

QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO MÓVEL COMO AUXÍLIO À PRODUÇÃO DE MAPAS CADASTRAIS EM DISCIPLINAS DE GEOPROCESSAMENTO

Cristiano Jackson da Costa COELHO; Rafael Fernandes LOPES; Marcos Antonio Silva Freire JUNIOR

Departamento Acadêmico de Informática
Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão (CEFET-MA)
Av. Getúlio Vargas, 04, Monte Castelo, São Luís, MA, Brasil
E-mail: crisjcc3000@yahoo.com.br, rafaelf@cefet-ma.br, marcfreire@gmail.com

RESUMO

Com o desenvolvimento das tecnologias de informação, como redes sem fio, hardware e software, os dispositivos móveis tornaram-se cada vez mais baratos e poderosos. Este fato impulsionou a geração de novos serviços móveis e a popularização de dispositivos portáteis, como PDAs e celulares. Entre as diversas áreas que vem sofrendo o impacto desta evolução, pode-se destacar a área de geoprocessamento. O objetivo deste trabalho é desenvolver um formulário eletrônico de cadastro para PDA e armazená-lo em um banco de dados georreferenciado para auxiliar a produção de mapas cadastrais por alunos em disciplinas de geoprocessamento. A metodologia aqui proposta abordou o desenvolvimento de uma infra-estrutura de software que permitiu a utilização de tecnologias de computação móvel. A ferramenta de desenvolvimento que foi utilizada é o SuperWaba e o SGDB (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) foi o MySQL. Com isso espera-se agilizar a coleta e a tabulação de dados georreferenciados pelos alunos de geoprocessamento o que facilitaria a produção de mapas cadastrais.

Palavras-chave: formulário eletrônico, serviços móveis, banco de dados georreferenciado, mapas cadastrais, geoprocessamento

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das tecnologias de informação, como redes sem fio, hardware e software, os dispositivos móveis tornaram-se cada vez mais baratos e poderosos. Este fato impulsionou a geração de novos serviços móveis e a popularização de dispositivos portáteis, como PDAs e celulares. Entre as diversas áreas que vem sofrendo o impacto desta evolução, pode-se destacar a de geoprocessamento.

A área de geoprocessamento faz uso de sistemas de informação que permitem a captura, modelagem, manipulação, recuperação, consulta, análise e apresentação de dados geograficamente referenciados (CAMARA NETO, 1995). Estes dados, no entanto, são provenientes de cadastros realizados em campo, utilizando equipamentos (como o GPS) e formulários (contendo questionários para o registro das informações coletadas). Entretanto, quando estes cadastros são efetuados utilizando questionários impressos em papel, eles podem demandar muito tempo para serem realizados, além de não garantir uma forte confiabilidade das informações coletadas. Corre-se ainda o risco de haverem danos físicos aos questionários (rasuras, perdas, etc.) ou mesmo que estes encontrarem-se ilegíveis.

Vislumbrando a possibilidade da obtenção de informações a qualquer hora e lugar, de forma confiável, surgiu a idéia de combinar os recursos disponibilizados pela computação móvel com as claras demandas da área de geoprocessamento. Nesse contexto, estão sendo cada vez mais utilizados sistemas computacionais móveis em substituição aos tradicionais questionários em papel. Estes questionários eletrônicos permitem a realização de cadastros georreferenciados de uma maneira mais eficaz, rápida e confiável, permitindo ainda a transmissão destes dados para um SGDB (sistema gerenciador de banco de dados), utilizando tecnologias de rede sem-fio. Esses questionários servirão, em outra etapa, para a associação dos dados recolhidos com as entidades espaciais, obtendo como produto futuro um mapa cadastral.

Um mapa cadastral é uma entidade onde cada um de seus elementos é um objeto geográfico, que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas (HARA, 1997). Por exemplo, os lotes de uma cidade são elementos do espaço geográfico que possuem atributos (dono, localização, valor venal, IPTU devido, etc.) e que podem ter representações gráficas diferentes em mapas de escalas distintas. A Figura 1 ilustra um exemplo de mapa cadastral, onde é mostrada a associação existente entre os objetos geográficos e os seus respectivos atributos.

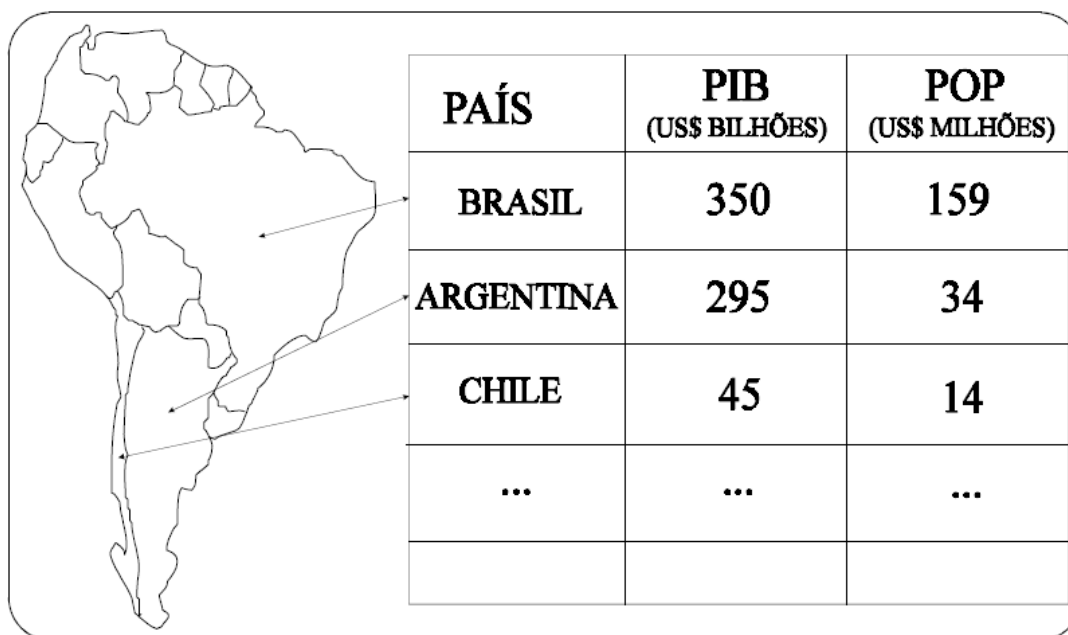


Figura 1 – Exemplo de mapa cadastral, mostrando alguns países da América do Sul com seus respectivos atributos descritivos. FONTE: (HARA, 1997)

O ensino de disciplinas de geoprocessamento, seja no nível técnico ou superior, envolve conhecimentos relativos à confecção de mapas cadastrais. Entretanto, as fragilidades relacionadas aos meios tradicionais de coleta de dados representam um entrave ao processo de ensino deste conteúdo. Isto se deve principalmente às limitações de tempo necessárias para a realização de um cadastro real, etapa obrigatória para a construção de mapas cadastrais.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma plataforma computacional que facilite a coleta e a tabulação de dados georreferenciados, por alunos de disciplinas de geoprocessamento. Para tanto, foi desenvolvido um questionário eletrônico acessível a partir de dispositivos de computação móvel. A utilização desta ferramenta traz como principal vantagem a otimização do processo de coleta, sistematização e armazenamento dos dados de campo para a posterior produção de mapas cadastrais, além do incentivo ao uso de novas tecnologias pelos alunos de geoprocessamento. O questionário desenvolvido foca na coleta de informações empresariais, que poderão ser utilizados por professores de disciplinas relacionadas para confeccionar um vasto conjunto de mapas cadastrais de empresas. Através desta ferramenta será possível aos alunos vivenciar todo o processo de coleta e confecção dos mapas cadastrais de uma maneira bastante facilitada, agregando novos conhecimentos relacionados ao processo de aquisição de dados. Os dados coletados nos dispositivos podem ser enviados para um servidor central, através de uma rede sem-fio, permitindo que os dados sejam automaticamente formatados e tabulados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente o IBGE vem substituindo o tradicional questionário em papel pelo computador de mão ou PDAs (*Personal Digital Assistants*). O PDA está sendo intensivamente empregado na coleta de dados do censo 2007 (IBGE, 2007). Neste caso, teremos verdadeiros mapas cadastrais referentes a cada residência da zona urbana e rural recenseadas.

Outro uso que está se tornando comum é o aumento de pesquisas de campo com o preenchimento de formulários através de PDAs na área de saúde pública (CESAR, 1996). Salomão (2002) afirma a importância do uso de PDAs para a maioria das pesquisas de campo na área de saúde e atendimento hospitalar, pois em algumas ocasiões são realizadas no domicílio, facilitando a organização sistemática dos dados coletados para armazenamento e posterior transmissão das informações para possibilitar a realização de análises.

3. METODOLOGIA

3.1. Análise do Sistema

O questionário eletrônico desenvolvido neste trabalho foi o de cadastro empresarial. Dessa forma, elaborou-se um questionário dividido nas seguintes seções (que também representam os menus de navegação entre as telas do software desenvolvido): *Coordenadas; Áreas de atividade; Dados institucionais; Identificação do empresário; Situação Institucional; Situação do imóvel; Logística; Desafios Institucionais; Desafios de capital e Satisfação com o empreendimento*. Cada uma destas seções agrupa uma série de questões relacionadas. Parte do questionário que foi tomado por base para o desenvolvimento da versão eletrônica é apresentado na Figura 2.

NOME DO ENTREVISTADOR: _____
DATA ____/____/____

QUESTIONÁRIO EMPRESARIAL

COORDENADAS

1. LATITUDE

Graus _____

Minutos _____

Segundos _____

Hemisfério () Norte () Sul

2. LONGITUDE

Graus _____

Minutos _____

Segundos _____

Hemisfério () Leste () Oeste

ÁREA DE ATIVIDADE

3. ATIVIDADE PRINCIPAL

Seção _____

Divisão _____

Número _____

4. EXTRA 1

Seção _____

Divisão _____

Número _____

5. EXTRA 2

Seção _____

Divisão _____

Número _____

DADOS INSTITUCIONAIS

6. Cod setor _____

7. Empresa _____

8. Responsável _____

9. Endereço _____

10. Bairro _____

11. CEP _____ - _____

12. Telefone (____) _____ - _____

Figura 2 – Parte do questionário implementado para PDA

Após a definição do escopo do questionário empresarial, foi produzido um diagrama de casos de uso, para verificar as demandas do software pelos principais usuários (administrador e recenseador) para então iniciar a implementação dos formulários eletrônicos para os PDAs.

3.2. Plataforma de desenvolvimento

Para o desenvolvimento dos questionários utilizou-se a plataforma SuperWaba, derivada de um projeto de software livre chamado Waba, da empresa WabaSoft. A plataforma SuperWaba é utilizada para o desenvolvimento de aplicações para PDAs (*Personal Digital Assistants*), possuindo uma máquina virtual própria para a execução de aplicações neste tipo de dispositivo. O SuperWaba conta atualmente com versões para as plataformas DOS, Linux, Windows CE, Gameboy e PalmOS (SUPERWABA, 2007).

O SuperWaba é distribuído em duas versões: *Community* e *Professional*, cada uma usando diferente licenças: GNU GPL (*General Public License*) e GNU LGPL (*Lesser General Public License*), respectivamente. Ambas as licenças foram criadas pela FSF (*Free Software Foundation*) e garantem aos usuários SuperWaba: acesso ao código fonte e liberdade de modificação, execução e distribuição de todos os softwares. A versão *Community* utiliza a licença GNU GPL que não permite o desenvolvimento e distribuição de aplicações proprietárias (i.e. com código-fonte fechado), obrigando que qualquer aplicação desenvolvida seja distribuída sob a mesma licença GNU GPL e seja, portanto, também distribuída como software livre. Já a

versão *Professional* utiliza a licença GNU LGPL, que permite o desenvolvimento de aplicações proprietárias com o código fonte fechado. Neste caso, o desenvolvedor pode modificar a licença original por qualquer outra licença que deseje (SUPERWABA, 2007). Entretanto, a versão *Professional* só é disponibilizada mediante o pagamento de direitos de uso. Neste trabalho utilizou-se a licença GNU GPL.

3.3. Comunicação com o servidor

A comunicação dos PDAs com um servidor permite que os dados coletados sejam facilmente transferidos para um banco de dados central, responsável por armazenar as informações capturadas em campo. A partir das informações contidas neste banco de dados torna-se possível ao professor demonstrar aos alunos como confeccionar mapas cadastrais a partir dos dados coletados.

Neste trabalho foi utilizada a tecnologia de serviços web para a transmissão dos dados para o servidor. Os serviços web são uma solução comumente utilizada para a integração de sistemas e na comunicação entre aplicações desenvolvidas em plataformas diferentes. Com esta tecnologia é possível que novas aplicações possam interagir com aquelas que já existem e com sistemas desenvolvidos em plataformas diferentes. Serviços web são aplicações modulares que podem ser descritas, publicadas e invocadas através de uma rede de computadores. Eles permitem a integração de aplicações de maneira rápida e eficiente (HANSEN, 2002; KREGER, 2001).

A tecnologia de serviços web é baseada na linguagem XML (*eXtensible Markup Language*) (BRAY, 2000), e permite invocar ou reutilizar um serviço sem a necessidade de conhecer a plataforma ou linguagem de programação usada na sua construção. Toda a comunicação é baseada na troca de mensagens XML em formatos padronizados.

A comunicação entre o cliente móvel (i.e. questionário eletrônico) e o servidor que disponibiliza um serviço web, é realizada através de tecnologias de rede sem-fio. As tecnologias atualmente suportadas por esta aplicação são as tecnologias bluetooth IEEE 802.11b (Wifi). A arquitetura da solução desenvolvida é apresentada na Figura 3.

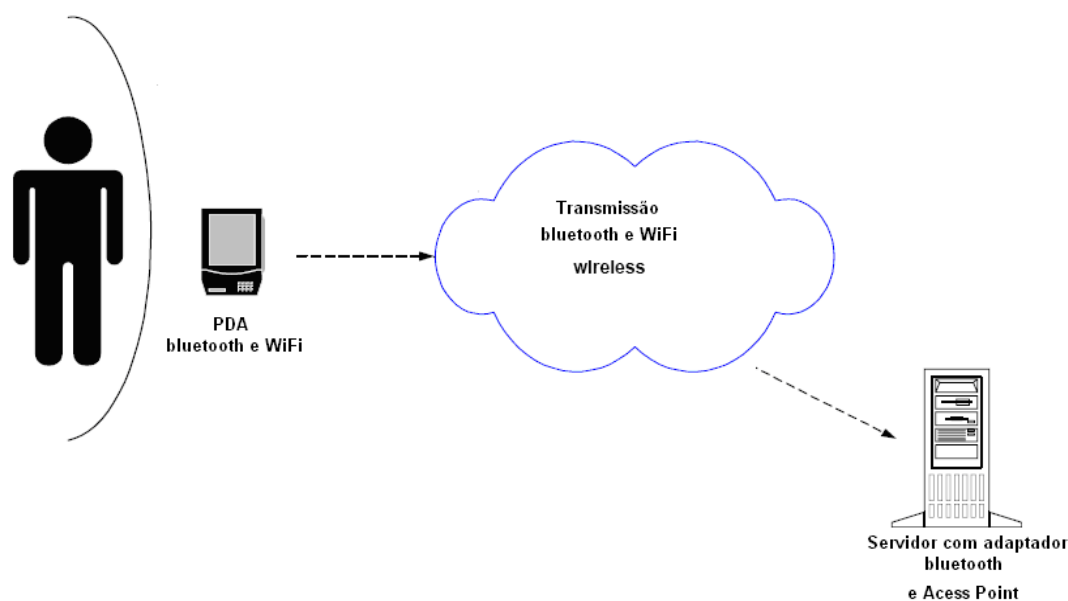


Figura 3 – Arquitetura de funcionamento do sistema

3.4. Sistema gerenciador de banco de dados

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) utilizado para armazenar os dados dos questionários eletrônicos foi o MySQL (desenvolvido pela empresa MySQL AB). Atualmente o MySQL é distribuído sob a licença GNU GPL ou sob uma licença comercial para quem não quer seguir os termos da GPL. O MySQL é o banco de dados de código aberto mais popular do mundo, com mais de 6 milhões de instalações entre sítios web, datawarehouses, aplicações comerciais e outra mais. Usuários como Yahoo! Finance, MP3.com, Motorola, NASA, Silicon Graphics, e Texas Instruments usam o MySQL em aplicações de missão crítica. O mesmo funciona em mais de 20 plataformas, incluindo Linux, Windows, HP-UX, AIX e Netware (MYSQLBRASIL, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do processo de levantamento de requisitos realizado, foi possível construir um diagrama de casos de uso com a representação de todos os atores envolvidos. Este diagrama é apresentado na Figura 4.

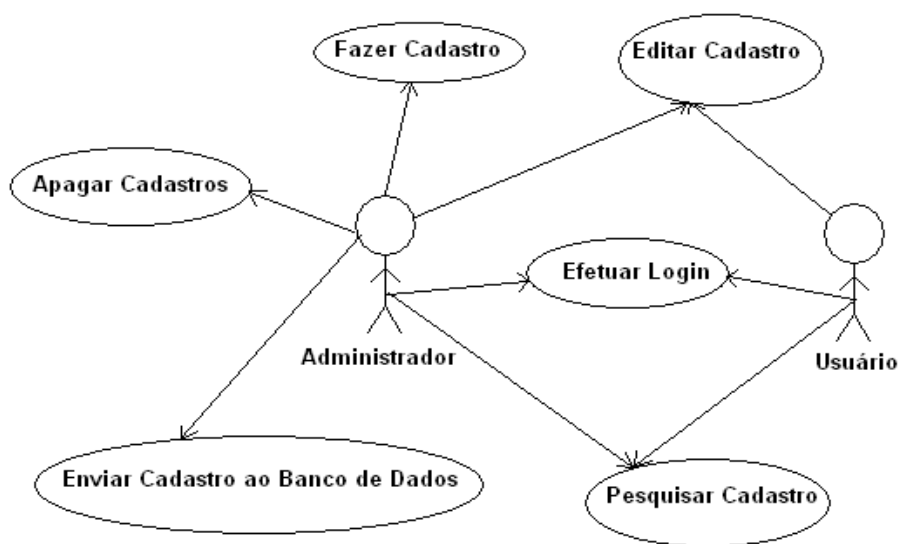


Figura 4 – Diagrama de Casos de Uso do cadastro empresarial

O sistema permite a realização de cadastro de empresas através da utilização de PDAs, prevendo a existência de dois tipos de atores: o administrador e o usuário. Este último tem permissões para: (a) realizar o login no sistema de cadastro; (b) editar cadastros; e (c) pesquisar cadastros já realizados. Já o administrador, além de todas as ações citadas anteriormente, pode ainda: (a) apagar cadastros e (b) enviar os questionários para um servidor de censos (a interface gráfica do servidor é apresentada na Figura 5), responsável por armazenar os dados recebidos no banco de dados MySQL. É importante mencionar que cada cadastro realizado deve conter, obrigatoriamente, as coordenadas da empresa sendo cadastrada. Isso é necessário para permitir a associação entre os dados coletados e suas respectivas entidades espaciais, quando da produção de mapas cadastrais pelos alunos da disciplina.

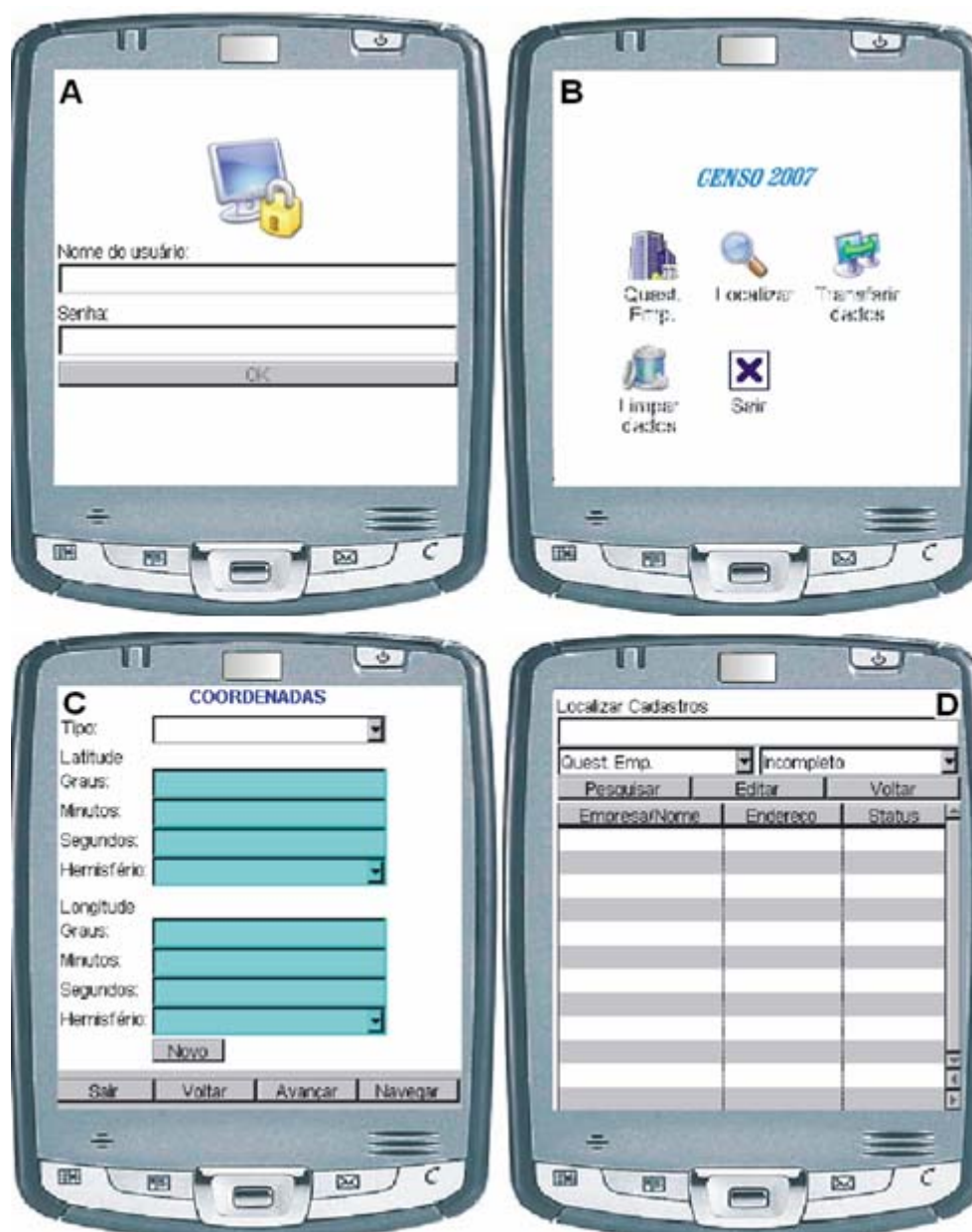


Figura 5 – Servidor que recebe os dados do questionário eletrônico

A Figura 6 apresenta um conjunto de dados coletados e salvos pelo servidor em um banco de dados relacional MySQL. Estes dados foram cadastrados utilizando o questionário eletrônico desenvolvido no contexto deste trabalho. Algumas telas deste software são apresentadas na Figura 7.

id	data	hora	serial	usuario	validate	LatGraus	LatMin	LatSeg
2582	16/08/2007	15:38:06	3	RONALD	completo	02	31	05.75
2583	16/08/2007	16:00:34	3	RONALD	completo	02	31	31.96
2584	16/08/2007	16:07:03	3	RONALD	completo	02	31	21.64
2585	16/08/2007	17:05:07	3	RONALD	completo	02	31	26.02
2586	16/08/2007	17:02:06	3	RONALD	completo	02	31	24.68
2587	17/08/2007	09:25:25	3	RONALD	completo	02	31	04.11
2588	17/08/2007	09:32:58	3	RONALD	completo	02	31	05.95
2589	17/08/2007	09:39:09	3	RONALD	completo	02	31	06.59
2590	17/08/2007	09:51:52	3	RONALD	completo	02	31	10.47
2591	17/08/2007	16:58:21	3	RONALD	completo	02	31	14.25
2592	17/08/2007	10:10:52	3	RONALD	completo	02	31	14.25
2593	17/08/2007	10:41:23	3	RONALD	completo	02	31	11.05
2594	17/08/2007	11:41:54	3	RONALD	completo	02	31	08.64
2595	17/08/2007	14:40:18	3	RONALD	completo	02	31	05.00
2596	17/08/2007	14:53:52	3	RONALD	completo	02	31	03.23
2597	17/08/2007	15:32:16	3	RONALD	completo	02	31	03.48

Figura 6 – Dados inseridos no banco de dados através dos PDAs



(A. Tela de Login; B. Tela principal do sistema; C. Tela Inicial do Questionário; D. Tela de pesquisa e Edição de formulários)

Figura 7 – Telas do Sistema de questionário eletrônico

Durante o processo de cadastro, levantaram-se alguns aspectos importantes que foram ser considerados no projeto deste sistema. Entre estes aspectos, encontram-se os seguintes:

- a) Deve-se garantir que todos os PDAs estejam carregados e com os programas necessários devidamente instalados;
- b) Mecanismos de autenticação e autorização de usuários são essenciais neste tipo de aplicação em que mais de um ator deve utilizar o mesmo sistema;
- c) É necessário sempre efetuar a verificação do *log* do servidor para garantir que não houveram problemas na transmissão das informações, certificando-se que todas as informações estão íntegras, ou se há a necessidade de retransmiti-las; e
- d) A realização de backups é necessária sempre após a transmissão dos dados, de forma a evitar a perda das novas informações transmitidas e, conseqüentemente, o trabalho de recadastrar mais de uma vez a mesma instituição.

Entre as principais vantagens observadas no uso dos PDAs para a realização de cadastros foram: (a) a crítica imediata dos dados digitados, o que possibilita a correção da informação no ato da entrevista; (b) a economia de papel; (c) a praticidade na coleta e facilidade na tabulação; (d) o preenchimento de todos os quesitos obrigatórios, o que evita a falta de resposta por esquecimento ou erro do recenseador; (e) a personalização da ordem de preenchimento dos dados a partir de saltos automáticos pelos diversos formulários disponíveis, dispensando a passagem por quesitos para os quais, eventualmente, não há informações, otimizando o tempo do recenseador e do informante; (f) são de fácil treinamento, não sendo necessários conhecimentos prévios de informática para utilizar o sistema; (g) acompanhamento, em tempo real, do andamento da coleta de dados em todos os lugares onde estiver o cadastro estiver sendo realizado, propiciando um melhor gerenciamento do trabalho e identificando problemas nos conjuntos de dados; (h) facilidade de extração de dados e criação de ambientes gerenciais; (i) os dados coletados são geoposicionados, uma vez que cada cadastro realizado exige o preenchimento das coordenadas presentes no formulário.

Dentre as principais desvantagens no uso de PDAs para o cadastro em formulários eletrônicos temos: (a) a fragilidade dos PDAs, pois estes são equipamentos que requerem muito cuidado por parte dos recenseadores, devendo ser tomadas algumas medidas como, por exemplo, o uso de capas protetoras; (b) estes equipamentos podem ser facilmente extraviados (e.g. roubado, perdido, etc.); (c) necessidade de um estoque de aparelhos, para que os que apresentem defeitos possam ser substituídos imediatamente (para não comprometer o cadastramento); (d) falta de prática por parte dos usuários na manipulação dos equipamentos; (e) limitação no espaço de armazenamento de dados; (f) limitação da capacidade das baterias (caso os PDAs descarreguem totalmente ou a bateria seja retirada do equipamento, todos os dados são perdidos).

Futuramente, pretende-se levar este questionário eletrônico à sala de aula e com eles ministrar aulas sobre mapeamento cadastral em disciplinas de geoprocessamento. Dessa forma, será possível testar o comportamento dos alunos frente a novas tecnologias e também será possível mostrar como relacionar o banco de dados cadastrado pelos alunos a entidades espaciais, através do uso de softwares SIG (sistema de informação geográfica), dentre eles: *Spring*, *Arc View*, *Auto Cad Map*, e outros para que os alunos possam utilizá-los para produzir os mapas cadastrais a partir dos dados coletados por eles em campo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de questionários digitais georeferenciados para PDAs torna desnecessário o processo de digitação das respostas obtidas por formulários em papel, economizando papel e minimizando o tempo necessário para realizar a coleta dos dados. Através deste software também é possível realizar a validação automática dos campos de entrada de dados dos formulários, minimizando a ocorrência de erros durante a aquisição das respostas.

Os dados, após coletados, são armazenados em um banco de dados georreferenciado, permitindo uma organização sistemática do processo de confecção de mapas cadastrais e impedindo incoerências nos dados. Além disso, o questionário eletrônico implementado neste trabalho visa ainda facilitar a tarefa de associação dos dados coletados com suas respectivas entidades espaciais, permitindo a posterior produção de mapas cadastrais. Estes mapas são de fundamental importância no processo de tomada de decisão de diversos tipos de instituições.

O desenvolvimento deste sistema visou se beneficiar dos recursos tecnológicos da computação móvel para aprimorar o procedimento de pesquisa em campo em geoprocessamento, contribuindo para a viabilização de avaliações mais rápidas e precisas. Através do uso desta ferramenta, o processo de coleta dos dados torna-se bastante facilitado, permitindo um maior enfoque das disciplinas de geoprocessamento nos conceitos relacionados à produção dos mapas cadastrais por parte dos alunos.

REFERÊNCIAS

- BRAY, T.; PAOLI, J.; SPERBERG-MCQUEEN, C. M; MALER, E. **Extensível Markup Language (XML) 1.0** – Second Edition. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2000/REC-xml-20001006> . Acesso em: 11/07/2007.
- CÂMARA NETO, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1995.
- CESAR. C.L; FIGUEIREDO, G.M; WESTPHAL, M.F; CARDOSO, M.R; COSTA, M.Z; GATTAS, V.L. **Referred morbidity and the utilization of health services in Brazilian urban areas: methodology**. Rev Saúde Pública. 1996 Apr; 30(2):153 60.
- HANSEN, R. P.; SANTOS, C.T.; PINTO, S. C. C. S.; LANIUS, G. L and MASSEN, F. **Web Services: An Architectural Overview**. First International Seminar on Advanced Research in E-Business - EBR 2002. PUC-RIO, November 2002.
- HARA, L. T. **Técnicas de Apresentação de Dados em Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1997.
- IBGE. **Censo 2007**. Disponível em: <http://censos2007.ibge.gov.br/inovacoes.shtm> Acesso em: 24/06/2007
- IBM. **Rational Unified Process** Disponível em: <http://www-306.ibm.com/software/rational/> Acesso em: 24/06/2007
- KREGER, H. **Web Services Conceptual Architecture**. IBM Software Group, May 2001.
- MySQLBrasil. **Razões para Utilizar MySQL**. Disponível em: <http://www.mysqlbrasil.com.br/empresa> Acesso em : 24/06/2007
- SALOMÃO, D.S. **“Utilização de Computadores de Bolso no Atendimento Médico Hospitalar”**, em UNIFESP, Departamento de Informática em Saúde –disponível, 2002 em: www.disacad.unifesp.bbr/mobile/arquivos/Public_PDA.html]. acesso em: 15/08/2007
- SUN MYCROSISTEMS. **Java**. Disponível em: <http://www.sun.com/java/> Acesso em: 20/06/2007
- SUPERWABA. **Plataforma**. Disponível em: <http://www.superwaba.com.br/pt/license.asp>. Acesso em: 22/06/2007.