

## INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA GEOINFORMAÇÃO – O FUTURO É AGORA

**Autor <sup>1</sup>: Marcos Almir de Oliveira**

Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP, Bacharel e Licenciado em Geografia pela USP, e Técnico em Agrimensura. Analista de Sistemas de Saneamento, empregado da Sabesp desde 1994.

**Autor <sup>2</sup>: Paulo do Vale Nogueira Neto**

Engenheiro Civil, empregado da Sabesp desde 1994.

**Autor <sup>3</sup>: Isac Ferraz**

Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Georreferenciamento e Técnico em Agrimensura, empregado da Sabesp desde 1987.

**Autor <sup>4</sup>: Ari Francisco de Paula**

Técnico em Sistema de Saneamento, empregado da Sabesp desde 1979.

**Autor <sup>5</sup>: Stela Alexandrina Matutat.**

Técnico em sistemas de Saneamento, empregada da Sabesp desde 1998.

**Autor <sup>6</sup>: Wilson Vasques de Souza Junior.**

Tecnólogo em Desenvolvimento de Sistemas, MBA em Gestão Empresarial pela FIA, empregado da Sabesp desde 1992.

**Autor <sup>7</sup>: José Adailton Gonçalves Pereira.**

Engenheiro da Computação – UNIP, empregado da Sabesp desde 2002.

**Endereço:** Rua do Sumidouro, 448 – Pinheiros – São Paulo – SP – CEP05428-010 – Brasil

Tel.: +55 (11) 3388-9130 – FAX: +55 (11) 3812- 2192. E-mail: [malmir@Sabesp.com.br](mailto:malmir@Sabesp.com.br)

### RESUMO

Em 2011 foi desenvolvido o projeto "**Cliente Georreferenciado**" com características baseadas na evolução instrumental aliada aos avanços tecnológicos, principalmente na área da informática, permitindo o aparecimento de novas teorias e técnicas que estão transformando completamente a área de mensuração, Cadastro Técnico e Cartografia com reflexos no cenário da Geoinformação.

Tendo em vista a grande repercussão e aceitação dentro da Sabesp, particularmente na Diretoria Metropolitana, está sendo desenvolvida a segunda etapa que é a implantação e disseminação da nova metodologia do cadastro digital georreferenciado.

Primeira fase:

- Apresentação do projeto "**Cliente Georreferenciado**" no encontro técnico Aesabesp/2011;
- Apresentado no Comitê de Qualidade da Gestão da Superintendência MP da Sabesp;
- Apresentação para Diretoria Metropolitana da Sabesp;
- Inclusão no Planejamento Estratégico da Unidade, como Plano de Ação.

Segunda fase:

- Definição da especificação técnica dos equipamentos;
- Criação de banco de preço dos equipamentos;
- Teste dos equipamentos em parceria com outras unidades e fornecedores;
- Processo de homologação dos equipamentos;
- Compra da Estação-Base Ntrip e dos coletores.

Primeiros resultados e considerações sobre o projeto:

Diante dos testes efetuados consegue-se vislumbrar maior agilidade, produtividade, melhoria dos processos, qualidade e confiabilidade das informações do novo cadastro georreferenciado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação, Cadastro Técnico e Saneamento.

## **INTRODUÇÃO**

A importância da aquisição da estação base Ntrip nesta etapa do programa é imprescindível para eficiência dos resultados operacionais na Sabesp, que possui grande parte do seu ativo em redes de água e esgotos, denominados infra-estrutura de saneamento, o processo de cadastro dessas estruturas de forma efetiva e informatizada permite aperfeiçoar as ações de manutenção, expansão e controle de perdas. Em paralelo à aquisição da estação base estamos adquirindo os coletores de campo que servirão para o mapeamento do Cadastro Técnico e da Cartografia.

## **OBJETIVO**

Melhorar os processos de cadastro técnico e comercial integrando aos sistemas corporativos da Sabesp. Pretende-se com a introdução destes equipamentos, que os dados obtidos em campo tenham atributos georreferenciados (localizados geograficamente) e interligados com os sistemas corporativos da Sabesp.

A importância da inovação tecnológica não reside apenas na possibilidade de realizar trabalhos com maior rapidez e menores custos, mas também na possibilidade da utilização de novos instrumentos, capazes de disponibilizar informações com grande facilidade e precisão.

## **CARTOGRAFIA**

A Cartografia, conforme definida pela Associação Cartográfica Internacional (ICA), é o conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, que se baseiam nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, assim como a sua utilização.

A Base Cartográfica é uma carta elaborada mediante um levantamento original (levantamento de campo ou aerofotogramétrico) ou compilada de outras cartas topográficas existentes, em escalas maiores (compilação por redução), através de um processo de generalização e redução cartográfica.

As cartas topográficas devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) – medida estatística de dispersão conforme decreto nº 89817, artigo 8º, de 20/06/84, que estabelece as instruções reguladoras de normas técnicas da cartografia nacional.

A Base Cartográfica é um dos itens mais importantes do sistema Signos. O bom funcionamento de um sistema de informações dependerá da precisão e fidelidade da cartografia utilizada. Portanto, esta base deve ser atualizada e mais confiável possível.

Em passado recente, a realização de levantamentos cadastrais, fossem de natureza urbana ou rural, envolviam apenas conhecimentos relativos à área da topografia, sem a preocupação de se fazer seu referenciamento a sistemas de coordenadas plano-retangulares utilizadas na cartografia convencional.

Atualmente a área de Geoinformação da Sabesp utiliza-se dos Sistemas de Posicionamento Global, aliado às técnicas topográficas para uma rápida e precisa localização dos logradouros e quadras facilitando atualização da cartografia. Os arquivos digitais gerados transformam-se em traçados e os atributos pontuais para manutenção e atualização da Base Cartográfica e posterior transferência para o banco de dados do Signos.

## **Signos**

As atividades da Sabesp, responsáveis pela administração das redes de distribuição de água e de coleta de esgotos em todos os municípios que opera, geram impactos na saúde pública, no meio ambiente, na qualidade de vida, na economia. Por isto, faz parte de suas atividades a busca da qualidade de seus produtos e serviços e a eficiência nos seus processos.

O Signos (Sistema de Informações Geográficas NO Saneamento), implantado na Sabesp desde agosto de 2.004, é uma aplicação típica de GIS em saneamento. Trata-se da utilização da informática para representar o traçado das redes de água e esgoto sobre uma base cartográfica digital. Têm-se, também, o inter-relacionamento espacial de várias informações alfanuméricas, como por exemplo, os outros sistemas da empresa e/ou dados externos de interesse (cadastros dos consumidores, ocorrências de manutenção nas redes de água e esgoto, caracterização de peças especiais, dados sócio-econômicos e de população, etc.). Finalmente, através de programas de modelagem espacial, executam-se análises integradas (correlações entre dados técnicos e comerciais, ou operacionais e comerciais, ou de qualidade da água e técnicos, entre outros), visualização (mapas temáticos) e a manutenção dos dados contidos na base de dados geográficos (funcionalidades de edição, de projetos, etc.).

Com a implantação do Signos, a filosofia foi de melhorar a qualidade das ações de gerenciamento e operação das redes de abastecimento de água e coleta de esgotos, através da utilização de tecnologias de informação modernas e adequadas às necessidades da Sabesp. Para isso, a gestão tem-se beneficiado do avanço do geoprocessamento como facilitador dessa gestão. E foi neste tipo de tecnologia que o Signos foi desenvolvido.

No entanto, apesar de a empresa ter evoluído, nestes assuntos, estes trabalhos nunca conseguiram deixar de ter aplicações isoladas e de terem visões específicas, atendendo funções pontuais e, na maioria dos casos, sendo utilizados apenas como ferramenta operacional (aplicativos de edição, de visualização, de impressão, etc.).

No caso do Signos, as premissas básicas para o desenvolvimento do sistema são:

- Ser um sistema corporativo;
- Ter visão abrangente (apoiar vários processos de negócio da empresa);
- Ser utilizado como ferramenta de manutenção dos dados gráficos;
- Ser utilizado como ferramenta de análise e de suporte à decisão;
- Estar integrado aos demais sistemas corporativos da empresa (CSI - Comercial Sistema de Informações, Sigao - Sistema de Gerenciamento ao Atendimento Operacional, SGM - Sistema de Gerenciamento da Manutenção, SIM - Sistema de Macro-medição e Netcontrol - Automação de Laboratórios de Controle Sanitário), Siges (Sistema de Gestão dos Serviços de Campo), TACE (Técnico de Atendimento a Comercial Externo).

Além disso, a Sabesp definiu que o Signos deveria ser desenvolvido alinhado às diretrizes estratégicas da empresa:

- Ser a melhor empresa de prestação de serviços de saneamento;
- Ser uma empresa competitiva, eficaz, voltada ao cliente e ao cidadão;
- Atuar de forma descentralizada e controlada por uma alta administração;
- E alinhado às diretrizes de TI (Tecnologia de Informação):
- Adoção de melhores práticas;
- Adoção de tecnologias comprovadas;
- Adoção de sistemas já disponíveis, minimizando o desenvolvimento sob medida;
- Utilização de empresas especializadas para suporte de conhecimento e competências específicas;
- Adoção de metodologias de desenvolvimento e gerenciamento de projetos, visando controles eficazes e gerenciamento de riscos;
- Capacitação do pessoal próprio nas tecnologias contratadas visando deter o conhecimento e a capacidade de coordenar e gerenciar parceiros.

Assim, pode-se dizer que os aspectos mais relevantes da inserção do Signos na Sabesp foram:

- Visualização dos processos de forma integrada, com dados e informações originados nos sistemas corporativos;
- Interação (processo de consulta e análise) garantida pela utilização de sistema único que integra dados dos diversos sistemas corporativos, o que garante maior exatidão nas informações e orientações para as equipes de campo;
- Facilidade de acesso através da Intranet (qualquer funcionário pode consultar os dados a partir de uma estação com acesso a rede corporativa);
- Visualização gráfica das informações facilitando a análise das ocorrências, proporcionando facilidade no planejamento e avaliação dos resultados das ações definidas;

O Signos pressupõe a existência de um banco de dados espacial, interfaces com sistemas corporativos e novas funcionalidades, tornando possível a integração de atividades nos diversos processos de negócio, onde os principais são: cartografia, cadastro técnico e comercial, projetos, controle de perdas, manutenção e operação de redes de água (manobras e modelagem hidráulica) e de esgotos, atendimento aos clientes (telefônico e escritórios regionais), controle sanitário, planejamento integrado e recuperação de receitas. Como consequência, observa-se uma maior agilidade na detecção e resolução de problemas.

Também ocorre uma melhoria crescente na qualidade dos dados disponíveis, já que os mesmos estão sendo acessados por um número maior de pessoas, que tem a possibilidade de comunicar, via Signosnet, possíveis inconsistências nos mesmos.

## CADASTRO TÉCNICO e COMERCIAL

De uma maneira geral, o sistema cadastral de uma empresa de saneamento é composto dos Cadastros Técnico e Comercial.

O cadastro é constituído por elementos fundamentais:

- Um sistema de referência de medição, que define a base geométrica;
- Um sistema descritivo, com atributos alfa-numéricos referente a cada unidade cadastral.

Sistemas cadastrais geralmente não fornecem informações necessárias para planejamento, supervisão, gerenciamento, tomada de decisão, previsões e desenvolvimento. Identificam-se nesses cadastros, problemas como baixa precisão de dados geométricos, qualidade e velocidade do acesso dos dados, divergências entre mapas e dados descritivos e falta de ferramentas de supervisão.

O cadastramento das peças e redes de distribuição de água na Sabesp, na maioria das áreas de Cadastro Técnico das UNs (Unidades de Negócio), ocorre através de amarrações a trena e balizas, conforme descreve as normas da ABNT: NBR 12586 - Cadastro de Sistema de Abastecimento de Água e NBR 12587 - Cadastro de Sistema de Esgotamento Sanitário. Estas normas já estão ultrapassadas e necessitam, urgentemente, serem revistas e atualizadas.

O Cadastro Comercial da Sabesp utiliza ainda o overlay, para referenciar os clientes às quadras através de medições lineares das testadas dos lotes em relação a um marco inicial. Isto faz que o cliente seja espacializado (georreferenciado) de forma imprecisa e muitas vezes errônea.

## TACE

TACE (Técnico de Atendimento a Comercial Externo) trata-se de um moderno e eficiente sistema de leitura e emissão simultânea do consumo de água e esgoto, o cliente poderá acompanhar no ato a realização da leitura do hidrômetro, recebendo naquele mesmo momento o valor registrado. Além disso, o cliente poderá solicitar ao técnico, emissão de segunda via de conta, atualização cadastral, tirar dúvidas sobre vazamentos de água e esgoto. Essa ação reduz o tempo das atividades, pois o funcionário da Sabesp já realiza todos os procedimentos necessários em apenas um dia, e não necessita retornar ao imóvel para entregar a fatura correspondente. Sem contar na comodidade para o cliente que não precisa se deslocar até um posto de atendimento para tirar dúvidas que podem ser esclarecidas na hora da emissão da conta, reduzindo o fluxo de atendimento a clientes nas agências comerciais. O TACE é a Sabesp em pessoa prestando atendimento onde o cliente está.

## Siges

Siges - Sistema de Gestão dos Serviços de Campo - novo sistema da Sabesp que substitui as Folhas de Campo em papel por equipamentos móveis



Figura 2: Siges – Integração de sistemas corporativos

O Siges permite o Georreferenciamento do Serviço, integrado às informações cadastrais:

- Visualização de um determinado serviço na área geográfica correspondente;
- Visualização simultânea da cartografia, da rede de água, da rede de esgotos e da rede Comgás sobre ortofoto;
- Recursos de navegação no mapa.
- Interface das Equipes de Campo (Coletores Móveis):
- Carga dos sistemas corporativos, lista de serviços a executar com Ortofotos, Cartografia, Redes de Água e Esgotos e redes da Comgás;
- Permite busca de endereços no campo e navegação no mapa;
- Realiza a coleta de dados no Campo, contendo:
- Horário de início, finalização e pausas do serviço;
- Coordenada do local de execução do serviço (GPS);
- Registro fotográfico do local antes, durante e depois da realização do serviço (câmera fotográfica);
- Material utilizado para o serviço: quantidade e tipo;
- Permite comunicação de dados wireless, sendo:
- Recebe/envia Mensagens de Texto;
- Recebe croquis no formato TIF;
- Recebe Novos Serviços;
- Envia informações de finalização dos serviços para os sistemas corporativos.

## **INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS**

Tradicionalmente, os processos de coleta e edição de dados em campo consomem muito tempo e tendem a inserir erros na base de dados. As equipes de campo levam dados geográficos sob a forma de mapas impressos, e sugerem informações por meio de anotações e rabiscos desordenados. De volta ao escritório, estas informações são decodificadas e entradas manualmente na base de dados SIG. Ao final do processo a base não está devidamente atualizada, e tampouco está precisa como poderia ser.

### **GPS, GNSS e Ntrip**

Um Sistema Global de Navegação por Satélite (Global Navigation Satellite System - GNSS) é uma constelação de satélites que transmite faixas de sinais utilizados para o posicionamento e localização em qualquer parte do globo terrestre, seja em terra, mar ou ar. O GNSS é a reunião de todos os sistemas de navegação por Satélite (GPS, Glonass, Galileu, Beidu e outros). Estes permitem determinar as coordenadas geográficas e a altitude de um ponto dado como resultado da recepção de sinais provenientes de constelações de satélites artificiais da Terra para fins de navegação, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, e outras atividades em qualquer parte do mundo, durante as 24 horas do dia e em todas as condições climáticas.

Atualmente é cada vez mais presente na comunidade civil a utilização do GPS que é o principal sistema de posicionamento dentro do GNSS. Um dos métodos de posicionamento GPS de grande destaque é o DGPS (Differential GPS).

Este método utiliza em sua concepção básica dois receptores, sendo que um destes é instalado sobre um ponto de coordenadas conhecidas e o outro receptor é utilizado para levantar os pontos de interesse. No entanto, muitas vezes os usuários de DGPS desejam obter as coordenadas da estação móvel em tempo real.

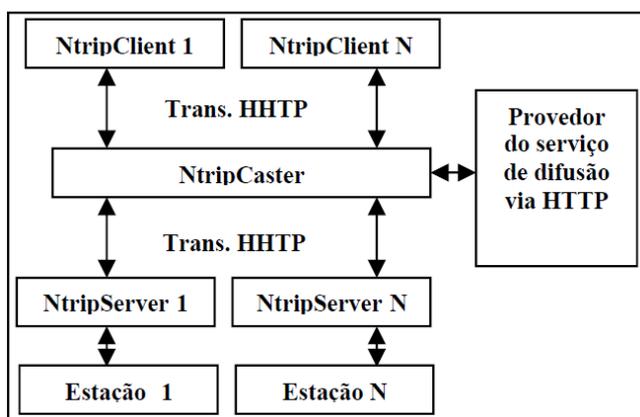
Nos últimos anos, trabalhos têm sido desenvolvidos utilizando a Internet para a transmissão de dados GPS. Na implantação do NDGPS em tempo real tem-se a utilização do protocolo Ntrip (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), onde RTCM é a sigla para Radio Technical Commission for Maritime Services. O Ntrip foi desenvolvido pela Federal Agency for Cartography and Geodesy juntamente com a Universidade de Dortmund e a Trimble Terrasat GmbH, com o intuito de substituir a transmissão de dados via rádio, que muitas vezes é limitada pela distância entre as estações. Este protocolo é baseado no protocolo HTTP/1.1, utilizado na Web (LENZ, 2004; WEBER et al., 2005).

O DGPS é uma técnica cujo processamento geralmente é realizado em tempo real. Porém, o processamento dos dados após a coleta pode ser realizado sem problema. Assim, as correções e suas respectivas variações podem ser aplicadas nas pseudodistâncias da estação móvel. Essa correção pode ser gerada seguindo o formato RTCM desenvolvido pela Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM, 2004).

Nos últimos anos, com o desenvolvimento da Internet e consequentemente da comunicação via Internet, vem crescendo cada vez mais a utilização deste meio em aplicações GPS, incluindo o DGPS.

A transmissão e as operações realizadas com dados através da Internet são baseadas na padronização através de protocolos. São os protocolos que organizam o envio e o recebimento de informações dentro da Internet. O TCP (Transmission Control Protocol – Protocolo de controle de transmissão) e o IP (Internet Protocol) são os dois protocolos mais conhecidos e mais importantes da Internet e dão nome a pilha de protocolos TCP/IP. Dentre os protocolos está o HTTP (Hypertext Transfer Protocol) para Web, definido pela IETF (Internet Engineering Task Force), e utilizado no protocolo Ntrip.

O Ntrip permite a transmissão de correções DGPS via Internet no formato RTCM. Este formato é mundialmente utilizado e a maioria dos receptores é capaz de aceitar dados nesse formato. O Ntrip é composto por três tipos de elementos funcionais denominados NtripClient, NtripServer e NtripCaster (Figura 3).



**Figura 1: Distribuição de dados por Ntrip**

O NtripCaster funciona como um servidor HTTP e os programas NtripClient e o NtripServer são baseados no princípio cliente/servidor (LENZ, 2004; WEBER et al., 2005). O processo servidor, que é um programa em execução em um computador, funciona como um provedor de um serviço oferecido a um processo cliente, que é um programa que requisita as informações do servidor. Este conceito é utilizado pelo Ntrip como o NtripServer é responsável por se comunicar com o receptor e enviar os dados do mesmo para o NtripCaster. Os dados podem ser enviados nos formatos RTCM, CMR (Compact Measurement Record), RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) ou dados brutos.

O NtripClient por sua vez é responsável por acessar o NtripCaster e obter os dados para uma determinada aplicação, é utilizado em campo, por exemplo para que o usuário acesse os dados das estações de referência.

Para que o usuário possa acessar os dados em tempo real utilizando o NtripClient é necessário que o mesmo tenha a capacidade de acessar a Internet no local do levantamento. O acesso à infra-estrutura de comunicação disponibilizada pela Internet pode ser feito utilizando, por exemplo: celulares, Smartphones, PDAs (Personal Digital Assistants) e Laptops. Além disso, novos equipamentos GPS já se encontram disponíveis no mercado com a capacidade de se comunicar, por exemplo, com um celular via interface sem fio como o Bluetooth.

Atualmente são inúmeras as estações que estão disponibilizando os seus dados via Internet em tempo real pelo Ntrip.

## TESTES PRÁTICOS

Os testes de funcionalidade do Coletor de dados GNSS foram executados no bairro do Jaguaré, em São Paulo, mais precisamente na quadra formada pelas ruas Catalunha, Barão de Antonina e Travessa Catalunha.

Os testes constaram de levantamento planimétrico cadastral da Travessa Catalunha e também do Georreferenciamento dos RGIs desta mesma travessa.

O trabalho mostrou que o coletor GNSS com a tecnologia Ntrip pode ser facilmente utilizado para o cadastramento de todos os equipamentos da Sabesp bem como da atualização das bases cartográficas no Signs.

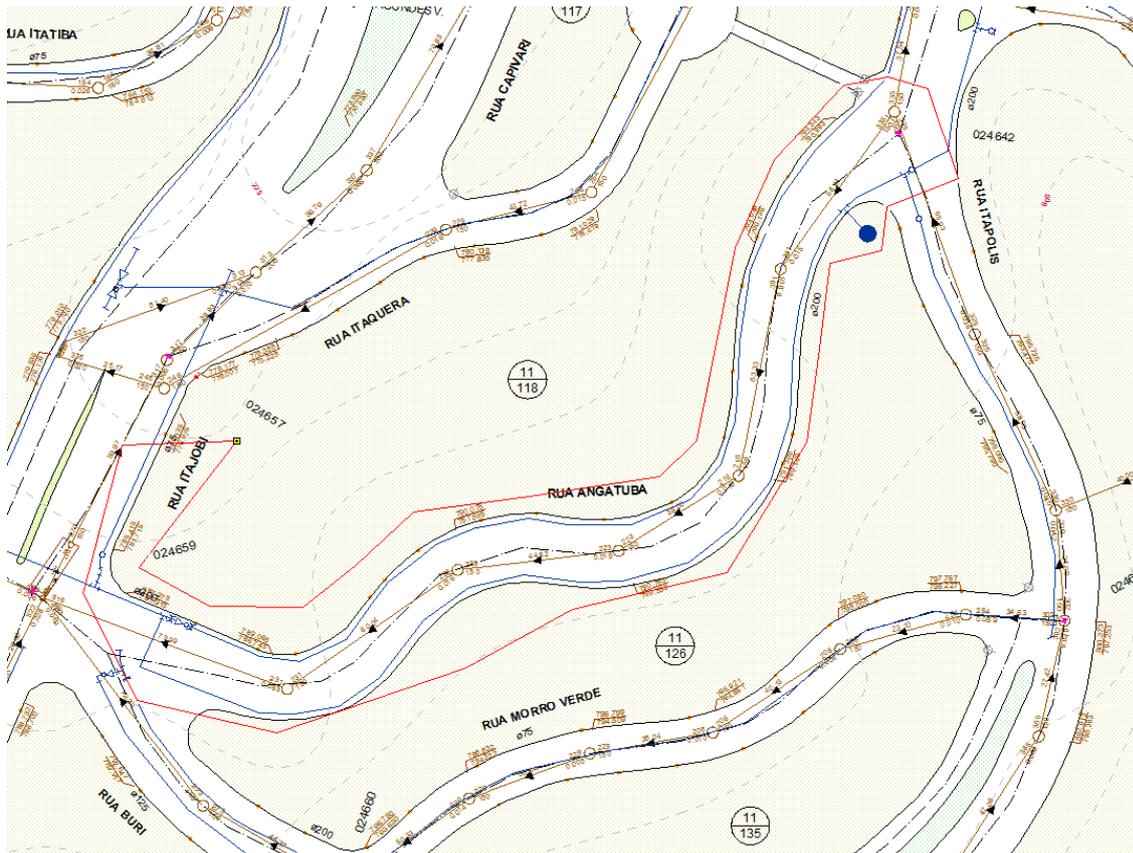


Figura 3: Seleção da área no Signos

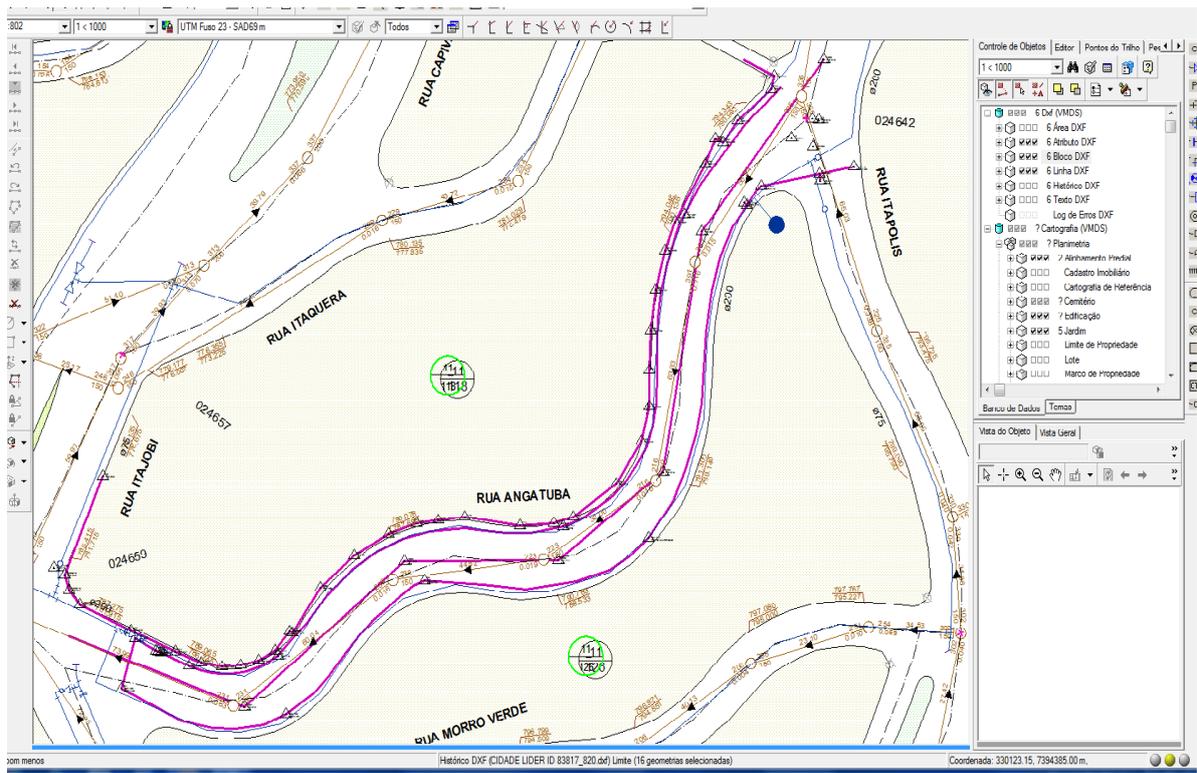


Figura 4: Seleção da área no Signos após o Georreferenciamento

## EQUIPAMENTOS UTILIZADOS



Figura 5 - Coletores SIG utilizados nos Testes

## RESULTADOS OBTIDOS

A partir dos testes efetuados, na área de Cartografia e Cadastros Técnico e Comercial, e da constatação da viabilidade técnica para a utilização deste tipo de coletor nos quesitos testados, o mesmo será, agora, enviado a equipe do Siges para avaliação e provável homologação.

Com a unificação, a Sabesp reduzirá os custos para implementação das novas funcionalidades e manutenções futuras. A unificação possibilitará a criação de tarefas híbridas, unificando as equipes de campo e, conseqüentemente, os contratos de mão-de-obra, otimizando o processo e reduzindo custos.

Com a evolução tecnológica dos coletores de dados e impressoras, surgiram novas possibilidades para melhoria dos processos de leitura, de fiscalização e de atendimento ao cliente. O registro em fotografia digital de ocorrências de fraude e o acatamento on-line de serviços emergenciais são exemplos destas melhorias. A implementação destas novas funcionalidades agregará valor e otimizará diversos processos da companhia.

Com estes resultados foi criado um plano de ação na Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento da Metropolitana (MP) conforme descrito abaixo:

- Aquisição de coletores de campo
- Testes nos aplicativos corporativos
- Configuração e adequação da Estação-Base
- Adequação dos Sistemas Corporativos
- Implementação dos pilotos nas UGRs e UNs.
- Avaliação e Redesenho do Processo com a Nova Tecnologia
- Processo Comercial
- Cadastro Operacional
- Capacitação de MOP e MOT (Mão de obra própria e terceirizada)
- Monitoramento da Utilização da Nova Tecnologia
- Conclusão e implementação do projeto
- Comunicação e Divulgação do Projeto (ao final de cada etapa)



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT: [http://www.abnt.org.br/home\\_new.asp](http://www.abnt.org.br/home_new.asp) acessado em 19/03/2011.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 12586 - Cadastro de sistema de abastecimento de água – Procedimento – Rio de Janeiro, 1992.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 12587 - Cadastro de sistema de esgoto sanitário – Procedimento – Rio de Janeiro, 1992.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1994.
5. CINTRA, J. P. - Automação da Topografia: do Campo ao Projeto. Tese de livre docência apresentada à EPUSP na área de Informações Espaciais. São Paulo, Junho de 1993. 120 p.
6. CINTRA, J. P.; Ribeiro, S. C. L. - Integração GPS x Carta Eletrônica In: XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 1997.
7. DECRETO Nº 89.817 DE 20 DE JUNHO DE 1984 - Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.
8. IBGE. Resolução PR. nº22, de 21 de julho de 1983. Dispõe sobre as Especificações e Normas para Levantamento Geodésicos em Território Brasileiro. Boletim de Serviço 1602 (Suplemento). Rio de Janeiro, 1983.
9. IBGE. Resolução PR nº 5 (31/03/1993) - Especificações e Normas Gerais para Levantamentos GPS.
10. LENZ, E. Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip) – Application and Benefit in Modern Surveying Systems. In: FIG Working Week, Athens, Greece. Proceedings... 2004.
11. LOCH, R. E. N. - Algumas Considerações sobre a Base Cartográfica, in: anais do 1º COBRAC, Florianópolis, SC, Agosto de 1994.
12. MAGUIRE, D. (2001) “Mobile geographic services come of age: ESRI Drives into Wireless Markets”. Geoinformatics, n.4.
13. NORMAS Técnicas da SABESP: [http://spo-desoper1.spo.sabesp.com.br/to/home\\_normas.asp](http://spo-desoper1.spo.sabesp.com.br/to/home_normas.asp) acessado em 21/03/2011.
14. QUINTANILHA, J. A. - Erros em Bases Digitais de Dados Espaciais para um Sistema de Informações Geográficas. Tese de Doutorado, São Paulo, 1996, 236 pp.
15. RTCM Recommended Standards for Differential GNSS (Global Navigation Satellite Systems Service) – Version 3.0. Comitê Especial RTCM Nº 104, 2004.
16. SABESP - Especificação Técnica para Execução de Serviços de Bases Cartográficas Digitais, 2006.
17. TSOU M. (2004) “Integrated Mobile GIS and Wireless Internet Map Servers for Environmental Monitoring and Management”. Cartography and Geography Information Science, v. 31, n. 3, p. 153-165.
18. WEBER, G.; DETTMERING, D; GEBHARD, H.; KALAFUS, R. Network of RTCM via Internet Protocol (Ntrip) – IP – Streaming for Real Time GNSS Applications. In: ION GNSS 2005, Long Beach, California. Proceedings..., 2005. p.2243-2247.