



Experiência Adquirida e Resultados Obtidos com o Projeto GeoTrans - Cadastramento de Estruturas e Linhas de Transmissão em Ambiente Georreferenciado

Daniel Senna Guimarães
CEMIG Distribuição S.A

dsenna@cemig.com.br

Daniel Barroso de Resende
CEMIG Distribuição S.A

José Osvaldo Santos Lima
CEMIG Distribuição S.A

Elga Luiza Rodrigues
CEMIG Geração e Transmissão S.A

Afonso Vanderlei Nunes Barbosa
CEMIG Geração e Transmissão S.A

Marcus Vinícius de Araújo Amaral
CEMIG Geração e Transmissão S.A

RESUMO

Motivada pela necessidade de se obter cadastramento das linhas de subtransmissão e transmissão em um sistema de informações geográficas, a CEMIG Distribuição (CEMIG D) e CEMIG Geração e Transmissão (CEMIG GT) desenvolveram um projeto denominado *GeoTrans - Cadastramento de Estruturas e Linhas de Transmissão em Ambiente Georreferenciado* com o objetivo de montar uma base de dados das características físicas de cada uma das estruturas e vãos destas linhas.

Neste trabalho técnico são apresentados os principais resultados obtidos até o momento e a experiência adquirida ao longo dos trabalhos de definição da metodologia de trabalho, desenvolvimento dos aplicativos computacionais e execução dos trabalhos de campo. Adicionalmente, são apresentadas sugestões para desenvolvimentos futuros sobre a base de dados do GeoTrans.

PALAVRAS-CHAVE

Geoprocessamento, Linha de Transmissão, GED, SIG e GIS.

1. INTRODUÇÃO

Em setembro de 1997 foi implantado na Cemig o Projeto GeoCemig contemplando informações georreferenciadas do sistema elétrico de geração, subtransmissão e transmissão da Cemig, bem como, dentre outros, temas relacionados a divisões político-administrativas, de infra-estrutura, hidrografia e ambientais do Estado de Minas Gerais e da Cemig.

Dentre os temas citados, as linhas de transmissão (LT) devem ser consideradas como um grande desafio para o setor elétrico, pois, demanda o levantamento dos dados e do posicionamento de cada uma de suas estruturas, dos vãos e da LT propriamente dita.

Para o cadastramento das LT no GeoCemig, as metodologias de levantamento utilizadas para o cadastramento, e detalhadas na referência 1, apesar de atenderem às expectativas da época, não resultaram em dados com a precisão cartográfica atualmente exigida pelas áreas técnicas da empresa. Da mesma forma, a abrangência dos atributos alfanuméricos cadastrados estava aquém das expectativas das diretorias técnicas da empresa.

Dessa necessidade, surgiu o Projeto GeoTrans, cujo escopo é disponibilizar em sistema de informações geográficas uma base de dados das características físicas de cada uma das estruturas e vãos destas linhas.

2. DESENVOLVIMENTO

O GeoTrans é um projeto que conta com a participação de todas as diretorias técnicas da empresa e que tem como principal objetivo cadastrar cada uma das linhas de transmissão e subtransmissão da Cemig em um aplicativo computacional georreferenciado, integrado ao acervo documental dos ativos controlados e montar uma base de dados das características físicas de cada uma das estruturas e vãos destas linhas.

A Tabela 1 mostra a extensão aproximada dos sistemas de subtransmissão e transmissão da Cemig. São aproximadamente 21.000 km de LT e 65.000 estruturas levantados.

Tabela 1 - Extensão do sistema de subtransmissão e transmissão da CEMIG
(fonte: www.cemig.com.br em março/2006)

Sistema de Subtransmissão e Transmissão	
Tensão (kV)	Extensão (km)
Abaixo de 69	1.025
69	4.663
138 a 161	10.627
230	752
345	1.953
500	2.170
Total	21.190

2.1. Fases de Desenvolvimento dos Trabalhos

A linha de tempo a seguir mostra, de forma resumida, as fases de desenvolvimento dos trabalhos. Aquelas de maior relevância são mais exploradas nos próximos itens.

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<ul style="list-style-type: none"> • Formação do Grupo de Trabalho • Definição dos atributos de caracterização das LT, Estruturas e Vãos 	<ul style="list-style-type: none"> • Validação dos atributos de caracterização das LT, Estruturas e Vãos • Elaboração de metodologia de execução dos serviços • Elaboração de documento de campo 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Consolidação da metodologia</u> • Especificação de equipamentos • <u>Aquisição dos equipamentos</u> • Contratação de consultoria e desenvolvimento de aplicativos computacionais • <u>Implantação do sistema e início de treinamento do pessoal</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Consolidação dos aplicativos computacionais</u> e do treinamento do pessoal • <u>Levantamento em campo</u> • <u>Cadastramento das LT, Estruturas e Vãos em aplicativo computacional georreferenciado</u> • Publicação em Portal corporativo de informações Georreferenciadas 		

2.2. *Consolidação da Metodologia Utilizada no Levantamento*

Pode-se dividir o levantamento de campo em duas atividades. Na primeira, dedica-se à determinação da localização geográfica da estrutura. Na segunda, o preenchimento dos dados cadastrais das estruturas e dos vãos deve ser contemplado.

Dados de Posicionamento

Diversos equipamentos e metodologias dedicados ao levantamento de coordenadas (latitude e longitude) das estruturas estão oferecidos no mercado.

Pode-se considerar, dentre outros, a utilização de receptores GPS de baixa precisão e baixo custo ou ainda equipamentos de precisão milimétrica e, logicamente, com custos mais elevados. Dentre outras metodologias, pode-se citar o levantamento a partir de dados obtidos durante o sobrevôo das linhas em aeronaves equipadas com GPS, câmeras fotográficas, filmadoras e equipamentos *laser*, ou ainda, a utilização de imagens de alta resolução oriundas de sensoriamento remoto.

Após avaliação dos recursos financeiros e de mão-de-obra disponíveis na Cemig e considerando-se as necessidades de inspeção em solo para correta identificação das características físicas e dos componentes das estruturas e vãos, informações sobre o acesso, o grupo de trabalho decidiu pelo levantamento via visita a cada uma das estruturas das LT e viu-se diante das seguintes opções para execução do levantamento: (i) a contratação de mão-de-obra externa, (ii) a utilização de mão-de-obra própria dedicada ao levantamento, (iii) a utilização de mão-de-obra interna compartilhando o levantamento com as atividades periódicas de inspeções das linhas de transmissão.

Após a avaliação técnica e econômica das alternativas definiu-se que o levantamento dos dados cadastrais das LT (localização e características físicas) seria executado de acordo com o proposto na terceira alternativa. Vale ressaltar que no período máximo de três anos todas as LT são inspecionadas.

Motivada pela necessidade de redução de custos do projeto, definiu-se pela metodologia de levantamento utilizando correção diferencial com receptor GPS de navegação acoplado a um PDA¹. Comparando-se a um receptor convencional, a solução proposta apresentou-se tecnicamente satisfatória e com custo bastante inferior.

Dados Alfanuméricos

Inicialmente, previa-se que os dados físicos das estruturas e vãos seriam preenchidos em documento (em papel) e posteriormente cadastrado em banco de dados a partir de digitação em escritório.

A utilização de PDA acoplado ao GPS, conforme descrito no subitem anterior, abriu a possibilidade de entrada de dados diretamente no microcomputador de mão. Desta forma o trabalho pôde ser executado

¹ **Personal Digital Assistant (PDA** ou **Handheld**), ou **Assistente Pessoal Digital**

em menor tempo e com maior qualidade e confiabilidade, pois, elimina-se o serviço de digitação em escritório e pode-se implementar rotinas de consistência dos dados durante a entrada de dados. Essa é uma grande vantagem, haja vista que levantamentos de linhas de transmissão demandam deslocamentos de até centenas de quilômetros e, em alguns casos, o acesso ao pé da estrutura é bastante dificultado.

Assim, estabeleceu-se que o cadastramento das linhas de transmissão seria *efetuado pelas equipes da Cemig utilizando-se um kit composto por GPS, PDA e Máquina Fotográfica*. Todos os dados coletados são armazenados em servidores corporativos e disponibilizados em toda a rede de comunicação de dados através de aplicativos computacionais em ambiente Intranet ou a partir do *desktop* utilizando-se ferramentas do *software* GIS. Tanto no ambiente Intranet quanto via *desktop*, são disponibilizadas ferramentas de análise em geoprocessamento.

As figuras 1, 2 e 3 mostram os equipamentos utilizados no cadastramento de campo. A Figura 4 ilustra a metodologia e a Figura 5 apresenta uma tela do GeoCemig mostrando traçado geoesquemático de LT's tendo como pano de fundo uma imagem de satélite.



Figura 1 - Kit Receptor GPS



Figura 2 - PDA



Figura 3 - Máquina Digital

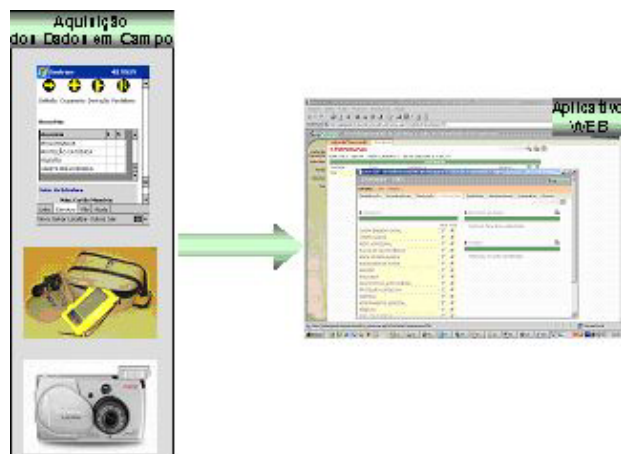


Figura 4 – Metodologia de Cadastro

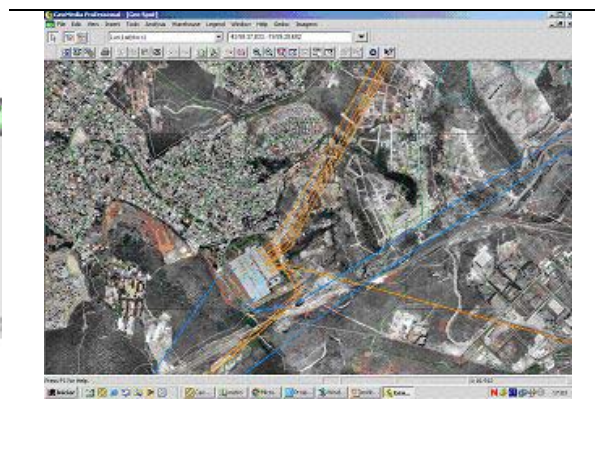


Figura 5 – Tela do GeoCemig

2.3. Aquisição de Materiais e Equipamentos

Inicialmente, foram adquiridos trinta e um kits compostos por receptor GPS (Figura 1), PDA (Figura 2) e máquina fotográfica digital (Figura 3).

2.4. Treinamento do Pessoal

Entre os meses de agosto de 2003 e março de 2004 foram treinados aproximadamente cento e cinquenta técnicos das regionais de distribuição e transmissão. Os treinamentos iniciaram-se com duas turmas voltadas para a formação de facilitadores lotados nas regionais de distribuição e transmissão e nas assessorias de engenharia.

Logo após seguiram-se os treinamentos ministrados nas regionais de distribuição e transmissão com a participação dos engenheiros, supervisores e eletricitas.

2.5. Desenvolvimento e Consolidação dos Aplicativos Computacionais

Os dados das estruturas e vãos das linhas de transmissão levantados em campo são disponibilizados no Projeto GeoCemig, desenvolvido sobre o *software* GeoMedia, da Intergraph (EUA).

O cadastramento das linhas de transmissão e subtransmissão é suportado por aplicativos desenvolvidos especialmente para o projeto GeoTrans, quais sejam, o *GeoTrans Pocket PC* e o *GeoTrans Web*.

O *GeoTrans Pocket PC* é rodado nos PDA (Figura 6) e tem três funções: (i) promover a interface com os aplicativos do GPS, (ii) permitir a entrada de dados das características das linhas de transmissão, vãos e estruturas e (iii) permitir a transferência automática dos dados para o servidor de dados do GeoTrans.

O aplicativo *GeoTrans Web* (Figura 7) destina-se à (i) importação e exportação dos dados do PDA, (ii) manutenção das tabelas auxiliares de cadastro, (iii) cadastro de usuários e permissões de uso e (iv) visualização e atualização dos dados cadastrados para as linhas de transmissão, estruturas e vãos.



Figura 6 - Tela do aplicativo o GeoTrans Pocket PC

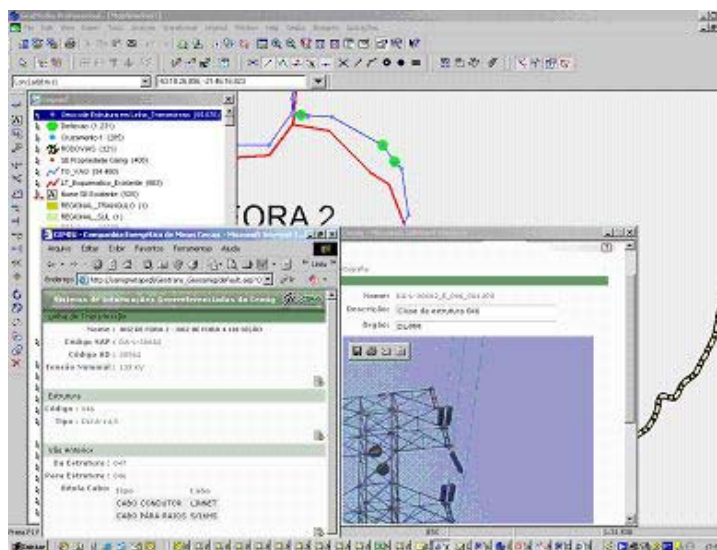


Figura 7 - Tela do aplicativo GeoTrans Web

A *customização do GeoMedia* foi contratada com o objetivo de facilitar a visualização dos dados cadastrados no GeoTrans melhorando sensivelmente a interface com o usuário.

Um aplicativo destinado a *automatização da geocodificação e publicação dos dados no GeoCemig* e uma *versão simplificada em ambiente do GeoCemig Web* (Figura 8) complementam os programas computacionais contratados.

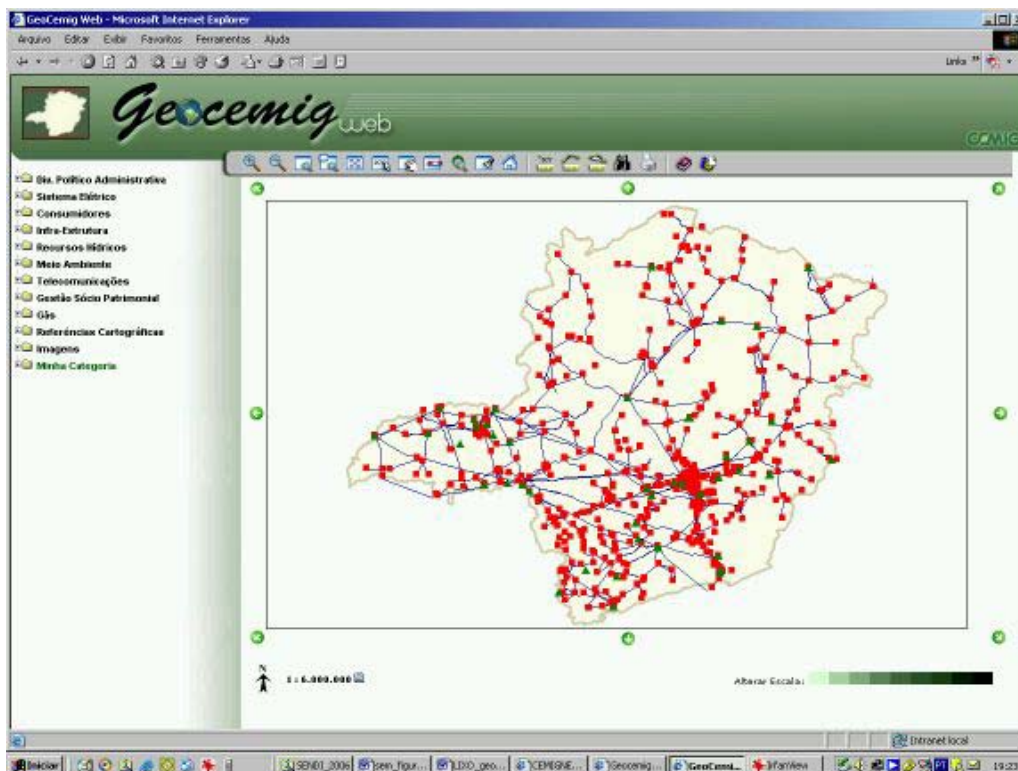


Figura 8 - Tela do GeoCemig Web

2.6. Situação Atual do Levantamento dos Dados em Campo e Cadastramento em GIS

Até meados de fevereiro de 2006, haviam sido levantadas aproximadamente 62.000 estruturas, correspondente a 95% de um total de 65.000 estruturas. A Figura 9 ilustra tal situação mostrando, em azul, as LT cadastradas e em vermelho aquelas ainda pendentes de cadastramento.

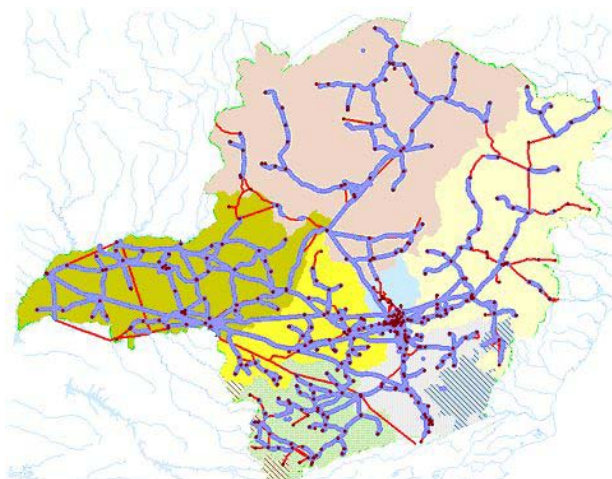


Figura 9 - Imagem das LT's já publicadas

2.7. Integração com Outros Aplicativos

O gerenciamento contábil do ativo linha de transmissão é realizado na Cemig a partir do software SAP/R3. No sentido de se manter a compatibilidade entre os ativos cadastrados e as LT cadastradas no GeoTrans, adotou-se o código de instalação do SAP como identificação principal e indispensável da LT no GeoTrans.

Tal integração se dá no momento de aquisição dos dados em campo, pois prevê-se que antes de se iniciar os trabalhos, sejam “carregados” para os PDA os dados das LT constantes no SAP/R3. Portanto, não serão criadas novas codificações ou nomenclaturas no sistema georreferenciado.

Além disso, a Cemig desenvolveu Sistema de Gerenciamento Eletrônico da Documentação (GEDOC) no qual se pode armazenar, consultar, identificar, visualizar e alterar toda a documentação técnica dos ativos (linhas de transmissão, subestações, usinas, entre outros) da empresa.

A partir daí trabalhou-se a integração desse projeto com o ambiente de informações georreferenciadas do projeto GeoCemig e o Banco de imagens de satélites e vôos em alta resolução, o que permitiu maior agilidade às áreas de engenharia na tomada de decisões. A Figura 10 mostra uma tela do GeoCemig integrado ao GEDOC e ao banco de imagens.

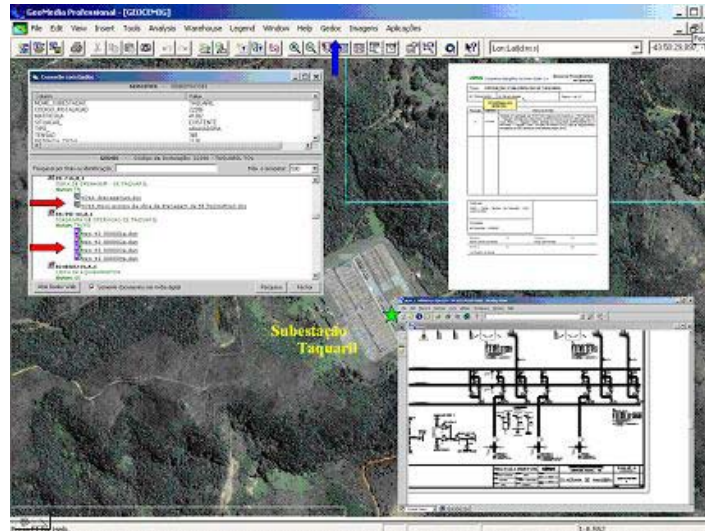


Figura 10 - Integração GeoCemig, Documentação Técnica (Gedoc) e Imagens de alta resolução

2.8. Produtos Disponíveis

Apesar de nenhum aplicativo computacional específico ter sido desenvolvido sobre a base GeoCemig/GeoTrans, algumas consultas e pesquisas espaciais já podem e estão sendo desenvolvidas pelo corpo técnico. Dentre elas, destacam-se:

- elaboração de traçado preliminar de linhas de transmissão;
- definição de localização de novas subestações;
- identificação de interferência e proximidade de LT com áreas de proteção ambiental;
- identificação de interferência e proximidade de LT com rodovias;
- elaboração de mapas temáticos tendo como atributos de pesquisa as características das estruturas e vôos de LT, tais como acessórios instalados, sinalização, tipo de cabo condutor, dentre outros;
- utilização como suporte em contingências de LT.

Telas do GeoCemig são apresentadas a seguir para ilustrar algumas destas pesquisas.



Figura 11 - Interferência de LT's com rodovias e placas de sinalização aérea instaladas

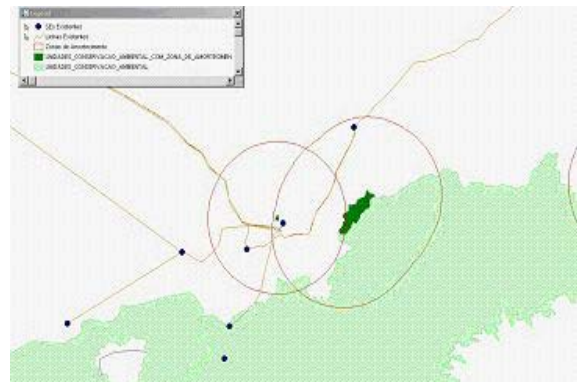


Figura 12 - Interferência de LT's com Unidades de Conservação Ambiental

2.9. Desenvolvimentos Futuros

Um dos principais motivadores para o cadastramento das LT em ambiente georreferenciado foi a disponibilização de base de dados para futuros desenvolvimentos de aplicações computacionais georreferenciadas voltadas aos processos de planejamento, projeto, construção, operação e manutenção do sistema elétrico. A Figura 13 apresenta a idéia básica do sistema ora em andamento como suporte para as aplicações futuras.

Como exemplo, encontra-se em desenvolvimento na CEMIG D o projeto de inspeção informatizada aérea e terrestre de LT's.

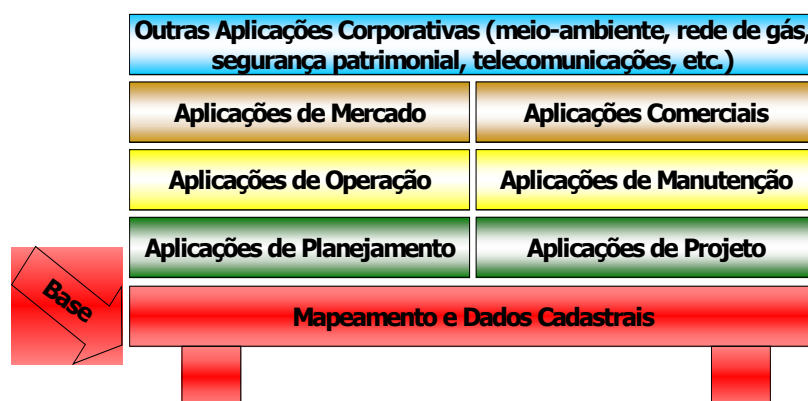


Figura 13 - Mapeamento e dados cadastrais como base para desenvolvimentos futuros

3. CONCLUSÕES

Neste trabalho técnico foram apresentadas as fases de desenvolvimento do *Projeto GeoTrans - Cadastramento de Estruturas e Linhas de Transmissão em Ambiente Georreferenciado*. Destaque foi dado à metodologia adotada, aplicativos computacionais complementares e integração com outros sistemas computacionais empresariais.

Diante do exposto e, sob a ótica de alguns aspectos, pode-se concluir o seguinte:

Escopo:

As 65.000 estruturas distribuídas nos 21.000 km de LT da CEMIG D e CEMIG GT foram levantadas e cadastradas em pouco mais de dois anos de trabalhos de campo. Este prazo pode ser considerado bastante satisfatório, tendo em vista que não havia urgência de finalização dos trabalhos;

Metodologia:

O levantamento de campo via visita a cada uma das estruturas das LT foi executado com a utilização de mão-de-obra interna compartilhando o levantamento com as atividades periódicas de inspeções das linhas de transmissão. Assim, garantiu-se a qualidade dos dados levantados bem como redução dos custos do projeto, mesmo considerando-se que no segundo semestre de 2005 foi terceirizado o levantamento de algumas LT's;

Equipamentos:

A utilização de kits compostos por *GPS, PDA e Máquina Fotográfica* mostrou-se eficiente tanto do ponto de vista cartográfico, quanto do ponto de vista de aquisição de dados;

Base de Dados:

- O armazenamento dos dados coletados em servidores corporativos garantiu a integridade da base e, sobretudo, permitiu a unificação e padronização das informações;
- Todos os dados coletados estão disponibilizados em toda a rede de comunicação de dados através de aplicativos computacionais em ambiente Intranet ou a partir do *desktop* utilizando-se ferramentas do *software* GIS. Tanto no ambiente Intranet quanto via *desktop*, são disponibilizadas ferramentas de

análise em geoprocessamento. Dessa forma, a visualização e consulta às informações do sistema elétrico passam a ser executadas em ambiente amigável;

➤ O levantamento de campo resultou, também, em identificação da necessidade de revisão de projetos de LT's ou modificação dos dados de identificação das estruturas em campo.

Utilização de SIG:

A utilização de um SIG permite pesquisas por atributos, análises e operações espaciais e geração de mapas temáticos detalhados envolvendo o sistema elétrico e temas diversos;

Recursos Humanos:

➤ Tendo em vista que este trabalho é o resultado de esforço conjunto de diversas áreas da empresa, foi promovida integração entre as equipes das diretorias técnicas que poderá contribuir sobremaneira para o desenvolvimento de trabalhos semelhantes;

➤ A utilização de tecnologia de ponta, presente principalmente, nos PDA e aplicativos computacionais desenvolvidos, agregou um salto de conhecimento ao pessoal de campo tornando-os aptos, também, ao desenvolvimento de tarefas voltadas à informatização;

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 GUIMARÃES, Daniel & Lima, José Osvaldo Santos & Moura, Carlos Alberto & Árabe, Najla Cotrim. *Cadastramento de Estruturas e Linhas de Transmissão em Ambiente Georreferenciado* - XVII SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – Outubro de 2003.