

# SMALL GPS – Sistema de Mapeamento de Linhas de Ônibus e Localização do Usuário via GPS pelo Celular

Carlos Henrique Macchi Gasparetto<sup>1</sup>, Isabel Harb Manssour<sup>2</sup>(orientadora)  
PUCRS – FACIN (Faculdade de Informática)  
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 32 - 90619-900 - Porto Alegre/RS - Brasil  
cgasparetto@gmail.com<sup>1</sup>, isabel.manssour@pucrs.br<sup>2</sup>

## Resumo

*A cada dia que passa aumenta a capacidade de processamento, armazenamento e as funcionalidades disponíveis em palmtops e celulares. Agendas, jogos e planilhas são exemplos das inúmeras aplicações existentes para esses dispositivos. No entanto, outras aplicações utilizadas em computadores pessoais também poderiam ser portadas para esses aparelhos. O objetivo deste trabalho é apresentar o projeto e desenvolvimento do protótipo de uma aplicação de localização geográfica para dispositivos móveis, que visa fornecer a visualização de um mapa, indicando através de GPS a localização do usuário e exibindo quais linhas de ônibus passam nas proximidades daquele local. Além disso, é possível ter acesso a informações de itinerário e horários de cada linha, e de pontos de interesse por onde elas passam.*

## 1. Introdução

Portabilidade é uma tendência nesse início de século. Cada vez mais se destacam o uso de celulares e palmtops que aumentam rapidamente seu poder de processamento, armazenamento e suas funcionalidades. Há uma década, o celular era utilizado basicamente para falar, contando, no máximo, com uma agenda de pequena capacidade. Hoje os celulares possuem acesso à Internet, tocadores de rádio e música, câmeras digitais e muitas outras funções. Dentro deste contexto, procura-se cada vez mais portar as funcionalidades existentes em um PC para esses aparelhos.

Estudos realizados apontam que o número de usuários de celulares já representa um terço da população total do planeta e a cobertura dos serviços chegará a 90% do globo terrestre até 2010. No Brasil, segundo a Anatel, existem cerca de 133 milhões de celulares em uso, para uma população de 187 milhões de pessoas [1]. Considerando o grande número de usuários, a capacidade dos dispositivos e algumas funcionalidades ainda pouco exploradas, surgiu a

motivação para o desenvolvimento deste trabalho. Em grandes cidades é comum as pessoas irem a locais com os quais não estão familiarizadas, e não saberem que transporte pegar. Nestes casos, surge a necessidade de pedir informação ou recorrer a um mapa. Mas, normalmente, estes são grandes e pouco práticos de carregar, e a pessoa pode não identificar onde está. Então, o melhor é disponibilizar estas informações de forma automática e interativa no celular.

O objetivo deste trabalho é apresentar o projeto e o desenvolvimento de um sistema de localização com GPS e mapeamento de linhas de ônibus pelo celular. O protótipo implementado fornece a visualização de um mapa, indicando através de GPS a localização atual do usuário sobre o mapa e exibindo quais linhas de ônibus passam nas proximidades daquele local, possibilitando visualizar informações como itinerário e horários de cada linha, além de pontos de interesse por onde elas passam. Este sistema utiliza tecnologias gratuitas, não depende de serviços das operadoras de telefonia móvel e considera que a maioria dos aparelhos estará equipada com GPS até 2011.

Na Seção 2 são apresentados alguns trabalhos relacionados. O SMALL GPS está descrito na Seção 3 e as conclusões e trabalhos futuros estão na Seção 4.

## 2. Trabalhos Relacionados

Atualmente existem alguns serviços comerciais de mapas para celulares, porém a maioria é paga, restrita a determinadas operadoras e poucos estão disponíveis no Brasil. O Guia Quatro Rodas [2], por exemplo, disponibiliza informações sobre locais de interesse para o usuário, como hotéis e restaurantes, mas não possui sistema de localização. É compatível com vários modelos de aparelhos celulares, mas só está disponível para clientes de uma operadora, mediante cobrança de tarifa. O *Google Maps Mobile* [4] é a versão para dispositivos móveis do serviço de mapas do Google. É gratuito e permite traçar rotas, pesquisar endereços e exibir imagens reais de satélite. Mas, ainda não tem

integração com um sistema de localização, nem exibição de linhas de ônibus. Vivo Encontra utiliza o método de triangulação de antenas para permitir verificar a posição de outros celulares [3]. Precisa estabelecer uma conexão de dados com a plataforma, que enquanto estiver ativa não permite receber outra chamada. Esses serviços são cobrados, restritos aos assinantes da operadora e a poucas cidades.

Alguns trabalhos acadêmicos também foram desenvolvidos nesta área. Um deles [5] descreve em detalhes a utilização da API (*Application Program Interface*) *Location* (especificação JSR-179) para geolocalização através de dispositivos sem fio. Outro [6], teve como foco o uso de GPS e celular na agricultura. Foi elaborado um sistema que identifica se existe sinal de alerta sobre doenças na região onde o usuário está, e se as áreas afetadas podem comprometer a sua área de plantio.

O “Borboleta Sistema Móvel para Telemedicina” [7] é direcionado a computadores de mão. Funciona como um prontuário eletrônico e fornece um mapa para localização das casas dos pacientes, mas, não usa GPS e possui uma baixa qualidade na visualização do mapa. Um mapa para ser usado na área de turismo em uma região do território chinês também foi elaborado [8]. O trabalho não usa GPS, foi implementado em J2ME e usa a *Mobile SVG*, uma especificação limitada do SVG padrão, e a *TinyLineSVG*, uma API desenvolvida para a manipulação do *Mobile SVG*.

O *Mobile GIS* [9] não usa GPS e tem o objetivo de permitir a visualização de informações geográficas em dispositivos móveis. Estas informações são armazenadas em um servidor e representadas em *Geography Markup Language* (GML) [10], que é baseada em XML e voltada à representação de informação geográfica. O arquivo GML é disponibilizado em um servidor, transformado em SVG e enviado ao cliente.

### 3. SMALL GPS

SMALL GPS é a sigla de Sistema de MApeamento de Linhas de ônibus e Localização do usuário através de GPS pelo celular, fazendo também analogia com o tamanho dos dispositivos envolvidos (*small*). Este sistema permite visualizar um mapa com as ruas próximas ao local onde o usuário está, o itinerário das linhas de ônibus e os pontos de interesse da região, tais como restaurantes, parques e hospitais. Portanto, o mapa é útil para moradores da cidade e para turistas.

Para o protótipo do programa, foi escolhida a cidade de Porto Alegre, que possui uma grande malha viária e um dos melhores sistemas de transporte coletivo do Brasil [11]. Além disso, a Companhia Carris Porto-

Alegrense, que concentra 32% do fluxo diário de passageiros [12], está com um sistema em fase experimental que mostra no site da companhia a localização dos ônibus de determinadas linhas em tempo real, via GPS [12]. A expansão deste serviço, que é uma das pretensões da empresa, poderá ser incorporada em futuras versões deste trabalho.

### 3.1. Tecnologias Utilizadas

O sistema foi implementado na linguagem de programação Java. Para a camada cliente também foram utilizadas as especificações *Mobile Information Device Profile* (MIDP) 2.0 e *Connected Limited Device Configuration* (CLDC) 1.1, que são o núcleo do J2ME. Ainda foram necessárias as APIs *Location* (JSR-179), para localização geográfica, e a *Scalable 2D Vector Graphics* (JSR-229) para visualização dos arquivos SVG [13]. Para a camada servidor foi utilizada a plataforma J2EE (*Java 2 Enterprise Edition*) e a interface *JavaServer Pages* (JSP) [14].

O ambiente de desenvolvimento escolhido foi o Eclipse [15], versão 3.2, juntamente com dois *plugins*. Um é o *Eclipse ME* [16], versão 1.6.7, responsável pela integração do Eclipse com kits de desenvolvimento para dispositivos móveis. Neste trabalho, foi escolhido o kit *Sun Java Wireless Toolkit* [17], versão 2.5. O outro *plugin* é o *Sysdeo Tomcat Plugin* [18], versão 3.2, que auxilia na integração com o servidor de aplicação *Apache Tomcat*, usado na camada servidor da aplicação para facilitar a inicialização do servidor e a visualização de *logs*, mensagens de erro e depuração.

### 3.2. Armazenamento e Manipulação do Mapa

Como formato de exibição dos mapas, optou-se pelo SVG [19], que consiste no armazenamento de formas geométricas e linhas em XML (*Extensible Markup Language*). As vantagens do SVG para utilização em dispositivos móveis são: arquivo de tamanho pequeno; permite fazer ampliação (*zoom*) sem perder qualidade; formato de armazenamento em XML permite edição e montagem dinâmica através de dados geográficos armazenados em um banco de dados remoto. Neste trabalho, o SVG é decodificado no celular pelo *parser* da API JSR-229. Para o protótipo do sistema algumas áreas do mapa foram desenhadas no editor de arquivos SVG gratuito *Sketsa* [20].

Como um arquivo com um mapa inteiro de uma cidade é muito grande, considerando a rede instável e a pequena memória dos celulares atuais, o mapa foi segmentado em quadrantes, como em listas telefônicas. Assim, em uma visualização são carregados nove

quadrantes, um central e oito em volta deste, fazendo com que o tamanho dos dados de visualização fique leve e possa ser desenhado pelo dispositivo. Os quadrantes têm escala aproximada de 300 metros de largura e de altura, e as linhas de ônibus cujo itinerário passa dentro de um dos nove quadrantes visualizados, são consideradas próximas do usuário. Isso simplifica a localização das linhas e diminui o tempo de execução.

O armazenamento dos dados é feito no banco de dados (BD) Oracle Express 10g [21]. Cada quadrante possui informações de ruas, pontos de interesse, etc, independente dos demais quadrantes. Os dados cartográficos dos quadrantes do mapa são armazenados no BD como primitivas (por exemplo, retas e curvas) já no formato SVG. Na recuperação do mapa do BD, obtém-se o quadrante central e seus oito quadrantes vizinhos (Figura 1). Os dados dos nove quadrantes são unidos em um único arquivo, no qual é inserido o cabeçalho SVG, que é retornado à aplicação através da rede. Outros dados como as listas das ruas por onde passam as linhas de ônibus e os seus horários, são armazenados em tabelas do BD do sistema.

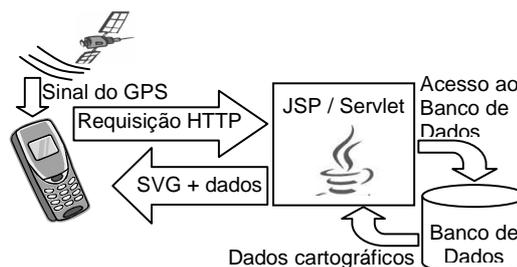


**Figura 1 – Exemplo divisão da tela em quadrantes**

A localização do usuário, a partir da qual são buscados os quadrantes, é obtida através de GPS. A interação do SMALL GPS com o GPS do celular ocorre através da API *Location*, que encapsula este processo. Neste trabalho foi utilizado um gerador de eventos externos que acompanha o simulador e gera coordenadas como em um GPS real.

### 3.3. Arquitetura

A arquitetura escolhida foi a “cliente-servidor”, que se mostra vantajosa para uma aplicação para celular, aparelho com poder limitado de armazenamento e processamento. A aplicação cliente é instalada em um celular, e a servidor em um computador remoto que contém o BD. Este banco é acessado através de uma aplicação Java/JSP, que é invocada pela aplicação cliente. O servidor recebe alguns parâmetros de acordo com as opções escolhidas pelo usuário e a posição do GPS, que são utilizados na construção das pesquisas (*queries*). A Figura 2 ilustra este processo.



**Figura 2 – Diagrama do ciclo de execução**

O fluxo de execução inicia quando o usuário abre a aplicação cliente no seu celular. O aparelho recebe o sinal do GPS e, a partir da posição detectada, é feita uma requisição sobre protocolo HTTP, na qual as coordenadas geográficas da posição do usuário são passadas como parâmetros ao servidor. O servidor processa esta requisição e retorna os dados sobre as linhas de ônibus e um arquivo SVG com o mapa da região correspondente. No cliente, o arquivo é lido e os objetos são desenhados na tela do celular, finalizando o ciclo. No caso de interações do usuário, tais como deslocamento do mapa (*pan*) e seleção de exibição do traçado de uma linha de ônibus, é feita uma requisição, indicando como parâmetros, respectivamente, a direção do *pan* ou a linha de ônibus selecionada.

O servidor é responsável por receber as requisições remotas de *n* aplicações clientes, instaladas em vários aparelhos celulares. A partir do tipo de requisição, ele manipula os dados cartográficos através de pesquisas ao BD, e transforma-as em dados manipuláveis pela aplicação cliente. Foi usado o modelo MVC (*Model-View-Controller*) na implementação [14]. A camada *view* serve para interação com a camada cliente, tarefa desempenhada por um arquivo JSP que espera a conexão de um cliente. Quando esta ocorre, a camada *controller* manipula os dados obtidos pela camada *view* e repassa-os à camada *model*, que estrutura uma pesquisa que traz os dados a serem passados ao usuário.

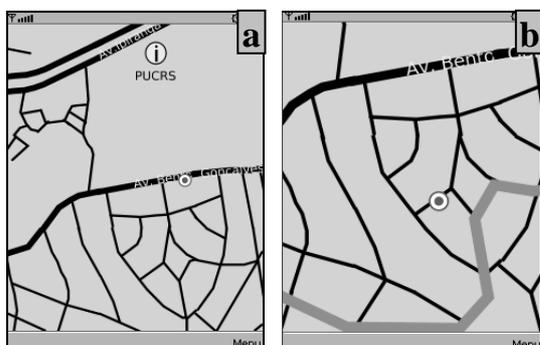
Os resultados da pesquisa são estruturados em um arquivo SVG que recebe um nome baseado em um número randômico, gerado de forma a nunca se repetir. Os arquivos SVG são excluídos periodicamente com uma rotina automática, para liberar espaço em disco. Outros dados, como tabelas de horários, são retornados à camada *controller* que devolve os resultados para a camada *view* que os envia ao cliente.

### 3.4. Funcionalidades

Após uma requisição do cliente, o mapa é montado e exibido ao usuário, inicialmente, com as ruas, ícones de locais de interesse e um ponto que representa a

localização atual do usuário (Figura 3a). Depois que o mapa é exibido, pode-se acessar o menu e optar por fazer *zoom in*. No início o mapa é apresentado com afastamento máximo, mas, após o *zoom in*, pode-se fazer *zoom out* até o nível de afastamento original.

O menu principal da aplicação possui dois itens: opções e seleção de linhas de ônibus. O primeiro permite alterar parâmetros de configuração, como as cores do mapa. O segundo possibilita selecionar uma linha de ônibus. Após esta seleção surgem três opções: itinerário por escrito, que lista todas as ruas nas quais o ônibus passa; itinerário no mapa, para exibir ou ocultar no mapa as linhas gráficas dos itinerários dos ônibus na cor predominante da empresa de transporte responsável por ela (Figura 3b); e tabela de horários. Apenas os ônibus que passam perto do local onde o usuário se encontra estarão disponíveis para seleção, ou seja, os ônibus cuja rota passe dentro do quadrante onde o usuário está ou de um dos oito quadrantes vizinhos.



**Figura 3 – Exemplo de exibição (a) inicial de um mapa e do (b) itinerário de uma linha de ônibus.**

Também é possível navegar pelo mapa nas direções norte, sul, leste e oeste (*pan*). O *pan* é feito carregando novos quadrantes, assim que chegar à extremidade do mapa carregado no momento. Por exemplo, se o usuário movimentou o mapa na direção leste, a aplicação moverá uma coluna de quadrantes para a direita, carregando uma nova coluna e descartando a mais à esquerda. Para norte e sul o processo é igual, mas incluindo e removendo linhas ao invés de colunas.

#### 4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Como o desenvolvimento deste trabalho envolveu um conjunto de tecnologias ainda muito recentes, a aplicação resultante será mais utilizada num futuro próximo, quando as funcionalidades de GPS e gráficos vetoriais estarão disponíveis na maioria dos aparelhos celulares. Além da utilização de tecnologias gratuitas, e de não depender de serviços da operadora, exceto uma conexão com a Internet, o trabalho mostra inovação em

relação aos trabalhos acadêmicos analisados, por unir mapeamento urbano à localização via GPS, característica não encontrada em nenhum deles. Ainda, a integração de mapeamento de linhas de ônibus neste contexto mostra-se uma novidade, já que nenhum dos aplicativos analisados possui essa característica.

Está em andamento a criação de uma interface *user-friendly* para adição das informações no BD, pois isto está sendo feito diretamente através de scripts SQL. Como trabalhos futuros, pretende-se incluir o mapeamento das estações de metrô, abrangendo os usuários desse tipo de transporte. Outra adição ao sistema seria a pesquisa por ruas e locais de interesse, que consiste na inclusão de informações extras no banco de dados. Por último há a possibilidade de integração com o sistema de GPS implantado nos ônibus, que vem sendo utilizado em fase experimental em três veículos pela Companhia Carris. Se o sistema atual se expandir e se for disponibilizado para acesso público via *web services*, por exemplo, será possível estudar sua integração ao SMALL GPS.

#### Referências

- [1] [http://www.ibge.gov.br/home/popup\\_popclock.htm](http://www.ibge.gov.br/home/popup_popclock.htm).
- [2] <http://guia4rodas.abril.com.br/celular>.
- [3] <http://www.vivo.com.br>.
- [4] <http://www.google.com.br/gmm/index.html>.
- [5] T. Nacif, J. Nogueira, E. Lopes. *Sistemas Baseados em Localização em um Mundo sem Fio com J2ME e API Location*. Monografia, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade da Amazônia, Belém, 2006.
- [6] R. Ogliari. *Integração da Tecnologia GPS para o Auxílio na Tomada de Decisões*. V Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2005, Londrina.
- [7] P. Matsumoto, R. Miyasaki, A.P. Mota. *Borboleta Sistema Móvel para Telemedicina*. Monografia, Instituto de Matemática e Estatística, USP, São Paulo, 2005.
- [8] B. Wu; B. Xia. *Mobile phone GIS based on mobile SVG. Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2005.
- [9] J.C.S. Cardoso. *m-GIS: Mobile GIS*. Monografia, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2003.
- [10] <http://www.opengeospatial.org>.
- [11] [http://www.eptc.com.br/Estatistica\\_Transporte/PBRUTO.asp](http://www.eptc.com.br/Estatistica_Transporte/PBRUTO.asp).
- [12] <http://www.carris.com.br/>.
- [13] <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=226>.
- [14] N. Kassem. *Designing Enterprise Applications with the Java 2 Platform*. Sun Microsystems, 2000. 341 p.
- [15] <http://www.eclipse.org>.
- [16] <http://www.eclipse.org>.
- [17] <http://java.sun.com/products/sjwtoolkit>.
- [18] <http://www.eclipse.org/tomcatPlugin.html>.
- [19] <http://www.w3.org/Graphics/SVG>.
- [20] <http://www.kiyut.com/products/sketsa>.
- [21] <http://www.oracle.com/technology/xe>.