

A Collective Intelligence Based System for Visualizing Problems in Public Roads

Um Sistema Baseado em Inteligência Coletiva para Visualização de Problemas em Vias Públicas

Marcelo Koti Nishi, Ana Paula Chaves, Igor Steinmacher

Coordenação de Tecnologia em Sistemas para Internet
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Campo Mourão, Brasil

e-mail: mkn.tsi@gmail.com, igorfs@utfpr.edu.br, anachaves@utfpr.edu.br

Abstract—The emergence of Web 2.0 made knowledge sharing via Internet an easy task. Collective intelligence leverages this knowledge shared to solve problems. Using collective intelligence along with IT (Information Technology) techniques in transportation systems can make them more secure, efficient and reliable without changing existing physical structures. The products generated by this combination are known as ITS (Intelligent Transportation Systems). This paper presents an application that uses the concept of ITS and collective intelligence to enable users to visualize possible problems on bus lines due to traffic conditions. The application is part of the project UbiBus, which focuses on bringing solutions together to improve services provided to public transportation users in Brazil.

Collective Intelligence; Intelligent Transportation Systems; Public Transportation

I. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve um grande aumento na quantidade de veículos no mundo. Em 1950, haviam cerca de 70 milhões de veículos. Até o ano de 1994, a quantidade passou para 630 milhões, nove vezes o estimado em 1950. Desde 1970 a quantidade de veículos tem aumentado em 16 milhões ao ano. Nesse ritmo, estima-se que até o ano de 2025 haverá mais de 1 bilhão de veículos nas ruas [1].

A infraestrutura das vias urbanas não pode acompanhar esse ritmo, pois, segundo Shah e Dal [1], seria necessário um longo período de investimento. Além disso, Shah e Dal [1] citam vários estudos que comprovam que os custos para novas infraestruturas são altamente elevados. O resultado é o aumento de tráfego de veículos nas vias, dificultando seu fluxo e afetando diretamente os serviços de transportes públicos. De acordo com [2], o maior causador de atrasos dos transportes públicos é o congestionamento, seguido de acidentes automotivos, roubos, alagamentos e outros tipos de incidentes. Devido a estes atrasos e à falta de informações relacionada a eles, muitas pessoas deixam de utilizar o

transporte público como meio de locomoção [2], procurando outros meios, sendo o mais provável o transporte particular.

A aplicação de Sistemas de Transporte Inteligente (ITS – *Intelligent Transportation Systems*) nos sistemas de transporte público, pode ser utilizado para contribuir na melhoria do fluxo nas vias. Informações como tempo de atraso e condições da via disponibilizadas em tempo real, podem ajudar os usuários no planejamento da locomoção, motivando-os a continuar utilizando o transporte público e abrindo portas para potenciais novos usuários que deixariam de utilizar seus veículos particulares. Segundo um estudo citado por Barry [7], as pessoas estão dispostas a deixar seus carros, caso haja aplicações fornecendo horários, atrasos, lojas e serviços ao longo das rotas em tempo real.

Diante desse cenário, um projeto, denominado UbiBus, foi proposto com o objetivo de oferecer um conjunto de soluções tecnológicas para facilitar o acesso à informações de transporte público aos usuários. Essas informações devem ser disponibilizadas em tempo real, baseadas em informações dinâmicas de contexto, integradas em um sistema de transporte público inteligente, ubíquo e sensível ao contexto [13].

O projeto UbiBus prevê o desenvolvimento de várias aplicações, desde soluções *web* e redes sociais a aplicações para dispositivos móveis, terminais e quiosques. Um conjunto dessas aplicações é voltado à utilização da inteligência coletiva para registrar e exibir informações relacionadas a ocorrências de trânsito. Ocorrência de trânsito, nesse contexto, são quaisquer fatos que possam acontecer durante o percurso que podem influenciar a eficiência do serviço de transporte, como congestionamentos, alagamentos, assaltos, acidentes, superlotação, más condições de veículos, entre outros.

Este artigo apresenta uma aplicação que utiliza ocorrências produzidas pela inteligência coletiva, para exibir em um mapa a possibilidade de haver problemas em determinado trecho, que afetam a eficiência do transporte público. Esse sistema será integrado ao projeto UbiBus para permitir que os usuários consultem a situação de

determinada linha do transporte público, obtendo informações de possíveis problemas em determinados trechos dessa linha. Caso haja problemas, os usuários poderão tomar ciência se aqueles problemas podem ou não gerar atrasos, dependendo da intensidade do problema informada pelo aplicativo por meio de mapa de calor. Um mapa de calor é uma representação gráfica de um conjunto de dados em que a intensidade é representada por cores.

A partir do aplicativo, pode-se melhorar os serviços fornecidos aos usuários de transporte público com o uso do conceito de ITS, utilizando as ocorrências postadas por usuários do projeto UbiBus para informar a possível situação das vias que afetam o transporte público através da inteligência coletiva.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção II discute os conceitos de Sistemas de Transporte Inteligente e inteligência coletiva. Na Seção III é apresentado o aplicativo proposto e na Seção 4 as conclusões e trabalhos futuros.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Sistemas de Transporte Inteligente

Uma pesquisa realizada por Caulfield e O'Mahony [3] que foca em verificar quais tipos de informações as pessoas podem utilizar quando estão planejando suas rotas para utilizar o transporte público, demonstra que a falta de informações quanto à chegada dos transportes públicos aos seus pontos é um fator que causa frustração entre essas pessoas. A pesquisa ainda aponta que o método mais importante para o fornecimento de informações é a informação em tempo real. Além disso, o resultado demonstra que a forma mais popular de adquirir informações sobre o transporte público é pela *Internet*.

Aplicações que utilizam computadores, sensores e tecnologia podem ajudar as pessoas a obterem várias informações, inclusive em tempo real, sobre o transporte público, assim, resolvendo muitos problemas que as pessoas que utilizam esses meios de locomoção encaram no dia a dia.

Sistemas de Transporte Inteligente (ITS – *Intelligent Transportation Systems*) buscam aplicar tecnologias estáveis de comunicações, controle, eletrônicos, *hardware* e *software* para o sistema de transporte terrestre, a fim de melhorar a sua qualidade. [6]

Segundo Yokota [11], ITS fornece dois tipos de benefícios: resoluções dos problemas de tráfego e o melhoramento dos serviços fornecidos aos usuários, aumentando a eficiência do transporte.

Existe uma grande quantidade de aplicativos que fazem o uso do conceito de ITS para auxiliar os usuários de transporte público. OneBusAway¹, um aplicativo desenvolvido para Washington, nos Estados Unidos, informa aos seus usuários os horários de chegadas em tempo real de cada veículo do transporte público em seus respectivos pontos, informando se há atrasos ou não. O ToTransit² informa onde estão os bondes naquele exato momento na cidade de Toronto no Canadá, através de um mapa com o deslocamento dos bondes em tempo real. No GoogleMaps³

há um recurso que fornece em tempo real a situação do trânsito nas principais vias de algumas cidades através de mapa de calor. O Waze⁴ é um aplicativo que além de utilizar o conceito de ITS faz o uso da inteligência coletiva. Através dele, os usuários traçam suas rotas como se fosse um GPS (*Global Positioning System*) automotivo comum, porém, caso essa rota obtenha informações de ocorrências reportadas por outros usuários, o aplicativo recalcula uma rota alternativa. Usar o conhecimento produzido por outros usuários é o princípio da inteligência coletiva, que será discutido na próxima seção.

B. Inteligência Coletiva

Nos dias de hoje existe uma grande quantidade de sistemas de conhecimento colaborativo como redes sociais, wikis, blogs, fóruns de discussões, entre outros, que possibilitam o compartilhamento de conhecimento pela *Internet*. Isso foi possível graças ao surgimento da segunda geração de comunidades e serviços tendo a *web* como plataforma, a *Web 2.0*.

O'Reilly [9] conceitua *Web 2.0* como a revolução de negócios na indústria de informática causada pela mudança para a *Internet* como plataforma, e uma tentativa de entender as regras de sucesso nessa nova plataforma. A principal regra entre outras é o desenvolvimento de aplicativos que aproveitem os efeitos de redes para se tornarem melhores, à medida que são utilizados por um número maior de pessoas, aproveitando a inteligência coletiva. Vários sistemas de conhecimento colaborativo foram surgindo, aproveitando, então, o conceito de inteligência coletiva.

Sigh e Gupta [12] definem inteligência coletiva como a habilidade de um grupo de simples pessoas trabalhando juntas para resolver problemas maiores do que poderiam ser resolvidos por uma única pessoa.

Segaran [10] afirma que a utilização da rede para coletar informações de usuários tem aberto novas possibilidades.

A Wikipédia⁵, uma enciclopédia online livre, faz o uso do conceito de inteligência coletiva. Quase todo o seu conteúdo é feito e atualizado por usuários comuns, mediante aprovação de alguns moderadores. O WikiCrimes⁶ permite pesquisar, visualizar e registrar ocorrências de crimes em um mapa. As informações de crimes são resultantes da inteligência coletiva, onde cada usuário registra os crimes cometidos em determinado ponto e essas informações são mostradas através de mapa de calor. Como citado na Seção II.A, o Waze também faz o uso da inteligência coletiva, onde todas as informações relacionadas à situação do trânsito são postadas por seus usuários através da própria aplicação. Apesar disso, a inteligência coletiva não tem sido muito explorada no campo dos transportes. Até este momento na pesquisa não foram encontrados outros sistemas de ITS baseados no conhecimento das massas para fornecer informações.

III. POSSIBILIDADE DE PROBLEMAS NAS VIAS

O projeto UbiBus foca em oferecer um sistema que reúna várias soluções para melhorar os serviços fornecidos aos

¹ <http://onebusaway.org/where/standard/>

² <http://totransit.ca/>

³ <http://maps.google.com.br/>

⁴ <http://www.waze.com/>

⁵ <http://www.wikipedia.org/>

⁶ <http://www.wikicrimes.org/>

usuários do transporte público no Brasil. Para isso, concentra uma série de aplicações e serviços, que abrangem diversos problemas do setor de transportes, relacionados, especialmente, à falta de informações aos usuários. O aplicativo apresentado neste artigo deve ser integrado ao UbiBus, e terá como objetivo fornecer informações em tempo real sobre a situação do trânsito de determinadas vias que afetam usuários de transportes públicos, baseadas em dados de ocorrências registradas pelos próprios usuários. Este serviço será similar ao recurso fornecido pelo GoogleMaps, onde o grande diferencial do sistema proposto é a utilização da inteligência coletiva para gerar informações. Essas informações devem indicar trechos em que há maior ou menor possibilidade de haver problemas que afetem a eficiência dos transportes naquele trajeto. Com isso, as pessoas podem decidir qual é o melhor trajeto para seguir naquele momento. O Waze também faz o uso de ITS e inteligência coletiva, porém, o aplicativo proposto se diferencia, principalmente, na utilização destes dois conceitos nos sistemas de transporte público com foco em trajetos percorridos por linhas de ônibus.

Os dados das ocorrências utilizadas por esse aplicativo são registrados pelos usuários de transporte público através de outros aplicativos do projeto UbiBus [5][8][13]. Essas ocorrências são armazenadas em uma base de dados central, comum a todos os aplicativos do projeto.

Cada ocorrência contém informações como: mensagem escrita pelo usuário, data e horário de envio da mensagem, localização geográfica do problema relatado pela ocorrência, entre outros.

O aplicativo funciona da seguinte forma: o usuário informa à aplicação a linha de ônibus para a qual deseja visualizar as informações e os pontos **a** (ponto de partida do usuário) e **b** (ponto de destino do usuário) dessa linha; o aplicativo recupera as informações sobre a possibilidade de problemas do intervalo requisitado e exibe o resultado através de uma interface gráfica baseada em mapas. As informações recuperadas são resultantes de um processo em *batch*, exibindo os resultados para os últimos 10 minutos. Este processo recupera da base de dados todas as ocorrências; analisa as ocorrências verificando se são atuais (para a proposta, serão consideradas atuais ocorrências relatadas nos últimos 60 minutos); as mensagens de cada ocorrência são analisadas e classificadas de acordo com as palavras-chave, podendo ser visto os detalhes de análise e classificação das mensagens na Subseção A; um algoritmo é responsável por somar os pesos de todas as mensagens de acordo com a escala de valores padrão definida (Tabela II); após o resultado é atribuído a uma variável utilizada para exibir as informações.

Utilizando serviços disponibilizados pela aplicação (Seção B), o resultado da possibilidade de problemas é, então, mostrado em uma interface gráfica baseada em mapas através de um mapa de calor. Cada nível de intensidade será representada por uma cor. A Figura 1 mostra uma simulação do uso da ferramenta para uma linha contendo três trechos. O trecho que é apresentado pela cor amarela, significa que a possibilidade de problemas é baixa; no trecho em vermelho, indica uma possibilidade alta; enquanto no trecho em verde, não há registros que indiquem a possibilidade de haver problemas nesse trecho.



Figura 1. Resultado da simulação.

A seção a seguir descreve a análise e classificação das mensagens postadas por usuários de transportes públicos.

A. Análise e Classificação das Mensagens

Esta seção apresenta como é feita a análise e classificação das mensagens postadas por usuários de transportes públicos.

As mensagens de ocorrências extraídas da base de dados são analisadas, verificando se contém as palavras-chave: acidente, atropelamento, enchente, alagamento, inundação, congestionamento, engarrafamento, trânsito parado, trânsito lento e ônibus quebrado. Caso contenha uma dessas palavras-chave, as mensagens são agrupadas em categorias e pesos são atribuídos a elas, para auxiliar o processamento das informações sobre a possível situação do trânsito (Tabela I). Caso contrário, para propósito desse artigo, elas são descartadas. Vale ressaltar que, até este momento, todas as mensagens de ocorrências são consideradas problemas, mesmo aquelas que relatam a ausência de problemas. Pesquisas relacionadas a análise de sentimentos serão desenvolvidas para corrigir esse problema, com o objetivo de classificar as mensagens de acordo com o seu conteúdo semântico e aumentar a precisão dos resultados da aplicação. A análise de sentimentos, de acordo com Liu [4], é o estudo de opiniões, sentimento e emoções expressas em textos. Outras limitações serão discutidas na Seção IV.

As palavras-chave foram escolhidas através de uma pesquisa manual pela rede social Twitter, a fim de descobrir quais palavras as pessoas frequentemente usam para postarem ocorrências relacionadas ao trânsito. A pesquisa foi feita através de consultas de cada palavra-chave com suas variações. Foram selecionadas palavras em que, dos cinquenta primeiros tweets retornados, mais de 50% estavam relacionados ao trânsito. Outras palavras foram descartadas, pois dos cinquenta primeiros tweets retornados, houve um resultado abaixo de 50% com relação ao trânsito. Em seguida, as palavras-chave foram separadas para que as semelhantes pudessem ser agrupadas. A Tabela I mostra a

porcentagem de retorno de cada palavra-chave e as categorias no qual foram separadas.

TABELA I. PORCENTAGEM DAS PALAVRAS SEPARADAS EM CATEGORIAS E ATRIBUIÇÃO DE PESOS

Categorias	Palavras-chave e sua porcentagem	Média	Peso
Acidente	Acidente (74%) e atropelamento (74%)	74%	4
Enchente	Enchente (100%), alagamento (80%) e inundação (50%)	76%	8
Congestionamento	Congestionamento (82%), engarrafamento (80%), trânsito parado (98%) e trânsito lento (100%)	90%	16
Outros problemas	Ônibus quebrado (70%)	70%	2

Para cada categoria de mensagem foram definidos pesos, de acordo com a porcentagem de mensagens com relação ao trânsito retornadas na pesquisa pelo Twitter. Por exemplo, a categoria **Congestionamento** teve maior porcentagem de retorno com relação ao trânsito, assim, o peso atribuído a essa categoria foi maior. Os pesos atribuídos a cada categoria também podem ser encontrados na Tabela I.

Após, foi estipulada uma escala de valores (Tabela II), para indicar a quantidade de ocorrências que informam a possibilidade de haver problemas. A escala de valores foi desenvolvida, inicialmente, em um intervalo numérico de zero à sessenta, com base nas simulações feitas para o cálculo da possibilidade de problemas, baseadas na quantidade de 100 *tweets* (mensagens de ocorrências). Inicialmente, essa escala, bem como os pesos determinados para as categorias de mensagens, são estáticos e determinados apenas com base na percepção do pesquisador. Futuramente, pesquisas serão desenvolvidas dentro do projeto UbiBus com o intuito de criar algoritmos capazes de determinar valores para a escala e para os pesos dinamicamente, com base na análise histórica dos dados sobre as ocorrências ou outros fatores externos que possam impactar nesses valores.

TABELA II. ESCALA DE VALORES

Total (peso)	Possibilidade
0	Nenhuma
2 à 19	Baixa
20 à 59	Média
60 para cima	Alta

O aplicativo apresentado neste artigo, apesar de suas limitações, é apenas o início na pesquisa para melhorar a eficiência dos transportes públicos no Brasil. Mais pesquisas serão desenvolvidas dentro do projeto UbiBus focando nas limitações do aplicativo encontradas neste momento.

B. Serviços Web

Como descrito na Seção I, o aplicativo apresentado neste artigo será integrado ao projeto UbiBus que prevê o desenvolvimento de várias aplicações para facilitar o acesso

às informações do transporte público aos usuários. Para facilitar esta integração, o aplicativo foi desenvolvido disponibilizando serviços *web*, que ficarão disponíveis para que outras aplicações do projeto UbiBus possam utilizá-los.

São disponibilizados quatro serviços *web*:

- Serviço de consulta de todas as linhas: este serviço, quando requisitado, retorna todas as linhas de ônibus cadastradas no banco de dados. O aplicativo o utiliza para listar todas as linhas de ônibus disponíveis ao usuário, desta forma, o usuário poderá escolher qual a linha que deseja pesquisar a possibilidade de problemas. O serviço não necessita de entradas na requisição, e o retorno são todas as linhas cadastradas no banco de dados;
- serviço de consulta de todos os pontos de partida de determinada linha: o serviço retorna todos os pontos de partidas cadastradas no banco de dados para uma determinada linha. É utilizado pela aplicação para listar todos os pontos de partida de uma linha ao usuário, assim, o usuário pode escolher qual o ponto inicial da consulta de possibilidades de problemas. Este serviço espera como entrada uma linha, e, a partir da linha, retorna todos os pontos de partidas de ônibus da mesma;
- serviço de consulta de todos os pontos de destino: o aplicativo utiliza este serviço para listar ao usuário todos os pontos de destino a partir da linha e o ponto de partida escolhidos. Desta forma, o serviço então, tem como retorno todos os pontos de destino, esperando como entrada uma linha e um ponto de partida;
- serviço de consulta de possibilidade de problemas: este serviço retorna a possibilidade de problemas de determinado trecho de uma linha. O aplicativo o utiliza para informar ao usuário a possibilidade de problemas em um trecho de uma linha de acordo com os parâmetros passados a este serviço. Os parâmetros necessários, ou seja, as entradas esperadas são: uma linha, um ponto de partida e um ponto de destino. A saída deste serviço é o resultado da possibilidade de problemas.

Desta forma, torna-se possível a comunicação entre diferentes aplicações, facilitando a integração do aplicativo ao projeto UbiBus.

IV. CONCLUSÃO

Neste artigo, foi apresentado um aplicativo que permite aos usuários dos transportes públicos consultarem a possibilidade de problemas em determinadas vias que afetam os transportes públicos. Futuramente, esse aplicativo será integrado ao projeto UbiBus.

O aplicativo é apenas o início de um recurso que utiliza os conceitos de ITS e inteligência coletiva para o projeto UbiBus e muitas pesquisas ainda serão realizadas. Estas pesquisas serão desenvolvidas dentro do projeto UbiBus focando nas limitações encontradas até este momento, como:

- palavras-chave: a pesquisa realizada para obter as palavras-chave utilizadas para classificar as mensagens não foi exaustiva, podendo não ter encontrado palavras relevantes para o estudo. Além disso, o algoritmo busca apenas pelos termos exatos

nas mensagens. Para melhorar a eficiência do aplicativo, os radicais de cada palavra-chave deveriam ser utilizados, aumentando a cobertura dos resultados de mensagens relacionadas ao trânsito. Pesquisas mais aprofundadas serão realizadas para obter um melhor grupo de palavras-chave e para utilizar análise textual para buscá-las por meio de radicais;

- análise das mensagens: até este momento, todas as mensagens que contêm as palavras-chave são consideradas problemas de trânsito, podendo haver mensagens que não representam de fato problemas, afetando a eficiência do resultado no algoritmo que faz a análise das possibilidades de problemas. Por exemplo, uma mensagem pode estar descrita desta forma: “Sem congestionamento na Av. Brasil”, como até este momento não há análise de sentimentos, o algoritmo interpreta esta mensagem como um problema. Serão realizados estudos para aplicar a análise de sentimentos nas mensagens que contêm as palavras-chave, a fim de identificar apenas as que realmente afetam o fluxo do trânsito, melhorando a eficiência dos resultados do aplicativo;
- classificação das mensagens: a classificação das mensagens, assim como os pesos atribuídos para cada categoria da classificação são dependentes das palavras-chave, desta forma, a partir das pesquisas que serão realizadas para obtenção das melhores palavras-chave, afetarão a classificação e os pesos das categorias. A partir disso, a classificação e os pesos serão melhor elaborados de acordo com o melhor grupo de palavras-chave;
- escala de valores: os valores atribuídos à escala de valores neste momento são estáticos, não levando em consideração o histórico dos dados que são analisados para os resultados da possibilidade de problemas. Serão realizadas pesquisas para criar algoritmos que possam determinar dinamicamente, de acordo com a análise histórica dos dados, os valores desta escala, assim, melhorando a eficiência dos resultados da possibilidade de problemas.

Assim, será possível melhorar a qualidade da informação exibida aos usuários, motivando o uso do transporte público.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (processo 560135/2010-6) e à RNP (projeto SIMTUR – edital CTIC) pelo apoio financeiro. Este trabalho é parcialmente apoiado pelo INES (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Engenharia de Software).

REFERÊNCIAS

- [1] A. A. Shah, L. J. Dal, “Intelligent Transportation Systems in Transitional and Developing Countries,” International Conference on Advances in Space Technologies, pp. 54-59, 2006.
- [2] A. P. Chaves, I. Steinmacher, V. Vieira, “Social Network and Collective Intelligence Applied to Public Transportation Systems,” VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 2011.
- [3] B. Caulfield, M. O'Mahony, “An Examination of the Public Transport Information Requirements of Users,” IEE Transactions on Intelligent Transportation System, pp. 21-30, 2007.
- [4] B. Liu, Sentiment Analysis and Subjectivity. Handbook of Natural Language Processing, Segunda Edição, 2010.
- [5] D. R. Lucio, A. P. Chaves, I. F. Steinmacher, “Um Aplicativo para Dispositivos Móveis Voltado para Usuários de Transporte Público,” IV Encontro Paranaense de Computação, 2011.
- [6] J. Sussman, Perspectives on Intelligent Transportation Systems. Springer, New York, USA, 2005.
- [7] K. Barry, How Smartphones Can Improve Public Transit. Wired Magazine, Londres, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.wired.com/autopia/2011/04/how-smartphones-can-improve-public-transit/>>
- [8] L. P. S. Alves, A. P. Chaves, I. F. Steinmacher, “Um Aplicativo Baseado em Inteligência Coletiva para Compartilhamento de Rotas em Redes Sociais,” VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 2011.
- [9] T. O'Reilly. (2006) O'Reilly Radar. [Online]. <http://radar.oreilly.com/2006/12/web-20-compact-definition-tryi.html>, 2006.
- [10] T. Segaran, Programando a Inteligência Coletiva: Desenvolvendo Aplicativos Inteligentes Web 2.0, Rio de Janeiro, Alta Books, 2008.
- [11] T. Yokota, ITS for Developing Countries, ITS Technical Note, v. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/transport/roads/its%20docs/ITS%20Note%201.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2011.
- [12] V. K. Sigh, A. K. Gupta, “From Artificial to Collective Intelligence: Perspectives and Implications,” International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, pp. 545-550, 2009.
- [13] V. Vieira, A. C. Salgado, P. Tedesco, V. C. Times, C. Ferraz, E. Huzita, A. P. Chaves, I. Steinmacher, “The UbiBus Project: Using Context and Ubiquitous Computing to Build Advanced Public Transportation Systems to Support Bus Passengers,” VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, São Paulo, 2011.