

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA

GIONATTA MARCON MOCELLIN
GIUSEPE PIETRO NIQUELE

**UTILIZAÇÃO DE APLICATIVO MÓVEL E
CROWDSOURCING PARA RASTREIO DE ÔNIBUS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

GIONATTA MARCON MOCELLIN
GIUSEPE PIETRO NIQUELE

**UTILIZAÇÃO DE APLICATIVO MÓVEL E
CROWDSOURCING PARA RASTREIO DE ÔNIBUS**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Computação apresentado ao Departamento Acadêmico de Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Engenheiro em Computação”.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Kochem
Vendramin

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Anelise Munaretto
Fonseca

CURITIBA

2014

LISTA DE SIGLAS

ICT	<i>Information and Communication Technology</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
URBS	Companhia de Urbanização e Saneamento de Curitiba
MBTS	Mobile Bus Tracking System
SMS	<i>Short Message Service</i>
JSP	JavaServer Pages
RF	Radio frequência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	JUSTIFICATIVA	5
1.2	OBJETIVO GERAL	6
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.4	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO	7
2	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	8
2.1	SMART CITIES	8
2.2	CROWDSOURCING	9
2.3	ESTADO DA ARTE	10
	REFERÊNCIAS	13

1 INTRODUÇÃO

O conceito de *Smart Cities* (Cidades Inteligentes, em tradução livre) é um sustentáculo elementar para o desenvolvimento urbano sustentável. De certa forma, ele poderia contribuir na solução de diversos problemas críticos, originados a partir da urbanização de grandes cidades como congestionamentos, poluição do meio ambiente, e os limites dos recursos naturais. (PAN et al., 2013).

Um outro aspecto do conceito de cidades inteligentes a ser considerado, é a importância crescente das tecnologias digitais para um futuro sustentável. Assim sendo, destaca-se seis principais áreas, nas quais essas inovações digitais tem a competência para fazer a diferença: vida inteligente, governança inteligente, economia inteligente, ambiente inteligente, pessoas inteligentes e mobilidade inteligente (SCHUURMAN et al., 2012).

Com o uso da tecnologia da informação e comunicação (do inglês ICT, *Information and Communication Technology*,) a análise e mineração de dados de sensoriamento grande cidades é um passo importante para considerá-las uma cidade inteligente. Por exemplo, informações sobre a mobilidade dos veículos e pessoas tornaram-se temas em voga nos últimos tempos devido à prevalência do GPS (*Global Positioning System*) e outras tecnologias de localização. Esse conhecimento sobre a cidade e seus habitantes poderá trazer benefícios nas áreas de transporte, planejamento urbano, saúde pública, segurança pública e comércio (PAN et al., 2013).

Embora as ações de sensoriamento e mineração dos dados seja de imprescindível importância, algo deve ser feito para transformar esses dados em informações. Nesse sentido, uma abordagem interessante para a resolução desta questão consiste no conceito de *crowdsourcing* (SCHUURMAN et al., 2012).

Howe (2006) caracteriza *crowdsourcing* como o fenômeno no qual várias pessoas comuns dedicam seu tempo livre na busca de soluções para um problema de interesse coletivo. Isto posto, a massificação dos chamados *smartphones* e o advento de redes móveis e sem fio tais como o 3G e o WiFi e recentemente, o 4G, permitem que pessoas fiquem

conectadas a maior parte do tempo, em qualquer lugar. Dentre os inúmeros benefícios que os *smartphones* fornecem, a possibilidade de troca de informações entre usuários é uma delas, bem como a aplicação do conceito de *crowdsourcing*.

Considera-se o seguinte cenário: uma pessoa que acabou de chegar em um ponto de ônibus, deseja saber onde o mesmo se encontra. Questões como “será que o ônibus está chegando?”, “será que vai demorar?” ou “será que o ônibus estragou?” são bastante comuns. Mas como descobrir suas respostas? Infelizmente, não é possível respondê-las apenas com a tabela de horários de chegada dos ônibus, disponível nos terminais e no *site* da URBS (Companhia de Urbanização e Saneamento de Curitiba).

Nesse sentido, é proposto nesse documento uma solução possível para esse quesito. A ideia básica é a construção de um aplicativo que alie conceitos, tanto de *Smart Cities* quanto de *crowdsourcing*, no qual informações em tempo real sobre o transporte coletivo, especificamente no que compete o estado atual de uma linha de ônibus, sejam disponibilizadas aos usuários.

Alguns aplicativos para dispositivos móveis foram desenvolvidos com o objetivo de prover, ao usuário, informações referentes ao transporte público. Um dos aplicativos mais recentes é o chamado “Busão Curitibano”, lançado em 2013¹. Os desenvolvedores – e também os usuários do aplicativo – encontraram algumas resistências por parte da URBS, pois o aplicativo usava a base de dados do transporte coletivo. Devido aos inúmeros acessos, acabava derrubando o servidor da URBS e tornando o serviço de acompanhamento de ônibus indisponível.

Outro aplicativo semelhante foi desenvolvido por Sujatha et al. (2014). Os autores propuseram um sistema chamado MBTS (*Mobile Bus Tracking System*) que ajuda qualquer pessoa a obter informações de um determinado ônibus sem fazer ligações ou perturbar passageiros com mensagens SMS (*Short Message Service*). Um banco de dados é utilizado para armazenar informações sobre os ônibus (por exemplo, as coordenadas do veículo), as quais estarão disponíveis para acesso através de um aplicativo Android..

1.1 JUSTIFICATIVA

A utilização de uma arquitetura centralizada, estilo cliente–servidor é um ponto comum nos dois trabalhos relacionados. Em ambos, nota-se que a arquitetura encontra-se em uma relação n:1, ou seja, vários clientes para um único servidor. Alguns dos problemas

¹Para mais informações sobre o aplicativo, consultar notícia da Gazeta do Povo, disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/conteudo.phtml?id=1377575>

que podem surgir nesse tipo de arquitetura é que o servidor pode ficar sobrecarregado e eventualmente ficar indisponível devido ao grande número de usuários utilizando o serviço, como foi o caso do “Busão Curitibano”. Além disso, nesse caso, o servidor utilizado não é de propriedade dos desenvolvedores, mas sim da Urbs. Caso a companhia deseje interromper o serviço de fornecimento de dados, o “Busão Curitibano” perde sua utilidade. Isso não constitui um problema para o MBTS, pois o mesmo concentra as informações em um servidor próprio, mantido pelos próprios desenvolvedores.

Sendo assim, a principal motivação para o desenvolvimento deste projeto é implementar um aplicativo de acompanhamento de ônibus para dispositivos móveis – *smartphones* – que utilize uma rede descentralizada. Nela, os próprios usuários são os nós, que compartilharão informações entre si. Para tal, utilizar como referência o aplicativo móvel “Waze”², que implementa uma espécie de comunidade para mapeamento do trânsito em tempo real. Através do “Waze”, cerca de 40 milhões de usuários compartilham informações, no mundo todo (TECHTUDO, 2014).

Além disso, usufruir do recurso de GPS, já utilizado nos ônibus de Curitiba, para fornecer aos usuários a posição dos veículos.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um aplicativo para *smartphones* que rodem sobre o sistema operacional Android, para acompanhamento de ônibus em Curitiba, unindo idéias de aplicativos já existentes como o “Waze” e o “Busão Curitibano”, e o conceito de *crowdsourcing*.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um aplicativo, para *smartphones*, para acompanhamento de ônibus da rede de transporte de Curitiba;
- Estudar e implementar no aplicativo o conceito de *crowdsourcing*, para permitir que usuários colaborem entre si com informações pertinentes, através de *feedbacks* pré-definidos no aplicativo;
- Desenvolver o aplicativo para que o mesmo seja executado sobre uma plataforma que não exija custos de desenvolvimento;

²Uma análise do aplicativo pode ser encontrada em <http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/waze.html>

- Implementar uma arquitetura de rede descentralizada, a fim de evitar problemas como sobrecarga de servidor.

1.4 ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

O presente documento encontra-se organizado da seguinte forma. O capítulo 1 apresenta a introdução, com a formulação do problema, justificativa do projeto, objetivo geral e específicos do mesmo. O capítulo 2 apresenta o levantamento bibliográfico, importante para fundamentar o projeto e fornecer um embasamento. A metodologia, que descreve as etapas de desenvolvimento pelas quais o projeto percorrerá, é apresentada no capítulo 3. Os recursos para desenvolvimento do projeto e a viabilidade do mesmo, são apresentados nos capítulos 4 e 5, respectivamente. Por fim, conclusões pertinentes ao desenvolvimento do projeto, tais como dificuldades esperadas e horizontes de projeto, são apresentados no capítulo 6.

2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Este capítulo apresenta uma breve introdução à Smart Cities, Crowdsourcing, contexto atual do desenvolvimento de programação voltada a aplicativos de transporte público e demais conceitos, pormenores, ao desenvolvimento do trabalho.

2.1 SMART CITIES

O conceito de Cidades Inteligentes e o respectivo aumento no seu uso, pode ser reconhecido como o resultado do alto crescimento das tecnologias digitais na intenção de garantir um futuro sustentável. Embora o conceito seja empregado normalmente com o objetivo de elaborar estratégias que objetivem melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, criando um futuro sustentável, o conceito por si só continua sendo usado em diferentes contextos e assim permanece um tanto ambíguo. Dessa forma faz-se necessário estabelecer um critério muito importante que o diferencia das cidades-conceito, o aspecto colaborativo entre os diversos interessados, mais comumente os cidadãos (SCHUURMAN et al., 2012).

Um outro enfoque, mais empresarial, apresentado por Walravens (2012), menciona que o conceito também pode ser empregado para caracterizar um grupo de organizações que intentam por revolucionar algum aspecto em uma região, entre os quais estão parques empresariais, o nível de escolaridade de uma população, o uso de tecnologias em contextos urbanos, o aumento da eficácia de governos e especialmente aquelas com foco em ITC. Walravens argumenta também que de maneira geral, o uso de serviços de telefonia móvel adquirem uma importância inevitável, já que é um sub aspecto de ITC e dessa forma grande importância na construção de uma Cidade Inteligente (WALRAVENS, 2012).

Em vista disso, sistemas operacionais desenvolvidos para *smartphones* inspiram desenvolvedores a conceber aplicativos e serviços que aperfeiçoam a vida nas cidades de diversas formas diferentes, como por exemplo, facilitando acesso à informação sobre o transporte público. Além disto, à medida que os *smartphones* se tornam mais acessíveis

e populares, cria-se o desejo de que se tornem eminentes ferramentas na busca de uma cidade mais inteligente (WALRAVENS, 2012).

2.2 CROWDSOURCING

Outro aspecto importante a ser mencionado é a caracterização de *crowdsourcing*, no que tange inteligência coletiva. À grosso modo, entende-se inteligência coletiva como quando indivíduos de um determinado grupo, que possui interesse por determinado assunto, combinam seus conhecimentos a fim de encontrar a solução para um determinado problema. Através da interação social, o conhecimento individual é compartilhado, corrigido, processado, enriquecido e avaliado. Normalmente, os resultados colhidos são melhores que os obtidos por um único indivíduo. Talvez a aplicação mais difundida desse conceito seja a Wikipedia (SCHUURMAN et al., 2012).

Por conseguinte, a ponte que se estabelece entre *crowdsourcing* e *smart cities* acompanha o advento dos smartphones. Para Kanhere (2011), as melhorias no poder de processamento, sensoriamento e capacidades de armazenamento permite que telefones celulares sejam comparados a dispositivos de computação. Esse fenômeno abre margem ao surgimento de um novo paradigma, denominado pela literatura de sensoriamento participativo, cuja ideia principal gira em torno de capacitar um cidadão comum a coletar e compartilhar dados de sensoriamento do ambiente em que está inserido, a partir de seu telefone celular (KANHERE, 2011).

Ainda segundo Kanhere, sensoriamento participativo possui quatro vantagens principais sobre redes de sensores tradicionais (já que esta necessita de uma gama considerável de dispositivos sem fio, principalmente em áreas urbanizadas), sendo elas: custo de implementação baixo, já que usa telefones celulares e Wi-Fi; uma ampla mobilidade e cobertura proporcionada pelas operadoras de telefonia; economias de escala proporcionadas pelo uso de celulares; a facilidade assegurada pelas lojas de aplicativos e também as inúmeras formas de desenvolvimento de software disponíveis para sistemas operacionais de dispositivos móveis (KANHERE, 2011).

Com base em todos esses conceitos, estabelece-se, a seguir, um breve estado da arte registrado na literatura, no que se refere à área de desenvolvimento de aplicativos para plataformas móveis dentro da ideia de *crowdsourcing* e *smart cities*.

2.3 ESTADO DA ARTE

Conforme já relacionado na Introdução, Sujatha et al. (2014) propuseram um sistema chamado MBTS para que qualquer pessoa obtenha informações de um determinado ônibus através de um aplicativo móvel.

Três são os atores do sistema: os passageiros, os chamados “coordenadores” do ônibus e as pessoas que estão aguardando em um ponto. Todos os atores necessitam de um *smartphone* com sistema operacional Android conectado à Internet. Continuamente, os passageiros e os “coordenadores” alimentam um banco de dados com informações sobre o ônibus. Essas informações podem ser as coordenadas do ônibus, obtidas através do GPS integrado ao *smartphone*, ou até mesmo a “situação” do ônibus – se ele está lotado ou vazio, se houve algum acidente, se o ônibus está atrasado, entre outros. Essas informações ficam armazenadas em um banco de dados para serem acessadas, posteriormente, por alguém que esteja utilizando o aplicativo, principalmente usuários que estão aguardando um ônibus em algum ponto.

A arquitetura do MBTS pode ser observada na Figura 1. Basicamente, consiste de duas aplicações, uma Web e outra Android. A primeira permite o registro de usuários e ônibus e a segunda é utilizada para rastreamento. A aplicação Web, desenvolvida em JSP (*JavaServer Pages*), é voltada para o administrador do sistema e também funciona como um “middleware” para que o usuário, através da aplicação Android, se conecte ao banco de dados e armazene ou solicite informações. Na figura, o usuário pode representar um passageiro, um coordenador ou uma pessoa que esteja aguardando em um ponto de ônibus (SUJATHA et al., 2014).

Uma outra pesquisa neste área de acompanhamento de ônibus, envolve a utilização de RF (Radio frequência). Foi desenvolvida por Paradells et al. (2014).

Os autores propõem a utilização de uma rede de dados composta por transmissores e receptores RF. Os transmissores situam-se nos ônibus, os quais transmitem informações para os receptores, que situam-se nos pontos de ônibus que, basicamente, são os nós da rede. Assim que um ônibus se aproxima de um ponto de ônibus - nó - inicia a transmissão de informações relevantes, captadas por sensores atrelados ao veículo. Essas informações podem ser usadas/acessadas por um usuário que está aguardando no referido ponto de ônibus.

Uma limitação do sistema baseado em RF, é percebida pelos próprios autores, diz respeito à distância entre o ônibus e os nós da rede (neste caso os pontos de ônibus).

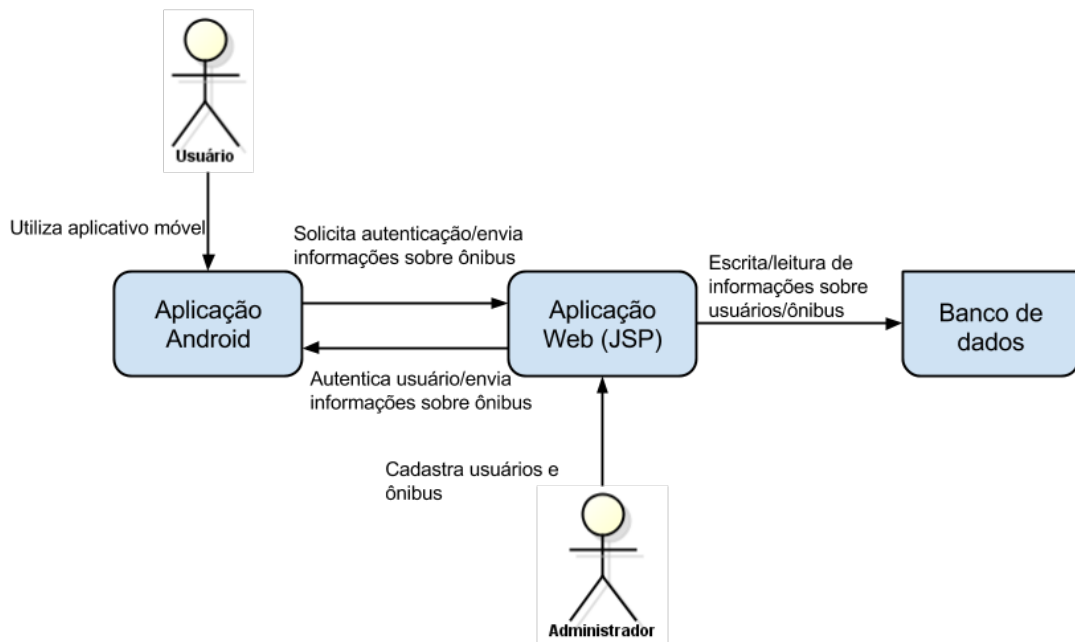


Figura 1: Arquitetura do MBTS.
 Fonte: Adaptado de (SUJATHA et al., 2014).

Uma vez que sensores baseados em radio frequência possuem limitações de distância e na transmissão dos dados, acabam limitando a velocidade desenvolvida pelo veículo, o que torna o projeto inviável.

Ainda, as informações só podem ser coletadas por usuários que já estão próximos ao veículo (ou em pontos de ônibus próximos ao veículo). Isso acaba tirando o propósito de acompanhamento ou rastreo de ônibus, pois o mesmo já está próximo do ponto, e pode ser vislumbrado por um usuário sem o auxílio de um sistema específico para tal.

Alves, Martinez e Viegas (2012) apresentaram um sistema – chamado de *Trip-planner* – para planejar rotas em tempo real, para pessoas que utilizam transporte público em Lisboa. O sistema consegue informar quais são as melhores rotas e o tempo estimado de viagem para um determinado destino, baseados na estimativa de quantos veículos estão trafegando e quais são suas velocidades.

Informações de tempo-real são coletadas através do GPS equipado nos ônibus. Essas informações são utilizadas em um servidor (o que os autores chamam de *Data Center*) para atualizar históricos e melhorar as estimativas, uma vez que é utilizado um algoritmo para predição de tempos de viagem. Esses históricos se referem à relatórios de quatro meses, com informações sobre tempos de viagem e velocidades dos veículos. Essas

informações são analisadas e passam por um classificador, e uma vez processadas, são repassadas para qualquer dispositivo móvel conectados em uma rede sem fio, através de *broadcast* (ALVES; MARTINEZ; VIEGAS, 2012).

A Figura 2 descreve de forma simplificada o sistema proposto por Alves, Martinez e Viegas (2012). Nota-se claramente que dados históricos e de tempo-real são coletados com o auxílio do GPS instalado no ônibus. Esses dados passam pelo *Data Center* e são utilizados como entrada para um algoritmo de predição. Uma vez processados, distribuem-se os dados para dispositivos móveis através de *broadcast*.

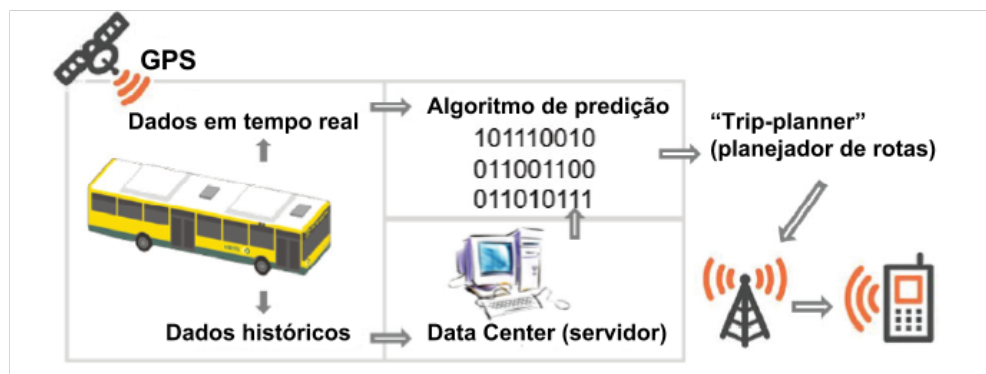


Figura 2: Arquitetura do *Trip-planner*.

Fonte: Adaptado de (ALVES; MARTINEZ; VIEGAS, 2012)

REFERÊNCIAS

ALVES, D.; MARTINEZ, L. M.; VIEGAS, J. M. Retrieving real-time information to users in public transport networks: An application to the lisbon bus system. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 54, n. 0, p. 470 – 482, 2012. ISSN 1877-0428. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812042279>>.

HOWE, J. The Rise of Crowdsourcing. *Wired Magazine*, v. 14, n. 6, 06 2006. Disponível em: <<http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html>>.

KANHERE, S. Participatory sensing: Crowdsourcing data from mobile smartphones in urban spaces. In: *Mobile Data Management (MDM), 2011 12th IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 2, p. 3–6.

PAN, G. et al. Trace analysis and mining for smart cities: issues, methods, and applications. *Communications Magazine, IEEE*, v. 51, n. 6, p. 120–126, 2013. ISSN 0163-6804.

PARADELLS, J. et al. Infrastructureless smart cities. use cases and performance. In: *Smart Communications in Network Technologies (SaCoNeT), 2014 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–6.

SCHUURMAN, D. et al. Smart Ideas for Smart Cities: Investigating Crowdsourcing for Generating and Selecting Ideas for ICT Innovation in a City Context. *JTAER*, v. 7, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://dblp.uni-trier.de/db/journals/jtaer/jtaer7.html/#SchuurmanBMM12>>.

SUJATHA, K. et al. Design and Development of Android Mobile based Bus Tracking System. *First International Conference on Networks & Soft Computing (ICNSC)*, p. 231–235, 2014.

TECHTUDO. *Waze*. 2014. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/waze.html>>. Acesso em: 29 de outubro de 2014.

WALRAVENS, N. Mobile Business and the Smart City: Developing a Business Model Framework to Include Public Design Parameters for Mobile City Services. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, scielocl, v. 7, p. 121 – 135, 12 2012. ISSN 0718-1876. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-18762012000300011&nrm=iso>.