

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE INFORMÁTICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET

MARCELO FERREIRA VASCONCELOS

**USO DE MAPAS COLABORATIVOS PARA APOIAR USUÁRIOS DE
TRANSPORTE PÚBLICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2011

MARCELO FERREIRA VASCONCELOS

USO DE MAPAS COLABORATIVOS PARA APOIAR USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet da Coordenação de Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito para aprovação na disciplina.

Orientadora: Profa. MSc. Ana Paula Chaves Steinmacher

CAMPO MOURÃO
2011



ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

As **vinte horas** do dia **vinte e cinco de novembro de dois mil e onze** foi realizada na sala F103 da UTFPR-CM a sessão pública da defesa do Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet do acadêmico **Marcelo Ferreira Vasconcelos** com o título **USO DE MAPAS COLABORATIVOS PARA APOIAR USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO**. Estavam presentes, além do acadêmico, os membros da banca examinadora composta pelo professor **Me. Igor Fábio Steinmacher** (Orientador-Presidente), pelo professor **Me. Rafael Liberato Roberto** e pelo professor **Dr. Reginaldo Ré**. Inicialmente, o aluno fez a apresentação do seu trabalho, sendo, em seguida, arguido pela banca examinadora. Após as arguições, sem a presença do acadêmico, a banca examinadora o considerou **Aprovado** na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso e atribuiu, em consenso, a nota _____. Este resultado foi comunicado ao acadêmico e aos presentes na sessão pública. A banca examinadora também comunicou ao acadêmico que este resultado fica condicionado à entrega da versão final dentro dos padrões e da documentação exigida pela UTFPR ao professor Responsável do TCC no prazo de **quinze dias**. Em seguida foi encerrada a sessão e, para constar, foi lavrada a presente Ata que segue assinada pelos membros da banca examinadora, após lida e considerada conforme.

Observações:

Campo Mourão, 25 de novembro de 2011.

Prof. Me. Rafael Liberato Roberto
Membro

Prof. Dr. Reginaldo Ré
Membro

Prof. Me. Igor Fábio Steinmacher
Orientador

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

Aos meus pais e meus irmãos, que sempre apoiaram e incentivaram meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Antonio Alves Vasconcelos e Seila Ferreira Vasconcelos, aos meus irmãos, Fabio Ferreira Vasconcelos e Eliane Ferreira Vasconcelos, pelo carinho, apoio e pela força nos momentos difíceis.

À minha professora orientadora Ana Paula Chaves Steinmacher, pela paciência e confiança dedicadas a orientação deste trabalho.

Aos colegas de turma, especialmente Diego Rafael Lúcio e Luiz Philipe Serrano Alves, pelo apoio e incentivo nos estudos.

Aos professores Igor Fábio Steinmacher, Reginaldo Ré e André Luis Schwertz, pelas palavras de apoio, pelos conselhos, dicas e pelas discussões que me ajudaram no esclarecimento de diversas dúvidas no decorrer deste trabalho.

À Deus, por ter me dado forças e principalmente por ter colocado estas pessoas em meu caminho, me ajudando a vencer as dificuldades desta etapa tão importante da minha vida.

RESUMO

VASCONCELOS, Marcelo F. Uso de mapas colaborativos para apoiar usuários de transporte público. 2011. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2011.

O uso de inteligência coletiva para facilitar o dia a dia de usuários de transportes públicos pode ajudar a diminuir os problemas existentes no trânsito das grandes cidades. Este trabalho apresenta uma aplicação Web, baseada em inteligência coletiva, que possibilita o registro e a visualização de ocorrências do transporte público por meio de mapas colaborativos. A aplicação faz parte do projeto UbiBus, que envolve o desenvolvimento de diversas aplicações que serão, futuramente, integradas em um único sistema, a fim de oferecer soluções para auxiliar passageiros do transporte público. O trabalho discute as principais características da aplicação e sua implementação. A principal contribuição deste trabalho é permitir que os usuários do transporte público fiquem cientes dos problemas de trânsito que afetam as linhas que utilizam no seu dia-a-dia.

Palavras-chave: Mapas Colaborativos. Inteligência Coletiva. Sistema de Transporte Inteligente.

ABSTRACT

VASCONCELOS, Marcelo F. Uso de mapas colaborativos para apoiar usuários de transporte público. 2011. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2011.

The use of collective intelligence to facilitate the daily life of public transport users can help reducing traffic problems in big cities. This work presents a Web application, based on collective intelligence, which allows users to inform and view events that occur on public transportation through collaborative maps. The application is part of UbiBus project, which involves the development of several tools. These tools will be integrated into a single system, in order to offer solutions to assist passengers of public transportation. This work discusses the main characteristics and implementation of the application. The main contribution of this work is to enable users of public transportation are aware of the traffic problems that affect the bus lines they use in their day-to-day.

Keywords: Collaborative Maps. Collective Intelligence. Intelligent Transportation System.

LISTA DE SIGLAS

API	Application Programming Interface
ITS	Intelligent Transportation Systems
GPS	Global Positioning System
AMTICS	Advanced Mobile Traffic Information and Communication System
JSF	Java Server Faces
EL	Expression Language
JPA	Java Persistence API
ORM	Object Relational Mapping
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
XML	Extensible Markup Language
URL	Uniform Resource Locator

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – METODOLOGIA DE TRABALHO.....	15
FIGURA 2 – WIKICRIMES, VISUALIZAÇÃO DAS ZONAS QUENTES.....	23
FIGURA 3 – CIDADE DE CURITIBA - VISUALIZAÇÃO NO MODO MAPA.....	25
FIGURA 4 – CIDADE DE CURITIBA - VISUALIZAÇÃO NO MODO SATÉLITE.....	26
FIGURA 4 – TECNOLOGIAS UTILIZADAS.....	27
FIGURA 6 – ARQUITETURA DO PROJETO UBIBUS.....	28
FIGURA 7 – ARQUITETURA DA APLICAÇÃO.....	29
FIGURA 8 – MODELO DE DADOS DA APLICAÇÃO.....	31
FIGURA 9 – PÁGINA PRINCIPAL DA APLICAÇÃO.....	33
FIGURA 10 – PÁGINA DE CADASTRO DE USUÁRIOS.....	33
FIGURA 11 – CADASTRO DE OCORRÊNCIAS.....	34
FIGURA 12 – DIAGRAMA DE CLASSES DO MÓDULO GEOCODER.....	35
FIGURA 13 – EXEMPLO DE XML RESULTANTE DE UMA REQUISIÇÃO AO SERVIDOR DO GOOGLE.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 METODOLOGIA	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 INTELIGÊNCIA COLETIVA	17
3.2 MAPAS COLABORATIVOS.....	20
3.3 SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE.....	23
3.4 TECNOLOGIAS UTILIZADAS	24
4 APRESENTAÇÃO DA APLICAÇÃO	28
5 IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO	31
5.1 IMPLMETAÇÃO DO GEOCODER	35
6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	40
6.1 LIMITAÇÕES.....	41
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, a colaboração entre pessoas vem ganhando destaque devido, principalmente, ao advento da Web 2.0, que proporcionou o surgimento de diversas novas tecnologias que estão mudando a forma como as pessoas utilizam a Web. Muitas dessas tecnologias como fóruns, *wikis* e diversas outras, implementam ambientes colaborativos. Essas aplicações possibilitam que os usuários compartilhem seus conhecimentos, habilidades e outros tipos de informação. Com isso, essas tecnologias estão se tornando importantes fontes de inteligência coletiva. A inteligência coletiva consiste na combinação do conhecimento de um grupo de pessoas para gerar novas informações ou conhecimentos (VIVACQUA; BORGES, 2010).

O uso de inteligência coletiva favoreceu o desenvolvimento de diversos tipos de aplicações colaborativas. Um tipo de tecnologia que faz parte dessa nova geração são aquelas que utilizam mapas colaborativos. Mapas colaborativos são aplicações que fornecem um mapa digital base que pode ser personalizado pelos usuários adicionando-se novas informações, utilizando o conceito de colaboração (DROZDZYNSKI et al., 2007). Com a utilização de mapas colaborativos as pessoas podem obter informações georreferenciadas específicas para regiões de seu interesse e também fazer marcações e comentários a respeito dessa região.

Nos últimos anos, um assunto que tem preocupado a todos é a questão do trânsito nas médias e grandes cidades, que vem enfrentando problemas como grandes congestionamentos e um número cada vez maior de acidentes. Isto se deve principalmente ao crescimento do número de veículos e de usuários das vias em geral, além da busca cada vez maior por meios de transporte mais rápidos e eficientes (CALDAS, 2010). Outra preocupação é com a proximidade de grandes eventos esportivos que se realizarão em nosso país nos próximos anos. Copa das Confederações em 2013, Copa do Mundo em 2014, Copa América em 2015 e, mais adiante, as Olimpíadas em 2016. Esses eventos certamente irão gerar uma enorme demanda por transporte, agravando ainda mais a situação do trânsito. Um transporte público de qualidade poderia melhorar esta situação. O aumento do uso do transporte público reduziria o número de veículos nas vias, diminuindo,

consequentemente, os congestionamentos e o número de acidentes, melhorando a qualidade de vida dos usuários do trânsito.

Um dos problemas do transporte público é a falta de informações oferecidas aos passageiros. Muitas vezes as pessoas deixam de utilizar o transporte público devido a falta de informação ou a dificuldade em obter informações a respeito do mesmo. Informações sobre atrasos, horário real em que os ônibus costumam passar nos pontos, informações sobre as condições do tráfego, sobre ocorrências que possam causar atrasos em uma determinada linha, alternativas para esta linha caso ocorra atraso e diversas outras informações que poderiam auxiliar e facilitar a vida de quem utiliza o transporte público. Ocorrências, 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 ou más condições de veículos, entre outros.

Para tentar amenizar esse problema, é necessário desenvolver aplicações que ofereçam informações relevantes aos usuários do transporte público com maior facilidade. Aplicações que envolvem o uso de mapas pode ser uma alternativa para melhorar esse cenário, proporcionando aos usuários um ambiente colaborativo em que é possível compartilhar, em tempo real, informações a respeito das diversas ocorrências que podem afetar o transporte público.

Diante desse cenário, o sistema UbiBus foi proposto com o objetivo de oferecer um conjunto de soluções tecnológicas para facilitar o acesso a informações de transporte público aos usuários, em tempo real, baseado em informações dinâmicas de contexto, integrados em um sistema de transporte público inteligente, ubíquo e sensível ao contexto (VIEIRA et al., 2011).

O projeto UbiBus propõe o desenvolvimento de aplicações que utilizem informações de inteligência coletiva para permitir que os passageiros informem sobre a situação do transporte que estão utilizando. Este trabalho está inserido neste projeto, integrando a camada de aplicação do sistema, fazendo parte do grupo de aplicações Web. Seu objetivo é oferecer uma interface baseada em mapas para auxiliar o compartilhamento de informações sobre ocorrências. Graças ao uso de mapas colaborativos, os usuários conseguirão visualizar com mais facilidade as ocorrências de trânsito e conhecer melhor as condições das linhas de ônibus que utilizam comumente.

As Seções 1.1 e 1.2 descrevem os objetivos deste trabalho. Os próximos capítulos estão organizados como segue: o Capítulo 2 apresenta a metodologia utilizada para a realização deste trabalho; no Capítulo 3, são discutidos os conceitos de inteligência coletiva, mapas colaborativos e sistemas de transporte inteligente; o Capítulo 4 descreve a aplicação desenvolvida; o Capítulo 5 detalha a implementação da aplicação e, por fim, a Capítulo 6 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar uma aplicação Web baseada em inteligência coletiva, que utiliza mapas colaborativos para permitir que passageiros compartilhem e visualizem informações sobre o transporte público.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para viabilizar a execução do objetivo geral pretende-se:

- apresentar uma interface que permita a autenticação de usuários, de forma que qualquer usuário possa visualizar as informações postadas, mas apenas usuários autenticados possam postar novas ocorrências;
- recuperar as ocorrências a partir de uma base de dados para exibi-las em forma de marcadores no mapa. Esses dados são em parte obtidos a partir de ocorrências postadas utilizando a própria aplicação e outra parte minerados por outras aplicações integrantes do sistema UbiBus;
- disponibilizar uma interface para o registro das ocorrências. Essa interface utiliza como base um mapa, onde os usuários podem registrar as ocorrências informando a localização, o problema, se causará atraso em alguma linha e o horário referente à ocorrência;
- recuperar as linhas afetadas pela ocorrência a partir de uma base de dados. Essa informação é obtida com base na localização informada no registro da

ocorrência;

- disponibilizar um mapa com a visualização das ocorrências. As ocorrências são indicadas no mapa com marcadores e, a partir daí é possível obter as informações a respeito das ocorrências.

2 METODOLOGIA

A seguinte metodologia, apresentada na Figura 1, foi adotada para alcançar os objetivos deste trabalho:

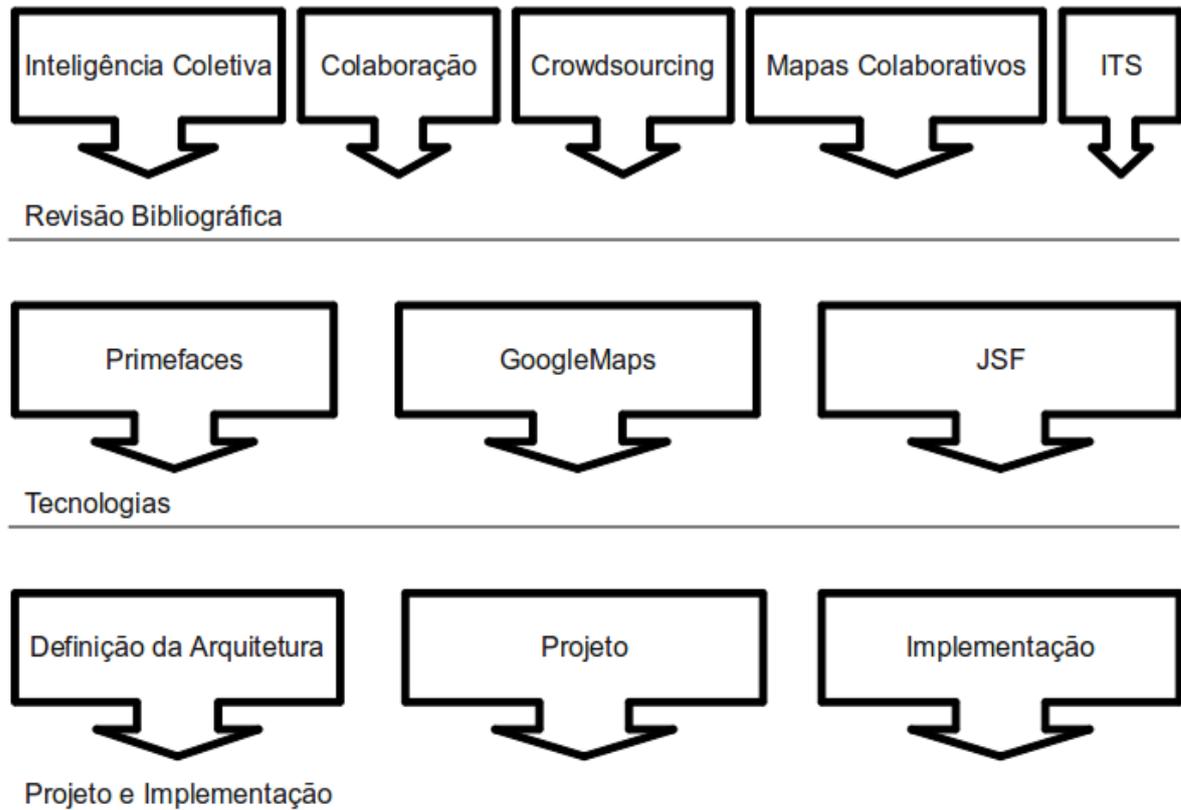


Figura 1 – Metodologia de Trabalho
 Fonte: Autoria própria.

Durante a atividade de Revisão Bibliográfica foram realizados estudos sobre diversos conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho: inteligência coletiva, colaboração, *crowdsourcing*, mapas colaborativos e sistemas de transporte inteligente. Os resultados obtidos neste estudo podem ser vistos nas Seções 3.1, 3.2 e 3.3.

Para definir as tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento da aplicação, foram realizados estudos principalmente acerca de tecnologias web e APIs (*Application Programming Interface*) para geração e manipulação de mapas. O

foco principal deste estudo foi a API do GoogleMaps^{®1}. Os resultados desta atividade estão descritos na Seção 3.4.

A atividade de Projeto e Implementação teve como foco definir a arquitetura da aplicação, descrita no Capítulo 4, identificando quais elementos seriam necessários para a construção da aplicação. A definição da arquitetura teve como base os estudos realizados na atividade de Revisão Bibliográfica. Após ter sido definida a arquitetura, iniciou-se o desenvolvimento da aplicação, começando pela definição do modelo de dados. Posteriormente, foi implementado o núcleo da aplicação, seguida da interface gráfica. Por último foi implementado um módulo para realizar a geocodificação de endereços. A descrição detalhada destas atividades pode ser vista no Capítulo 5.

¹<http://maps.google.com.br>

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas as definições dos conceitos básicos para o entendimento deste trabalho, assim como as principais tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do mesmo. Os principais conceitos são: Inteligência Coletiva, Mapas Colaborativos e Sistemas de Transporte Inteligente.

3.1 INTELIGÊNCIA COLETIVA

Inteligência coletiva é a inteligência formada a partir da agregação do conhecimento individual das pessoas, de forma a enriquecer a sabedoria e até mesmo a cultura de uma sociedade ou grupo de indivíduos (MALEEWONG, 2008). É obtida através do compartilhamento de informações, experiências e habilidades. Isto vem se tornando cada vez mais facilitado com surgimento de blogs, *wikis*, compartilhamento de fotos e redes sociais, dentre outros recursos tecnológicos emergentes que possibilitam a troca de informações entre as pessoas de forma rápida e fácil.

A inteligência coletiva envolve a combinação do conhecimento de um grupo de pessoas para produzir novas informações ou conhecimento (VIVACQUA; BORGES, 2010). Com a internet, a forma como todos os tipos de grupos sociais lidam com os problemas que enfrentam está mudando, possibilitando o surgimento de comunidades virtuais que compartilham informações dentro do grupo. Essas informações permitem ao grupo resolver mais problemas complexos do que seria possível individualmente (RASMUSSEM et al., 2003).

A computação tem evoluído desde a criação dos primeiros dispositivos computacionais, que eram grandes máquinas e ocupavam muito espaço físico, chegando aos computadores pessoais e dispositivos móveis existentes hoje. Kapetanios (2008) propôs que, com a evolução da computação e a chegada da Web 2.0, poderia haver, no século XXI, uma mudança de paradigma na computação, que seria de computadores pessoais para conteúdos pessoais e inteligência coletiva, no

qual as pessoas compartilhariam informações na rede utilizando a ideia de computação nas nuvens. Os usuários deixariam de ser apenas consumidores e passariam a ser também produtores de conteúdo, a partir de ambientes colaborativos. De acordo com Lévy (2010), a inteligência coletiva é a capacidade dos grupos humanos de exercer essa cooperação intelectual, a fim de criar, inovar e inventar, podendo ser aplicada em qualquer escala, desde as equipes de trabalho até as grandes redes ou até mesmo para toda a nossa espécie. A inteligência coletiva é um fator determinante na competitividade, criatividade e desenvolvimento humano.

Com a descoberta desse poder gerado a partir do conhecimento coletivo, muitas organizações e empresas estão buscando maneiras de aproveitar essa energia em seu benefício. Algumas organizações estão repassando tarefas que normalmente seriam desempenhadas por especialistas, para que sejam realizadas pela multidão. Esta espécie de terceirização está sendo chamada de “*crowdsourcing*” (em português, algo como “terceirizar para a multidão”) (HOWE, 2006). Esta estratégia tem funcionado bem, principalmente para tarefas que não podem ser realizadas por máquinas, como ocorre em alguns casos onde se necessita a análise detalhada de imagens ou qualquer outra tarefa que exija exclusivamente a percepção humana.

A ideia do *crowdsourcing* é repassar uma tarefa para a multidão resolver ao invés de executá-la utilizando recursos próprios. O desenvolvimento de soluções alternativas para um dado problema poderia ser feito por um perito único ou poderia, ao invés disso, ser realizado por um grande grupo de indivíduos, levando em consideração os instrumentos adequados para agregação das diferentes contribuições (VIVACQUA; BORGES, 2010).

Outro conceito que vem sendo utilizado é o de *crowd computing*, que utiliza a inteligência coletiva em conjunto com inteligência artificial. Este conceito está associado à computação em nuvem e é descrito como bilhões de humanos conectados à internet analisando, sintetizando e criando diversos dados por meio da relação máquina cerebral e computadores (SILVA, 2010).

Os conceitos de inteligência coletiva, *crowdsourcing* e *crowd computing* só são possíveis devido à colaboração das pessoas que participam de grupos, comunidades virtuais ou mesmo de iniciativas particulares, compartilhando suas

informações e, em alguns casos específicos, até mesmo recursos físicos. Mas, por que as pessoas colaboram? Ou, por que prestariam informações verdadeiras? Em geral as pessoas colaboram com esse tipo de iniciativa e também fornecem dados válidos, tendo em vista que essas informações, quando fornecidas corretamente, trarão benefícios a todo o grupo ou sociedade à qual pertencem e, conseqüentemente, a elas mesmas (SHAH, 2010). Algumas pessoas contribuem visando alguma recompensa, como é o caso dos participantes do Amazon Mechanical Turk², serviço lançado pela Amazon.com para realização de tarefas simples, tais como, identificação de objetos em uma imagem, que recebem alguns centavos de dólar por tarefa realizada.

Um exemplo de sucesso bem conhecido da aplicação desses conceitos é o Wikipedia³, iniciativa baseada no uso de inteligência coletiva, que permite às pessoas compartilharem seus conhecimentos, ajudando a formar uma imensa rede de conteúdo disponibilizada livremente na internet. Outro exemplo de aplicação baseada em inteligência coletiva é o FireMash⁴, utilizado na Austrália, uma aplicação utilizada em benefício da própria população. O FireMash é uma aplicação criada para auxiliar as autoridades no combate à incêndios, muito comuns na Austrália em algumas épocas do ano. Essa aplicação permite que as pessoas compartilhem informações sobre determinadas áreas, fornecendo dados referentes à localização de incêndios e informações detalhadas sobre as condições da área ao redor (VIVACQUA; BORGES, 2010).

O Wikicrimes⁵ (FURTADO et al., 2010) é outra iniciativa baseada em inteligência coletiva. A aplicação visa beneficiar a população fornecendo informações sobre atos criminais. O Wikicrimes possibilita que as pessoas atuem de forma colaborativa, compartilhando informações detalhadas sobre a ocorrência de crimes, o que facilita a ação das autoridades na prevenção e no combate à crimes, e também possibilita que as pessoas possam se prevenir, por exemplo, evitando certos lugares e horários onde essas ocorrências são mais comuns.

O Amazon Mechanical Turk, citado anteriormente, é um projeto que utiliza o conceito de *crowdsourcing*, e consiste em um aplicativo onde as empresas podem

²<https://www.mturk.com/mturk/welcome>

³<http://www.wikipedia.org>

⁴<http://www.firemash.com>

⁵<http://www.wikicrimes.org>

disponibilizar tarefas para que possam ser realizadas por qualquer pessoa mediante uma pequena recompensa (muitas vezes em centavos de dólar). Ele é baseado no princípio de que ainda há muitas tarefas que seres humanos podem fazer de forma mais eficaz que os computadores, como a identificação de objetos em uma foto ou vídeo, transcrição de gravações de áudio entre outras. Há também vários outros projetos que utilizam *crowdsourcing*, como a campanha para a escolha do novo sabor da batata Ruffles®. Essa tarefa poderia perfeitamente ser realizada por especialistas da área, como tecnólogos ou engenheiros de alimentos em um laboratório, no entanto, o resultado poderia não ter aceitação do público consumidor. Então a empresa terceiriza essa tarefa para esse mesmo público, na expectativa de aumentar as chances de aceitação.

Outra iniciativa que utiliza o conceito de *crowdsourcing* é o desenvolvimento de software livre. A comunidade de software livre utiliza as habilidades e conhecimentos de milhares de pessoas em diferentes partes do mundo. O Linux é um exemplo disso, e tem mostrado que o uso de inteligência coletiva e *crowdsourcing* podem produzir resultados de qualidade.

3.2 MAPAS COLABORATIVOS

A colaboração está em ascensão, alavancada pela Web 2.0. Isso porque a Web 2.0 reduziu significativamente a diferença entre produtores e os consumidores de informação, uma vez que diversas aplicações enfatizam a produção de informação por qualquer utilizador da internet. Uma cultura de partilha induz as pessoas a exteriorizar seus sentimentos, opiniões, experiências e até mesmo os seus bens (FURTADO et al., 2010). Com a popularização da internet e a chegada da Web 2.0, diversas aplicações têm surgido, como o Twitter, redes sociais (Orkut, Facebook, LinkedIn) e diversas outras aplicações que facilitam o compartilhamento de informações entre seus usuários e, em alguns casos, funcionam como ambiente colaborativo.

Na web tradicional, também chamada de Web 1.0, há uma grande diferença entre produtores e consumidores de informações. Os produtores geralmente são

peças especialistas em um assunto, como *webdesigners* e empresas de mídia tradicional, enquanto os consumidores, ou usuários, apenas acessam as informações disponibilizadas. Com a chegada da Web 2.0 e os conteúdos e aplicações dinâmicas, usuários comuns podem produzir e compartilhar informações através de diversas aplicações disponíveis na internet. A recente onda de blogs, fotologs, *wikis*, comunidades *online*, redes sociais, etc. é um exemplo desse contexto. Outro tipo de aplicação que está começando a emergir visa a integração de informações de diferentes fontes “*mashups*” (FURTADO et al., 2010).

Essas novidades estão fazendo crescer o interesse das pessoas em participar de ambientes colaborativos, seja para benefício próprio ou de todo o grupo, e estão se tornando ferramentas de escolha para a disseminação e partilha de informação, comunicação interpessoal e de redes de trabalho (CHEONG; LEE, 2009).

Com base nessa ideia de colaboração, muitos aplicativos que implementam um ambiente colaborativo têm surgido (TERANISHI et al., 2005). Alguns, com propósitos mais específicos, visam aproveitar a colaboração e o conhecimento das pessoas, obtidos com a inteligência coletiva, para manter projetos voltados para a melhoria da qualidade de vida das pessoas (TERASHIMA et al., 2008).

Alguns desses aplicativos utilizam mapas colaborativos, aplicações que fornecem um mapa base que pode ser personalizado pelos usuários adicionando-se novas informações, baseando-se no conceito de colaboração (DROZDZYNSKI et al., 2007). Essas aplicações possuem diversos recursos, que podem permitir às pessoas traçar caminhos, fazer marcações de pontos de referência, como pontos turísticos, endereço de residências ou qualquer outro ponto interessante. Essas marcações podem ser, então, compartilhadas com outras pessoas. É comum, também, a possibilidade de adicionar comentários que ajudam a identificar uma marcação em seu contexto. O uso de mapas colaborativos tem crescido consideravelmente nos últimos anos, com a evolução dos *smartphones* e a popularização dos GPSs (Global Positioning System)(CARISI et al., 2011), visto que estes dispositivos facilitam o acesso, a manipulação e o compartilhamento desses mapas na internet. Estes dispositivos permitem ao usuário postar informações em tempo real de um acontecimento, fornecendo dados de sua localização coletados via satélite. Segundo Carisi (2011), algumas aplicações permitem ao usuário coletar

dados utilizando um GPS e disponibilizá-los em um servidor, onde mapas são gerados a partir dos dados de todos os usuários e depois disponibilizados na internet.

A nova fase da Web também facilitou a disseminação dos mapas colaborativos, onde os usuários podem compartilhar informações por meio de um ambiente dinâmico e de fácil acesso. Com o aumento no uso dessa tecnologia começaram a surgir diversos aplicativos que podem ser integrados em outras aplicações, como em redes sociais, por exemplo.

Também estão surgindo diversas APIs que facilitam a criação de mapas colaborativos para diversas funcionalidades, bem como a integração dos mesmos à outras aplicações. Essas APIs permitem o acesso a conteúdos pré-definidos e também a criação de “*mashups*”, ou sites que combinam conteúdos de diferentes fontes. Isso permite o tratamento e reutilização de dados diferentes. O Google Maps[®] é um exemplo de aplicação com uma API que tem sido utilizada com sucesso em diversas aplicações *mashups* (VIVACQUA; BORGES, 2010).

O Wikicrimes (FURTADO et al., 2010), apresentado na Figura 2, é um exemplo de aplicação que utiliza mapa colaborativo, com o objetivo de fornecer informações sobre atos criminais. Ele possibilita aos usuários postarem ocorrências de crimes, permitindo informar a localização através do mapa e informações como, tipo da ocorrência, alvo, tipo de arma entre outras. Com esses dados a aplicação gera um mapa de calor, destacando as áreas com maior número de ocorrências com um círculo de cor vermelha, e a intensidade da cor também varia de acordo com volume de ocorrências. A aplicação permite às autoridades organizar melhor as ações de combate ao crime com base nas informações compartilhadas no mapa e permite à população manter-se informada, podendo se prevenir evitando as áreas mais perigosas.

O FireMash é uma aplicação que utiliza mapas colaborativos e permite às pessoas compartilharem informações indicando os pontos onde há ocorrência de incêndios e também quais as condições de toda a área ao redor. Essas informações registradas no mapa facilitam o trabalho das equipes de combate à incêndio e ajudam as pessoas a se prevenirem e tomar os devidos cuidados para sua segurança (VIVACQUA; BORGES, 2010).

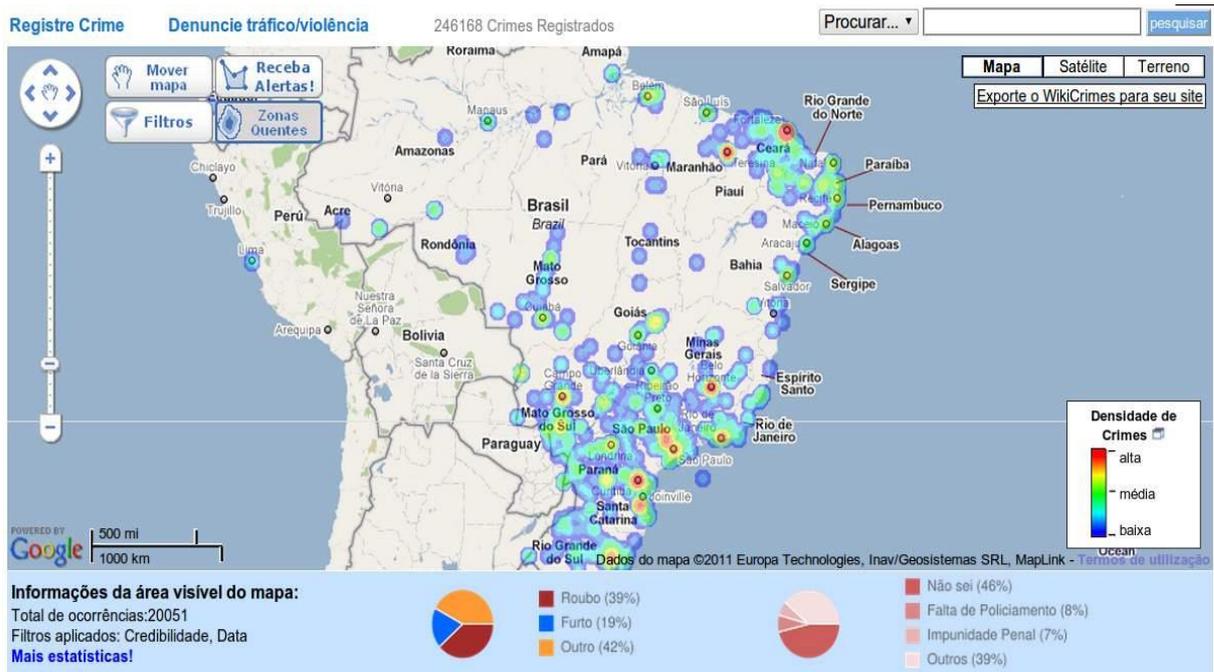


Figura 2 – Wikicrimes, visualização das zonas quentes
Fonte: www.wikicrimes.org (2011).

3.3 SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE

Sistema de Transporte Inteligente (ITS) é um conjunto de diversas tecnologias aplicadas ao transporte para criar sistemas mais seguros, mais eficientes, mais confiáveis e mais amigáveis, sem necessariamente ter que alterar sua estrutura física existente (QI, 2008). O fornecimento de informações confiáveis e precisas relacionadas ao transporte tem se tornado um desafio para instituições públicas e privadas, o que levou ao rápido crescimento dos ITSs (FAOUZI et al, 2011), onde a infraestrutura de transporte é complementada pelas tecnologias da informação e da comunicação.

Os ITSs estão surgindo como uma possibilidade de melhorar o tráfego de veículos no trânsito das grandes cidades e também melhorar o funcionamento das redes de transporte público, facilitando a administração destes sistemas, bem como seu uso pela população (PU; LIN, 2010). E fazem parte do fluxo principal do desenvolvimento da nova geração de tecnologias, que enfatizam a criação de

serviços amigáveis para as pessoas e não com adaptação forçada (TSU-TIAN, 2008).

Um dos papéis principais destes sistemas é a coleta de informações sobre o tráfego, realizada em toda a rede viária (LABORCZI et al., 2010). Essas informações podem ser relacionadas a segurança (relatando situações de perigo na via), eficiência (tempo de viagem) e muitas outras informações relacionadas ao trânsito. Essas informações são recolhidas a partir de diversos recursos tecnológicos tais como GPS, câmeras, rastreamento por celular, dentre outros (FAOUZI et al., 2011), o que deve proporcionar maior confiabilidade das informações relacionadas ao trânsito que, posteriormente, são divulgadas a todos os interessados.

Os ITSs podem ser encontrados com diferentes nomes em diversos países, nos Estados Unidos – ITS, no Japão – AMTICS e CCR e na Europa – Prometeu (GARCIA-ORTIZ et al., 1995). Independente do nome ou do país seu objetivo é sempre o mesmo: melhorar o trânsito nas cidades. Alguns países como Estados Unidos, Japão e Austrália têm investido muito neste tipo de projeto, investimentos que chegam a centenas de milhões de dólares anuais (KANNINEN, 1996).

O emprego de novas tecnologias da informação e comunicação na geração de sistemas de controle e gerenciamento de transporte urbano está ajudando a controlar a enorme diferença entre o crescimento do número de veículos e o crescimento da malha viária em alguns países, como é o caso de Pequim, na China, citado por He et al. (2010), onde a média anual do crescimento do número de veículos é de 10.91% contra 3.64% das vias.

3.4 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A aplicação desenvolvida neste trabalho foi implementada utilizando como base a linguagem Java (versão 1.6 ou superior). Também foi utilizado o JSF 2.0 (Java Server Faces) para a construção e gerenciamento da interface web.

O PrimeFaces⁶, uma biblioteca de *tags* para JSF 2.0, foi utilizado na sua versão 3.0, com o intuito de melhorar a usabilidade e a aparência da aplicação. O

⁶<http://www.primefaces.org>

PrimeFaces disponibiliza diversos recursos que facilitam a implementação de funcionalidades que necessitam do uso de Ajax⁷.

A proposta do aplicativo previa a utilização da API gmaps4jsf do Google, que permite a integração da API GoogleMaps com o JSF para a geração de mapas. Porém, foi utilizada a API do PrimeFaces que, especialmente na sua versão 3, oferece soluções mais completas para a disponibilização e manipulação de mapas em aplicações Web com JSF e também utiliza como base a API do GoogleMaps. O PrimeFaces oferece, dentre outros recursos, a possibilidade de exibição de caixas de diálogo e mensagens personalizadas dentro de um mapa, o que veio a facilitar o desenvolvimento de algumas funcionalidades importantes da aplicação. A API GoogleMaps, utilizada como base para a geração de mapas pelo PrimeFaces, disponibiliza inúmeros recursos para a criação e manipulação de mapas na Web. As figuras a seguir mostram exemplos de mapas que utilizam esta API. Na Figura 3 a imagem está utilizando a visualização no modo mapa, enquanto que a Figura 4 utiliza a visualização no modo satélite.

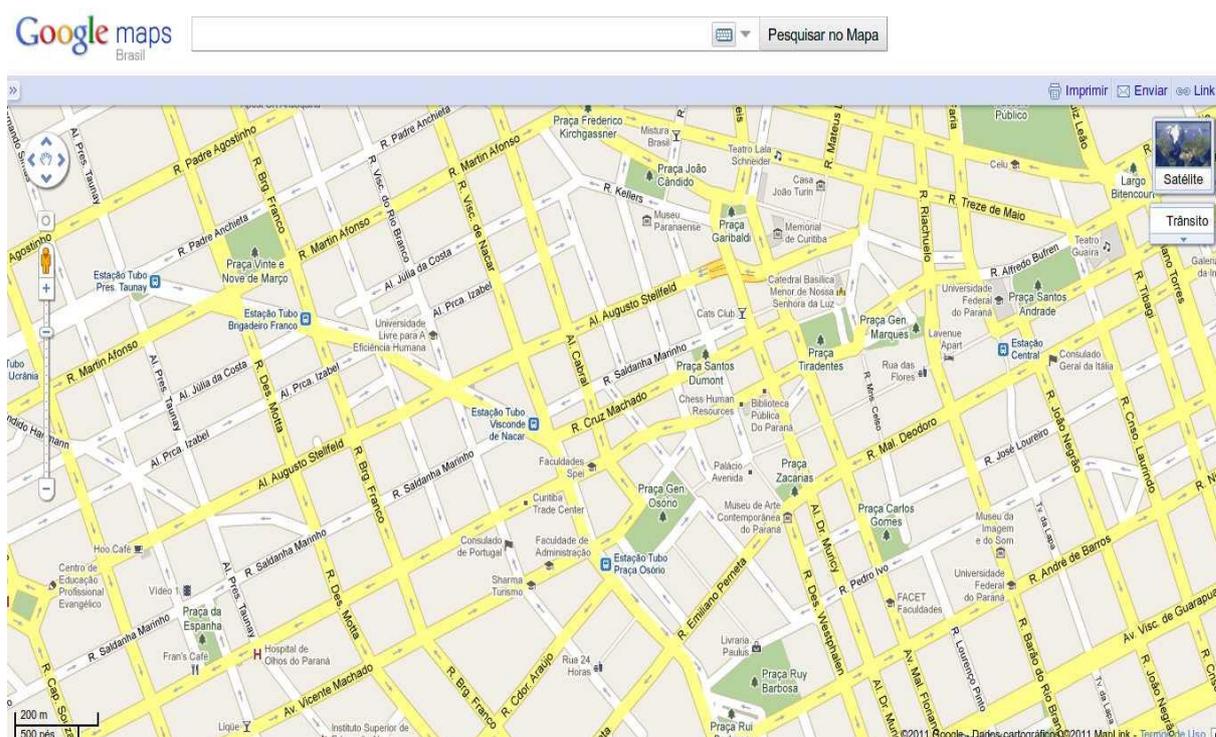


Figura 3 – Cidade de Curitiba – visualização no modo mapa
Fonte: GoogleMaps (2011).

⁷Asynchronous Javascript and XML

A API PrimeFaces é implementada com base na especificação JSF2.0 e permite a utilização e manipulação de mapas de forma simples e facilitada, por meio do uso de *tags*. É possível definir comportamentos estáticos, através de valores definidos na própria *tag*, e comportamentos dinâmicos, através de EL (*Expression Language*) utilizada para referenciar valores em classes Java.

Para a persistência de dados foi utilizado o JPA 2.0 (Java Persistence API) em conjunto com o EclipseLink. A proposta do aplicativo previa a utilização do Hibernate, um *framework* de ORM (*Object Relational Mapping*) que visa facilitar a persistência de objetos, de uma aplicação orientada a objetos, em um banco de dados relacional. Porém o Hibernate acabou apresentando alguns problemas durante sua configuração no projeto, assim o EclipseLink, outro *framework* de ORM, apresentou-se como uma opção para substituí-lo. Embora o EclipseLink seja uma ferramenta com menos recursos que o Hibernate, atende as necessidades apresentadas no projeto. Para a criação da base de dados foi utilizado o MySQL na versão 5.1.

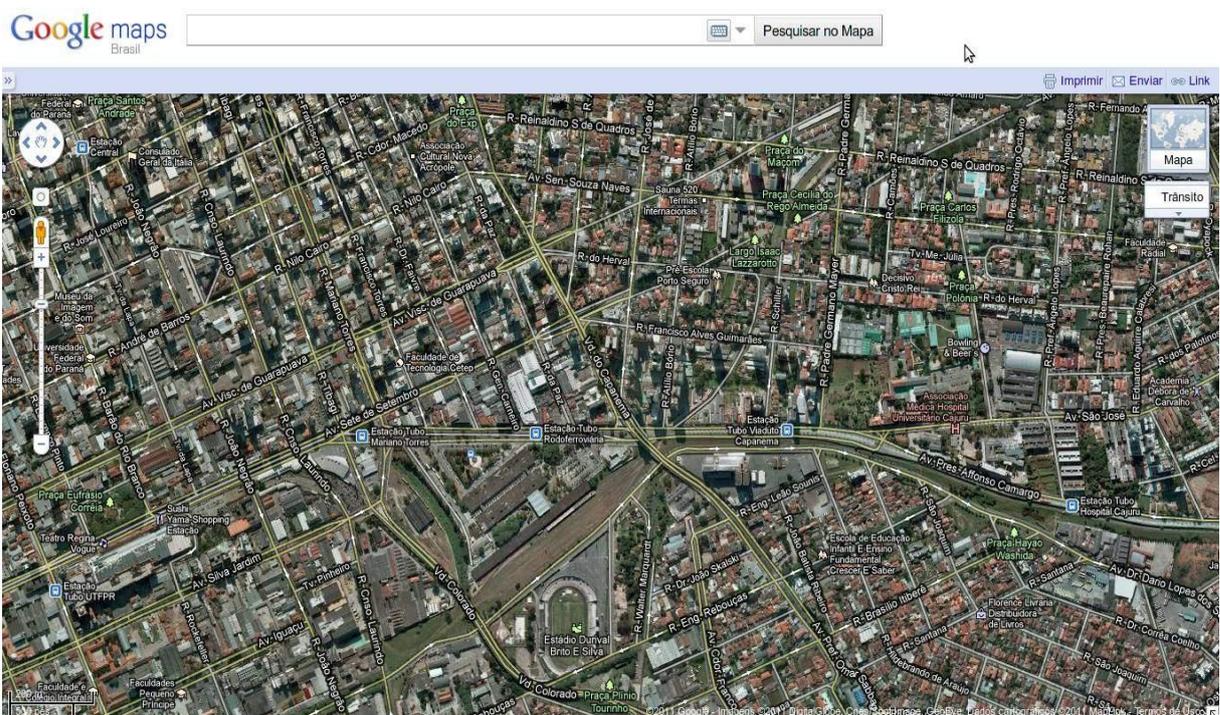


Figura 4 – Cidade de Curitiba – visualização no modo satélite
Fonte: GoogleMaps (2011).

Para ajudar no entendimento das aplicações utilizadas e como elas são integradas a Figura 5 exibe um diagrama com as principais tecnologias utilizadas no

desenvolvimento da aplicação.

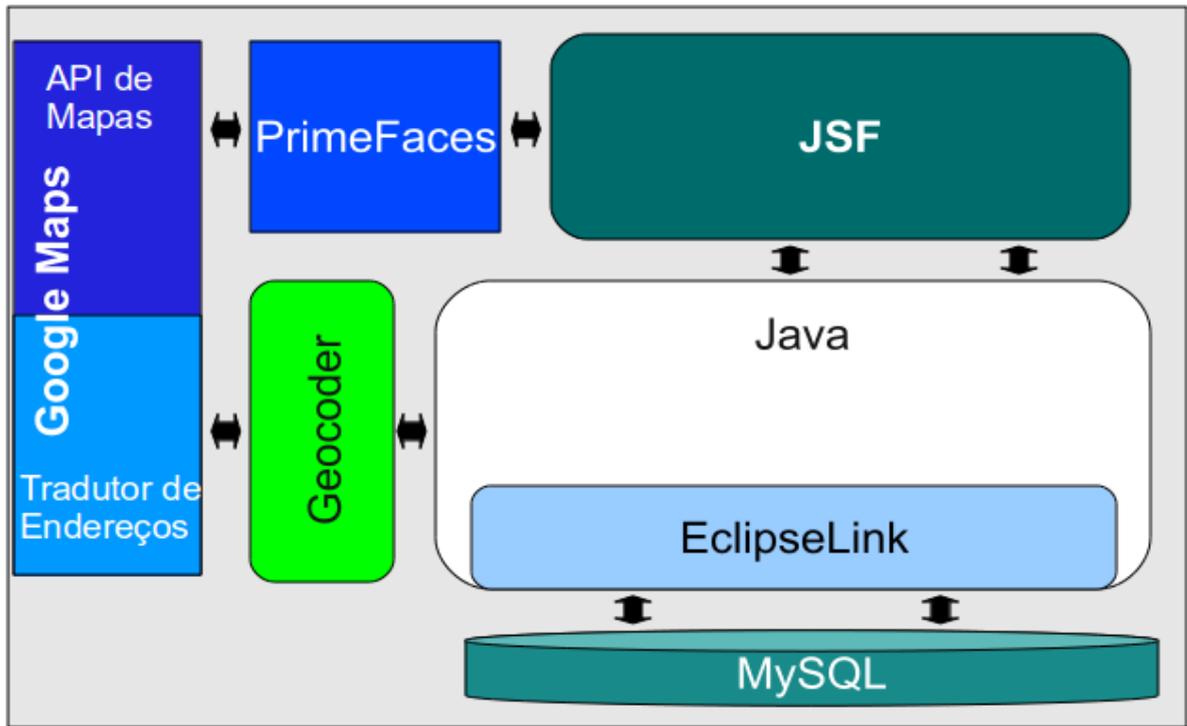


Figura 5 – Tecnologias utilizadas
Fonte: Autoria própria.

4 APRESENTAÇÃO DA APLICAÇÃO

Este trabalho está inserido no projeto "UbiBus: Um Sistema de Transporte Público Inteligente, Ubíquo e Sensível ao Contexto", do Edital CNPq nº 09/2010 - PDI - Grande e Pequeno Porte, processo número 560135/2010-6 (Grande Porte). Como pode ser observado em Vieira et al. (2011), o sistema UbiBus tem por objetivo reunir um conjunto de soluções que possam ser utilizadas para melhorar o dia a dia das pessoas que utilizam o transporte público nas cidades brasileiras. A Figura 6 representa a arquitetura deste conjunto de soluções.

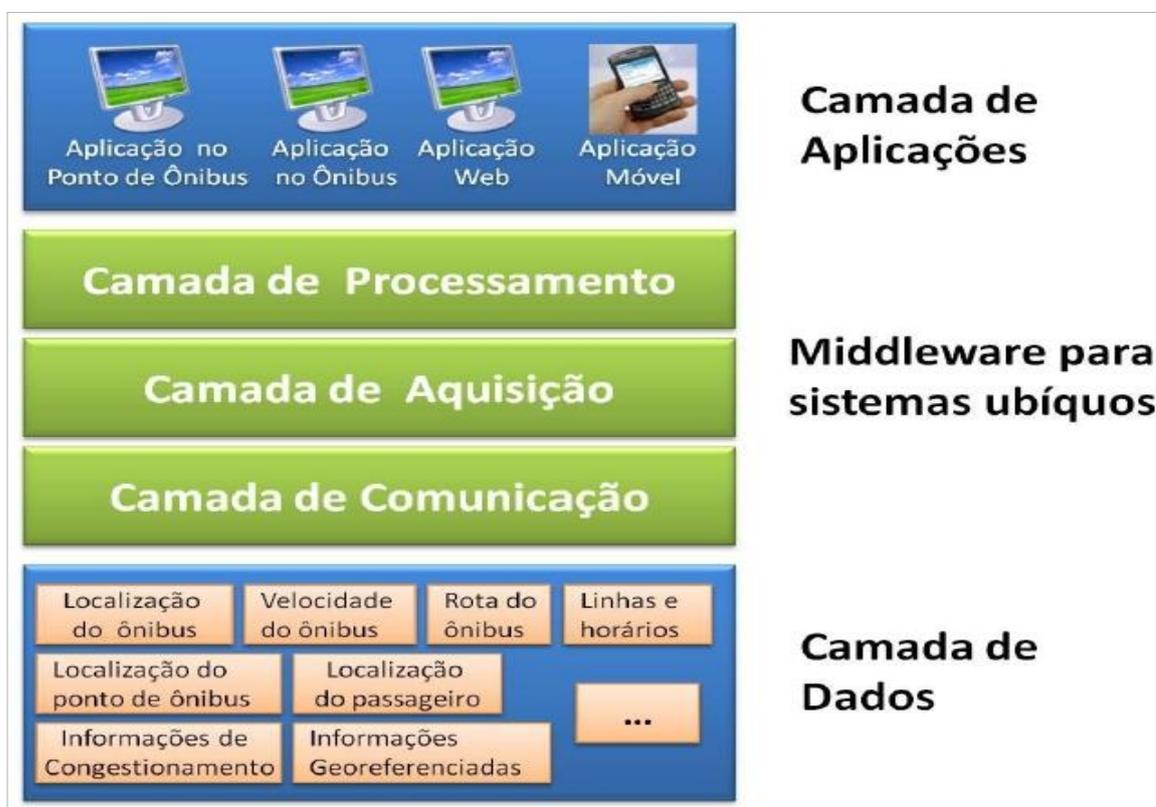


Figura 6 – Arquitetura do projeto UbiBus
 Fonte: Traduzido de Vieira et al. (2011).

Dentro dessa arquitetura, a aplicação desenvolvida nesse trabalho está inserida na Camada de Aplicações, utilizando e produzindo dados que, em trabalhos futuros, serão integrados para ficarem disponíveis na Camada de Dados. Na Camada de Aplicações encontram-se as diferentes

aplicações que serão desenvolvidas sobre a arquitetura acima, que vão desde aplicações Web e de redes sociais a aplicações para dispositivos móveis, terminais (e.g. nos pontos de ônibus) e quiosques (e.g. estações rodoviárias).

O projeto UbiBus propõe o desenvolvimento de aplicações para Web que utilizem informações de inteligência coletiva para permitir que os passageiros informem sobre o *status* do transporte que está utilizando. Graças à utilização de mapas colaborativos, os usuários conseguirão visualizar com mais facilidade as ocorrências de trânsito e conhecer melhor as condições das linhas de ônibus que utilizam comumente. Este trabalho apresenta uma aplicação que possibilita o registro e a visualização dessas ocorrências usando mapas. A arquitetura da aplicação está descrita na Figura 7.

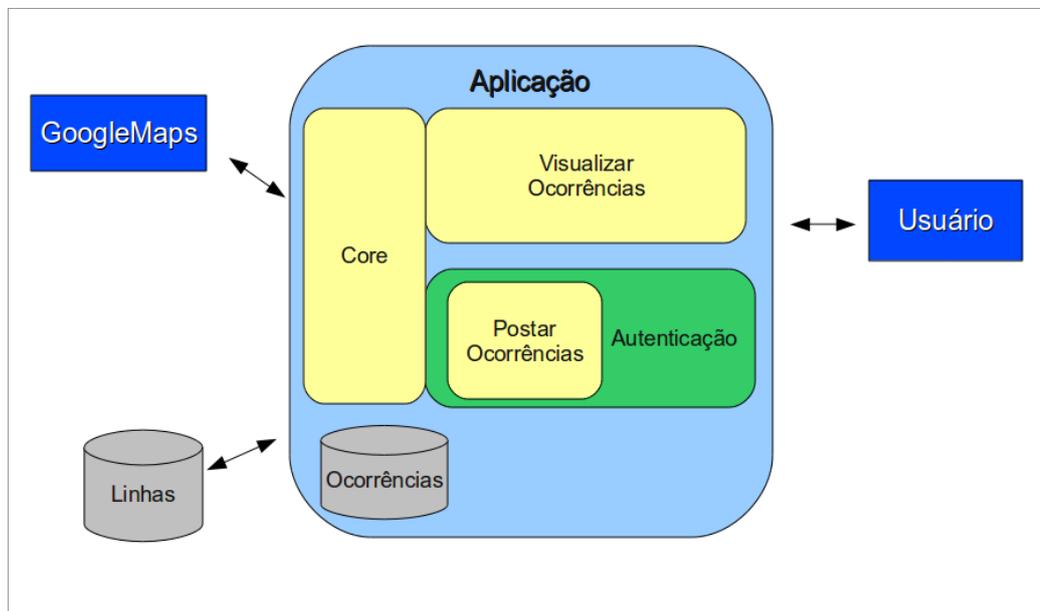


Figura 7 – Arquitetura da aplicação
Fonte: Autoria própria.

A aplicação oferece uma interface que permite a autenticação de usuários. Qualquer usuário pode visualizar as informações postadas na aplicação, mas apenas usuários autenticados podem postar novas ocorrências. Isso se faz necessário para tornar as informações postadas mais confiáveis.

A aplicação recupera as ocorrências a partir de uma base de dados. Esses dados são, em parte, obtidos a partir de ocorrências postadas por meio da própria aplicação e outra parte minerados por outras ferramentas da Camada de Aplicações

do sistema UbiBus. As ocorrências obtidas a partir da própria aplicação são postadas com o auxílio de um mapa, o que facilita a obtenção dos dados referentes à localização da ocorrência. A interface para registro de ocorrências também se baseia em um mapa em que os usuários registram as ocorrências informando a localização obtida do mapa, o problema, se causará ou não atraso em alguma linha e o horário referente à ocorrência.

A aplicação também utiliza informações a respeito das linhas de ônibus, para identificar quais delas serão afetadas pela ocorrência. A partir dessas informações e da localização informada no registro da ocorrência é possível identificar quais linhas foram afetadas. Os dados referentes às linhas são obtidos a partir de uma base de dados específica para armazenar esse tipo de informação. Estes dados não são de responsabilidade da aplicação desenvolvida neste trabalho, sendo que há um esforço dos pesquisadores do projeto UbiBus para obter esses dados de empresas permissionárias ou outras entidades interessadas.

Para visualizar as ocorrências, a interface também utiliza um mapa como base. As ocorrências são indicadas no mapa com marcadores e, a partir daí pode-se obter todas as informações a respeito das ocorrências.

O Capítulo 5 apresenta com mais detalhes a forma como a aplicação foi desenvolvida.

5 IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO

O desenvolvimento da aplicação iniciou-se com a elaboração do modelo de dados utilizado pela aplicação. A Figura 8 exibe a representação gráfica deste modelo de dados.

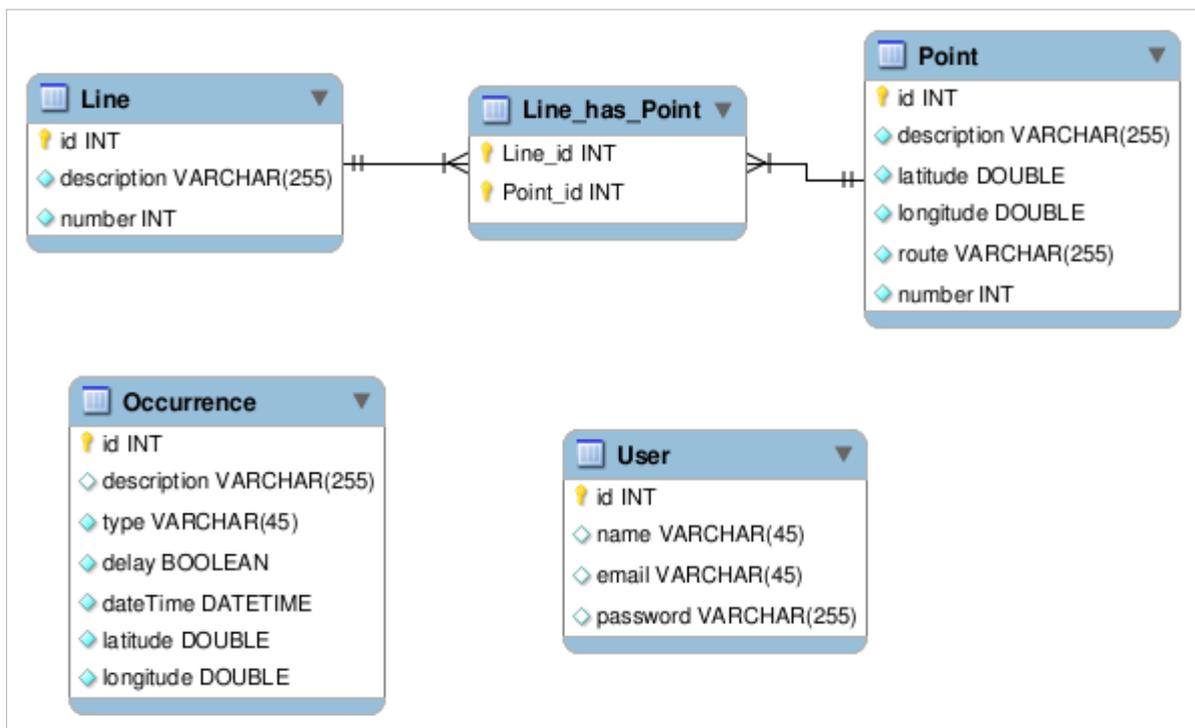


Figura 8 – Modelo de dados da aplicação
 Fonte: Autoria própria.

A entidade `Line` representa as linhas de ônibus. Cada linha contém um número de identificação e uma descrição. As linhas são representadas por uma rota específica no mapa. Uma rota consiste em um conjunto de pontos, representados pela entidade `Point`. Um ponto, nesse caso, não indica uma parada de ônibus mas, um ponto geográfico indicando a localização onde uma determinada linha muda de direção no mapa (cruzamentos/esquinas). Cada ponto possui uma descrição, as coordenadas geográficas (latitude e longitude), e o endereço real desse ponto representado pelos atributos `route` e `number`, onde `route` indica a rua, avenida, rodovia, etc. e `number` indica o número referente ao endereço.

A entidade `Occurrence` representa as ocorrências que serão cadastradas

na aplicação. A ocorrência possui uma descrição, o tipo de ocorrência (acidente, alagamento, congestionamento, assalto, dentre outros), se causará atraso, a data e horário da ocorrência e as coordenadas geográficas (latitude e longitude) da ocorrência.

Este modelo de dados ainda contempla uma entidade `User` que representa os usuários que possuem acesso ao cadastro de ocorrências, lembrando que apenas usuários autenticados têm permissão para cadastrar novas ocorrências.

Após a definição do modelo de dados, foi iniciada a implementação do núcleo da aplicação, utilizando a linguagem Java, no qual, primeiramente foram criadas as classes de entidade e de acesso aos dados referentes ao modelo. Em seguida foram implementados os controladores responsáveis pela camada intermediária da aplicação, em que os dados provenientes da interface gráfica são tratados e enviados para a camada de dados para serem persistidos. Após a implementação dos controladores iniciou-se o desenvolvimento da interface gráfica Web, desenvolvida utilizando JSF em conjunto com o PrimeFaces.

A interface gráfica conta com uma página principal, apresentada na Figura 9, em que é disponibilizado um mapa com os marcadores referentes às ocorrências já cadastradas. Quando um usuário seleciona um marcador, uma caixa de diálogo é exibida com as informações da ocorrência referente a este marcador e também a lista das linhas afetadas pela ocorrência. O mapa utilizado nesta página tem como base a API do GoogleMaps e é integrado à página JSF por meio do PrimeFaces. Também na página principal é disponibilizado um menu com as opções: “*home*”, que redireciona para a página principal; “criar uma conta”, que redireciona para uma página de cadastro de novos usuários; e “cadastrando ocorrências”, que exibe uma página com um rápido tutorial mostrando como adicionar ocorrências na aplicação. Ainda na página principal da aplicação está disponível um espaço onde os usuários cadastrados poderão efetuar o *login* na aplicação.

A página principal possui também um campo de busca, por meio do qual é possível localizar endereços no mapa. Este recurso é muito importante, pois permite ao usuário navegar no mapa e encontrar a localização específica de um ponto onde se deseja visualizar ou cadastrar uma ocorrência.



Figura 9 – Página principal da aplicação
Fonte: Autoria própria.

A interface gráfica da aplicação também conta com uma página para cadastro de novos usuários. Esta página possui um formulário onde devem ser preenchidos o nome, o email e a senha do novo usuário. A página de cadastro de usuários pode ser vista na Figura 10.

Figura 10 – página de cadastro de usuários
Fonte: Autoria própria.

Para cadastrar novas ocorrências a aplicação disponibiliza um pequeno formulário, que é exibido em uma caixa de diálogo quando é selecionado um ponto do mapa, a partir da página principal. Este formulário é exibido apenas se o usuário já estiver autenticado no sistema. Este formulário contém os campos referentes aos dados da ocorrência que devem ser fornecidos pelo usuário, sendo eles: tipo da ocorrência, data e horário, atraso e descrição. O formulário utilizado para o cadastro de ocorrências pode ser visto na Figura 11.

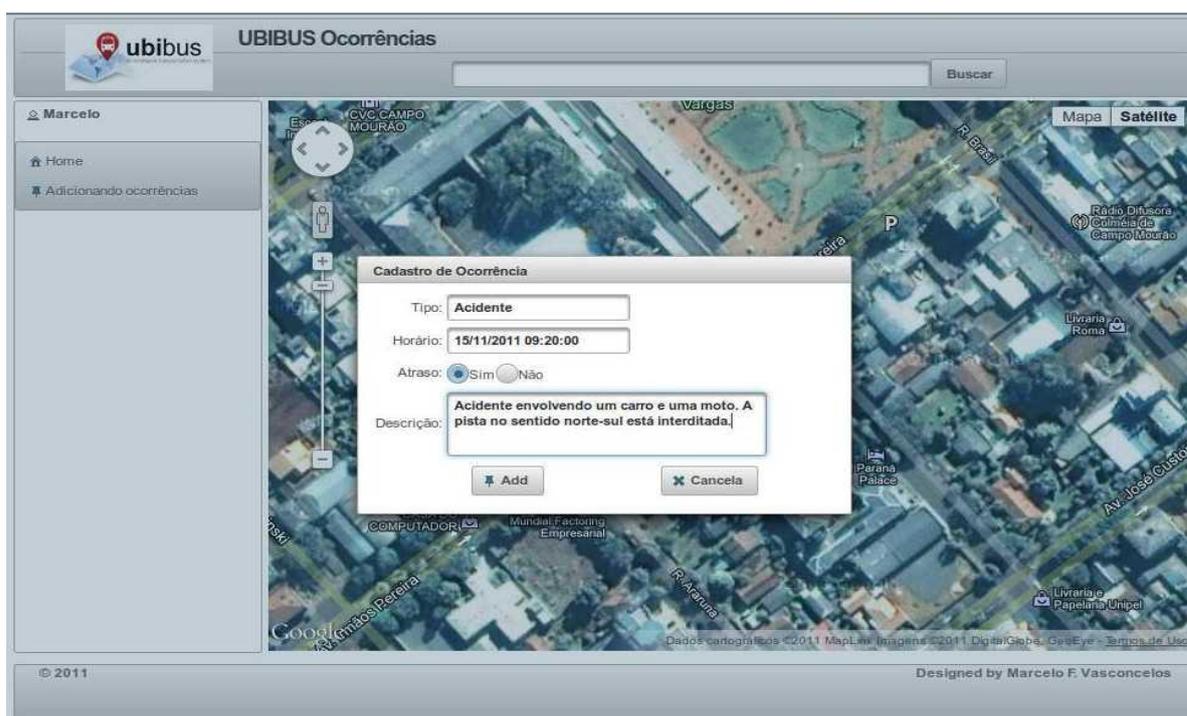


Figura 11 – Cadastro de ocorrências
Fonte: Autoria própria.

Para realizar a busca de endereços foram encontrados alguns problemas. Um componente importante da API GoogleMaps, o *geocoder*, não pode ser utilizado devido a problemas de compatibilidade com a versão desta mesma API utilizada pelo PrimeFaces. O *geocoder* é o componente responsável por fazer as requisições ao servidor do Google e traduzir endereços legíveis por humanos em pontos geográficos, representados por latitude e longitude, e vice versa.

O *geocoder* seria utilizado para realizar a busca de um endereço de acordo com o ponto geográfico referente a uma ocorrência. Isso se faz necessário no momento da exibição dos detalhes da ocorrência, quando é preciso identificar o

endereço a fim de encontrar as linhas afetadas pela ocorrência. Em vista da impossibilidade de utilização do componente original do GoogleMaps, foi necessário a implementação de um módulo *geocoder* próprio para a aplicação.

5.1 IMPLIMENTAÇÃO DO GEOCODER

O módulo para a codificação de endereços foi implementado em Java utilizando algumas ferramentas disponíveis na linguagem para realizar conexões HTTP (Hypertext Transfer Protocol) e manipulação de XML (Extensible Markup Language). Um diagrama de classes desse módulo pode ser visualizado na Figura 12.

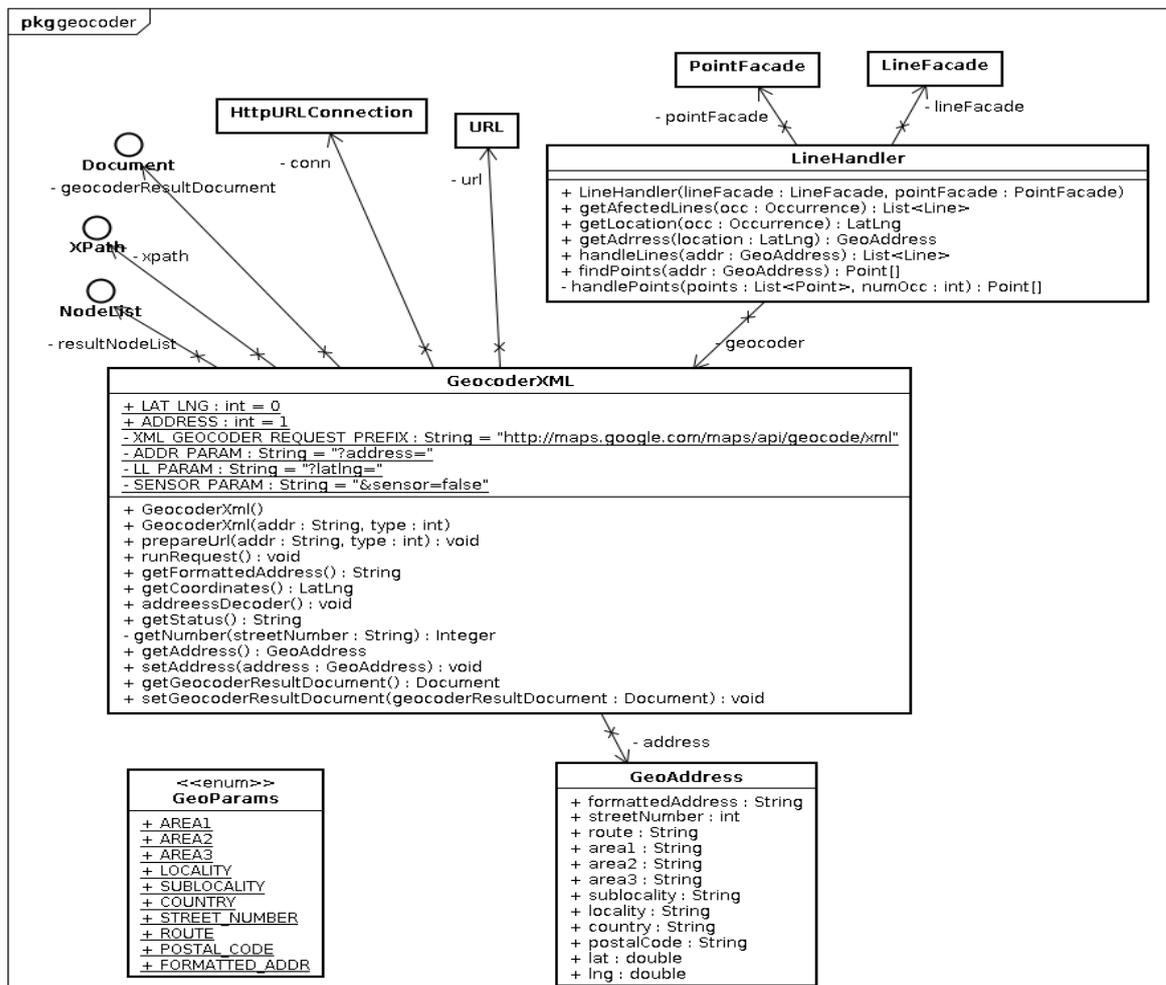


Figura 12 – Diagrama de classes do módulo *geocoder*
Fonte: Autoria própria.

O módulo possui uma classe principal chamada `GeocoderXML`, responsável por fazer as requisições aos servidores do Google, utilizando uma conexão HTTP, obtida a partir de uma classe chamada `URL`. Para realizar uma conexão com um servidor do Google é utilizada uma URL (Uniform Resource Locator) específica contendo o endereço do servidor, o tipo de retorno e alguns parâmetros. O modelo de URL utilizado na aplicação foi “`http://maps.google.com/maps/api/geocode/xml?address=R. Brasil, Campo Mourão, Paraná, Brasil&sensor=false`” onde a primeira parte da URL, “`http://maps.google.com/maps/api/geocoder`”, indica o endereço do servidor. O segundo item, “`xml`” indica o tipo de retorno, nesse caso indicando o resultado será retornado como um documento no formato XML. Os itens posteriores ao “`?`” são os parâmetros utilizados na requisição, sendo eles:

- `address` – utilizado quando a busca é realizada utilizando um endereço como base. O endereço deve ser colocado como valor do parâmetro `address`;
- `latlng` – utilizado quando a busca é realizada utilizando como base um ponto geográfico. Os valores de latitude e longitude referentes ao ponto devem ser colocados como valor do parâmetro `latlng` e devem estar separados por vírgula;
- `sensor` – este atributo indica se o dispositivo utilizado para realizar a requisição possui ou não um sensor de posicionamento, presente em GPS e celulares, o valor deste atributo é `true` ou `false`.

O parâmetro `sensor` pode ser utilizado em conjunto com outros parâmetros, no entanto os parâmetros `address` e `latlng` não devem ser utilizados juntos, ou seja, a URL deve conter apenas o parâmetro `address` caso a consulta utilize um endereço ou apenas o `latlng` caso utilize coordenadas (latitude e longitude).

Depois de realizar a requisição, o XML recebido como retorno é lido com o auxílio do XPath, um componente da linguagem Java para manipulação de XML. Para obter os elementos a partir do XML, o XPath utiliza um tipo de expressão, semelhante a uma expressão regular, específica para cada elemento do XML. Para facilitar a manipulação do resultado, foi criada uma classe `GeoParams`, que contém todas as expressões necessárias para a manipulação desse tipo de XML em particular.

O XML de retorno possui vários elementos como pode ser visto na Figura 13.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <GeocodeResponse>
3   <status>OK</status>
4   <result>
5     <type>route</type>
6     <formatted_address>R. Brasil - Campo Mourão - Paraná, 87300-115, Brazil</formatted_address>
7     <address_component>
8       <long_name>R. Brasil</long_name>
9       <short_name>R. Brasil</short_name>
10      <type>route</type>
11    </address_component>
12    <address_component>
13      <long_name>Campo Mourão</long_name>
14      <short_name>Campo Mourão</short_name>
15      <type>locality</type>
16      <type>political</type>
17    </address_component>
18    <address_component>
19      <long_name>Parana</long_name>
20      <short_name>PR</short_name>
21      <type>administrative_area_level_1</type>
22      <type>political</type>
23    </address_component>
24    <address_component>
25      <long_name>Brazil</long_name>
26      <short_name>BR</short_name>
27      <type>country</type>
28      <type>political</type>
29    </address_component>
30    <address_component>
31      <long_name>87300-115</long_name>
32      <short_name>87300-115</short_name>
33      <type>postal_code</type>
34    </address_component>
35    <geometry>
36      <location>
37        <lat>-24.0449074</lat>
38        <lng>-52.3769838</lng>
39      </location>
40      <location_type>GEOMETRIC_CENTER</location_type>
41    </geometry>
42  </result>
43 </GeocodeResponse>
44

```

Figura 13 – Exemplo de XML resultante de uma requisição ao servidor do Google
Fonte: Autoria própria.

O primeiro é um elemento que representa o *status* da requisição, ou seja, se a requisição teve sucesso ou se ocorreu algum problema. Caso o valor do elemento *status* seja “OK”, os outros elementos do XML são então extraídos. Depois do *status*, o principal elemento é o *result*. Esse elemento é, na verdade, um *array* visto que em alguns casos o retorno pode conter mais de um resultado. Isso varia de acordo com os dados fornecidos na URL utilizada na requisição. No entanto, quando mais de um resultado é retornado, esses resultados apenas diferem na precisão, sendo o primeiro resultado o mais completo. Assim apenas o primeiro resultado é extraído e passado para a classe *GeoAddress*, criada especificamente para armazenar os dados de uma requisição.

A classe *GeoAddress* contém os atributos necessários, para armazenar os

principais dados extraídos do resultado de uma requisição. Um desses atributos é o `streetNumber`, que armazena o número referente a um endereço. Porém, nem sempre o resultado de uma requisição retorna um número exato. Muitas vezes, o retorno é um intervalo de números. Devido a essa característica, foi implementado na classe `GeocoderXML` uma funcionalidade responsável por obter um número aproximado a partir desse intervalo.

Para realizar a busca de endereços, o endereço digitado pelo usuário no campo de busca da página principal é passado como parâmetro para a classe `GeocoderXML`, que monta a URL com o endereço e realiza a requisição. Além do endereço é necessário passar um parâmetro indicando que o tipo da busca é por endereço (`address`). Depois de realizada a requisição e processado o resultado, o ponto (latitude e longitude) referente ao endereço é então obtido, a partir da classe `GeoAddress`, e a visualização do mapa é centralizada nesse ponto.

Para identificar as linhas afetadas, utilizadas na exibição dos dados de uma ocorrência, é utilizada uma classe intermediária chamada `LineHandler`. Esta classe recebe como parâmetro uma ocorrência e, a partir dela, obtém a latitude e longitude. Depois disso, é invocada a classe `GeocoderXML`, que monta a URL com as coordenadas e realiza a requisição. Para isso, é necessário passar um parâmetro indicando que o tipo da busca é por coordenadas (`latlng`). Após realizada a requisição e processado o resultado, a classe `LineHandler` obtém o objeto `GeoAddress` e a partir dele é obtido então o `streetNumber` (número) e o `route` (rua, avenida, rodovia, etc) referente ao endereço encontrado para estas coordenadas.

Com o valor de `route` e o número, é realizada uma busca na base de dados para encontrar uma lista contendo todos os pontos cujo valor de `route` seja igual ao valor de `route` da ocorrência. Em seguida é feita uma varredura nesta lista para encontrar os pontos imediatamente posterior e anterior à ocorrência, tomando como base o `streetNumber` referente ao endereço da ocorrência e comparando com o atributo `number` de cada ponto. Depois de encontrados os dois pontos próximos à ocorrência é realizada uma busca na base de dados, a fim de encontrar todas as linhas que passam por pelo menos um destes pontos. As linhas resultantes desta busca são, por fim, identificadas como as linhas possivelmente afetadas pela ocorrência.

A implementação do módulo para codificação dos endereços consiste em uma das mais importantes características da aplicação desenvolvida. Graças a esse elemento, é possível definir as linhas afetadas pelas ocorrências e, assim, manter os passageiros do transporte público informados sobre as ocorrências que afetam o trajeto que costumam utilizar no seu dia-a-dia.

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou uma ferramenta baseada em inteligência coletiva, que utiliza mapas colaborativos para compartilhar e exibir ocorrências relativas ao transporte público. Esta ferramenta visa reunir o poder da inteligência coletiva (especialmente de pessoas que usam o transporte público no dia a dia) para obter informações relacionadas a ocorrências de trânsito, sem exigir essa responsabilidade das empresas permissionárias ou outros órgãos de controle. Isso aumenta o poder de decisão das pessoas que, ao visualizarem as informações registradas, podem saber se houve um problema que vai impedir a realização do percurso com o veículo que utiliza.

Esta ferramenta foi desenvolvida, tendo como foco possibilitar que usuários saibam se as ocorrências reportadas têm interferência sobre uma determinada linha. Futuramente, o usuário poderá informar uma linha de ônibus que deseja tomar naquele momento e a aplicação retornará o mapa apenas com as ocorrências que interferem na rota desejada pelo usuário.

Durante o desenvolvimento do projeto surgiram alguns imprevistos, como a necessidade de substituição de tecnologias (conforme discutido na Seção 3.4) e a falta de dados reais para a execução de testes com a aplicação (relativos a rotas realizadas por linhas de ônibus). Pesquisadores do projeto UbiBus têm realizado esforços para obter esses dados de empresas permissionária ou outras entidades interessadas. No entanto, isso não foi viabilizado a tempo para o desenvolvimento deste trabalho, o que levou à necessidade de simular dados para testar a aplicação. Além disso, ocorreram problemas também com algumas ferramentas (como foi o caso do *geocoder*, citado no Capítulo 5), que levaram ao desenvolvimento de alguns módulos extras para que a aplicação pudesse funcionar corretamente. Devido a estes problemas, não foi possível realizar, até o momento, a prova de conceito para analisar as funcionalidades da aplicação.

Como próximo passo para a continuação deste trabalho, pretende-se realizar esta prova de conceito, na qual algumas pessoas farão uso do sistema por um espaço de tempo e, em seguida responderão a um questionário sobre seu funcionamento. O objetivo da prova de conceito não é realizar um experimento

formal (TONELLA et al., 2007), mas sim demonstrar como a utilização da aplicação pode contribuir para a colaboração e a produção de conhecimento. Neste caso, o objetivo será demonstrar que a aplicação é capaz de realizar o compartilhamento de informações entre usuários do transporte público.

Além da realização da prova de conceito e da exibição das ocorrências por linha de ônibus, outras características devem ser agregadas à aplicação, a fim de oferecer informações mais úteis aos usuários. Para isso, pretende-se:

- analisar o tempo de vida para cada tipo de ocorrência reportada, para não deixar que informações desatualizadas interfiram em decisões dos passageiros;
- oferecer aos passageiros alternativas de rotas - utilizando outras(s) linha(s) - quando a linha desejada estiver com problemas;
- oferecer aos usuários a opção de efetuar *login* na aplicação utilizando seus dados de autenticação em redes sociais, como Twitter e Facebook;
- permitir ao usuário cadastrar rotas prediletas, para que se alguma dessas rotas for afetada por ocorrências, um alerta seja enviado por email ou mensagem SMS, alertando sobre o fato.

É importante lembrar que este trabalho faz parte do projeto UbiBus, que envolve o desenvolvimento de diversas aplicações que serão, futuramente, integradas em um único sistema, a fim de oferecer soluções para auxiliar passageiros do transporte público. A principal contribuição deste trabalho é permitir que os usuários do transporte público fiquem cientes dos problemas de trânsito que afetam as linhas que utilizam no seu dia-a-dia, podendo ter acesso a essas informações em tempo real.

6.1 LIMITAÇÕES

Durante o desenvolvimento do projeto foram observadas algumas limitações, como é caso da dependência de algumas tecnologias específicas. Caso essas tecnologias sofram mudanças ou deixem de existir podem trazer um impacto negativo, podendo inclusive haver a necessidade de reimplementação de partes da aplicação. Outro problema que pode ser ressaltado é a falta de dados relativos às

rotas referente às linhas de ônibus. A obtenção desses dados depende da colaboração de empresas permissionárias ou outras entidades interessadas. Sem estes dados torna-se difícil até mesmo a realização de testes com a aplicação havendo a necessidade simular tais dados.

Outra questão que influencia diretamente na aplicação é a análise do tempo de vida das ocorrências. Com uma análise do tempo de vida de acordo com o tipo de cada ocorrência é possível evitar que ocorrências com informações desatualizadas afetem a decisão dos passageiros, tornando assim a aplicação mais confiável. Este item não faz parte dos objetivos deste trabalho, no entanto, é interessante que seja considerado em trabalhos posteriores.

REFERÊNCIAS

CALDAS, Luiz R. R. **Desenvolvimento de Uma Solução Sensível ao Contexto Como Suporte a Um Sistema de Transporte Público Inteligente**. 2010. 89 f. Monografia (Graduação em Ciência da Computação). Departamento de Ciência da Computação, Instituto de Matemática, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

CARISI, Roberto; GIORDANO, Eugenio; PAU, Giovanni; GERLA, Mario. Enhancing in Vehicle Digital Maps via GPS Crowdsourcing, **IEEE Eighth International Conference on Wireless On-Demand Network Systems and Services**. 2011.

CHEONG, Marc; LEE, Vincent. Integrating Web-based Intelligence Retrieval and Decision-making from the Twitter Trends Knowledge Base, **ACM 2nd ACM workshop on Social web search and mining (SWSM'09)**, November 2, 2009, Hong Kong, China. 2009.

DROZDZYNSKI, Maik; EDELKAMP, Stefan; GAUBATZ, Andreas; JABBAR, Shahid; LIEBE, Miguel. On Constructing a Base Map for Collaborative Map Generation and its Application in Urban Mobility Planning, **IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Seattle, WA, USA, Sept. 30 - Oct. 3, 2007**.

FAOUZI, Nour-Eddin El; LEUNG, Henry; KURIAN, Ajeesh. Data fusion in intelligent transportation systems: Progress and challenges – A survey , **ELSEVIER Information Fusion**, v. 12, p. 4-10. 2011.

FURTADO, Vasco; AYRES, Leonardo; OLIVEIRA, Marcos de; VASCONCELOS, Eurico; CAMINHA, Carlos; D'ORLEANS, Johnatas; BELCHIOR, Mairon. Collective intelligence in law enforcement – The WikiCrimes system, **ELSEVIER Information Sciences**, v. 180, p. 4–17. 2010.

GARCIA-ORTIZ, A.; AMIN, S. M.; WOOTTON, J. R. Intelligent Transportation Systems - Enabling Technologies , **ELSEVIER Math, I. Comput. Modelling**, v. 22, n. 4-7, p. 11-81. 1995.

HE, Jianwei; ZENG, Zhenxiang; LI, Zhiheng. Benefit Evaluation Framework of Intelligent Transportation Systems , **ELSEVIER Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology** , v. 10, Issue 1. 2010.

HOWE, Jeff. The Rise of Crowdsourcing, **Wired Magazine**, 14, June 2006. Disponível em <http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds_pr.html>. Acesso em: 14/04/2011.

KANNINEN, Barbara J.. Intelligent Transportation Systems: an economic and environmental policy assessment , **ELSEVIER Transpn. Res.-A**. v. 30, n. 1, p. 1-10. 1996.

KAPETANIOS, Epaminondas. Quo Vadis computer science: From Turing to personal computer, personal content and collective intelligence, **ELSEVIER Data & Knowledge Engineering**, v. 67, p. 286–292. 2008.

LABORCZI, Péter; MEZNY, Balázs; TÖRÖK, Attila; RUZSA, Zoltán. Query-based Information Gathering in Intelligent Transportation Systems , **ELSEVIER Electronic Notes in Discrete Mathematics**, v. 36, p. 1201–1208. 2010.

LÉVY, Pierre. From social computing to reflexive collective intelligence: The IEML research program , **ELSEVIER Information Sciences**, v. 180, p. 71–94. 2010.

MALEEWONG, Krissada; ANUTARIYA, Chutiporn; WUWONGSE, Vilas. A Collective Intelligence Approach to Collaborative Knowledge Creation, **IEEE Fourth International Conference on Semantics, Knowledge and Grid**. 2008.

PU, Haitao; LIN, Jinjiao. Research on Adaptability of Intelligent Urban Transportation System, **IEEE** 2010.

QI, Luo. Research on Intelligent Transportation System Technologies and Applications, **IEEE Workshop on Power Electronics and Intelligent Transportation System**. 2008.

RASMUSSEN, Steen; RAVEN, Michael J.; KEATING, Gordon N.; BEDAU, Mark A. Collective Intelligence of the Artificial Life Community on Its Own Successes, Failures, and Future , Massachusetts Institute of Technology **Artificial Life**, v. 9, n. 2, p. 207–235. 2003.

SHAH, Chirag. Working in Collaboration - What, Why, and How?, **ACM Second workshop on Collaborative Information Seeking (CIS), (CSCW 2010)**, February 6-10, 2010, Savannah, Georgia, USA. 2010.

SILVA, Vanessa Borges. Crowd Computing: A revolução da computação

colaborativa. **Revista do SERPRO**. Ano XXXVI, n. 203. set/out 2010.

TERANISHI, Yuuichi; KAMAHARA, Junzo; SHIMOJO, Shinji. MapWiki: A Ubiquitous Collaboration Environment on Shared Maps, **IEEE International Symposium on Applications and the Internet Workshops (SAINTW'06)**. 2005.

TERASHIMA, Takanori; SEKIZUKA, Hisako; SASAKI, Tamae. Developing a Collaborative Map Creation Support System by Multi-modal Information-gathering, **IEEE Information and Automation for Sustainability, 2008. ICIAFS 2008. 4th International Conference on**, p. 179 – 183. 2008.

TSU-TIAN, Lee. Research on Intelligent Transportation Systems in Taiwan, **IEEE 27th Chinese Control Conference**, Kunming, Yunnan, China. July 16-18, 2008.

VIEIRA, V., CALDAS, L.R., SALGADO, A.C. Towards an Ubiquitous and Context Sensitive Public Transportation System. In: **4th International Conference on Ubi-Media Computing**. Sao Paulo, Brasil, 03 e 04 de julho de 2011.

VIVACQUA, Adriana S.; BORGES, Marcos R. S. Collective Intelligence for the Design of Emergency Response , **IEEE 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design**. 2010.

TONELLA, Paolo; TORCHIANO, Marco; DU BOIS, Bart; SYSTÄ, Tarja. Empirical studies in reverse engineering: state of the art and future trends. *Empirical Softw. Engg.* vol. 12, n. 5, pp. 551-571, 2007.