

INVESTIGAÇÃO SOBRE INTEGRAÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS SIG E GPS ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO.

Silvana Cândida de Araújo¹

Nilton Nobuhiro Imai²

João Francisco Galera Monico³

**Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Campus de Presidente Prudente
Departamento de Cartografia**

Rua Roberto Simonsen, 305 - CP 957
19060-900, Presidente Prudente, SP

¹ scaraujo@eletropaulo.com.br. ² nnimai@prudente.unesp.br,
³ galera@prudente.unesp.br

Resumo

A falta de sistematização dos dados existentes dentro da maioria das companhias prestadoras de serviços públicos constitui-se em um obstáculo no processo de tomada de decisão realizado para gestão dos recursos dessas companhias. Para sanar esse problema necessita-se que esses dados sejam organizados de forma a agilizar sua utilização. Nesse trabalho apresenta-se uma proposta de sistematização de dados para integração de geotecnologias, de modo a suprir a demanda por informação de órgãos prestadores de serviço. Este trabalho foi realizado através de um estudo de caso, o qual mostrou que a integração SIG e GPS propicia uma solução bastante satisfatória para o problema.

Abstract

The lack of systematization of the existent database inside most the companies that provide public services is an obstacle in the decision process accomplished by the administration of the company resources. In order to solve this problem, it is needed that the database be organized in order to that facility utilization. In this paper a systematization process is proposed, which involves the integration of geotechnologies, aiming to supply the demand for information in such organization. This work was accomplished through a case study, from which one can conclude that the SIG/GPS integration provides a good solution to the problem.

Palavras chaves: SIG, GPS, Integração.

1. INTRODUÇÃO

Ao observar os ambientes das diversas companhias prestadoras de serviços públicos nota-se que essas possuem uma grande preocupação em obter dados pertinentes aos seus trabalhos. Isso ocorre, principalmente, quando se referem aos dados geográficos dos elementos de suas infra-estruturas implantadas sobre ou sob a superfície terrestre. Entretanto, esses dados nem sempre estão organizados de uma forma que atendam, satisfatoriamente, a demanda por informação. O que se encontra, na maioria dos casos, são dados localizados setorialmente, sem um elo de ligação entre esses, atendendo somente ao usuário proprietário do dado. Como consequência, as tomadas de decisões que necessitam integrar dados oriundos de outros setores, ou até mesmo de outras companhias prestadoras de serviços, tornam-se deficitárias.

Assim, a falta de sistematização dos dados conduz a processos de tomada de decisões inadequados,

ocasionando, por vezes, outro problema a ser solucionado. E, ainda, outras consequências podem surgir, como a dificuldade em simular situações diante da necessidade de planejar a implantação de novas estruturas, possível elevação dos custos sobre os serviços prestados e prejuízos na agilidade das intervenções, quando necessárias.

Possuir dados sistematizados garante a eficiência no processo de busca por informação. Assim, setores que possuem os seus dados organizados viabilizam a interação entre os mesmos, de forma a atender as demandas por informações internamente e externamente, proporcionando a integração de dados de forma coerente dentro da companhia, resultando em melhor performance de gestão.

Tratando-se de órgãos prestadores de serviços à comunidade, deve-se lembrar que a informação necessária para uma tomada de decisão não se refere apenas à informação convencional de um banco de dados, mas à realidade geográfica. Ou seja, torna-se necessário conhecer quais objetos são pertinentes para a

companhia, destacando sua posição e os atributos que o descrevem.

Assim, ao enfatizar as necessidades de informação de um usuário, essa estará disponibilizada em duas formas complementares entre si: posição (onde está?) e atributos (para que serve?).

Entretanto ao contrário do que é diagnosticado como necessidade, para os órgãos prestadores de serviço, a informação geográfica não recebe a devida importância, gerando problemas nos mais diversos momentos de tomada de decisão. Não conhecer “onde” e “o que” está locado torna-se um obstáculo para a continuação de qualquer processo envolvendo informação geográfica.

Essa deficiência alcança amplitudes maiores quando um determinado órgão ou setor necessita utilizar suas informações em conjunto com outro órgão ou setor. Não é possível encontrar os relacionamentos entre os dados, resultando em respostas inconsistentes para os questionamentos envolvidos em uma tomada de decisão.

Como exemplo, uma prestadora de serviços de telefonia que deseja implantar um sistema de cabos subterrâneos, em uma cidade que utiliza gás canalizado. A companhia telefônica necessita conhecer a localização da rede de gás, de forma a projetar a implantação de seu sistema em conformidade com as normas previstas. Caso, essa informação não esteja disponível de forma confiável, infortúnios podem ocorrer.

A adoção de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), devidamente estruturado, garante subsídios para a tomada de decisões, viabilizando o fluxo das informações de forma a atender a demanda por informação interna e externa de um órgão ou setor prestador de serviços. Permite, ainda, que a comunidade seja satisfatoriamente atendida, disponibilizando os serviços com qualidade e baixo custo.

A carência por informação adequada ao suporte de processos de tomada de decisão agrava-se devido a falta de coerência entre as diversas fontes de dados vigentes. Assim, a implantação de um sistema de informações que atenda da melhor forma possível, as necessidades do usuário passa pela adequação dessas fontes de dados a fim de viabilizar a integração dos dados coletados.

O conceito de SIG explora o fato de possibilitar a introdução de dados oriundos de fontes diversas. Segundo GOODCHILD (1985), SIG “é um sistema integrado, para capturar, armazenar, manipular, analisar e exibir informações referentes às relações numa natureza geográfica”. Portanto, um SIG pode prever a introdução de dados capturados por diversas fontes de dados, desde que essas atendam as necessidades de informação geográfica do usuário.

As geotecnologias, geralmente, utilizadas como fontes de dados para um sistema de informação são as técnicas topográficas, fotogrametria, sensoriamento remoto, SIG's, e emergindo, atualmente, o uso de técnicas utilizando o sistema de posicionamento global (GPS). Porém, implantar um SIG requer mais que adquirir dados através de diversas fontes. Necessita de um modelo de dados condizente com a demanda por informação de modo a garantir seu bom funcionamento.

1.1. OBJETIVO

O trabalho aqui apresentado, tem por objetivo apresentar uma forma de sistematizar a integração de geotecnologias para suprir a demanda por informação de órgãos prestadores de serviços, tendo como foco principal a integração entre o SIG e o GPS.

1.2. CONTEÚDO DO TRABALHO

Esse trabalho está organizado da seguinte forma: abordagem metodológica, estudo de caso e conclusões.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOGRÁFICOS

A elaboração de uma linha de estudo para projetar um SIG cuja base de dados seja formada pela integração de diversas fontes de dados requer a definição de um método de trabalho.

O sistema deve atender às necessidades por informação do usuário, sendo esse o ponto inicial para o desenvolvimento de um método que viabilize a elaboração de um SIG.

Assim, a realização de um diagnóstico torna-se imprescindível, devendo-se destacar qual o tipo de informação é relevante ao usuário, os recursos disponíveis e quais as vantagens que podem ser visualizadas, como o retorno sobre o investimento. Os dois primeiros itens (informação e recursos) são instrumentos chaves para a elaboração do sistema. Em contrapartida, necessita-se que o usuário seja estimulado a implantar o sistema. Para tanto, deve-se interá-lo sobre as vantagens que poderão ser conquistadas.

Com a realização do diagnóstico sobre o ambiente do usuário, um modelo de dados pode ser estruturado. Deve-se ressaltar que esse modelo de dados representa a realidade geográfica, e não a realidade contábil ou de recursos humanos, entre outras que não possuem componente espacial. Isso não ocorre na maioria dos órgãos que necessitam de informação georreferenciada.

Uma forma de modelar essa realidade é com base no paradigma “dos quatro universos” (CÂMARA *et al*, 1996).

Nesse paradigma, o processo de modelagem dos dados percorre níveis de abstração, os quais permitem que a realidade observada seja formalmente conceituada de forma a ser representada em um modelo computacional, abrangendo os quatro universos: real, conceitual, representação e implementação.

Elaborado o modelo conceitual transfere-se a outro nível de abstração, a modelagem de sua representação dentro do sistema computacional selecionado. O modelo de representação deverá ater-se aos sistemas de aquisição de dados disponíveis e a forma de manipulação e visualização do objeto geográfico através do dispositivo gerenciador, ou seja, observação das estruturas semânticas apresentadas pelos dispositivos.

Um produto gerado durante a modelagem da representação é a definição de um dicionário de dados, o qual deve ser fundamentado sobre as estruturas semânticas dos dispositivos de gerência e aquisição dos

dados. Deve-se observar que, através da análise das estruturas semânticas, torna-se possível investigar as formas de integração entre os sistemas.

A etapa de modelagem referente ao universo de implementação trata da realização do sistema, isto é, a aquisição e tratamento dos dados, disponibilização em formatos e sua posterior introdução na base de dados do SIG, executando as manipulações e análises previstas no diagnóstico. A modelagem do universo de implementação deve ser realizada de maneira que as técnicas de aquisição de dados sejam aplicadas de forma a garantir que a informação posicional e descritiva possuam a qualidade necessária ao usuário.

A etapa de integração de geotecnologias é obtida através da configuração das características dos dados, ou seja do modelo de dados elaborado, obedecendo as estruturas de representação dos sistemas ou fontes de dados geográficos e do sistema de informação.

A possibilidade de integrar tecnologias, sejam essas de qualquer espécie, tende a fornecer uma amplitude maior no campo de questionamentos e respostas, uma vez que várias espécies de fontes de dados podem ser agregadas em um meio gerenciador final desses dados. No caso específico dessa investigação, evidencia-se a aquisição de dados, através da tecnologia GPS e o gerenciamento desses dados em um SIG.

Para o entendimento da integração realizada é necessário compreender o sistema adotado, para a sua implantação, isto é, os *software* que serão utilizados pelas tecnologias em questão. São apresentados, aqui, o estudo sobre os modelos semânticos dos *software* Reliance da ASHTECH (GPS) e do PC ARC/INFO (SIG), as ferramentas computacionais utilizadas para a realização desse estudo de caso.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. ÁREA DO EXPERIMENTO

Á área selecionada para a realização da investigação da integração das tecnologias SIG e GPS está situada nos limites urbanos do município de Presidente Prudente, no Bairro Humberto Salvador (FOTO 1). As características apresentadas por essa área são encontradas em outras áreas, também situadas nos limites urbanos.

A dificuldade de cadastrar os elementos da infra-estrutura da SABESP, utilizando-se da norma cadastral da SABESP, decorre da inexistência de elementos físicos que possam servir para a realização da técnica de trilateração. Apesar da existência de posteamento em todas as ruas, o mesmo não pode ser utilizado confiantemente, devido à precariedade de sua posição, uma vez que a todo instante observa-se máquinas trabalhando na área, seja para compactação das ruas de terra, para abertura de valas e/ou alargamento das ruas. Assim, obter uma solução

alternativa para o cadastro das redes de abastecimento de água e coleta de esgoto, nessa área, é necessário à empresa

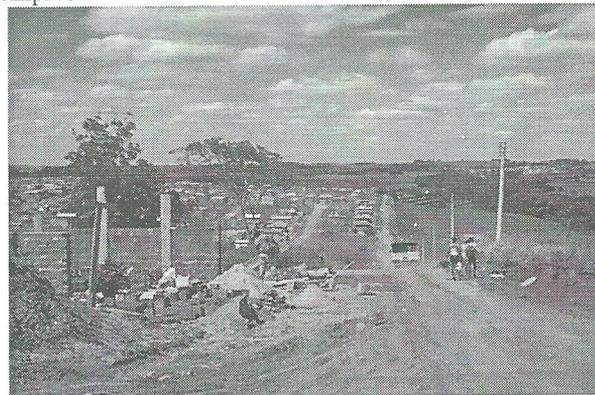


FOTO 1 - Área selecionada para o experimento.

A infra-estrutura de distribuição de água e coleta de esgoto da SABESP está dividida através de redes e ramais, os quais podem ser destinados para a distribuição de água, coleta de esgoto ou ligações domiciliares. Cada espécie de rede possui características distintas entre si.

O estudo destes elementos juntamente com os boletins de cadastro fornecem meios para a modelagem de dados geográficos e definição de um dicionário de atributos para ser introduzido na coletora do receptor GPS, viabilizando a coleta de dados.

3.2. MODELAGEM

Um modelo conceitual foi elaborado a partir da compreensão das necessidades da companhia, destacando os elementos constituintes das redes de distribuição de água e coleta de esgoto, em conjunto com os seus atributos.

A elaboração do modelo conceitual foi baseada na metodologia de análise e modelagem orientada a objetos (COUGO, 1997). Adotando como esquema o GMOD/UAPE (OLIVEIRA et al., 1997).

A elaboração de um modelo conceitual, para o trabalho em questão, abrange os relacionamentos existentes entre cada elemento abordado e auxilia a execução do projeto. O estudo sobre o ambiente cadastral da SABESP, resultou na elaboração do modelo conceitual de suas necessidades perante as atividades cadastrais. O modelo conceitual pode ser visualizado no esquema da FIGURA 1.

Discriminando no modelo conceitual os elementos a serem cadastrados, esses devem ser modelados através da elaboração de um dicionário de dados, conforme o modelo de representação disponível nos *software* destinados a coleta e gerência do dados.

ao armazenamento de atributos: PAT (tabela de atributos de polígono e pontos), AAT (tabela de atributos de área). A ligação entre os registros dispostos em uma tabela de atributos e a representação espacial através de feições é realizada por um identificador numérico.

3.4. MODELO DE REPRESENTAÇÃO

Um modelo de representação é dependente do *software* utilizado. Neste caso foram adotados o RELIANCE como *software* de tratamento dos dados coletados com os receptores GPS, e o PC ARC/INFO como *software* gerenciador para o SIG. Os modelos de representação devem abordar esses dois *software*,

usando as características comuns para viabilizar a integração entre ambientes.

Dicionários de dados foram elaborados para os geo-objetos dispostos no modelos conceitual (FIGURA 1). Um exemplo de dicionário de dados pode ser visualizado na FIGURA 2, para o geo-objeto R_esgoto, referente a rede de coleta de esgoto.

Para realizar o levantamento com receptores GPS, com coleta de atributos, houve a necessidade de adequar o dicionário de dados de cada geo-classe, à estrutura semântica apresentada pela coletora de atributos. Um exemplo de adequação do dicionário de dados para a coletora do receptor GPS pode ser vista na FIGURA 3, para o sistema de coleta de esgoto.

Dicionário de Dados				
Plano de Informação : <i>R_esgoto</i>				
Classe de feição : <i>label point</i>				
Restrição de Integridade Espacial: <i>deve representar pontualmente o posicionamento de um elemento de conexão entre arcos</i>				
Nome do campo	Tipo	dimensão	Domínio	Descrição
ID_Peça	numérico	4		identificador da peça
Peça	caracter	2	PV PI TL PS CP	Nome da peça existente na posição coletada Poço de Visita Poço de Inspeção Terminal de Limpeza Ponta Seca Caixa de Passagem
Logradouro	caracter	40		Nome do logradouro
Imóvel	Numérico	4	1-10000	Número do imóvel mais próximo a posição coleta
Diametro	Caracter	4		Diametro da rede
Profundidade	Numérico	4	0-10	Profundidade da peça
Estado_conservacao	caracter	10	Excelente Boa Razoável Ruim	Estado de conservação da rede
Estado_funcionamento	caracter	3	Sim Não (obstruido/rede seca)	Estado de funcionamento da rede

FIGURA 2 – Composição do plano de informação da rede de coleta de esgoto

Feição	Nome feição	Nome atributos	Tipo atributo	Descrição
Ponto	SISTCOLESGOTO	Peça	menu	Nome da peça existente na posição coletada
		Logradouro	alfanumérico	Nome do logradouro
		Imóvel	numérico	Número do imóvel mais próximo a posição coleta
		Profundidade	numérico	Profundidade da peça
		Estado_conservacao	menu	Estado de conservação da rede
		Estado_funcionamento	menu	Estado de funcionamento da rede

FIGURA 3 - Elaboração do dicionário de atributos

Para cada tipo de atributo, foram especificadas suas características, as quais constam em ARAÚJO (1999). A estrutura para armazenar e processar os dados coletados no *software* RELIANCE foi definida com

base no fluxo de dados e no seu modelo semântico. A FIGURA 4 apresenta a proposta de estrutura de organização para o *software* RELIANCE.

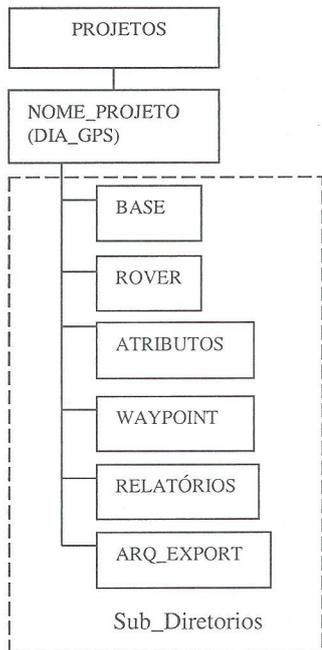


FIGURA 4- Proposta de estrutura de organização para o *software* RELIANCE

A FIGURA 5 apresenta um esquema para a proposta de estrutura de organização em diretório e subdiretórios para o gerenciamento dos dados no *software* ARC/INFO. Dessa forma, a proposta de estrutura de organização possui um diretório principal denominado de CADASTRO_SABESP, o qual conterá os projetos referentes a atividade cadastral. Os subdiretórios dos projetos serão compostos por planos de informações do *software* PC ARC/INFO, sendo cada classe de feições destinadas a um único plano de

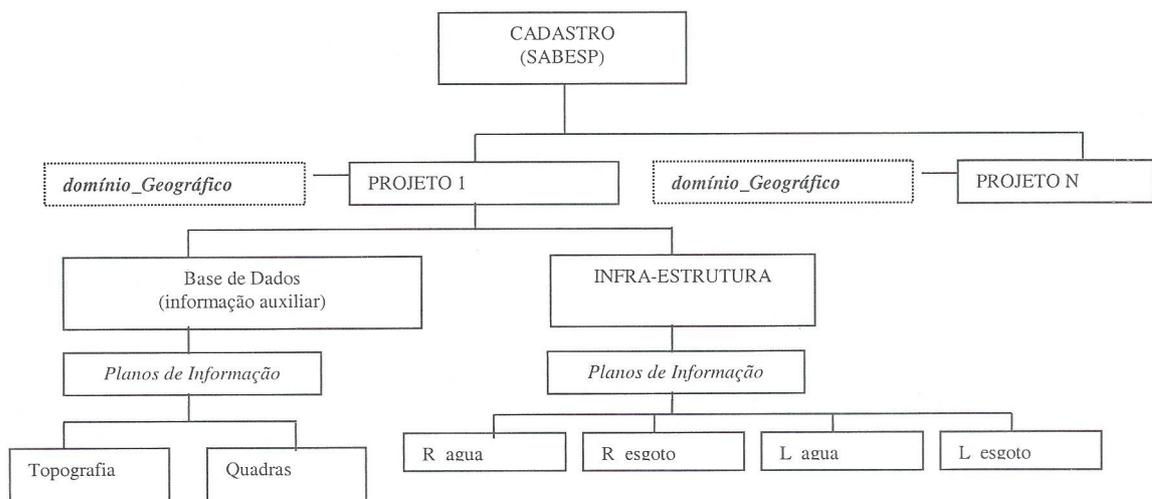


FIGURA 5 - Proposta de estrutura de organização para o *software* ARC/INFO.

3.6. INTEGRAÇÃO DE DADOS

Foram integrados tanto os dados geométricos quanto os dados descritivos, sem apresentar

informação. Cada projeto deverá se restringir aos seus limites geográficos.

3.5. LEVANTAMENTO COM RECEPTORES GPS

A técnica de aquisição para o posicionamento com GPS foi o relativo semi-cinemático. O erro posicional aceitável dos elementos da infra-estrutura da SABESP é de 50 cm, estipulado em acordo com a forma utilizada pela companhia para realização de manutenção desses elementos subterrâneos. Essa forma de manutenção utiliza-se de escavações na superfície sobre a possível localização do elemento de interesse, através de retroescavadeira e/ou pás manuseadas pela equipe de obras, de acordo com a profundidade de implantação das redes.

Através do reconhecimento e planejamento sobre os elementos a serem cadastrados e das características da região que os contém, definiu-se como técnica de levantamento o posicionamento relativo semi-cinemático pós-processado (MONICO, 1998), atendendo a precisão predeterminada, menor ou igual a 50 cm. Definiu-se, ainda, os parâmetros de personalização para o receptor, de acordo com a estação base utilizada (UEPP pertencente a RBMC), tais como: tempo e taxa de coleta de dados (2 minutos e 5 segundos, respectivamente), as observáveis (C/A e L1) e introdução do dicionário de dados.

A coleta de dados foi realizada após a adequação do dicionário de dados, definição da técnica de levantamento e precisão admissível. Os dados coletados foram processados através do *software* RELIANCE.

A precisão pré-estabelecida para o levantamento foi atendida. Os desvios padrão nas coordenadas foram: E entre 2-9 cm, N entre 2-10 cm e H entre 4-16 cm.

dificuldades. Isto, se deve às estruturas semânticas dos *software* selecionados, RELIANCE e PC ARC/INFO.

Os tipos de feições gráficas que podem ser representadas pelos *software* são compatíveis entre si como pode ser visto no FIGURA 6.

<i>Software</i>	ARC/INFO	RELIANCE
FEIÇÃO	label	Ponto
	arco	Linha
	polígono	área
ATRIBUTOS	caracter	alfanumérico
	numérico	numérico
	domínio	menu/submenu

FIGURA 6 - Similaridade semântica entre *software* (RELIANCE E PC ARC/INFO).

Além, das similaridades apresentadas acima, o RELIANCE é capaz de gerar arquivos de exportação compatíveis com o PC ARC/INFO.

Nesse processo o RELIANCE extrai do projeto um conjunto de geo-objetos de uma classe e gera três arquivos de dados. Um deles contém as coordenadas que formam cada feição (ponto, linha ou polígono) e seu identificador, um outro arquivo contém os atributos dessas feições e, finalmente, um arquivo que descreve como o objeto geográfico é constituído a partir dos dados dos arquivos anteriores (tabela de ligação entre registro de atributos e feição espacial). Esses arquivos são gerados no formato ASC/II, compatíveis com a função “GENERATE” de importação de dados ASC/II do ARC/INFO.

Foram realizados testes de integração entre o dispositivo ARCVIEW e a fonte de dados vigente da SABESP, croquis de cadastro em formato CAD. Para a integração de alguns arquivos referentes aos croquis de cadastro foram disponibilizados como temas sobre um plano auxiliar (com quadras e logradouros). Os resultados gráficos obtidos podem ser visualizados na FIGURAS 7, 8 e 9.

3.7. BUSCA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Para a visualização e simulação de algumas consultas utilizou-se o *software* ARCVIEW, no qual pode-se observar a efetivação da integração entre o SIG e os dados coletados através do uso do receptor GPS (FIGURA 7).

A FIGURA 8 mostra uma simulação de consulta em dados coletados com receptores GPS.

Na FIGURA 9, pode-se observar a integração do SIG e outra fonte de dados utilizada pela SABESP, os dados em formato DWG, através de uma simulação de busca.

Observa-se diferenças entre os resultados obtidos nas simulações exemplificadas nas figuras anteriores. Quando a busca é realizada sobre elementos coletados através de receptores GPS com coleta de atributos o resultado é a feição representativa do elemento e suas coordenadas. Entretanto, ao realizar a busca sobre elementos oriundos da fonte de dados vigente na SABESP, em formato DWG, o resultado da busca será a apresentação do croqui de cadastro de localização do elemento constituinte da infra-estrutura implantada.

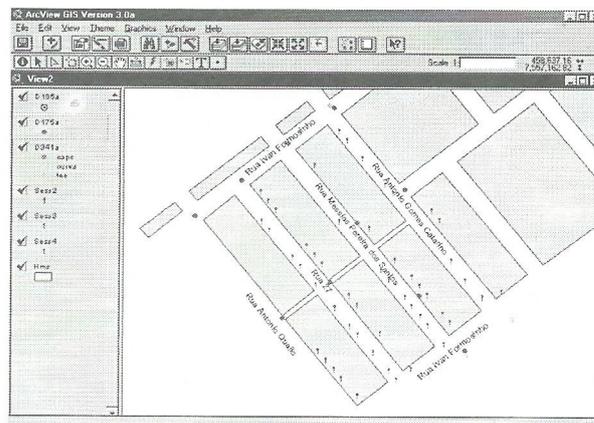


FIGURA 7 – visualização de elementos cadastrados com receptores GPS integrados ao SIG.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso integrado do SIG com o GPS garante o atendimento inicial da demanda por informação, tanto nas áreas cadastradas através das técnicas previstas na norma da SABESP, quanto nas áreas cadastradas pelo método alternativo com receptores GPS com coleta de atributos.

O diagnóstico do ambiente cadastral da SABESP, sua metodologia de execução das tarefas, a forma de recuperação das informações e as necessidades a serem supridas, formaram o “retrato” da companhia, o qual forneceu subsídios para a estruturação da presente investigação através da elaboração de modelos.

A modelagem deve visar as necessidades do usuário, bem como, o ambiente de armazenamento e as fontes de dados adotadas para garantir a integração harmônica de geotecnologias.

A integração de geotecnologias, principalmente do tipo estudado, não se realiza somente com a visão da aplicação das ferramentas dos sistemas. Mas, pelas visões das estruturas semânticas dos sistemas integrados.

A elaboração do modelo de dados considerando o uso de receptores GPS com coleta de atributos, garante o aproveitamento dos dados coletados. Isto se deve à modelagem da base de dados geográficos que considerou os sistemas a serem integrados.

O estabelecimento da qualidade posicional de dados a serem coletados deve ser feito com base na realidade do usuário, ou seja, na sua capacidade tecnológica e necessidade de exatidão.

Para o estudo de caso foram verificados, inicialmente, os tipos de fontes cadastrais existentes, sua forma de obtenção e qualidade. Concluindo que o material existente, na maioria das vezes, não representa adequadamente a realidade cadastral. Porém, a análise da forma prática de obtenção da informação (escavações utilizando retroescavadeira e/ou pá), conduziu a definição de um valor sobre a qualidade posicional de $\pm 50\text{cm}$, referente ao raio médio da área escavada para encontrar um elemento da infra-estrutura da SABESP.

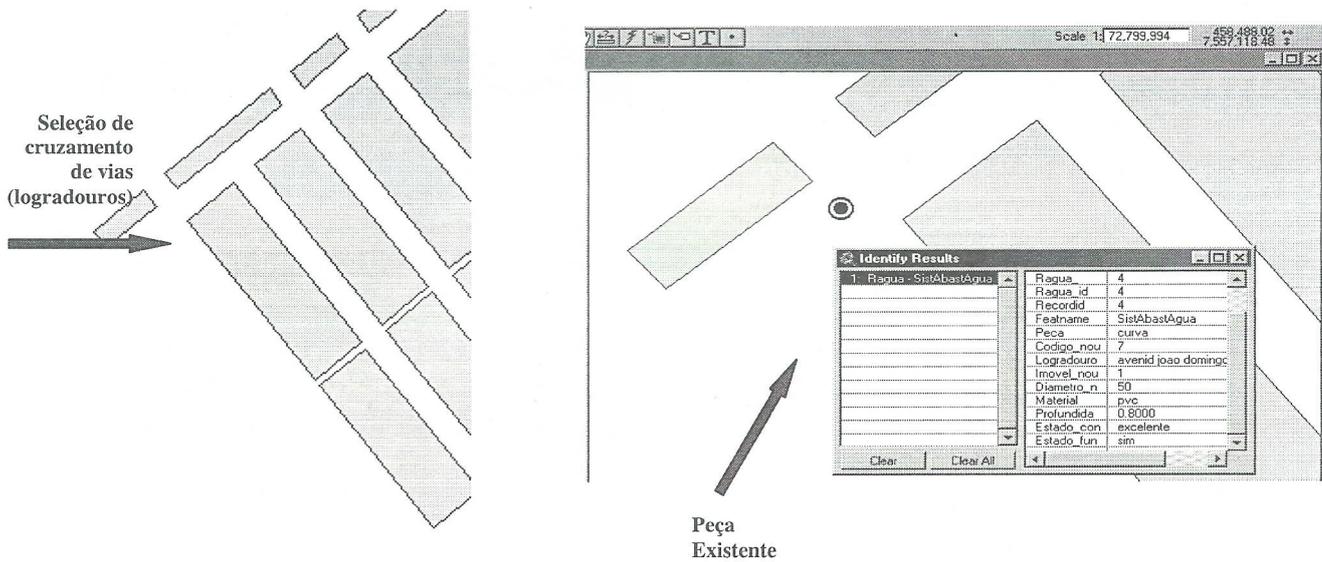


FIGURA 8 – Seleção e resultado de uma simulação de busca.



FIGURA 9 – Simulação e resultado de busca sobre elemento existente em um cruzamento de redes.

A qualidade do posicionamento obtido, através do uso dos receptores GPS, com a técnica de posicionamento relativo semi-cinemático pós-processado, foi verificada através da precisão de cada coordenada, após o processamento dos dados, utilizando como observáveis a pseudo-distância e a fase da portadora. Obteve-se posicionamentos com erros na coordenada E, entre 2-9 cm, na coordenada N, entre 2-10 cm e na coordenada h, entre 4-16 cm. Portanto, a localização de um elemento, a partir do uso de receptores GPS, utilizando a técnica de posicionamento, garante que esses elementos estarão posicionados com um erro menor que 50 cm.

O tempo disposto para a coleta do conjunto, posição/atributos, torna viável a utilização dos receptores GPS, sendo utilizado por ponto dois minutos para coletar a posição e registrar os atributos. Testes realizados com o técnico da SABESP mostram que após o treinamento, pode-se realizar as tarefas de cadastro disponibilizando, também, dois minutos por ponto. Ainda, o uso dos receptores GPS necessita de apenas uma pessoa para o manuseio do equipamento. Se comparado com o uso da topografia convencional, se fosse aplicável em qualquer situação, o tempo disposto

seria maior (entre 3 minutos e 5 minutos) e a equipe de campo deveria dispor de três pessoas (um anotador para os boletins de cadastro, e duas pessoas para executar as mensurações). Deve-se, porém, destacar que o tempo disponibilizado para a coleta do conjunto posição/atributo utilizando receptor GPS com coleta de atributos, somente é garantido devido a modelagem prévia dos dados a serem cadastrados.

Além da integração das tecnologias SIG/GPS, analisou-se a possibilidade de integrar as demais fontes cadastrais utilizadas pela SABESP. Concluiu-se que é possível integrar essas fontes, desde que as mesmas sejam analisadas e tratadas, para atender, através de um SIG, a demanda por informação.

A adoção de uma metodologia que enfatize a modelagem dos elementos envolvidos, permite que a integração de SIG e GPS seja devidamente utilizada, garantindo a execução de tarefas que conduzam a um resultado almejado. Assim, qualquer integração de geotecnologias que envolva a utilização de um banco de dados quaisquer tipos de geotecnologias, que se deseje integrar, necessitam de um modelo de dados geográficos requer que o modelo não só atenda às necessidades do

usuário, como também aos requisitos da integração de geotecnologias.

5. BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, Silvana Cândida de. *Investigação do Comportamento de Integração das Tecnologias SIG/GPS: Definição de Metodologia Cadastral para a SABESP de Presidente Prudente*. Presidente Prudente, S.P. Pós Graduação em Ciências Cartográficas, FCT/Unesp.1999. 146p.
- CÂMARA, Gilberto et al. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*.Campinas, São Paulo. Instituto de Computação, UNICAMP.1996. 197p.
- COUGO, Paulo Sérgio. *Modelagem Conceitual e Projetos de Banco de Dados*. Ed. Campus. 1997. Rio de Janeiro. p 281
- MONICO, J. F. G.. *Posicionamento Pelo Navistar – GPS : descrição, fundamentos e aplicações*. Presidente Prudente: FCT/unesp, 1998. (Notas de aula).
- OLIVEIRA, J. L.; PIRES, F. e MEDEIROS, C. B. *UAPE – Na environment for integrated modelling and analysis of geographic information*. Geoinformática, 1(1):1-32, 1997.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*.Oxford, Clarendon. 1986. 194p.
- CHUCK, Gilbert. Coleta de Atributos com GPS. *FATOR GIS -A Revista do Geoprocessamento*. Curitiba, PR. Anuário 1997. p 19 - 26.
- FOTHERINGHAM, Stewart, ROGERSON, Peter. *Spatial analysis and GIS*. Buffalo. Ed. Taylor & Francis. 1995. 281p.
- GARAFFA, Íria Margarida, IOCHPE, Cirano. *Análise da adequação de uma hierarquia de classes básicas para modelagem conceitual de SIG, através de um estudo de caso*. Porto Alegre: UFRGS, 1998.
- GOMES, Jonas, VELHO, Luiz. *Computação Gráfica: Imagem*. Rio de Janeiro, IMPA/SBM, 1994. 424p.
- HOFMANN-WELLENHOF, B., LICHTENEGGER, H., COLLINS, J. *GPS : Theory and Practice*. 4 ed. New York. Ed. SpringerWienNewYork. 1997.389p.
- KENNEDY, Michael. *The Global Positioning System and GIS: An Introduction*. Chelsea, Michigan. Ann Arbor Press, Inc. 268 p.
- LISBOA, Jugurta Filho, IOCHPE, Cirano. *Introdução a Sistema de Informações Geográficas com ênfase em Banco de Dados*. UFRGS. Porto Alegre, RS. 1996.
- THOMÉ, Rogério, CÂMARA, Gilberto.

Interoperabilidade em Geoprocessamento: e conversão entre modelos conceituais de sistemas de informação geográfica comparação com o padrão OPEN GIS. São José dos Campos: INPE, 1998.

AGRADECIMENTOS:

Este trabalho foi realizado com recursos financeiros da FAPESP (Processo 98/04303-6), mediante atribuição de uma bolsa de MS ao primeiro autor.

O apoio da SABESP de Presidente Prudente e da FCT/Unesp (Curso de Pós Graduação em Ciências Cartográficas) foi de grande valor.