



Problemas e Soluções no Desenvolvimento de um SIG Móvel para Aplicações Urbanas

WAISTER SILVA MARTINS¹

BRUNO RABELLO MONTEIRO²

JUGURTA LISBOA FILHO³

MAURO NACIF ROCHA⁴

PALAVRAS-CHAVE

Computação Móvel, SIG Móvel, Sistema de Informação Geográfica, Gestão Urbana

RESUMO

Este artigo apresenta a experiência do desenvolvimento do SIG-Pocket, um Sistema de Informação Geográfica Móvel (SIG Móvel) para dispositivo PDA (*Personal Digital Assistant*). O sistema tem como origem de consulta dados geo-espaciais da base cartográfica municipal, que é exibida na forma de um mapa digital urbano. A comunicação dispositivo-servidor é feita usando *Web Services*. Os resultados obtidos indicam a viabilidade de se desenvolver aplicações de SIG em dispositivos PDAs para uso na administração pública, considerando todas as limitações referentes ao desempenho no desenho dos mapas e ao volume de dados que o dispositivo cliente consegue armazenar.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas fundamentais na administração pública, principalmente no âmbito dos governos federal e estadual, além de prefeituras de médio e grande porte. Hoje, um SIG é uma tecnologia essencial no auxílio ao administrador na realização de planejamentos e tomada de decisões nas mais diversas áreas da administração pública como, por exemplo, no incentivo ao turismo, na preservação do meio ambiente, na educação, na segurança e nas infra-estruturas de água, luz e telefonia.

Recentemente, dispositivos móveis como PDAs (*Personal Digital Assistant*), telefones celulares e *laptops* apresentaram uma evolução tecnológica muito grande, aumentando consideravelmente a capacidade de armazenamento e processamento dos dados, impulsionando o desenvolvimento da Computação Móvel (CM). Juntamente a essa evolução, ocorreu o avanço das tecnologias de comunicação sem fio (*wireless*) e das redes de telefonia móvel, as quais permitem que um dispositivo móvel integre-se facilmente à Internet. Essa nova

¹ E-mail: waistermartins@yahoo.com.br

² E-mail: brm@dpi.ufv.br

³ E-mail: jugurta@ufv.br

⁴ E-mail: mnacif@dpi.ufv.br

realidade tecnológica proporciona o surgimento acelerado e contínuo de novas aplicações e serviços destinados aos dispositivos móveis.

A integração das tecnologias de SIG e CM geram soluções muito vantajosas que possibilitam o acesso às informações espaciais e às funcionalidades dos SIG em qualquer lugar e a qualquer tempo. A integração dessas duas tecnologias (SIG-CM) é denominada por [Fang2004] como Sistemas de Informação Geográfica Móvel ou apenas SIG Móvel.

Em [Magu2001], um SIG Móvel é definido como um sistema construído utilizando-se fundamentalmente um novo paradigma e não como um ajuste de um SIG convencional para ser executado em um dispositivo menor. Esse novo paradigma envolve, entre outras coisas, a observação das características e limitações presentes nos dispositivos móveis, como o baixo poder de processamento e a baixa capacidade de armazenamento dos dispositivos móveis, quando comparados aos computadores *desktops*, e a limitação do tamanho da tela para apresentação dos mapas e resultados.

O objetivo deste trabalho é mostrar os principais problemas identificados durante a construção de uma aplicação SIG Móvel direcionada às administrações municipais. Além disso, é apresentada a integração desta ferramenta (SIG-Pocket) com um sistema existente de cadastro imobiliário, chamado Cupuaçu, desenvolvido para cadastramento de dados usando dispositivos móveis (no caso um PDA). Um dos requisitos do SIG-Pocket é que ele sirva como base para o desenvolvimento de diversas outras aplicações de SIG Móvel, ou seja, deve ser facilmente integrado a outros sistemas urbanos com foco diferente de loteamento urbano e de imóveis.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta alguns trabalhos correlatos. A seção 3 apresenta o problema do registro de boletim de cadastro imobiliário e o tratamento realizado sobre o volume de dados dos dispositivos móveis. Na seção 4 é mostrado o desenvolvimento do SIG-Pocket e detalha os resultados alcançados. As considerações finais são apresentadas na seção 5.

1.1 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção são descritas, de forma resumida, algumas aplicações de SIG Móveis, além de ferramentas e bibliotecas disponíveis para o desenvolvimento destas aplicações.

1.1.1 Aplicações SIG para Dispositivos Móveis

O MacauMap [Agha2003] é um guia turístico móvel, para PDAs e telefones celulares, que auxilia os turistas em suas visitas a Macau. Ele possui funcionalidades que permitem ao usuário visualizar as ruas e seus nomes, os lagos, jardins, pontos de interesse como restaurantes e museus; possui funções de navegação pelo mapa, como aproximar e afastar, mover e utilizar o histórico de navegação; mostrar a localização corrente usando a leitura de um GPS; dentre outras funcionalidades.

Uma limitação forte presente nos dispositivos móveis é a capacidade de armazenamento em memória. Ao trabalhar com dados geo-espaciais de uma cidade, ou um estado, o volume de dados envolvidos tende a ser muito grande. Os dados da cidade de Macau estavam armazenados inicialmente no formato *shapefile* [ESRI1998]. Neste formato os dados ocupavam uma quantidade considerável de memória, sendo necessário um tratamento para redução dos dados. Duas etapas foram realizadas: executar uma função de generalização de linhas e polígonos; e a criação de um formato próprio contendo apenas os dados essenciais para o desenho dos mapas.



A generalização é uma operação geométrica de simplificação de linhas e polígonos por meio da redução do número de coordenadas, que gera outra figura geométrica com menor detalhamento. Ela contribui tanto para reduzir o tamanho do *shapefiles* originais quanto para melhorar a eficiência no processo de desenho dos mapas. Para diminuir o tempo de desenho dos mapas outros três procedimentos foram feitos: (1) filtragem dos dados de acordo com o nível de *zoom*; (2) conversão de todas as coordenadas de números reais para inteiro; e (3) permitir a seleção dos dados a serem desenhadas.

Em [Card2004] é descrita a construção de um SIG Móvel, desenvolvido para plataforma Java, destinado a telefones celulares, denominado M-GIS. Nesse sistema, os dados são disponibilizados em um servidor *Web Feature Server* [Open2005] que retorna ao cliente um mapa no formato gráfico *Scalable Vector Graphics* (SVG) [W3C2005]. Nessa abordagem, nenhum processamento de mapas é realizado no cliente, apenas a tarefa de requisitar quais camadas (*layers*) do mapa e a suas áreas a serem exibidas na tela é implementada no dispositivo móvel. O sistema é limitado, não possui funcionalidades como navegação pelo mapa além de armazenar apenas os dados atuais a serem exibidos, contudo ele demonstra a viabilidade de criação de sistemas SIG Móvel para aparelhos mais limitados como os telefones celulares.

1.1.2 Ferramentas e Bibliotecas para SIG Móvel

Atualmente existem diversas ferramentas de SIG Móvel para PDAs, como o *ArcPad* [ESRI2006], o *Pocket GTViewer* [GTEC2006], o *GBM Mobile* [EMTP2007], entre outras.

O *ArcPad* foi desenvolvido pela ESRI e roda em PDAs que utilizam o sistema operacional *Windows CE*, tais PDAs são conhecidos como Pocket PCs. Ele suporta dados geográficos nos formatos *shapefile* e *ArcPad graphics layers*, além de imagens nos formatos MrSID MG2 e MG3, JPEG, JPEG2000, GIF, entre outros. Pode ser customizado através da ferramenta *ArcPad Application Builder* para se adequar ao usuário final. É um software com um número grande de recursos e por isso ocupa muito espaço em memória, cerca de 9 MB e com os componentes adicionais pode ocupar aproximadamente 512 MB.

O *Pocket GTViewer* é uma aplicação para visualização e manipulação de informações espaciais em Pocket PCs. Suporta dados geográficos em um formato próprio chamado de *GTViewer* e disponibiliza ferramentas para conversão para outros formatos: *shapefile*, *GeoDatabases*, *Intergraph FRAMME®*, *Smallworld GIS*, etc. Possui funcionalidades básicas de navegação e busca, além de poder ser customizada. Uma desvantagem é que o usuário fica responsável por transferir os mapas para o PDA.

GBM Mobile contém um conjunto de serviços que permite visualizar e editar mapas no formato *MapInfo* e assim como o *ArcPad* e o *Pocket GTViewer* possui integração com GPS. Os dados são automaticamente transferidos para o PDA e depois de editados também podem ser transferidos automaticamente de volta para o servidor.

Essas ferramentas estão disponíveis no mercado, mas muitas delas possuem um preço bastante elevado e podem não atender totalmente ao usuário. Como alternativa, pode-se utilizar algumas bibliotecas de programação, disponíveis para diversas plataformas. Exemplos dessas bibliotecas são a *MapE Library* e o *Map Suite Pocket PC*.

A *MapE Library* possui um conjunto de cerca de 100 classes C++ projetadas para auxiliar no processo de criação de aplicações SIG. Ela implementa vários recursos básicos de um SIG e as classes mais importantes estão documentadas. A desvantagem é que atualmente suporta apenas plataformas Windows. O *Map Suite Pocket PC* é um conjunto de componentes para manipular mapas. Seus componentes foram construídos originalmente na

plataforma .NET, o que o torna totalmente compatível com esta plataforma. Esta biblioteca provê as funcionalidades básicas para a construção de um SIG Móvel como: tratamento de camadas; mover, afastar e aproximar a imagem; entre outras funcionalidades. Além dessas, outras bibliotecas estão sendo construídas, como a *Mobile GIS*, um projeto *Open Source* que pretende fornecer soluções SIG para uma variedade de dispositivos e sistemas operacionais como *Palm OS*, *Symbian OS*, *Windows CE* e *Linux*.

1.1.3 Comunicação Dispositivo-Servidor

Aplicações para dispositivos móveis necessitam realizar trocas de dados com o servidor, seja para receber ou para enviar dados, para realização de consultas ou mesmo para execução de uma função específica. Tais aplicações funcionam em uma arquitetura cliente-servidor, na qual o cliente é um dispositivo móvel.

Chang [Chan2003] faz um estudo do uso de *Web Services* para utilização em soluções SIG Móvel. As aplicações ficam independentes no servidor e são chamadas remotamente através de um *Web Service*, que é encarregado apenas de fazer o gerenciamento destas chamadas. Ou seja, tanto o processamento dos dados geográficos quanto o armazenamento do resultado, como uma imagem, acontecem no próprio servidor. O cliente, por sua vez, pode ser um navegador, uma aplicação para PDA ou mesmo um telefone celular, ficando este cliente encarregado de enviar informações como a posição atual e o dado desejado. Como resposta à requisição feita, o cliente recebe uma imagem contendo os dados desejados.

O *Web Service* é uma camada entre o servidor e o cliente, que recebe a requisição do cliente e passa as informações corretamente para as aplicações no servidor. Depois o resultado desse processamento é buscado no servidor e enviado como resposta ao cliente. Ainda de acordo com [Chan2003], existem algumas vantagens na utilização de *Web Services*:

- A ausência da necessidade de o dispositivo estar conectado todo o tempo, ou seja, somente quando uma requisição for feita ao servidor deve-se realizar uma conexão com o mesmo;
- *Web Services* são facilmente disponibilizados pela Internet, sendo acessados de qualquer dispositivo, tanto dos tradicionais computadores desktop, como pelos telefones celulares;
- Comunicação livre de problemas. *Web Services* tradicionalmente utilizam comunicação via protocolo HTTP, evitando problemas com Firewall e servidores de Proxy.

2. PROBLEMAS COM A COLETA DE DADOS: O CASO DO BOLETIM DE CADASTRO IMOBILIÁRIO

Um Boletim de Cadastro Imobiliário (BCI) é um cadastro multifinalitário de dados socioeconômicos, relacionados aos imóveis prediais e territoriais de uma cidade. Esse cadastro tem diversas utilidades no âmbito da gestão municipal, uma das principais é possibilitar um maior controle sobre a arrecadação de impostos, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), Imposto de Transmissão de Bens Imóveis (ITBI) e Imposto sobre Serviços (ISS).

Este trabalho foi desenvolvido e testado com base nos dados da cidade de Rio Branco, capital do estado do Acre, na região Norte do Brasil, que é a maior e mais populosa cidade do estado, concentrando mais da metade de sua população.



Atualmente, a Prefeitura Municipal de Rio Branco (PMRB) [PMRB2007] possui várias aplicações de SIG desenvolvidas para ambiente *desktop*. Essas aplicações são usadas para apoiar os gestores nos processos de tomada de decisão. Os dados obtidos a partir dos levantamentos dos BCIs servem como base para várias aplicações. No entanto, esses dados normalmente apresentam um volume significativo de informações incorretas devido, principalmente, às deficiências nos processos de coleta de dados.

A coleta de dados era feita de forma tradicional, ou seja, inicialmente os dados levantados em campo eram escritos em um formulário e posteriormente eram digitados no sistema, com procedimentos de revisão que muitas vezes exigiam o retorno a campo para revisão de erros. Com esse processo, a geração de erros era freqüente principalmente na parte relativa à digitação, devido principalmente às próprias características do processo de coleta, que envolve grandes quantidades de dados de diferentes tipos e fontes. Estes erros provocam uma queda na qualidade dos dados e tornam o processo de coleta de dados muito custoso. Um sistema informatizado fornece diversos recursos que podem ser usados para minimizar erros na coleta de dados, podendo verificar a presença de erros de digitação como, por exemplo, se um usuário fornecer a área total de um loteamento como sendo muito pequeno ($< 20\text{m}^2$), o sistema pode alertar que este valor provavelmente está incorreto.

Com o intuito de minimizar este problema, foi desenvolvido o Cupuaçu, um sistema para coleta de dados do BCI, utilizando PDAs. Com o Cupuaçu é possível alterar e cadastrar dados dos lotes e imóveis e atualizar diretamente o servidor, sem a utilização de formulários intermediários. Esse novo processo de coleta de dados utilizando o Cupuaçu, além de reduzir etapas, traz uma maior confiabilidade e qualidade aos dados, uma vez que o próprio sistema informa ao usuário a existência de erros quando os dados são inseridos.

O Cupuaçu é um sistema cliente/servidor funcionando por meio de *Web Services*. Devido às limitações na velocidade de transmissão e principalmente na capacidade de armazenamento destes dispositivos e no tamanho da base de dados, o usuário armazena no PDA somente uma parte dessa base de dados para realização do trabalho. Os dados modificados são então armazenados em banco de dados local e descarregados no servidor quando o PDA estiver conectado. Outra vantagem da utilização de *Web Services* neste sistema, além da possibilidade de escolha dos dados a serem armazenados no PDA, é a independência da camada de persistência no servidor, ou seja, uma mudança do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) não promoverá mudanças no Cupuaçu.

Como o sistema não utiliza nenhuma tecnologia sem fio, sua arquitetura pode ser considerada *off-line*. A conexão do dispositivo móvel é realizada fisicamente, através de cabos, com um computador *desktop*. A utilização de tecnologias sem fio permitiria a atualização da base de dados em qualquer ponto da cidade, além de permitir também que o usuário, ainda em campo, pudesse carregar um novo conjunto de dados. Entretanto, como estas tecnologias possuem limitações na taxa de transmissão de dados e como o volume de dados envolvidos na comunicação com o servidor é muito grande, o uso desta tecnologia deve ser estudado mais minuciosamente. Além disso, atualmente as limitações nos dispositivos disponíveis pela PMRB e na infra-estrutura da cidade de Rio Branco inviabilizam a utilização deste tipo de tecnologia.

Com o desenvolvimento do Cupuaçu, verificou-se que a integração desse sistema com os dados espaciais seria extremamente interessante, uma vez que as informações geográficas podem facilitar o trabalho dos usuários na identificação e localização de imóveis e loteamentos. No entanto, para construir o SIG Móvel para a PMRB alguns problemas e limitações iniciais foram encontrados:

- Os PDAs que seriam utilizados possuíam uma capacidade de armazenamento total de 64 MB, tamanho esse muito menor do que o necessário para armazenamento da base de dados de Rio Branco-AC;
- Como o tempo para construção do SIG Móvel era curto, a idéia era utilizar uma biblioteca que provesse as funcionalidades básicas para tratamento de mapas, contudo a falta de conhecimento prévio das bibliotecas existentes acarretou em uma etapa de pesquisa e estudo das possíveis opções;
- Devido às limitações na capacidade de armazenamento dos PDAs não seria possível carregar completamente os dados espaciais em conjunto com os dados descritivos, o que tornou necessária a realização de uma etapa de tratamento dos dados geográficos visando diminuir o tamanho total dos arquivos. Dados no formato *shapefile* [ESRI1998] são compostos basicamente de três arquivos: um arquivo principal, um arquivo de índice e um arquivo contendo dados alfanuméricos de atributos (na versão utilizada os arquivos estão no formato dBASE). O arquivo principal contém um número variável de registros, em que cada um desses registros descreve uma forma geométrica (pontos, retas ou polígonos) com uma lista de vértices. Cada registro do arquivo de índice contém uma referência para o local onde começa cada registro no arquivo principal. E o arquivo dBASE contém registros de dados que são interligados com os dados geométricos – para cada registro existe uma lista de atributos. E cada arquivo *shapefile* representa uma camada do mapa.

2.1 TRATAMENTO DO VOLUME DOS DADOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

Sistemas desenvolvidos para dispositivos móveis têm necessidades diferentes dos sistemas projetados para computadores *desktop*. Os arquivos dBASE continham muitos atributos que não se faziam necessários para utilização em um PDA. A eliminação desses atributos trouxe uma redução significativa da base de dados, reduzindo para algumas dezenas de *megabytes*. Apesar de uma redução muito significativa, ainda não era suficiente para resolver o problema de armazenamento, já que os PDAs utilizados têm cerca de 64 MB, os quais são divididos entre a memória volátil e a memória persistente.

No tocante ao cadastro de BCIs, as principais camadas de dados espaciais envolvidas são as de imóveis e de lotes, que juntas ocupavam cerca de 24 MB. Foi realizada então uma divisão, ou um particionamento das duas camadas e com o intuito de gerar partições com um significado semântico. Os dados foram divididos de acordo com as regionais existentes na cidade. Ao todo, o município de Rio Branco-AC é composto por sete regionais urbanas e quatro rurais. Essas regionais funcionam como uma divisão administrativa do município, possuindo até mesmo conselhos representativos da população. As regionais relativas à área rural foram desconsideradas, uma vez que os dados geográficos de Rio Branco-AC eram relativos somente à área urbana, e desse modo, a base de dados foi particionada em sete grupos.

Com esse particionamento, cada conjunto de *shapefile* de lotes passou a ocupar em média 1,9 MB e de imóvel 1,7 MB. No processo de carga dos dados no PDA o usuário deve selecionar quais regionais ele irá visitar e apenas os lotes e imóveis referentes àquelas regionais são carregados no PDA. Sendo que, na prática dificilmente mais de uma regional seria visitada pelo mesmo usuário em um mesmo dia. Um particionamento dos *shapefiles* de acordo com os limites de cada bairro, também foi analisado, pois esta seria uma divisão



semântica mais interessante. Entretanto esta alternativa foi descartada devido a uma característica própria do município estudado (Rio Branco-AC), que possui um grande número de bairros de dimensões bem menores do que o comumente encontrado nas cidades de grande e médio portes.

Para reduzir ainda mais o tamanho dos *shapefile* de lotes foi aplicada uma função de generalização. Os resultados serão descritos na próxima seção. A generalização não se aplica aos imóveis, visto que estes são representados apenas por pontos. Além disso, é permitido ao usuário escolher quais camadas do mapa devem ser carregadas no PDA, assim as camadas que não interessam ao usuário não são carregadas. Desse modo, os dados que ocupavam inicialmente algumas centenas de *megabytes*, agora ocupam poucas dezenas de *megabytes* e, excetuando situações extremas, os usuários podem carregar todas as informações necessárias gastando menos de 10 MB de memória. Esta quantidade apesar de ser significativa, quase um terço da memória persistente (na configuração padrão do dispositivo disponível pela PMRB), representa um resultado bastante interessante que possibilitou a utilização e manipulação dos dados espaciais da PMRB em PDAs, o que inicialmente era impossível devido às limitações dos dispositivos. Mesmo com a realização de vários pré-processamentos nos dados espaciais, as principais informações foram conservadas. Esse procedimento não acarretou em perda de precisão nas informações de localização das entidades espaciais, que são fundamentais para este tipo de aplicação.

3. A FERRAMENTA SIG-POCKET

SIG-Pocket é uma aplicação SIG Móvel para PDA voltada para auxiliar o processo de manutenção dos dados cadastrais da PMRB. Foi desenvolvida para rodar em PDAs com sistema operacional *Windows CE 4.x* ou superior.

A Figura 1 ilustra exemplos da interface com usuário do SIG-Pocket. A tela principal contém, basicamente: uma área para exibição de mapas, que ocupa a maior parte da tela; algumas abas para navegação, que permite visualizar algumas propriedades e funcionalidades do sistema e uma barra de ferramentas para manipular o mapa. As funções principais estão listadas abaixo:

- Exibição de mapas no formato *shapefile*;
- Navegação no mapa: aproximar e afastar o mapa, mover, histórico de navegação;
- Escolha do nível de *zoom*, permitindo aproximar ou afastar mais rapidamente o mapa;
- Gerenciamento das camadas exibidas;
- Exibição dos dados descritivos associados ao *shapefile*;
- Integração com o Cupuaçu.

Algumas dessas funções foram implementadas para tentar minimizar as limitações de um dispositivo móvel. A possibilidade de gerenciar as camadas que serão utilizadas evita computação desnecessária no processo de desenho das camadas na tela. A escolha do nível de *zoom* possibilita que o usuário visualize rapidamente a informação de interesse.

Na Figura 1 (a) apresenta a interface principal do SIG-Pocket, na Figura 1 (b) tem-se a seleção do bairro e na Figura 1 (c) são exibidos os respectivos dados descritivos do bairro selecionado.

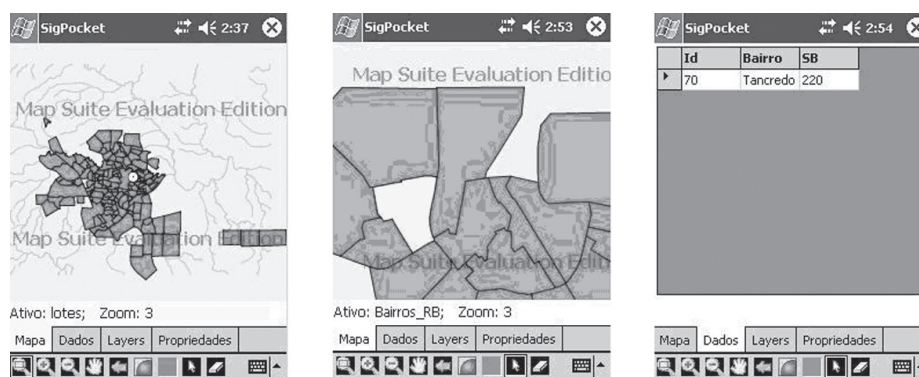


Figura 1 - (a) Interface do SIG-Pocket, (b) Seleção do Bairro, (c) Visualização dos dados descritivos

A Figura 2 ilustra a integração do SIG-Pocket com o sistema Cupuaçu. Após selecionar o imóvel, o CUPUAÇU é chamado e o usuário pode então editar os dados descritivos do imóvel.

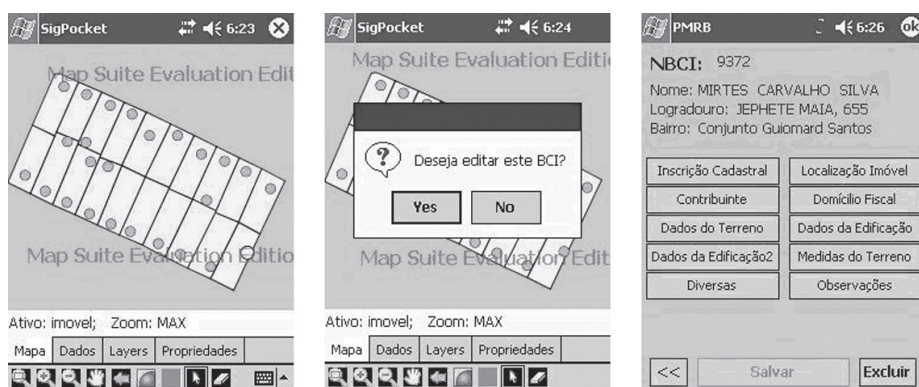


Figura 2 - Integração do SIG Pocket com o CUPUAÇU

A manipulação das camadas que estão sendo exibidas é mostrada na Figura 3. A Figura 3 (a) mostra a exibição de todas as camadas de dados, na Figura 3 (b) a camada de bairros é removida e a Figura 3 (c) mostra a exibição dos dados sem a camada de bairros.

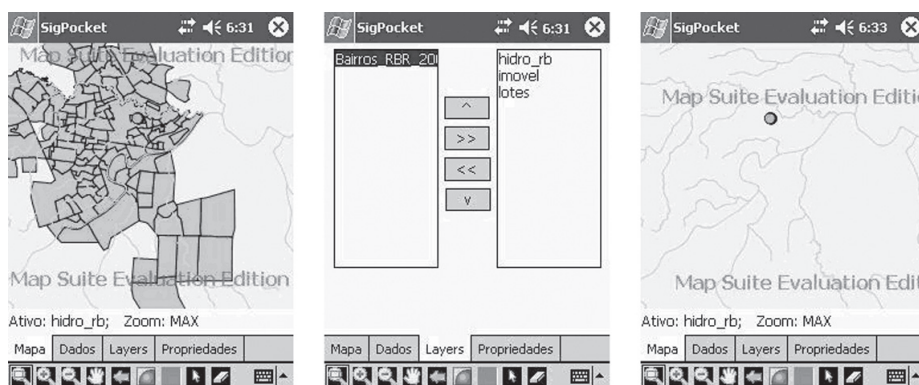


Figura 3 - (a) Exibição de todas as camadas, (b) Remoção da camada Bairros, (c) Visualização sem a camada Bairros



A Figura 4 mostra o esquema de *zoom* por nível, no qual o usuário pode selecionar entre quatro valores de *zoom* (1,2,3 e MAX) e, de acordo com o valor escolhido, uma porcentagem maior ou menor de *zoom* é aplicada ao mapa; o valor atual de *zoom* é mostrado logo abaixo do mapa. A Figura 4 (a) mostra o mapa sem nenhum *zoom* aplicado, a Figura 4 (b) mostra o mapa com o fator de *zoom* igual a 2 e a Figura 4 (c) mostra o mapa com o nível de *zoom* com o valor máximo.

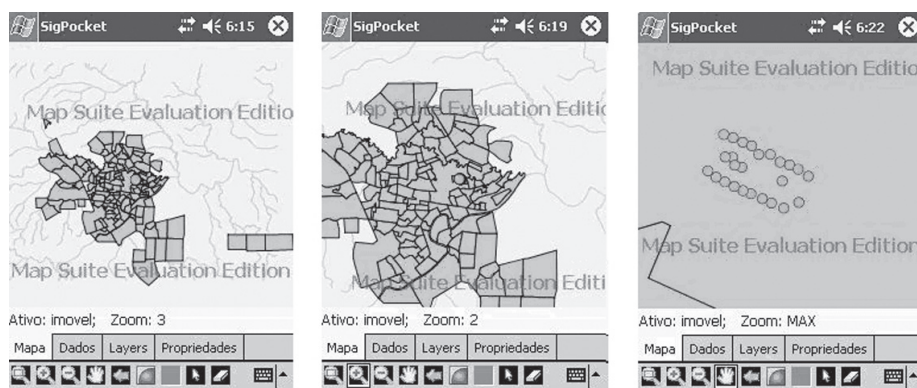


Figura 4 – (a) Visualização sem *zoom*,
(b) *Zoom* fator 1, (c) *Zoom* fator MAX

Algumas medições foram realizadas sobre o sistema SIG-Pocket, para avaliar sua eficiência. Todos os experimentos foram realizados em um PDA, Jornada HP 220 Pocket PC com processador de 400 MHz e 64 MB de memória. A ligação do PDA com o computador onde se encontrava o servidor foi feita através de um cabo USB. A Tabela 1 apresenta para os mapas de lotes, separados por regional, o tempo de desenho e seu tamanho em *Kilobytes* antes da generalização.

Tabela 1 – Análise do tamanho e velocidade de desenho

Layers	Tempo de (re) desenho das camadas (milisegundos)	Tamanho dos shapefiles (KB) sem generalização
Todos os lotes	250326	13600
Regional I	9630	472
Regional II	42753	2264
Regional III	50352	2632
Regional IV	58730	3200
Regional V	59750	3280
Regional VI	25404	1292
Regional VII	9657	460

A Tabela 2, por sua vez, apresenta o resultado da generalização para cada uma das regionais existentes.

Tabela 2 - Generalização das regionais

Layers	Tamanho dos shaperfiles (KB)		% Redução Aproximado
	sem generalização	com generalização	
Todos os lotes	13600	12604	7,3
Regional I	472	432	8,4
Regional II	2264	2052	9,3
Regional III	2632	2508	4,7
Regional IV	3200	2880	10
Regional V	3280	3088	5,8
Regional VI	1292	1216	5,8
Regional VII	460	428	6,9

Pode-se observar a partir desses resultados, Tabela 2, que houve uma redução de cerca de 7,3% no tamanho total das camadas, após a execução da função de generalização sobre a base de dados original. Para os dispositivos alvos deste trabalho, a redução de algumas centenas de *bytes* é muito significativa e se considerarmos dispositivos ainda mais limitados esta diferença pode determinar a viabilidade da aplicação. Na aplicação da função de generalização adotaram-se limites na suavização dos polígonos que representavam os lotes, evitando que um lote sofra uma deformidade maior e perca suas características ou fique reduzido apenas a um ponto. Com a aplicação dessa função era esperada uma redução no tempo de desenho, entretanto nenhum ganho significativo pôde ser medido. Isso se deve provavelmente devido à forma ortogonal da maioria dos lotes urbanos. Esta mesma técnica aplicada a outro tema como, por exemplo, os limites de fazendas, provavelmente apresentariam resultados muito mais significativos, portanto esta opção não deve ser desconsiderada.

4. CONCLUSÕES

Este artigo descreveu os problemas apresentados durante o desenvolvimento do SIG-Pocket, um SIG Móvel para registro de dados de Boletim de Cadastro Imobiliário. A utilização deste SIG Móvel possibilitou uma maior qualidade dos dados obtidos durante o processo de cadastramento imobiliário (levantamento e digitação de dados), principalmente em atividades de correção e atualização de dados. Foram descritos os tratamentos necessários à redução da base de dados geoespacial de forma a atender às limitações de espaço de armazenamento e capacidade de processamento dos dispositivos PDAs atuais.

O desenvolvimento do SIG-Pocket deu-se de forma a não ficar restrito às características particulares de nenhum município específico, sendo uma ferramenta genérica que facilita sua expansão, minimizando o número de alterações para adaptá-la ao uso por outras prefeituras. Além disso, o sistema foi desenvolvido em módulos, possibilitando a reutilização de grande parte do projeto por outras aplicações, excluindo-se a base de dados de imóveis e mantendo os dados urbanos básicos como ruas, bairros, quadras, hidrografia, entre outros.

Uma das limitações apresentadas pelos dispositivos móveis, que não foi tratada neste artigo, é a restrição do tempo de uso do equipamento estar atrelada à capacidade da bateria, sua fonte de energia. Esse problema será abordado em trabalhos futuros. Além disso, como



trabalho futuro pretende-se estudar novas estruturas de dados que possibilitem diminuir ainda mais o tamanho dos arquivos de dados espaciais e buscar métodos para acelerar a eficiência no desenho de mapas com muitas camadas.

KEYWORDS

Mobile computing, mobile GIS, Geographic information system, urban management

ABSTRACT

This paper presents the development experience of the SIG-Pocket, a Mobile Geographic Information System (mobile GIS) for PDA (Personal Digital Assistant) devices. The system uses geospatial data from a municipal cartographic base, which is presented as an urban map. Client-server communication is implemented using Web Services. The results indicate the feasibility of developing GIS applications in PDA devices for public administration applications, considering the limitations in performance for map drawing and the limited amount of storage space in the client devices.

AGRADECIMENTOS

Ao NEPUT/UFV e à Prefeitura Municipal de Rio Branco-AC, a oportunidade de participação no desenvolvimento desta ferramenta. Este projeto foi parcialmente financiado com recursos do MCT/CNPq/CT-INFO e da Fapemig.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Agha2003] AGHAI, R. P. B. A mobile GIS application for heavily resource-constrained devices. In: ASIA GIS 2003, 5th, Wuhan, China. Proceedings... Wuhan AGISA, 2003, p.16-18.
- [Card2004] CARDOSO, J.; ROCHA, A.; LLOES, J. C. M-GIS: Sistema móvel interoperável de informação geográfica. In: XATA 2004 CONFERENCE, 11th, 2004. Porto, Portugal. Proceedings... Porto: [s.n.], 2004. p. 71-87.
- [Chan2003] Chang, Z. Design and implementation of distributed web services in mobile GIS application. 2003. 80f.. Thesis (Masters in Degree Assessment Board) - International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Netherlands, 2003.
- [EMTP2007] Exa-Min Technologies Pty Ltd.GBM Mobile. Disponível em: <http://www.geobasemap.com/products/gbm_mobile.htm>. Acesso em: Dezembro de 2007.
- [ESRI2006] ESRI. ArcPad – Mobile GIS Software for Field Mapping Applications. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcpad/index.html>>. Acesso em: Outubro 2006.
- [ESRI1998] ESRI, 1998: ESRI Shapefile Technical Description. An ESRI White Paper. Disponível em: <<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>>. Acesso em: Janeiro de 2007.
- [Fang2004] Fangxiong, W.; Fuling, B.; Yingzi, H. A Distributed architecture for WAP based mobile GIS. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOINFORMATICS – GEOSPATIAL INFORMATION RESEARCH:

- BRIDING THE PACIFIC AND ATLANTIC, 12th, 2004. Gävle, Suécia. Proceedings... Gävle: Gävle University Press, 2004. p. 92-98.
- [GTEC2006] Graphic Technologies, Inc. Pocket GTViewer. Disponível em: <<http://www.gti-us.com/products/pgtviewer.htm>>. Acesso em: Dezembro de 2006.
- [Magu2001] Maguire, D. Mobile geographic services come of age: ESRI Drives into Wireless Markets. Geoinformatics, n.4, 2001.
- [Open2005] OpenGIS, 2005. OpenGIS Specifications: Web feature service implementation specification, 2005. Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>>. Acesso em: Dezembro de 2007.
- [PMRB2007] Prefeitura de Rio Branco. Site de Rio Branco-AC. Disponível em <<http://www.riobranco.ac.gov.br>> Acesso em: Outubro de 2007.
- [W3C2005] W3C, 2005. World Wide Web Consortium. Scalable Vector Graphics (SVG) Full 1.2 Specification. Disponível em:<<http://www.w3.org/TR/SVG12/>>. Acesso em: Dezembro de 2007.

SOBRE OS AUTORES

Waister Silva Martins

Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa (2007) – Atualmente é mestrando em Ciência da Computação na Universidade Federal de Minas Gerais – Tem interesse nas áreas de Banco de Dados, Recuperação de Informação, Bibliotecas Digitais e Sistemas de Informação Geográfica, atuando principalmente em temas relacionados a Bibliotecas Digitais.

Bruno Rabello Monteiro

Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa (2004) e mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Viçosa (2007) – Tem interesse nas áreas de Banco de Dados e Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas de Informação Geográfica, Governo eletrônico e Banco de Dados.

Jugurta Lisboa Filho

Possui graduação em Informática pela UFRJ (1983), mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação pela COPPE/UFRJ (1992) e doutorado em Ciências da Computação pelo Instituto de Informática da UFRGS (2000) – Atualmente é professor no Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, onde atua na graduação e pós-graduação – Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em banco de dados, atuando principalmente nos seguintes temas: bancos de dados geográficos, sistemas de informação geográfica, modelagem de bancos de dados e agroinformática.

Mauro Nacif Rocha

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais (1990), mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997) e doutorado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2001) – Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Viçosa – Tem experiência na área de Ciência da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: computação móvel, simulação, pesquisa operacional e engenharia de software.