélites movidos a energia solar circunda o globo em cerca de 12.000 milhas (19.300 km), fazendo duas rotações completas a cada dia. As órbitas estão dispostas de modo que, em qualquer momento e em qualquer lugar na Terra, existem, pelo menos, quatro satélites "visíveis" no céu. O trabalho de um receptor GPS é localizar quatro ou mais desses satélites, descobrir a distância de cada um, e usar esta informação para deduzir sua própria posição. Esta operação baseia-se num princípio matemático simples chamado trilateração. (BRAIN *et al.*, 2006).

Radio Frequência - RF - é a faixa de frequência que abrange aproximadamente de 3 kHz a 300 GHz e que corresponde a frequência das ondas de rádio. RF geralmente se refere a oscilações eletromagnéticas, embora existam sistemas mecânicos em RF. Um tipo de radiação eletromagnética com comprimento de onda maior e frequência menor do que a radiação infravermelha (PELLEGRINI, 2010).

Segundo o site do *International Foreign Trade*, transponder (abreviação de *Transmitter-responder*) é um dispositivo de comunicação eletrônica complementar de automação, cujo objetivo é receber, amplificar e retransmitir um sinal em uma frequência diferente ou transmitir de uma fonte uma mensagem pré-determinada em resposta à outra pré-definida "de outra fonte", semelhante a um radar diferenciado que responde automaticamente a uma mensagem de identificação.

M2M (*Machine-to-Machine*) é um termo usado para descrever as tecnologias que permitem computadores, processadores embutidos, sensores, atuadores e dispositivos móveis a comunicarem uns com os outros, fazer medições e tomar decisões - muitas vezes sem



intervenção humana. A tecnologia usa um dispositivo para capturar um evento que é enviado através de uma rede para uma aplicação\programa que transforma o evento capturado em informação útil. (PAIVA, 2009)

Segundo a SamMobile dessas tecnologias, abrange também o firmware, um conjunto de instruções operacionais programadas diretamente no hardware de um equipamento eletrônico. É armazenado permanentemente num circuito integrado (chip) de memória de hardware, ou seja, aqueles que são instalados nos aparelhos embarcados como os aplicativos especialistas de gestão de frotas e fornecimento de informação ao passageiro.

3. ESTADO DA ARTE

O monitoramento dos ônibus do transporte coletivo é realidade em algumas cidades no mundo, inclusive em uma pequena fração do Brasil. Abaixo estão representadas na Tabela 1 algumas cidades brasileiras que já possuem sistemas efetivos de monitoramento implementados. Na maioria as tecnologias utilizadas são GPS e GPRS, em que o usuário pode acessar as informações através de sites e aplicativos para smartphones e *tablets*.

Tabela 1: Sistemas de monitoramento de ônibus em cidades brasileiras.

CIDADE	ESTADO	NOME DO SISTEMA
Belo Horizonte	Minas Gerais	SITBus
Curitiba	Paraná	SIMM
Fortaleza	Ceará	Bem na Hora
Goiânia	Goiás	Ponto a Ponto
Juiz de Fora	Minas Gerais	Cittabus
Jundiaí	São Paulo	SITU
Mauá	São Paulo	Da Hora
Recife	Pernambuco	Simop
Salvador	Bahia	BUS-U
São Paulo	São Paulo	Olho Vivo/ Cadê meu Ônibus
Uberaba	Minas Gerais	Auttran
Uberlândia	Minas Gerais	GeoSIT – Encontre seu Ônibus
Vitória	Espirito Santo	Transcol

As cidades citadas na Tabela 1, em grande parte, possuem sistemas implantados por empresas estrangeiras com custo elevado para as prefeituras. Os sistemas atuais mostram o tempo aproximado de chegada até o ponto onde a pessoa se encontra ou as distâncias percorridas e o método utilizado para levar esta informação até o usuário é em forma de painéis espalhados em terminais e ônibus, como mostram as Figuras 1:



Figura 1: (a) Painel em terminal Cuiabá; (b) Painéis em terminal de São Paulo.

Em cidades que possuem sistemas mais inovados há, além dos painéis eletrônicos nos terminais e pontos, painéis eletrônicos dentro dos ônibus, como mostra a Figuras 5:



Figura 2: Painéis eletrônicos dentro dos ônibus.

Os sistemas acima citados na pluralidade necessitam de operadores humanos para controlar e fiscalizar em partes e suprir quais quer acontecimento, como alteração de linha e horários dos itinerários como podemos visualizar na figura 6:



Figura 3: Operadores do sistema da cidade de Recife.

Além desses métodos estão registrados aproximadamente 250 aplicativos na Playstore (loja virtual da Google) relacionados ao transporte coletivo no Brasil e no mundo, o que indica que as iniciativas de modernização relacionadas ao contato das empresas de viação urbana com os usuários ainda são pouco desenvolvidos.

Podemos ver a seguir na figura 7 e 8 a interface desses aplicativos para *tablets* e *smarthphones*:

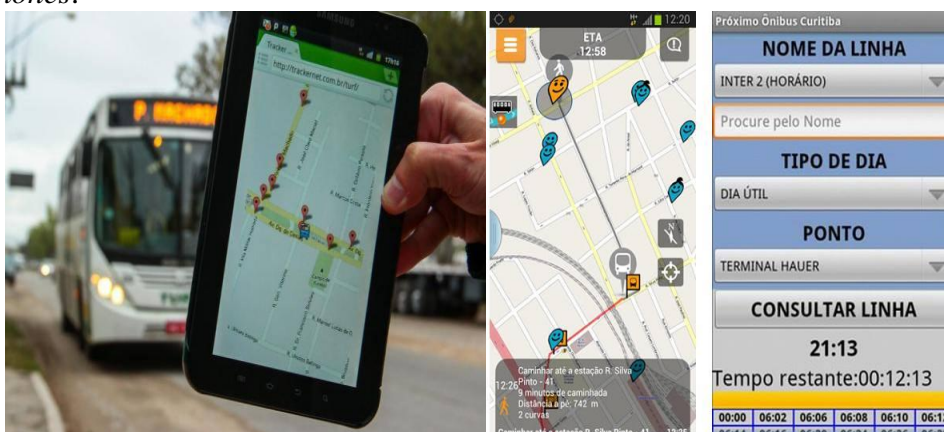


Figura 4: (a)Aplicativo conectado ao *tablet* de um usuário; (b) Interface de um aplicativo disponível para a cidade de Curitiba.

Os sistemas de monitoramento de ônibus para atender as distintas demandas, há diferentes possibilidades de integração das tecnologias disponíveis no mercado, as três principais são: (i) sistema de aquisição do posicionamento do veículo; (ii) sistema de comunicação com equipamentos embarcados; e (iii) sistema de gestão da informação. Podemos observar os três processos na Figura 9:



Figura 5: Diagrama geral do monitoramento de ônibus.

4. VISÃO PARA MONITORAMENTO NA REALIDADE DE TUCURUÍ - PA

Tucuruí é um município da microrregião de Tucuruí, na mesorregião do sudeste paraense, no estado do Pará. O município é famoso por abrigar a maior usina hidrelétrica totalmente brasileira e a quarta do mundo. Segundo censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2012 o município possuía 100 651 habitantes e 2 086 km² de área. No município o transporte coletivo de passageiros é feito através de empresa privada licitada pelo município, no entanto, não possui sequer algum tipo de monitoramento de localização de horários dos itinerários. Atualmente, o município possui sete linhas que circulam pela cidade diariamente de segunda à domingo (CIDADE, 2012)

Através da pesquisa realizada, foi possível perceber que os sistemas implantados atualmente são de custo elevado e a partir desta visão, aprofundamos a pesquisa aplicando conhecimentos pluridisciplinares da engenharia com um olhar para a realidade de Tucuruí, a fim de localizar uma solução adequada e de baixo custo para o município.

Portanto, segue abaixo na figura 10 o modelo que se pretende implantar na cidade. O sistema é aproximadamente parecido com sistemas já utilizados, no entanto ele possui uma característica chave, pois ao invés de utilizar equipamentos complexos, a tecnologia consistirá do microcontrolador Arduino, uma plataforma embarcada e *open source* que torna o sistema mais barato e de certo modo mais acessível aos usuários.

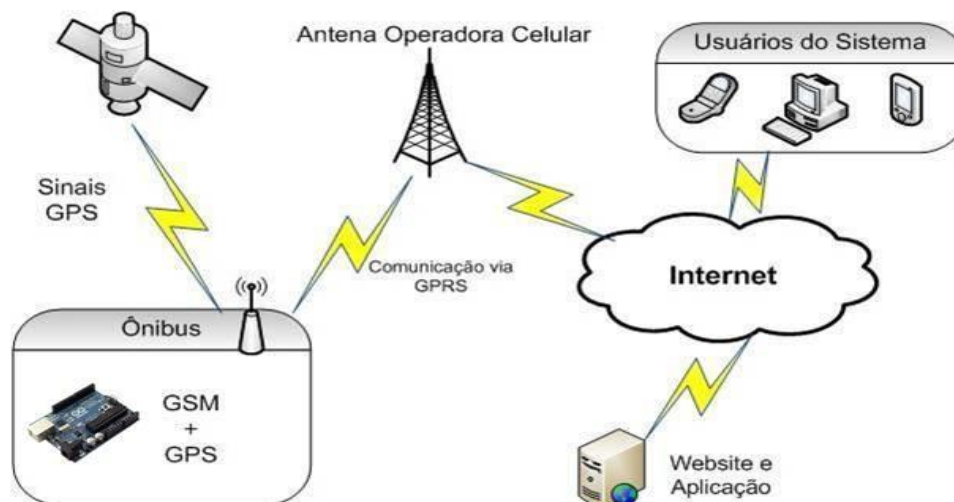


Figura 6: Diagrama de sistema de monitoramento com utilização do Arduino.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa possibilita a visualização do estudo das tecnologias existentes para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento do transporte coletivo de passageiros no Brasil, apresentando as vantagens desses sistemas, estimulando a utilização desse meio de transporte e conceituando responsabilidade social para a formação de engenheiros, além de servir como base para projetos futuros.

REFERÊNCIAS

ANTP – Associação Nacional do Transporte Público – Sistema de Informação da Mobilidade Urbana – Relatório Geral 2012. Disponível em: <<http://www.antp.org.br/site/producao/sistema-de-informacoes-da-mobilidade/show.asp?ppgCode=63451652-6DEE-4CCE-81D5-1162F86C1C19>> Acesso em: 27 Mai. 2014.

BRAIN, Marshall, e Tom Harris. How GPS Receivers Work. 25 Setembro de 2006. HowStuffWorks.com. Disponível em: <<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/travel/gps.htm>> Acesso em: 16 Jun 2014.

BORGES, R. C. Neiva. Definição do Transporte Coletivo. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>> 10 abr. 2014.

CIDADE, T.. História de Tucuruí. Disponível em <http://cidadedetucuruui.com/inicio/a_cidade/HIST%C3%93RIA/AHISTORIA.htm> Acesso em: 03 Jun. 2014.

CHIH, W. (2009). Sistemas Inteligentes de Informação ao Passageiro. 17º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito ANTP. Disponível em:



<<http://its.wplex.com.br/informacao/sistemas-inteligentes-de-infromacao-ao-passageiro>>. Acesso em 15 maio 2014

CHIH W., & RANSOLIN, M. (2007). Programação Inteligente para o Transporte Urbano. 16º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito ANTP. Disponível em: <<http://its.wplex.com.br/programacao/programacao-inteligente-para-trasnporte-urbano>>. Acesso em 15 maio 2014

FILHO, N.; SANTANA, J.; SILVA, L.. A responsabilidade social na vida de um engenheiro, Blumenau, v.1, n.1, p. 1-6, 2011.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Pesquisa de Mobilidade Urbana 2011 – Dados do Transporte Público por Ônibus. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?searchword=transporte+publico&ordering=oldest&searchphrase=all&limit=20&option=com_search> Acesso em: 05 Jun 2014.

NTU – Associação Nacional de Empresas de Transporte Urbano. Pesquisa de Mobilidade Urbana 2012 – Dados do Transporte Público por Ônibus. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7&idSegundoNivel=107>> Acesso em: 05 Jun 2014.

PAIVA, F. Definição de M2M. Disponível em <<http://marcustaboza.blogspot.com.br/2009/09/estabilidade-da-rede-e-preco-do-trafego.html>> Acesso em: 15 fev. 2014.

PELLEGRINI, Alberto; CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB. Análise de propagação de sinais de Rádio Frequência em redes *wireless* utilizando cabos irradiantes com configurações diferentes em ambiente indoor, 2010. 98p, il. Monografia (Graduação).

RANSOLIN, M.; YU CHIH, W.. Otimizando a Operação de Transporte Urbano com Modelos Matemáticos de Pesquisa Operacional, Curitiba, v.1, n.1, p. 2-9, 2011.

ROMER, R. . Entenda as siglas de conexão mobile. Disponível em <<http://canaltech.com.br/o-que-e/telecom/GSM-EDGE-HPSA-LTE-Entenda-as-siglas-de-conexao-mobile/>> Acesso em: 05 Jun. 2014.

SILVA, H.; OLIVEIRA, J.; JESUS, M.. Responsabilidade Social: Percepção dos Alunos de Engenharia de uma Ies Pública, Resende, v.1, n.1, p. 5-15, 2013.

TRADE, I. F.. Tecnologia Transponder. Disponível em <<http://www.internationalforeigntrade.com/page.php?aid=136#.U58QovldVFo>> Acesso em: 05 Jun. 2014.

WPLEX, S.. Sistemas inteligentes de transporte: ITS, Curitiba, v.1, n.1, p. 1-10, 2009.



MONITORING SYSTEMS FOR COLLECTIVE TRANSPORT: A VISION FOR THE REALITY OF TUCURUÍ - PARÁ

Abstract: *Currently in most cities on the planet, society finds serious problems related to urban mobility, as locomotion trouble, pollution gas emissions and the large number of traffic accidents. These issues are integrally related to the expressive volume of vehicles driven at transport routes in major cities, driven by increasing stimulation of the market for individual transport. The improvement of the public transport service in these cities is the key to solving many of these dilemmas involving transit, because it has higher capacity and offers less cost per trip. One of the initiatives for this improvement is the implementation of bus monitoring systems, where the user has access to location information, route and estimated arrival on the charts, which is a reality in some Brazilian cities. From this premise the students of the Federal University of Pará Campus - Tucuruí, by the systems development laboratory with the purpose of generating knowledge related to technology and cultivate the concept of social responsibility, which is of great importance to the formation of the curriculum for professionals from area of engineering, through this work expose the study of existing technologies in the country that allow the implementation of an intelligent monitoring system for the public transport with low-cost for locations such as municipality Tucuruí - Pará*

Key-words: *Monitoring, Smart Transport.*