Uma Proposta para Acesso a Informações Cicloviárias em *Smartphones*

George Henrique Rangel Costa[1], **Fabiano Baldo**[1]

[1]PPGCA - Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
DCC - Departamento em Ciência da Computação
UDESC/Joinville - Universidade do Estado de Santa Catarina

dcc6ghrc@joinville.udesc.br, baldo@joinville.udesc.br

Abstract. *Compared to motor vehicles, the bicycle is a healthier and more beneficial to the environment option. For this reason, it has been receiving more attention in the planning of public transportation, and both public and private sectors aggregate efforts to stimulate its use. One initiative aims to employ computer systems to disseminate cycling information. Given current technologies, it is mandatory that mobile devices be able to access this information as well. In particular, the smartphone stands out, a type of device increasingly popular. In this context, display cycling information to smartphone users can contribute in popularizing the use of bicycles. Therefore, this work details the project and development of a smartphone application that aims to facilitate the dissemination and use of the city's bike lanes, and the case study is the city of Joinville-SC.*

Resumo. *Comparada aos veículos automotores, a bicicleta é uma opção mais saudável e benéfica ao meio ambiente. Por este motivo, ela vem recebendo mais atenção no planejamento do transporte público, e os setores público e privado agregam esforços para estimular seu uso. Uma das iniciativas visa empregar sistemas computacionais para difundir informações cicloviárias. Considerando as tecnologias atuais, é mandatório que dispositivos móveis também sejam capazes de acessar estas informações. Em especial, destaca-se o smartphone, um tipo de aparelho cada vez mais popular. Nesse contexto, exibir informações cicloviárias aos usuários de smartphone pode contribuir na popularização do uso da bicicleta. Assim, este trabalho detalha o projeto e desenvolvimento de um aplicativo para smartphones que tem por objetivo facilitar a difusão e uso das ciclovias das cidades, sendo que o estudo de caso é a cidade de Joinville-SC.*

1. Introdução

Para se locomover pela cidade com maior rapidez as pessoas comumente adotam como solução a aquisição de carros e motos. Entretanto, as consequências desta atitude são o aumento dos engarrafamentos e da poluição do ar [MMA, 2011]. Diante desta situação, a bicicleta se apresenta como uma opção saudável ao homem e benéfica ao meio ambiente.

A expanção da malha cicloviária serve como um incentivo importante ao uso da bicicleta, e a cidade de Joinville é uma das que planeja executar esta medida. Esta cidade conta com 85,8 km de ciclovias e 15,6 km de ciclofaixas, e a meta é ampliar o plano cicloviário para o total de 300 km [PMJ, 2012]. Entretanto, esta não é a única ação que

pode ser tomada: divulgar as ciclovias existentes aumenta a parcela da população que as conhece, o que contribui para mais pessoas usando a bicicleta.

Sistemas computacionais podem auxiliar nesta questão, pois permitem manipular com facilidade mapas e dados correlatos – dados geográficos e não geográficos. Com esse intuito um projeto da UDESC desenvolveu em 2010 uma aplicação para navegadores Web que exibia informações cicloviárias [HACKENBERG et.al., 2011]. Em 2011 este sistema foi transformado em uma plataforma cliente-servidor orientada a serviços e, assim, as informações cicloviárias e a lógica de processamento foram separadas da apresentação [TAVEIRA, 2011]. O intuito desta abordagem foi facilitar a implementação de aplicações cliente. Neste contexto, um tipo de dispositivo que pode exibir tais informações são os celulares com acesso à Internet. Entretanto, celulares tradicionais possuem baixa conectividade, o que torna o acesso à Internet lento. Além disso, possuem tela com baixa resolução e pouca visibilidade sob a luz do sol. Por outro lado, um tipo de celular que vem se tornando cada vez mais popular é o *smartphone*. Aparelhos desse tipo possuem alto poder de processamento, e suas especificações técnicas estão se aproximando rapidamente das especificações de *desktops*. Eles permitem a conexão à Internet através de redes Wi-Fi ou redes de telefonia móvel, o que possibilita acesso à grande quantidade de serviços. Além disso, estes dispositivos comumente têm tela grande e vêm equipados com diversos sensores. Os sistemas operacionais dos *smartphones* atuais simplificam o processo de desenvolvimento de aplicativos, permitindo que o desenvolvedor faça uso de todos os recursos do aparelho para criar qualquer aplicação.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo para *smartphones* que apresente informações cicloviárias. A metodologia utilizada inicia com um questionário respondido por ciclistas de Joinville, cidade que serve como estudo de caso. Este questionário visa identificar as dificuldades existentes no acesso a informações cicloviárias, e a análise dos dados coletados é útil para a definição dos requisitos do aplicativo. Em seguida, é feita uma revisão bibliográfica dos conceitos relevantes e a análise de trabalhos relacionados. Após investigar os conhecimentos necessários, o aplicativo é projetado e implementado. Finalmente, testes de verificação e validação são realizados para avaliar se o protótipo implementado atende ao objetivo proposto.

O artigo está estruturado da seguinte forma. A Seção 2 traz uma breve revisão sobre conceitos relacionados com dispositivos móveis. A Seção 3 apresenta outras iniciativas para disponibilização de dados cicloviários em *smartphones*. A Seção 4 detalha as etapas do projeto e desenvolvimento do aplicativo. A Seção 5 apresenta a avaliação dos resultados. Por fim, são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Conceitos relacionados com dispositivos móveis

Computação móvel é o termo usado para referenciar qualquer ambiente computacional implantado e executado em dispositivos físicos móveis [TALUKDER e YAGAVAL, 2005], e os *smartphones* são exemplos concretos da aplicação deste conceito. Devido ao constante aperfeiçoamento, estes aparelhos são capazes de realizar funções cada vez mais complexas, antes desempenhadas apenas por *desktops*.

Imaginando situação assim, Weiser [1991] propôs a computação ubíqua, um conceito intrinsecamente relacionado à computação móvel. Este conceito se refere a dispositivos móveis que fazem parte do dia-a-dia da população e são utilizados por ela de

forma harmônica, estendendo as capacidades dos seres humanos de forma imperceptível [POSLAD, 2009; PREECE et.al., 2005]. Por outro lado, a computação pervasiva tem por objetivo integrar diferentes tecnologias, cada qual desenvolvida para uma atividade em particular, de forma a permitir o acesso à informação ou execução de uma atividade [PREECE et.al., 2005]. Existe uma íntima relação entre a computação ubíqua e a pervasiva no sentido de que a integração de tecnologias deve ser feita de forma transparente ao usuário. Alguns pesquisadores até mesmo utilizam estes termos como sinônimos [COULOURIS et.al., 2007; LEÃO, 2004].

Um exemplo de uso da computação pervasiva são os serviços baseados em localização. Este termo referencia serviços que usam a localização de um alvo para executar determinada ação; onde ”alvo” é o utilizador do serviço ou um ponto de interesse e ”ação” pode ser filtrar as informações a serem exibidas, mostrar em um mapa onde o alvo se encontra ou executar automaticamente uma função previamente determinada quando o alvo entra ou sai de uma área predefinida. Existem dois tipos de serviços baseados em localização: os reativos, que verificam a localização do alvo somente quando o usuário pedir – ao clicar em um botão, por exemplo – e os proativos, que verificam constantemente [KÜPPER, 2005].

Para um aplicativo de *smartphone*, o uso de computação ubíqua e pervasiva é facilitado pelos sensores disponíveis nestes aparelhos. Neste trabalho, por ser um aplicativo que visa exibir informações cicloviárias, destaca-se o sensor de *Global Positioning System* (GPS). Coletando de forma proativa as informações de localização que ele fornece é possível, por exemplo, exibir a localização do usuário de forma bastante precisa e avisá-lo da proximidade de pontos de interesse. Também é possivel obter a localização do usuário através de triangulação de sinal, um método que se baseia na posição das torres de comunicação às quais o aparelho está conectado. Entretanto, este método é menos preciso que o GPS e não permite identificar, por exemplo, a altitude do aparelho.

3. Iniciativas para disponibilização de dados cicloviários em *smartphones*

À medida que aumenta o número de pessoas usando *smartphones* ou outros dispositivos com acesso ao GPS, mais populares se tornam as aplicações que apresentam e manipulam mapas. Dedicadas a estimular o uso das bicicletas, muitas dessas novas aplicações são projetadas para resolver problemas enfrentados por ciclistas.

Um destes projetos é o CycleStreets [2012], cujo público alvo são pessoas que moram no Reino Unido. Através da informação de origem, destino e velocidade desejados o sistema oferece opções de rotas que variam de ”mais rápida” a ”mais silenciosa”, levando em consideração atalhos e vias exclusivas para ciclistas. Também são exibidas informações não geográficas que podem ser úteis, tais como o número de semáforos ao longo da rota. Além de planejar rotas, os usuários podem visualizar a descrição e fotos de pontos de interesse. O aplicativo possui implementações para navegador Web e *smartphones* com sistema operacional Android ou iOS.

Outro projeto é o Biketastic, que tem por objetivo facilitar o compartilhamento de rotas cicloviárias entre os ciclistas da região de Los Angeles - EUA. Usando o aplicativo para *smartphones* os ciclistas podem gravar os percursos feitos com a bicicleta. Além das informações geográficas, o aplicativo usa o microfone para capturar o nível de ruído e o acelerômetro para identificar possíveis buracos ou outros defeitos na superfície.

Os usuários também podem adicionar fotos e vídeos de pontos de interesse. Todas essas informações são enviadas para um servidor, de onde os usuários podem acessá-las tanto no *smartphone* com sistema operacional Android como, também, no navegador Web [REDDY et.al., 2010].

De acordo com o apresentado acima, percebe-se que o CycleStreets e o Biketastic contribuem para o incentivo ao uso da bicicleta nas regiões onde foram propostos. Por isso, é interessante desenvolver soluções semelhantes para outras regiões e países. Entretanto, alguns pontos a respeito destes trabalhos devem ser considerados. Ambos os serviços permitem a criação de pontos de interesse (inclusive com adição de fotos), porém não avisam o usuário de sua proximidade destes pontos. Esta funcionalidade pode ser útil para ciclistas no sentido de que pontos de interesse podem ser criados para avisar sobre a existência de problemas – como buracos ou desvios – em uma trilha. Assim, avisar os ciclistas da distância para estes pontos pode evitar inconvenientes e até acidentes. Outra questão se refere à conectividade com a Internet, que pode se tornar um problema em regiões afastadas do centro das cidades. O Cyclestreets permite salvar no aparelho, para visualização offline, os mapas do OpenStreetMap, porém uma conexão com a Internet ainda é necessária para a geração de rotas. Ou seja, ele tenta reduzir o custo decorrente da transmissão dos dados, mas não se preocupa com a ausência do acesso à Internet. O Biketastic também não se preocupa com isso, e não permite salvar mapas ou trilhas. Apesar destes trabalhos funcionarem assim, para o trabalho em tela é assumido que armazenando os dados cicloviários no próprio dispositivo este problema pode ser contornado. Para comprovar isso e poder definir os requisitos da aplicação, é necessário confirmar a opinião dos ciclistas, e para isso um questionário foi utilizado.

4. Projeto e desenvolvimento do aplicativo

A primeira etapa no projeto do aplicativo é definir seus requisitos. Entretanto, um pré-requisito é que ele deve obter os dados cicloviários através da plataforma orientada a serviços desenvolvida para esta finalidade. A plataforma permite que qualquer aplicacação com suporte a *Simple Object Access Protocol* (SOAP) se conecte a ela, e sua interface possui 13 operações, que retornam todos os dados geográficos – trilhas e pontos de interesse – e não geográficos – descrição da trilha, tipo de superfície, bairros por onde passa etc. A plataforma também fornece operações para a busca de trilhas com base em suas características [TAVEIRA, 2011]. Atualmente, um aplicativo para navegadores Web que faz uso da plataforma pode ser acessado pelo endereço <http://bdes.dcc.joinville.udesc.br:100/ciclo>.

No que diz respeito ao levantamento de requisitos, para poder identificar os interesses dos potenciais usuários criou-se um questionário que foi respondido por ciclistas do Movimento Pedala Joinville e do grupo FotoCicloTour (também de Joinville) [MPJ, 2012; FCT, 2012]. Esse questionário continha questões relacionadas à disponibilidade dos dados e da conexão à Internet; sobre as informações geográficas e não geográficas desejadas pelos diversos tipos de usuário; e sobre a forma de interação com a aplicação. O questionário foi disponibilizado através da Internet para aproximadamente 300 ciclistas, sendo que 84 deles responderam [COSTA, 2011].

Em uma das questões do questionário os ciclistas podiam classificar seu grau de interesse (de 1 a 10) em um conjunto de funcionalidades. Em outras questões, deve-

riam escolher uma resposta dentre as várias apresentadas. Por fim, havia um espaço para comentários e sugestões. Ao analisar as respostas foi possível confirmar o interesse no acesso às informações via *smartphones*. O questionário também mostrou que os usuários têm interesse em combinar as informações de mapas com os sensores presentes nos *smartphones*, em especial ao sensor de GPS, para mostrar a velocidade atual, permitir a gravação dos percursos realizados e avisar da proximidade de pontos de interesse. Outra informação importante é que 97,65% dos participantes têm interesse em copiar as informações para o aparelho, e assim não depender de conexão à Internet. Por fim, avaliou-se os sistemas operacionais atuais e o que mais se destacou foi o Android com 39,29% da preferência, enquanto o iOS teve 38,10%.

Para finalizar a análise, as funcionalidades levantadas foram categorizadas em fundamentais, adicionais ou desnecessárias, levando em consideração as respostas das questões, os comentários realizados e dados oferecidos pela plataforma. Baseado nisso, foram definidos como funcionalidades fundamentais: exibir todas as informações geográficas e não geográficas fornecidas pela plataforma; poder visualizar os dados havendo ou não conexão com internet; buscar trilhas com base em suas características; exibir informações de navegação, como altitude e velocidade atual; exibir a localização do usuário no mapa; e poder salvar os percursos realizados. Para cada requisito foram definidos casos de uso que guiam o projeto da estrutura do aplicativo e mais tarde são usados na etapa de testes

4.1. Estrutura do aplicativo

Dentre as funcionalidades identificadas, a que mais influenciou a arquitetura do aplicativo diz respeito à visualização das trilhas com ou sem conexão a Internet. Para satisfazer este requisito a solução encontrada foi dividir o aplicativo em dois modos de operação: online e offline. No modo online todos os dados cicloviários são obtidos através da Internet; e no modo offline apenas as informações previamente armazenadas no próprio aparelho são utilizadas. Quanto aos mapas ou imagens de satélite da região, decidiu-se que o modo online exibiria mapas do Google Maps, enquanto o modo offline exibiria mapas providos pelo OpenStreetMap. A escolha do Google Maps para o modo online se justifica pelo fato de que ele apresenta mapas atualizados e completos de praticamente todas as áreas do globo terrestre, e em particular sobre a região de Joinville – usada no cenário de teste. Entretanto, o Google Maps não permite copiar para o aparelho os mapas por ele providos [GOOGLE, 2012]. Este é um requisito fundamental para o funcionamento do modo offline do aplicativo. Neste contexto, o servidor de mapas escolhido para este modo de operação foi o OpenStreetMap, pois sua licença permite a cópia de seus dados geográficos para o aparelho [OSM, 2012]. As consequências dessa decisão podem ser observadas na Figura 1, que apresenta uma versão simplificada do diagrama de classe do aplicativo.

De modo geral, o aplicativo segue uma estrutura com três camadas: apresentação, negócio e persistência. Sua inicialização é feita pela classe Main, que cria uma instância da classe GMAPS ou OSM, dependendo do modo de operação selecionado. Apesar dos pacotes GMAPS e OSM usarem *Application Programming Interfaces* (APIs) diferentes para desenhar a interface, toda a camada de apresentação foi projetada de tal forma que apenas uma classe – a classe Map – é necessária para adicionar elementos à interface nos dois modos de operação, aumentando assim o reuso e diminuindo o acoplamento entre os

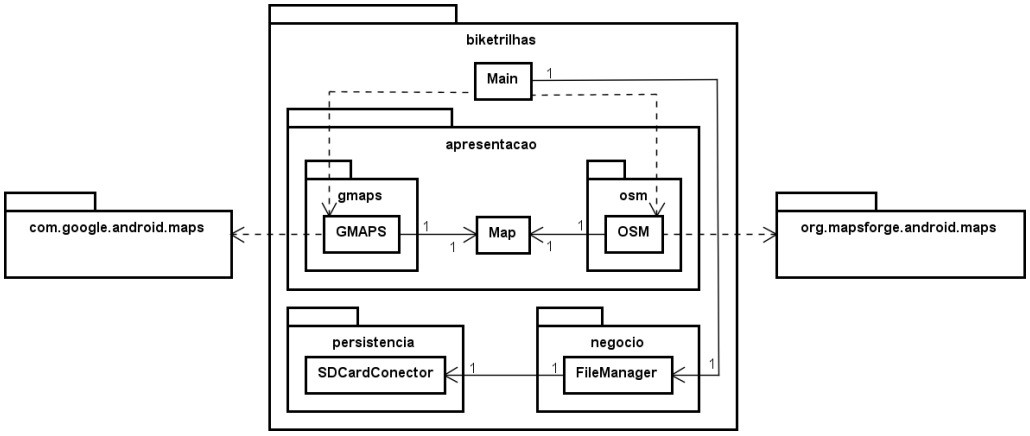

Figura 1. Versão simplificada do diagrama estrutural do aplicativo

componentes do aplicativo.

A camada de negócio é responsável por fornecer uma única interface aos dois modos de operação para acesso ao sistema de armazenamento de dados (dados cicloviários no banco de dados, outros dados diretamente na memória do aplicativo) e a todos os sensores do aparelho. Finalmente, a camada de persistência é que faz o armazenamento propriamente dito dos dados no SSD e o acesso à plataforma com os dados cicloviários.

4.2. Implementação

Para desenvolver para o sistema operacional Android, a linguagem de programação é Java e as interfaces de usuário são declaradas em XML. Para suportar grande variedade de aparelhos, a versão mínima do Android que é aceita pelo aplicativo é a 2.1. A visualização de mapas não faz parte da API padrão do Android, e por isso APIs externas foram usadas. Para os mapas do Google Maps a única API disponível é a fornecida pela própria Google, que dá acesso as mesmas funcionalidades existentes na API para navegadores Web [GOOGLE, 2012]. Já para os mapas do OpenStreetMap usou-se a API chamada Mapsforge, desenvolvida pela universidade alemã Freie Universität Berlin [MAPSFORGE, 2012]. Esta API foi escolhida pois se encontra em estágio avançado de desenvolvimento e utiliza a mesma sintaxe da API do Google Maps, o que simplificou a implementação. Além disso, ela suporta a leitura de arquivos de mapa existentes no próprio aparelho, o que é ideal para o modo offline. A API padrão do Android também não suporta comunicação via protocolo SOAP, usada pelo servidor de dados cicloviários. Por isso, a API externa ksoap2-android [2012] foi utilizada.

Outro ponto que merece destaque é o funcionamento do modo offline. Conforme comentado anteriormente, o modo offline não acessa a Internet. Porém, os dados cicloviários não estão incluídos no arquivo de instalação. Assim, o ciclista deve acessar o modo online ao menos uma vez, selecionar as trilhas que deseja, e clicar no botão para copiá-las para o aparelho. A partir de então, estas trilhas serão exibidas no modo offline. Caso deseje visualizar uma nova trilha no modo offline, basta novamente acessar o modo online e copiar a trilha desejada para o aparelho. O algoritmo de cópia das trilhas é bastante simples, devido a dois motivos. Primeiro, que a plataforma não oferecia operações para edição dos dados. Assim, os dados não poderiam ser alterados e, por isso, não houve necessidade de sincronizar dados. Segundo, que nenhuma imagem dos pontos

de interesse é enviada ao cliente; apenas dados textuais. Assim, a quantidade de dados transferidos pode ser considerada pequena mesmo para trilhas maiores e, por isso, não foi feito nenhum tipo de otimização na transmissão dos dados.

Finalmente, o sistema tenta determinar a localização do usuário utilizando métodos fornecidos pelo sistema operacional. Isso é feito automaticamente em intervalos fixos, o que configura esse sistema como sendo um serviço baseado em localização proativo. A duração do intervalo pode ser selecionada pelo usuário dentre valores pré-definidos, que variam entre curto (alto consumo de bateria, mais preciso) e longo (baixo consumo de bateria, menos preciso). Sempre que a localização for atualizada o aplicativo verifica se algum ponto de interesse está próximo. Devido a estrutura de dados utilizada, cada trilha contém uma lista com seus pontos de interesse. Assim, basta percorrer estas listas e, se encontrar algum ponto próximo, avisar o usuário. O algoritmo para identificar se um ponto está próximo ou não é simples, visto que basta calcular a distância entre dois pontos (posição do usuário e posição de um ponto de interesse).

5. Avaliação dos resultados

A metodologia usada para avaliação do aplicativo é composta por testes de verificação e validação. O teste de verificação usa a abordagem caixa preta, onde a adequação aos requisitos é verificada através da comparação entre o resultado esperado e o obtido pela aplicação. Com base nos casos de uso definidos, 30 casos de teste foram criados para a verificação do aplicativo. Por outro lado, o teste de validação demonstra se o aplicativo atende as expectativas dos seus usuários. Ou seja, se as funcionalidades propostas funcionam como esperado em situações reais de uso. A seguir são apresentados alguns dos testes realizados, que demonstram o uso de algumas das funcionalidades implementadas.

5.1. Testes de verificação

Ao copiar uma trilha para o *smartphone* o usuário pode visualizá-la no modo offline. A Figura 2 representa um dos casos de uso, que compara a visualização das informações geográficas nos dois modos. É possível diferenciar os modos pelo mapa sob o qual as

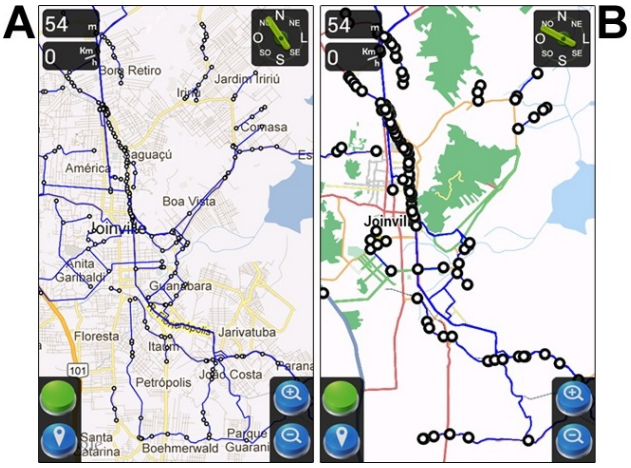

Figura 2. Modo online (a) e offline (b)

trilhas são exibidas: a Figura 2.a apresenta a visualização no modo online, com o mapa

do Google Maps; a Figura 2.b apresenta a visualização no modo offline, com o mapa do OpenStreetMap. A diferença no número de trilhas apresentas na Figura 2.a e na Figura 2.b é justificada porque nem todas as trilhas foram copiadas para o aparelho na realização dos testes offline.

Outra funcionalidade que merece ser destacada é a que avisa o ciclista sobre a proximidade de pontos de interesse. A Figura 3 apresenta um dos casos de teste dessa funcionalidade. Ao identificar pontos de interesse próximos ao usuário, um balão con-

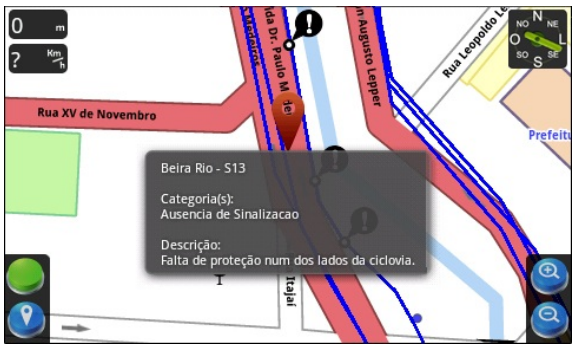

Figura 3. Avisos ao ciclista sobre proximidade de pontos de interesse

tendo um símbolo de exclamação é desenhado ao lado de cada ponto. Adicionalmente, é gerado um aviso sonoro. Se o usuário tocar em um destes balões, é apresentada uma mensagem contendo nome da trilha que contém o ponto de interesse, sua categoria e sua descrição.

5.2. Testes de validação

Para demonstrar o uso do aplicativo fora do ambiente de simulação – ou seja, em um *smartphone* real – foi utilizado um aparelho Samsung Galaxy S (GT-I9000), conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4. Aplicativo executando em aparelho real

Este smartphone usava a versão 2.2.1 do sistema operacional Android, que no período em que foram feitos os testes era a versão mais utilizada em todo o mundo: estava instalada em pouco mais de 45% dos *smartphones* com Android [COSTA, 2011].

O símbolo no centro da tela mostra a localização atual do usuário, e o círculo em baixo dele indica a precisão dessa informação. Este círculo possui raio relativamente

grande, o que indica que a localização foi obtida usando triangulação de sinal. Outros sinais disso são a falta das informações de altitude e de velocidade nos indicadores posicionados no canto superior esquerdo. A posição destes indicadores – e também da bússola, apresentada no canto superior direito – não é fixa, assim o usuário tem a liberdade de movimentá-los ou removê-los da tela. No mapa, pode-se observar algumas das trilhas (e seus pontos de interesse) que foram copiadas para o aparelho.

6. Conclusão e trabalhos futuros

Bicicleta são mais saudáveis que veículos motorizados e por isso seu uso deve ser incentivado. Iniciativas como o Biketastic e o CycleStreets contribuem nesta direção, porém ambos os trabalhos possuem pontos que poderiam ser melhorados. Para isso, aplicou-se um questionário em um grupo de ciclistas e a análise dos resultados obtidos guiou o desenvolvimento de um aplicativo para *smartphones* com sistema operacional Android.

Dentre todas as funcionalidades implementadas se destaca aquela que avisa sobre a proximidade de pontos de interesse, por ser um exemplo de computação pervasiva. Outra funcionalidade que merece destaque é a utilização do aplicativo em modo online e offline, por permitir a visualização de dados cicloviários em qualquer lugar que o ciclista esteja. Ambas as funcionalidades não foram identificadas nos trabalhos relacionados.

O teste do sistema incluiu testes de verificação e validação que mostraram que o aplicativo atende seus requisitos, exibe corretamente as informações solicitadas pelos usuários e tem sucesso em combinar informações cicloviárias com dados obtidos pelos sensores de um *smartphone* real. Portanto, assume-se que através das funcionalidades implementadas este aplicativo facilita o acesso a informações cicloviárias.

Acerca de trabalhos futuros, sugere-se a avaliação da ergonomia da interface do aplicativo para verificar sua usabilidade, assim como uma análise do consumo de recursos como processador, memória e bateria, a fim de avaliar seu desempenho. Além disso, recomenda-se investigar o uso do aplicativo para coletar dados fornecidos pelos sensores dos *smartphones* – GPS, acelerômetro etc. – e usá-los para extrair informações não geográficas, tais como pontos de interesse, com mínima intervenção do usuário.

Referências

COSTA, G. H. R. **Acesso a informações cicloviárias em dispositivos móveis**: Uma implementação para Smartphones. 2011. 91p. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011.

COULOURIS, G. et.al. **Sistemas Distribuídos**: Conceitos e Projeto. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 787p.

CYCLESTREETS. **CycleStreets**: UK-wide Cycle Journey Planner and Photomap. Reino Unido, 2012. Disponível em: <http://www.cyclestreets.net>. Acesso em: 22 fev. 2013.

FCT. FotoCicloTour. **FotoCicloTour (Joinville-SC)**. Joinville, 2012. Disponível em: <http://fotociclotour.blogspot.com.br/>. Acesso em: 22 fev. 2013.

GOOGLE. **Google Maps/Google Earth APIs Terms of Service**. EUA, 13 dez. 2012. Disponível em: <https://developers.google.com/maps/terms>. Acesso em: 22 fev. 2013.

HACKENBERG, A. M. et.al. Urban mobility at the city of Joinville, Brazil, focusing on bicycle integration with public transportation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 27, 2011, Louvain-la-Neuve. **Proceedings...** Louvain-la-Neuve, Bélgica: Presses Universitaires de Louvain. p. 301-305.

KSOAP2-ANDROID. **A lightweight and efficient SOAP library for the Android platform**. [S.l.], 2012. Disponível em: <http://code.google.com/p/ksoap2-android/>. Acesso em: 22 fev. 2013.

KÜPPER, A. **Location-Based Services**: Fundamentals and Operation. West Sussex – Inglaterra: Wiley, 2005. 365p.

LEÃO, L. (Org.) **Derivas**: Cartografias do ciberespaço. São Paulo: Annablume, 2004. 226p.

MAPSFORGE. **Free Mapping and Navigation Tools**. Berlim – Alemanha, 2012. Disponível em: <http://code.google.com/p/mapsforge/>. Acesso em: 22 fev. 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 1º **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**: Relatório Final. Brasília, 09 fev. 2011. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/5632/1_Inventario_Nacional_de_Emissoes_Atmosfericas.html>. Acesso em: 22 fev. 2013.

MPJ. Movimento Pedala Joinville. **Pedala Joinville**. Joinville, 2012. Disponível em: <http://www.pedalajoinville.com.br>. Acesso em: 22 fev. 2013.

OSM. Open Street Map. **Legal FAQ**. [S.l.], 11 jan. 2013. Disponível em: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Legal_FAQ>. Acesso em: 22 fev. 2013.

PMJ. Prefeitura Municipal de Joinville. **Contrato para ciclovias e ciclofaixas em Joinville**. Joinville, 31 jul. 2012. Disponível em: <http://www.joinville.sc.gov.br/noticia/2423-Joinville+alcan%C3%A7ar%C3%A1+a+marca+de+111+km+de+ciclovias+e+ciclofaixas.html>. Acesso em: 22 fev. 2013.

POSLAD, S. **Ubiquitous Computing**: Smart Devices, Environments and Interactions. West Sussex – Inglaterra: Wiley, 2009. 502p.

PREECE, J. et.al. **Design de Interação**: Além da interação homem-computador. São Paulo: Bookman, 2005. 348p.

REDDY, S. et. al. Biketastic: Sensing and Mapping for Better Biking. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS (CHI), 28, 2010, New York. **Proceedings...** New York, USA: ACM Press. p. 1817-1820.

TALUKDER, A. K. e YAVAGAL, R. R. **Mobile Computing**: Technology, Applications and Service Creation. New Delhi – Índia: Tata McGraw-Hill, 2005. 669p.

TAVEIRA, L. L. **Plataforma orientada a serviços para disponibilização de informações cicloviárias**. 2011. 88p. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011.

WEISER, M. **The Computer for the 21st Century**. Scientific American, 265, 3, 94-104, set. 1991.