

Aprimoramento de um Sistema de Informações Geográficas a partir do Desenvolvimento de Metodologia para Cadastro de Equipamentos de Subestações e Linhas de Subtransmissão

A. G. Leal, EPUSP/ PEA/ GAGTD; J. A. Jardini, EPUSP/ PEA/ GAGTD; L. C. Magrini, EPUSP/ PEA/ GAGTD; M. Massuda, EPUSP/ PEA/ GAGTD; M. G. M. Jardini, EPUSP/ PEA/ GAGTD; H. K. Kiyohara, EPUSP/ PEA/ GAGTD; P. R. L. Silva, EPUSP/ PEA/ GAGTD; F. T. Fujimoto, Eletropaulo¹.

Resumo - Este projeto tem como objetivo complementar a base GIS da Eletropaulo com respeito a parte de equipamentos de subestações, linhas de subtransmissão, inspeções de equipamentos de subestações, bem como aplicativos tais como cálculo de fluxo de potência, cálculo de curto-circuito, análise de contingências. Estando ao final do primeiro ciclo, o sistema estará totalmente desenvolvido ao final do segundo ano e permitirá a gestão da manutenção dos equipamentos, bem como suprirá as necessidades dos departamentos de operação, engenharia e manutenção.

Palavras-chave—Gestão de linhas de transmissão, Equipamentos de Subestações, Gestão de Inspeções de Equipamentos GIS, Sistema de Informações Geográficas, Banco de Dados Relacional, Equipamentos Georeferenciados.

I. INTRODUÇÃO

A evolução dos sistemas de informação possibilita o controle mais apurado dos equipamentos de subestações e linhas de subtransmissão, permitindo que a manutenção passe a ser vinculada às exigências operativas ao invés da antiga metodologia baseada em tempo decorrido.

¹ A. G. Leal (Pesquisador), MSc e trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (leal@pea.usp.br);

J. A. Jardini (Coordenador do projeto), Prof. Dr. Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/ Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da USP/ GAGTD (jardini@pea.usp.br);

L. C. Magrini (Pesquisador), PhD e trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (magrini@pea.usp.br);

M. G. M. Jardini (Pesquisador), MSc e trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (mjardini@pea.usp.br);

M. Masuda (Pesquisador), BSc e trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (masuda@pea.usp.br);

H. K. Kiyohara (Pesquisador), MSc e trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (kiyohara@engineer.com);

P. R. L. Silva (Pesquisadora), BSc e trabalha no EPUSP/ PEA/ GAGTD – Grupo de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia (parodrigues@hotmail.com);

Fabio Tamio Fujimoto (Gerente do Projeto) trabalha na Eletropaulo Metropolitana (fabiof@eletropaulo.com.br).

Por outro lado, existe uma tendência dos departamentos das empresas promoverem soluções pontuais que atendem apenas ao seu interesse imediato, o que motiva o aparecimento de ilhas de informações e até mesmo o arquivamento de dados redundantes e com periodicidade de atualizações não sincronizadas.

Além disso, a reestruturação pela qual passou o sistema elétrico brasileiro obrigou o desmembramento de empresas e desagregação de equipes propiciando a perda de know-how e da documentação dos equipamentos das subestações e de linhas de subtransmissão [1].

A Eletropaulo Metropolitana conta hoje com um ativo composto de 180 subestações que alimentam 1638 circuitos primários, através de 1500 km de circuitos de subtransmissão aérea contendo 5600 suportes e 170 km de circuitos de subtransmissão subterrâneos.

Tendo em vista estes aspectos, torna-se necessária a reformulação dos sistemas de informação de forma a unificar os dados necessários à operação, manutenção e engenharia.

Devido à evolução da empresa, uma estratégia de maior abrangência tomou corpo e foi implementado um Sistema de Informações GIS da empresa Miner-Miner. Entretanto, a modelagem original não atendia as necessidades da Eletropaulo no quesito de subestações e linhas de subtransmissão.

Todavia, este projeto de P&D atenderia plenamente as necessidades da empresa, em uma base de dados relacional georeferenciada em Oracle. Portanto, era natural que este projeto tenha sido redirecionado para se tornar parte integrante do GIS da empresa, complementando e melhorando o modelo original.

Graças à tecnologia moderna, também foi possível neste projeto de P&D implementar em paralelo o desenvolvimento de uma metodologia baseada em equipamentos portáteis (hand-held computers) que apresenta o roteiro de inspeção/manutenção adequado ao tipo de equipamento e cadastra os resultados da inspeção/ensaios e manutenções dos equipamentos em campo.

II. SISTEMA GIS CORPORATIVO

GIS é um conjunto de equipamentos e programas que, por meio de uma metodologia, integra dados, pessoas e instituições, tornando possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização de informações georeferenciadas. Visando com isto uma maior segurança, confiabilidade, simplicidade de uso e agilidade no monitoramento, planejamento e tomada de decisões relativas ao espaço geográfico.

Atualmente a tecnologia do ARC/INFO-8 está sendo utilizada na Eletropaulo. Esta utiliza um modelo de dados orientado-a-objetos para organizar a geoinformação e um banco de dados relacional (Oracle) como repositório de dados. O conceito central do ARC/INFO-8 é "geodatabase", um banco de dados relacional que contém objetos geográficos e compõe uma estrutura hierárquica [2].

Em um "geodatabase", os dados geográficos são manipulados de forma muito semelhante aos dados administrativos convencionais. Cada tipo de dado geográfico corresponde a uma tabela diferente do banco de dados e cada entidade é armazenada como uma linha desta tabela (incluindo suas coordenadas). Através de regras de relacionamento entre diferentes entidades, podem-se representar elementos mais complexos como mapas e redes [2].

O ARC/INFO-8 tem três novos módulos: ArcMap (visualização e apresentação de dados, como o ARC/VIEW), Arc-Catalog (para modelagem de dados) e ArcToolbox (para operações, essencialmente uma interface amigável para os antigos módulos ARC/EDIT e ARC/PLOT). No entanto, estes módulos estão disponíveis apenas em ambiente Windows NT e sua linguagem de programação é Visual Basic. A ESRI ainda não possui suporte para usuários UNIX [2].

O mapeamento completo de toda a rede aérea e subterrânea de distribuição e subtransmissão de energia elétrica da AES Eletropaulo está totalmente integrado em um banco de dados implantado com tecnologia GIS (Sistema de Informações Geográficas). Para isto foram convertidos os dados cadastrais da rede de distribuição aérea para o sistema GIS, que está substituindo o sistema GRADE utilizado pela empresa há 16 anos.

Em 2004, esta base conterá todas as informações cadastrais dos ativos elétricos geograficamente dispersos, permitindo a sua gestão num ambiente integrado e amigável. A grande vantagem do sistema está na facilidade de manuseio, na sua versatilidade e na rapidez para efetuar análises.

III. METODOLOGIA EMPREGADA

Para atingir o objetivo proposto, foi necessário desenvolver uma metodologia para cadastro georeferenciado dos equipamentos de subestações de distribuição de energia e de linhas de subtransmissão, bem como um modelo de um banco de dados relacional de um sistema de informação.

Também foi desenvolvida uma metodologia para medição das coordenadas UTM das linhas de subtransmissão e para levantamento das características elétricas e mecânicas das torres das linhas de subtransmissão da área de concessão e

arredores, tais como faixas de passagens e interferências nas proximidades.

Essa metodologia prevê o levantamento das partes constituintes de cada torre, tais como: pernas, corpo, cabeça, tipo de isolador, tipo de bundle, cabo, altura em relação ao solo, catenária, etc.

Com respeito ao cadastramento georeferenciado dos equipamentos de subestações, foi inicialmente previsto que estes também possuiriam coordenadas UTM. Entretanto, devido a grande quantidade de equipamentos, os quais acabariam sendo mostrados no sistema de informações escolhido segundo o representante da ESRI no Brasil, acarretaria em enorme lentidão no sistema. Portanto é decisão da concessionária que os equipamentos estejam vinculados à subestação.

Este vínculo obedece a um modelo de dados relacional de forma que consiga abranger os diferentes tipos de arranjos atualmente existentes na empresa e sua conectividade. Essa metodologia prevê a utilização de iPaqs para armazenamento do roteiro de inspeção e coleta de informações que posteriormente são transferidas ao sistema corporativo.

IV. DETALHES DA MODELAGEM

Para armazenar ao nível de concessionária essas informações, foi concebida uma base de dados para disponibilizar esses dados, bem como prover meios para armazenamento das inspeções, ensaios, testes e medições coletadas. Essas informações ficam disponíveis para toda a empresa através da Intranet e do sistema de informações geográficas já em desenvolvimento. Esta base de dados foi desenvolvida a partir de um modelo de dados relacional envolvendo os módulos de:

- ❖ Interfaces de Cadastro de Instalações no GIS;
- ❖ Cadastro de Linhas Aéreas;
- ❖ Cadastro de Linhas Subterrâneas;
- ❖ Análise de Óleo;
- ❖ Serviços;
- ❖ Inspeções de Subestações;
- ❖ Inspeções de Linhas.

Para validar a metodologia e o modelo de dados, foram efetuados o levantamento de dados e o cadastramento de um piloto representativo dos vários tipos de equipamentos em operação. Dessa forma, foram escolhidas linhas de subtransmissão aéreas e subterrâneas, bem como subestações de distribuição (ETD) que contemplam arranjos típicos dentro da empresa.

Com base no modelo validado, foi aprimorado o Sistema GIS da ESRI comprado pela Eletropaulo. O modelo de dados relacional desenvolvido e validado foi convertido para um modelo orientado-a-objetos de forma a se integrar com o modelo original da Miner-Miner/ESRI. Este sistema permite a criação de Aplicativos gráficos e tabulares possibilitando a consulta e modificação das informações dos equipamentos e linhas de subtransmissão, bem como consultas complexas.

Desta forma, durante o segundo ciclo deste projeto, será feita a integração com aplicativos técnicos que estão na fase de especificação. Os módulos atualmente em análise são os de cálculos elétricos, tais como:

- ❖ Cálculo de Fluxo de Potência;
- ❖ Cálculos de Curto Circuitos;
- ❖ Análise de Contingência.

V. METODOLOGIA NO CADASTRO PILOTO DE EQUIPAMENTOS

Esta seção tem o objetivo de abordar sumariamente, a metodologia utilizada no processo de cadastramento de equipamentos e suas respectivas inspeções de subestações e de linhas de subtransmissão.

O processo de cadastramento, segundo o modelo de dados desenvolvido, consiste nas seguintes etapas:

- ✓ **Levantamento dos Domínios do Sistema** – Esta etapa deverá ser feita uma única vez, visto que a princípio estes Domínios praticamente não sofrerão modificação durante a vida útil do sistema. Estes identificadores consistem nos tipos de equipamentos existentes e tipos de mecanismos ou tecnologias utilizadas em sua operação. As etapas posteriores serão necessárias sempre que for efetuada a construção ou cadastro de uma nova subestação;
- ✓ **Cadastramento dos Dados de Padrões de Equipamentos** – Antes de inserir um equipamento no banco de dados, é fundamental que o padrão deste já tenha sido cadastrado no banco de dados. O objetivo da existência de padrões é o de evitar que, ao se cadastrar um equipamento, tenha que se digitar inúmeras vezes parâmetros que são comuns a outros existentes na subestação. Por exemplo chaves, disjuntores, TCs e TPs;
- ✓ **Cadastramento dos Equipamentos** – Nesta etapa deverá ser realizado o cadastramento dos equipamentos existentes na subestação a partir de dados do SIMEL ou outras fontes existentes em meio físico ou digital. Os equipamentos são identificados através do número patrimonial (NGE) e o seu padrão (modelo). Todos estes dados são confirmados com os manuais existentes dos equipamentos, bem como através de verificações em campo;
- ✓ **Cadastramento das Instalações** - Considera-se uma instalação como um conjunto de equipamentos que estão conectados em um determinado tipo de ligação. Portanto, são cadastrados os números patrimoniais dos equipamentos que fazem parte desta instalação, bem como outros atributos próprios das instalações. Sendo que cada Instalação possui um Identificador único na empresa;
- ✓ **Cadastramento da Topologia da Subestação** – A partir do diagrama unifilar completo da subestação, é cadastrada a conectividade entre as instalações existentes;
- ✓ **Levantamento em Campo dos Dados de Equipamentos** - Em campo são conferidos os dados obtidos nas fases anteriores. Também são complementados os dados de instalações e equipamentos que não puderam ser obtidos a partir dos documentos e sistemas disponíveis;
- ✓ **Cadastramento da Linha de Subtransmissão** – Este cadastro também se consiste de duas fases, uma que é feita com os perfis para o cadastro dos dados gerais da linha de subtransmissão e seus suportes e outra em campo para o levantamento de sua posição georeferenciada e confirmação dos dados obtidos de documentos.

VI. METODOLOGIA GERAL PARA COLETA DE COORDENADAS

A metodologia para levantamento dos pontos pode ser descrita da seguinte forma:

- ❖ O levantamento no campo foi realizado no dia 7 de março de 2003, pelo período da tarde;
- ❖ Feito um desenho esquemático da subestação, os pontos foram escolhidos e, com auxílio do receptor GPS, suas coordenadas foram adquiridas. Este procedimento visa adquirir, a cada segundo de tempo, uma posição de latitude e longitude. Adquiriu-se por ponto, uma média de 20 posições de coordenadas;
- ❖ Com as coordenadas dos pontos armazenadas no receptor GPS, e logo após o retorno ao escritório, esses dados foram transferidos para um programa chamado Pathfinder Office – software esse que acompanha o GPS Trimble comercializado pela Santiago & Cintra;
- ❖ Com os dados no microcomputador, um arquivo foi utilizado para se realizar a correção diferencial das coordenadas medidas; arquivo obtido no site da Santiago & Cintra. A correção diferencial executada pelo programa faz uso do método MMQ (Mínimo Múltiplo Quadrado). Basicamente, esse arquivo contém nada mais do que as “n” coordenadas das posições de um ponto já conhecido e muito preciso na cidade de São Paulo, onde é mantido um GPS de alta precisão adquirindo intermitentemente (nesse passo é importante que a data e o horário deste arquivo base seja coerente com o arquivo adquirido);
- ❖ A correção diferencial é então realizada e logo em seguida, também fazendo uso do software é realizada a conversão para o sistema de coordenadas UTM.

Como a maior parte dos equipamentos está abrigada nas subestações pilotos, adotou-se um dos seguintes métodos para a aquisição das coordenadas destes equipamentos:

- ✓ **Quando do equipamento não abrigado – exposto ao tempo.** A aquisição de sua coordenada é realizada com auxílio do receptor GPS e é de fácil ob-

tenção salvo possíveis dificuldades relatadas na seção VII. O receptor é levado até o equipamento e então adquirida a coordenada pela triangulação de quatro ou mais satélites.

- ✓ **Quando do equipamento abrigado – dentro de uma subestação ou construção.** Por motivo de impossibilidade total de aquisição das coordenadas fazendo uso do receptor GPS, um ponto é coletado e transformado para o sistema de coordenadas UTM. A distância em metros é obtida do equipamento em estudo até esse ponto cuja coordenada foi coletada; onde então será somada (ou subtraída dependendo da localização), obtendo assim a sua localização.

VII. DIFICULDADES ENCONTRADAS

A. Dificuldades para a Criação do Modelo de Dados

Dentre todas as dificuldades encontradas, a que demandou mais tempo foi a definição dos atributos que seriam armazenados na base de dados. Foram realizadas 38 reuniões com diferentes grupos de futuros usuários do sistema, de modo a levantar as diferentes necessidades. Essas reuniões envolveram funcionários da Eletropaulo das áreas de linhas aéreas de subtransmissão, manutenção de equipamentos de subestações, em particular relés de proteção, além de contatos com a equipe responsável pelo desenvolvimento do sistema GIS da empresa. Das dificuldades encontradas durante a consolidação de todos os atributos a serem considerados na base de dados, se sobressairam:

- ❖ Grande quantidade e diversidade de pontos de vista dos usuários envolvidos;
- ❖ Variação nas terminologias utilizadas por fabricantes de equipamentos em épocas distintas;
- ❖ Dificuldade de se reunir os manuais contendo as especificações técnicas dos equipamentos;
- ❖ Enorme quantidade de atributos (2695) e de Entidades/Tabelas (223).

B. Dificuldades para a coleta de dados de Equipamentos

Dentre as dificuldades encontradas durante o levantamento de dados dos equipamentos e instalações de subestações e torres de subtransmissão, destacaram-se as seguintes:

- ❖ Disponibilidade em meio físico ou magnético dos manuais de equipamentos que estavam em operação a mais de 40 anos;
- ❖ Dificuldade de acesso aos dados de placa do equipamento devido ao fato de estarem energizados ou em locais inacessíveis (ex: TPs e TCs).

C. Dificuldades para a coleta de dados georeferenciados

A figura 1 mostra um desenho esquemático da ETD Canaã. Entre as dificuldades encontradas no levantamento de dados georeferenciados desta subestação, podem-se ressaltar:

- ❖ Na ETD Canaã, as construções vizinhas possuem muros altos o que dificulta ou impossibilita a aquisição das coordenadas geográficas;
- ❖ Os pontos referentes aos dois disjuntores de entrada da subestação, CAA3 e CAA4, e ainda os bays ou cubículos estão internos aos prédios 1 e 2. Neste caso a aquisição das coordenadas só é possível se feita externamente ao prédio com a adição da distância aferida manualmente com fita métrica – metodologia descrita na seção VI;
- ❖ Ainda sim, as coordenadas dos pontos conseguidas foram feitas com auxílio de tripé e haste prolongadora que eleva a altura da antena (para 2,5 metros) para que um mínimo de quatro satélites possa ser visualizado e a geometria formada pelos satélites deixe de ser insuficiente;
- ❖ O receptor GPS utilizado foi o “GEOExplorer II” da TRIMBLE, que oferece uma medição (sem o método DGPS – Diferencial o que se chegaria numa precisão submétrica) com um erro de até quatro metros;
- ❖ A metodologia de se obter a distância manualmente também oferece um erro que será, intrinsecamente somado àquele obtido com o receptor GPS;

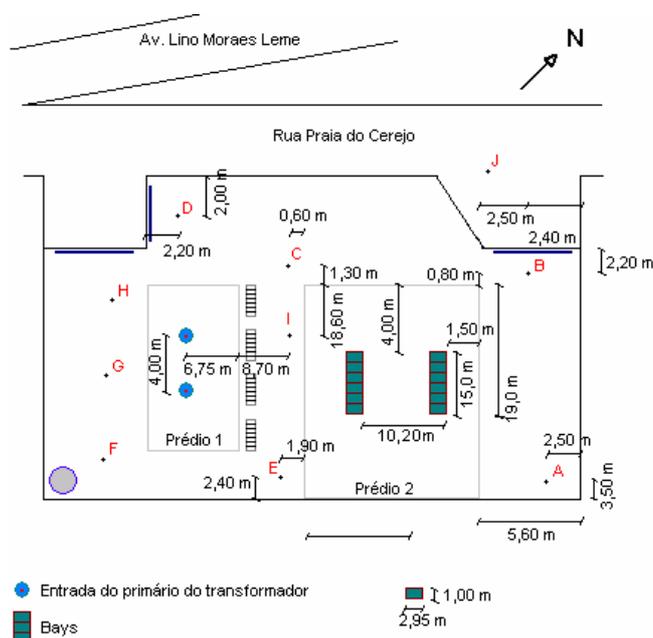


Figura 1 Desenho Esquemático da ETD Canaã

VIII. BASE DE DADOS DO HAND-HELD

O aplicativo de front-end criado para facilitar o cadastramento das inspeções em equipamentos está sendo desenvolvido com o eMbedded Visual Basic 3.0. O desenvolvimento deste aplicativo também poderia ter sido em MS Visual Studio .NET 2003. Este front-end acessa a base de dados Oracle Lite através do Oracle Lite database ActiveX Data Ob-

jects for Windows CE. Esta decisão de ferramentas foi tomada pela Eletropaulo, pois ao se programar para Windows CE simplifica o desenvolvimento e a manutenção tanto para desenvolvedores experientes como para novatos, uma vez que as ferramentas são similares às já conhecidas do universo Windows 9x/NT/2000/XP, e não será necessário re-aprender a programar nelas.

Em termos técnicos, a adoção de um equipamento Palm OS ou Pocket PC seria possível dentro deste projeto. Entretanto, considera-se mais adequado o sistema operacional Pocket PC da Microsoft, devido às seguintes razões:

- ❖ Facilidade no desenvolvimento e manutenção de aplicativos - como a idéia da Microsoft é que o Pocket PC seja uma versão reduzida de um desktop, os aplicativos criados em VB seriam reutilizáveis também no Pocket PC.
- ❖ Ferramentas mais populares - o VB já é um produto amplamente conhecido no mercado, com muitos programadores experientes. No caso do Palm, as ferramentas são menos conhecidas e há poucos programadores no mercado.
- ❖ Estimou-se que o hand-held a ser utilizado deveria ter pelo menos 4M de memória RAM disponível. Tendo como estimativa 380K para o gerenciador do banco de dados Oracle Lite, 100k para o sistema operacional no caso do Palm, 2M para os dados e 1M para o aplicativo. Chegou-se ao tamanho aproximado de 2M para o banco de dados no Hand-Held, considerando que as tabelas de domínio tenham em média de 10 linhas e as outras tabelas tenham em média 200 linhas cada uma. Imagina-se que este seja o cenário típico de um dia de inspeções. Caso fossemos utilizar Palm OS, o Palm Zire deveria ser desconsiderado da lista de candidatos por apresentar memória insuficiente.

Conforme podemos ver na figura 2, a base de dados do Pocket PC será sincronizada através do Mobile Sync, que fica instalado no Pocket PC, com a base de dados do Mobile Server. Uma vez sincronizados os dados das inspeções com o Mobile Server, a figura 2 mostra um esquemático no qual existirá um programa para exportar os dados das inspeções para o GIS. O Oracle Lite (Mobile Server e Mobile Server Database) será instalado em uma plataforma Windows, ao invés de tudo dentro do ambiente UNIX, devido ao ArcObjects atualmente não ser compatível com este sistema operacional. A partir desse repositório será disparada uma trigger que acionará o aplicativo de exportação o qual irá inserir os novos dados de inspeções para o banco corporativo GIS, que está em ambiente UNIX.

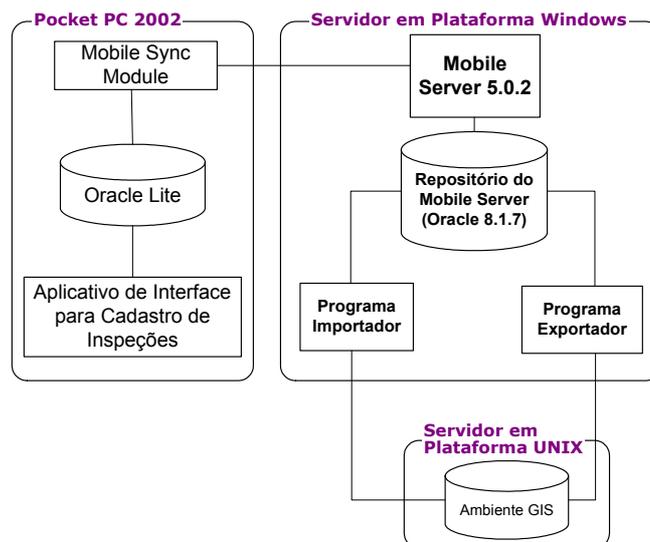


Figura 2 Sincronização do Oracle Lite com o Mobile Server Repository

Desta forma, podemos observar a seguinte seqüência de eventos:

1. O usuário coloca o Pocket PC 2002 no berço para a sincronização com o Mobile Server;
2. O usuário seleciona as instalações e/ou subestações que deverão ser inspecionadas no dia;
3. Haverá a transferência de dados utilizando o Mobile Sync para o Oracle Lite do Pocket;
4. O usuário irá a campo e preencherá os resultados das inspeções através de um aplicativo (eMbedded Visual Basic 3.0 + Oracle Lite database ActiveX Data Objects for WinCE);
5. Ao retornar para a Base, o usuário irá descarregar os dados coletados para o Mobile Server Repository através do Mobile Sync;
6. Após a sincronização dos dados, será acionado o programa de exportação que fará a leitura dos dados coletados no Mobile Server e os exportará para o GIS através de ArcObjects;
7. Uma vez concluído, os dados coletados poderão continuar no Hand-Held ou poderão ser deletados. Os dados das inspeções que já foram descarregados terão acesso somente de leitura no pocket. Os dados de inspeções não poderão ser alterados no GIS, e portanto, não haverá necessidade de um programa que os exporte do GIS para o Oracle Lite. Entretanto, haverá a necessidade de um programa que exporte os dados referentes aos equipamentos e outros atributos necessários às inspeções para o Mobile Server Repository.

IX. SUMÁRIO FINAL

Como visto, o trabalho integrou a criação do Sistema GIS da Eletropaulo de forma a complementar o Sistema de Informações em desenvolvimento, para evoluir e acelerar o processo de decisões na gestão da manutenção, gerencia e manutenção da empresa.

Atualmente, o poder da informação é indiscutível e ao utilizarmos uma metodologia de utilização da informação que permita seu uso de forma rápida e flexível para atender diferentes objetivos pelo modo de sua apresentação georeferenciada (ou mapeada). Os sistemas GIS permitem, aliados a uma correta utilização desta tecnologia, permitem a obtenção resultados melhores na gestão da empresa como um todo.

Atualmente, o Sistema GIS da Eletropaulo conta, como resultado do primeiro ciclo deste projeto de pesquisa e desenvolvimento, com os seguintes módulos no GIS:

- ❖ Linhas de Subtransmissão Aérea;
- ❖ Linhas de Subtransmissão Subterrânea;
- ❖ Torres de Subtransmissão;
- ❖ Equipamentos de Subestações;
- ❖ Relés de Proteção;
- ❖ Análise de Óleo;
- ❖ Inspeções de Instalações de Subestações;
- ❖ Inspeções de Linhas de Subtransmissão;
- ❖ Ensaio de Equipamentos Instalados.

Bem como, os módulos de coleta de dados de inspeções e ensaios de equipamentos de subestações e Linhas de Subtransmissão em Pocket PC.

X. BIBLIOGRAFIA

- [1] JARDINI, Jose Antonio; JARDINI, Mauricio George Miguel; SCHMIDT, Hernán Prieto; MAGRINI, Luiz Carlos. Information System for Management of Generating Plants and Transmission Lines. In: T & D 2002, 2002, São Paulo. 2002.
- [2] Gilberto Câmara, "Arc/Info e o Futuro do GIS", InfoGeo, 10, nov/dez 2000. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/infogeo/infogeo10.pdf>

XI. BIOGRAFIA

Adriano Galindo Leal, nascido em São Paulo, Brasil, em 19 de setembro de 1971. Graduado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1996 (Engenharia Elétrica com ênfase em Energia e Automação). Recebeu pela mesma instituição título de MSc em 1999. Atualmente cursa pós-graduação a nível de Doutorado pelo PEA (Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e trabalha como Engenheiro Pesquisador no GAGTD (Grupo da Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica) do PEA da EPUSP.

José Antonio Jardini, nasceu em 27 de março de 1941, formado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP (EPUSP) em 1963. Mestre em 1970, Doutor em 1973, Livre Docente/ Prof Associado em 1991 e Professor Titular em 1999 todos pela EPUSP Departamento de engenharia de Energia e Automação Elétricas (PEA). Trabalhou de 1964 a 91 na Themag Eng. Ltda atuando na área de estudos de sistemas de potência, projetos de linhas e automação. Atualmente é professor da escola Politécnica da USP do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas onde leciona disciplinas de Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Foi representante do Brasil no SC38 da CIGRE, é membro da CIGRE, Fellow Member do IEEE, e Distinguished Lecturer do IAS/IEEE.

Luiz Carlos Magrini nascido em São Paulo, Brasil, 3 de Maio de 1954. Graduado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1977 (Engenharia Elétrica). Recebeu pela mesma instituição o título de MSc e PhD em 1995 e 1999, respectivamente. Trabalhou por 17 anos na Empresa Themag Engenharia Ltda. Atualmente, além de Professor de Universidades faz parte, como pesquisador/ coordenador de Projetos do Grupo GAGTD na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Mario Masuda, nascido a 25 de junho de 1948 em Tupã, São Paulo, Brasil. Formado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) em 1973. Trabalhou de 1973 a 91 na Themag Eng. Ltda atuando na área de estudos de sistemas de potência e estudos e projetos de linhas. Trabalhou de 1991 a 1997 como autônomo executando projetos, supervisionando e ministrando curso de instalação de cabos de fibras ópticas em Linhas de Transmissão (OPGW). De 1997 a 2002 trabalhou na Furukawa Empreendimentos e Construções Ltda em projetos, supervisão e instalação de cabos de fibras ópticas em linhas de transmissão (OPGW). Atualmente trabalha como pesquisador pelo grupo GAGTD na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Mauricio George Miguel Jardini, nascido em São Paulo, Brasil, 18 de outubro 1971. Graduado em Engenharia Elétrica pela Escola da Engenharia Mauá em 1995. MSc na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1998, onde fez exame e realiza o curso de PhD. Pós graduado pela Fundação Vanzolini da Universidade de São Paulo em Administração Industrial, 2001. Trabalhou em Projetos de Plataformas de Petróleo e Petroquímicas no departamento de engenharia da empresa SETAL Engenharia. Atualmente trabalha como pesquisador pelo grupo GAGTD na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Humberto Katsuo Kiyohara, nascido em São Paulo, SP, Brasil, em 22 de janeiro de 1971. Graduado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1995 (Engenharia Elétrica com ênfase em Energia e Automação). Recebeu pela mesma instituição título de MSc em 1999. Atualmente trabalha como Engenheiro pesquisador no GAGTD (Grupo da Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica) do PEA (Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas) da EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

Patrícia Rodrigues Loureiro e Silva, nascida em São Paulo, Brasil, 12 de julho 1965. Graduanda em Matemática no IME – Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Trabalha atualmente no GAGTD (Grupo da Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica) do PEA (Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas) da EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

Fábio Tamio Fujimoto, nascido em São Paulo, Brasil, em 03 de março de 1972. Graduado pela Fundação Armando Álvares Penteado (Engenharia Mecânica). Atualmente cursa MBA - Gerência de energia - na Fundação Getúlio Vargas e trabalha como Engenheiro na Gestão da Subtransmissão da AES Eletropaulo, Unidade Ibirapuera.