



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GMI - 30
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO XII
GRUPO DE ESTUDOS DE ASPECTOS TÉCNICOS E GERENCIAIS DE MANUTENÇÃO EM INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS – GMI**

**BANCO DE DADOS ÚNICO PARA AS ÁREAS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA
IMPLANTADA NA CEMIG**

**Gilberto José Rigotto Júnior
CEMIG**

**Marilene Ângela da Cruz
CEMIG**

**João Luiz de Oliveira Gomes (*)
CEMIG**

RESUMO

A Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) desenvolveu e implantou um *software* de gestão de seu banco de dados, através do projeto Phoenix, que é uma solução tecnológica que atende às áreas de operação e manutenção de seu parque de equipamentos. O sistema foi desenvolvido em ambiente *Web*, com base de dados em *SQL Server*. As áreas de operação e manutenção da empresa foram beneficiadas com a alternativa sistêmica e corporativa de unificação das bases de dados e a estratégia adotada resultou em mais agilidade e disponibilidade das informações sobre os equipamentos além de auxiliar aos estudos de engenharia.

PALAVRAS-CHAVE

Operação. Manutenção. Unificação de banco de dados. Sistemas informatizados. Aplicativo *Web*.

1.0 – INTRODUÇÃO

A Cemig trabalhava, até o final de 2004, com diversas bases de dados para seu parque de equipamentos de manobra, de transformação e de relés de proteção e controle. Essas diversas bases de dados existentes atendiam a diversos aplicativos isolados através de metodologias e controles próprios, utilizando diferenciados recursos de informática e a habilidade pessoal de seus profissionais. Essas práticas atendiam também às necessidades de cada sistema, porém não atendiam às necessidades corporativas, uma vez que as informações coletadas não eram padronizadas, estavam armazenadas em ambientes diferenciados, não normatizavam os procedimentos na empresa, desde a aquisição de um equipamento até a sua desativação, incluindo os órgãos de compra, projeto, operação, manutenção e dificultavam a geração de produtos importantes para o gerenciamento da operação e manutenção do sistema Cemig.

Dentre outros sistemas com suas bases de dados isoladas que existiam na Cemig, podemos citar o *Software, Applications and Products for Data Processing (SAP R/3)*, o sistema de cadastramento de Resultados de Medições e Ensaio (RME) e o Banco de Dados de Relés (BDR). O aplicativo *SAP R/3* é desenvolvido pela alemã *SAP AG*. Esse *software* é um dos mais modernos em termos de integração de informações para a gestão empresarial, disponibilizando informações importantes para a tomada de decisões. A Cemig tem implantado 8 módulos, do total de 12 que integram o pacote. O módulo de Manutenção – *Plant Maintenance (PM)* – suporta o planejamento, o processamento e execução dos serviços de manutenção. Todos os componentes do parque de equipamentos do sistema elétrico da Cemig estão cadastrados neste módulo do *SAP*. Ele é a porta de entrada de qualquer equipamento controlado na Cemig. Neste módulo, o *SAP R/3* trabalha com planos de manutenção, os quais permitem gerenciar as atividades de manutenção e controle a serem executadas em um objeto de manutenção (equipamento ou local de instalação), de forma a garantir o seu correto funcionamento. Os planos geram como produto, ordens de manutenção do tipo preventiva sistemática ou do tipo inspeções, que são posteriormente planejadas, aprovadas e despachadas, para serem executadas pelas equipes de operação e

* CEMIG – Rua Osório de Morais, 281 – Cidade Industrial – 32210-140 – Contagem – MG
Fone: (31)3329-5213 – Fax (31)3329-5560 – e-mail: joaolog@cemig.com.br

manutenção. Com isso é possível obter a história técnica dos objetos de manutenção e análise de falhas, processamento automático dos custos de manutenção, padronização dos procedimentos e dados de manutenção, planejamento da manutenção com processamento automático de ordens de serviço (manutenção preventiva), planejamento de recursos necessários à manutenção e sistema de informação da manutenção.

Mas, no *SAP R/3* não é possível cadastrar informações técnicas dos equipamentos, como os ajustes disponíveis para esses equipamentos ou os resultados das manutenções realizadas ao longo do tempo. Para isso, as áreas de manutenção e operação utilizavam-se dos sistemas RME e BDR, respectivamente. Utilizado para fazer o cadastramento das manutenções realizadas, preventivas ou não, o RME que foi desenvolvido em linguagem de programação *Delphi*, possuía sua base de dados em *Paradox* e descentralizada por área de execução da manutenção. Nestas áreas, a base ainda poderia ser subdividida entre as equipes de execução. Além do aplicativo não ser corporativo e a cada período de manutenção nos equipamentos as bases aumentarem o seu volume de dados, as equipes responsáveis pelo cadastramento dos resultados dos ensaios realizados no RME, não atualizam a base para centralizar os dados regionais. Entre outras dificuldades encontradas, estão os poucos estudos de engenharia de manutenção que foram realizados devido à descentralização dessas bases de dados.

Para o cadastramento dos ajustes disponíveis e ajustes por ponto operativo dos relés de proteção e controle, emitir pedidos de serviços para primeiro ajuste, ou reajuste da proteção, a área de operação utilizava-se do *software* BDR. O BDR tinha sua plataforma em ambiente de grande porte (*mainframe*), possuía um custo elevado para ser executado e não tinha condições de atender aos requisitos dos novos relés digitais. Os relés possuíam centenas de itens de ajustes e existia a dificuldade para a manutenção dos programas e rotinas computacionais do atual banco. Uma simples conversão de dados do *mainframe* para o ambiente de micro não solucionava o problema já que o BDR necessitava manter todos os recursos de segurança e acesso remoto existentes.

Esses três principais *softwares* que atendiam às áreas de operação e manutenção e as suas bases de dados descentralizadas não contribuíam para a otimização dos processos que integravam as engenharias dessas áreas, relativo ao parque de equipamentos do sistema elétrico Cemig, desde a aquisição de um equipamento até a sua desativação.

2.0 – SISTEMA PHOENIX

Para atender às necessidades atuais dos sistemas BDR e RME, com base em documentos internos gerados pelas áreas de operação, manutenção e planejamento do sistema elétrico das Diretorias de Geração e Transmissão e da Diretoria de Distribuição da Cemig, e em parceria com a área de Soluções em Informática, foi criado um grupo de trabalho para propor o desenvolvimento de um projeto para otimizar as funções das áreas de operação e manutenção do parque de equipamentos do sistema elétrico Cemig.

O objetivo era propor uma solução tecnológica para fazer, em etapa inicial, a integração das bases de dados do aplicativo BDR com as bases do RME, em um ambiente corporativo, promovendo a substituição integral das funcionalidades do BDR para o Phoenix. Em uma segunda etapa, migrar gradativamente as funcionalidades do sistema RME para o Phoenix. Posteriormente, propor solução para fazer a integração do Phoenix com o *SAP R/3* (módulo *PM*), *Aspen Oneliner* e *Relig*, automatizando processos para transferir e receber dados. Os aplicativos *Aspen* e *Relig* são utilizados pelas áreas que fazem os estudos de coordenação da proteção para tensões acima de 23kV e das barras e rede de distribuição, respectivamente. É proposta também a integração do Phoenix com outros sistemas utilizados na empresa, como por exemplo: o Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentação (Gedoc), que é uma ferramenta de Gerenciamento Eletrônico de Documentos (Ged), utilizada por várias empresas e com o Sistema Corporativo de Informações Georreferenciadas (GeoCemig). Estas integrações são possíveis desde que possam contribuir com o Phoenix ou com os sistemas que estão sendo acoplados. Por fim, essas soluções propostas têm por objetivo também, a criação de procedimentos na empresa, descrevendo e organizando os procedimentos para a documentação da vida de um equipamento, desde a sua aquisição até a desativação. Visa também a geração de produtos para gerenciamento da operação e manutenção do sistema Cemig. As soluções propostas para os problemas citados envolvem a criação de banco de dados corporativos, a migração das bases de dados *Paradox* do RME para a base *SQL* do Phoenix, conferência dos conteúdos e dos formatos da base de dados Phoenix com o BDR, o desenvolvimento de aplicativos em ambiente *Web*, *desktop* e *handheld*, desativação dos sistemas BDR e RME, a utilização de coletores eletrônicos móveis, do tipo *laptops* ou *handhelds*, a integração do Phoenix com o *SAP R/3* e com os sistemas utilizados para fazer os estudos de coordenação da proteção e os sistemas utilizados para fazer o controle da manutenção.

Os aplicativos BDR e RME possuíam em comum, em sua base de dados, o cadastramento dos ajustes possíveis de um relé, e os atuais ajustes calculados para um ponto operativo do sistema. O RME ainda é utilizado para a execução de ensaios de manutenção, como para testes de comissionamentos dos novos equipamentos. A Cemig utiliza esse sistema para realizar os ensaios de manutenção nos equipamentos de manobra e transformação e nos relés de proteção e controle. O RME tem como objetivos padronizar e informatizar os métodos de execução da manutenção e carregar os resultados obtidos nas manutenções em banco de dados informatizado. Para os métodos de execução da manutenção, o sistema emite as folhas de testes para os equipamentos que serão testados. As folhas de testes contêm os ensaios que serão realizados e também todos os cálculos dos valores esperados, dos limites admissíveis, das magnitudes e ângulos das grandezas vetoriais a serem aplicadas nos ensaios do equipamento. São emitidas também as instruções de manutenções contendo como fazer os ensaios especificados nas folhas de testes. Com relação aos dados técnicos do equipamento, o BDR possuía as informações dos ajustes disponíveis para um determinado relé e era utilizado somente para armazenar as

informações dos valores de ajustes desses relés em cada ponto operativo do sistema. Para o controle da operação do sistema, o BDR emitia pedidos de serviços para novo ajuste ou reajuste do ponto operativo, enviava-os aos órgãos de execução da manutenção e gerenciava o acesso ao seu sistema de dados através de níveis de senhas de seus usuários.

A Figura 1 apresenta o diagrama esquemático, macro, do processo proposto. O sistema Phoenix terá seu aplicativo executado na *Intranet* com os *desktops* distribuídos nas regionais.

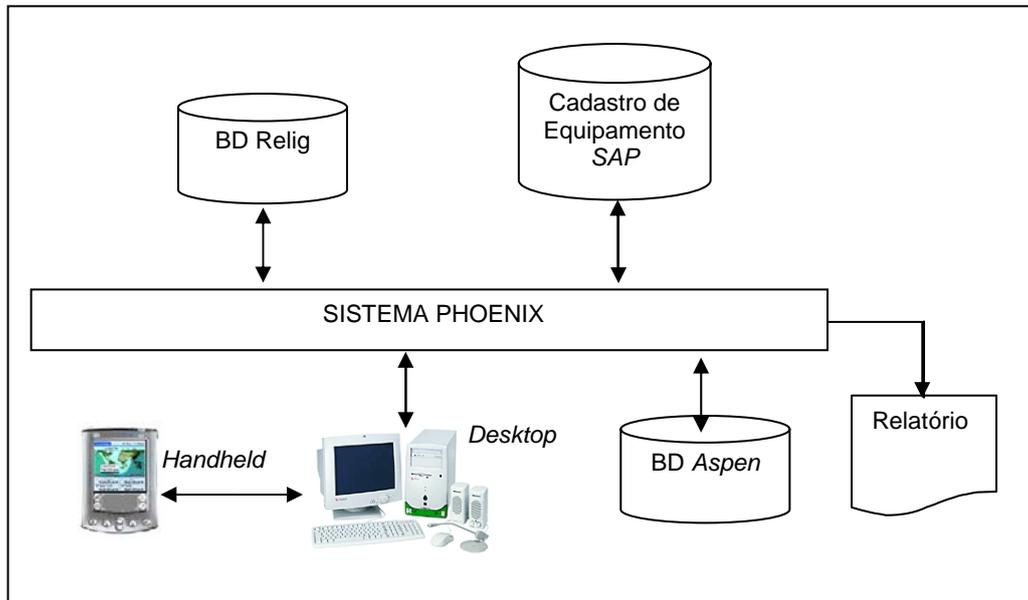


FIGURA 1 – Diagrama macro da solução proposta

Além das tabelas convertidas das bases de dados *Paradox* do RME para a base *SQL*, conferência dos conteúdos e dos formatos da base de dados Phoenix com o BDR, estão representados também, na Figura 1 as interligações, com duplo sentido na transmissão de dados entre o Phoenix e os sistemas *Aspen*, *Relig* e *SAP R/3*, e com os aplicativos distribuídos nas regionais.

2.1 Levantamento dos requisitos para o sistema

Para se fazer o levantamento dos requisitos para o sistema foi utilizada a *Unified Modeling Language (UML)* que é uma linguagem de modelagem de dados orientada a objetos usada para especificar, visualizar, construir e documentar sistemas.

Destacamos os principais requisitos funcionais para o sistema, identificados através de reuniões periódicas do grupo de trabalho:

- integrar os bancos de dados de equipamentos existentes nos sistemas BDR e RME;
- manter a biblioteca técnica padrão onde contém uma coletânea de informações técnicas para executar a manutenção;
- possibilitar a consulta às instruções de manutenção por modelo ou por ponto operativo diretamente no Gedoc;
- ter a interface de comunicação com o módulo *PM* do *software SAP R/3*;
- gerenciar todo o processo de pedido de serviço para ajustes dos equipamentos, desde a emissão, passando por sua aprovação até a resposta;
- ter o histórico dos valores de ajustes do equipamento;
- ter o histórico dos equipamentos por ponto operativo;
- possibilitar a utilização de *handhelds* pela equipe de manutenção na coleta dos dados de ensaio;
- calcular as grandezas aplicadas nos ensaios de manutenção realizados nos relés;
- executar de forma automatizada os ensaios de manutenção realizados nos relés;
- ter um controle de acesso ao sistema de acordo com o perfil do usuário;
- emitir relatórios gerenciais.

2.2 Elaboração do banco de dados

Foi elaborado um banco de dados centralizado e corporativo utilizando o sistema gerenciador de banco de dados *Microsoft SQL Server*, responsável por armazenar os dados de forma confiável permitindo uma fácil recuperação e atualização desses dados. Esse banco de dados foi modelado para atender às áreas de operação e manutenção tornando a informação disponível de forma rápida tanto no nível operacional quanto no nível gerencial. Embora a

modelagem tenha previsto os equipamentos das áreas de manobra, proteção e controle, transformação e rede de distribuição, na primeira etapa de desenvolvimento do sistema foram transferidos para o banco de dados do Phoenix somente os relés de proteção e controle. Esses relés foram transferidos primeiro que os equipamentos das outras áreas por causa da desativação do banco de dados IDMS, ocorrido em janeiro de 2005, o qual atendia ao sistema BDR.

A Figura 2 apresenta, em visão macro, o diagrama das tabelas contendo as entidades e os relacionamentos existentes no sistema Phoenix.

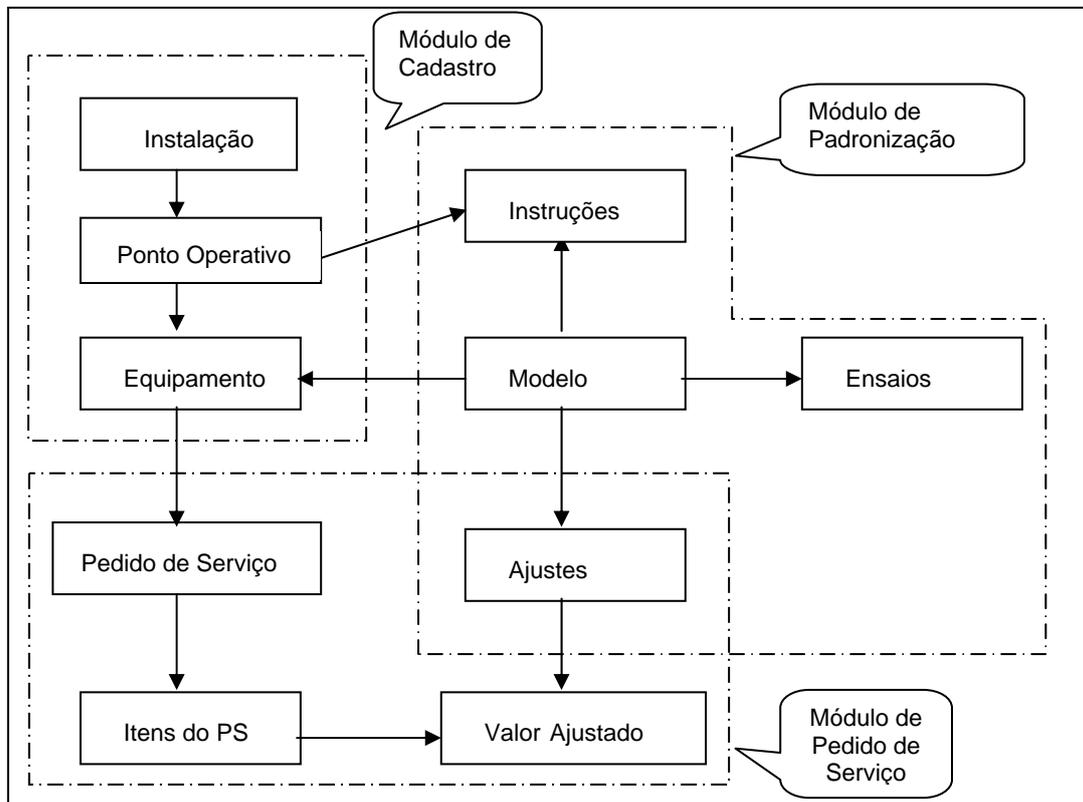


FIGURA 2 – Diagrama macro de entidade e relacionamento

Estão representados, na Figura 2, os módulos de Cadastro, Padronização e Pedido de Serviço, existentes no sistema Phoenix. No módulo de Cadastro os usuários incluem a instalação, os pontos operativos pertencentes à instalação e os equipamentos que estão ligados aos pontos operativos. No módulo de Padronização estão as tabelas contendo as informações técnicas dos equipamentos, como suas características operativas, valores de ajustes permitidos e instruções de manutenção. O módulo de Pedido de Serviço atende somente aos relés de proteção e controle. Nesse módulo os usuários solicitam ajustes para os equipamentos que estão em determinado ponto operativo do sistema elétrico.

2.3 Conferência dos dados do módulo de Padronização

O módulo de Padronização representa uma biblioteca técnica padrão que contém uma coletânea de informações técnicas de manutenção (o que fazer e como fazer) de mais de 1300 modelos de equipamentos de proteção e controle, manobra e transformação (de diferentes fabricantes e tecnologias), compiladas das instruções dos fabricantes e também da experiência adquirida ao longo dos anos pelo corpo técnico de especialistas da empresa. Cada um dos sistemas –BDR e RME– continha essas informações em suas bases de dados e para a integração dessas bases foi necessário comparar cada modelo com seus respectivos itens de ajustes e ajustes admissíveis que estavam cadastrados nos dois sistemas, a fim de transferi-los para o banco de dados do Phoenix.

Para viabilizar a conferência desses dados, a equipe de informática desenvolveu um programa para migrar os dados, que estavam no ambiente *mainframe* em IDMS e na base *Paradox*, para um banco de dados em *SQL*. Com os dados em uma mesma plataforma, foi desenvolvido também um aplicativo em ambiente *Web*, com acesso restrito, permitindo ao corpo técnico da empresa trabalhar de forma descentralizada com cada empregado em sua área de lotação, através da *Intranet*. Esse aplicativo permitia a visualização na tela de todos os modelos cadastrados no BDR e no RME. Escolhido um modelo, o sistema desenvolvido exibia todos os itens de ajustes

encontrados nas duas bases de dados. O usuário então marcava um item de ajuste do RME e seu correspondente no BDR.

Assim, automaticamente, todos os modelos com as descrições de seus ajustes e ajustes admissíveis foram marcados como conferidos e transportados para a base de dados do Phoenix, formando uma biblioteca técnica totalmente unificada e padronizada.

Semanalmente, eram geradas e distribuídas ao grupo de trabalho planilhas de acompanhamento da conferência mostrando os modelos já conferidos, os modelos não conferidos e o percentual de instalações com o seu parque de equipamentos totalmente conferido. A partir destas planilhas podia-se ter uma melhor visão da quantidade de equipamentos que faltavam para serem conferidos, podendo agrupá-los por famílias, modelos e quantidades que atendiam ao maior número de instalações.

2.4 Especificação e codificação do Phoenix

Por ser um projeto de longa duração, envolvendo várias diretorias da empresa, o grupo de trabalho optou pelo desenvolvimento interno, utilizando o recurso da fábrica interna de software da Cemig.

Com base no levantamento criterioso dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, uma equipe de programadores, com supervisão de um analista, ficou responsável pelo desenho, construção, testes, implantação e manutenção. Dessa forma foi possível assegurar que o domínio tecnológico para construção do sistema fosse de propriedade intelectual da empresa garantindo com isto a integridade do sistema, a confiabilidade dos dados e dos códigos dos programas e a documentação atualizada de forma a permitir modificações sem custo excessivo.

2.5 Migração dos dados dos valores dos ajustes

Após a conferência de todos os modelos e itens de ajustes que preencheram as tabelas do módulo de Padronização, foi feita a segunda etapa da migração para transferir os dados referentes ao módulo de Cadastro e, também, para transferir os valores dos ajustes para o módulo de Pedido de Serviço. Nessa etapa foi detectada a falta de padronização dos números de operação utilizados pelos sistemas BDR e RME e a inconsistência dos dados gerada pela digitação duplicada que as equipes precisavam fazer para manter os dois sistemas. Então, foi necessário fazer a padronização dos números de operação e, após a realização desse trabalho, para cada item de ajuste de um mesmo equipamento de um ponto operativo, foram comparados automaticamente os valores existentes nas duas bases. Para as divergências encontradas, foi emitido um relatório para que os técnicos pudessem verificar e corrigir os pontos de discordância. Essas divergências entre os valores de ajuste que estão no equipamento e o valor cadastrado no BDR ou RME, ficaram em torno de 10% do total migrado. Foram migrados nessa etapa os dados referentes a 400 instalações e 14 mil equipamentos de proteção e controle com um histórico de aproximadamente 163 mil valores de ajustes em 13 mil pedidos de serviços.

2.6 Segurança de acesso

O controle de acesso ao sistema é feito a partir de um cadastro de usuários onde o administrador do sistema, estabelece o seu perfil. Esse perfil é formado através do tipo do usuário, que determina o nível de responsabilidade com relação às atualizações dos dados do módulo de Cadastro; das permissões com relação ao módulo de Pedido de Serviço, como por exemplo: permissão para emitir aprovar e responder os pedidos de serviços; da definição do grupo (se é da área de Distribuição ou Transmissão), da regional do usuário e de sua área de atuação (proteção, manobra, transformação e rede de distribuição), que irão estabelecer em qual instalação e pontos operativos o usuário poderá atuar dentro do sistema.

A liberação do acesso ao sistema se faz automaticamente buscando a matrícula do usuário que está conectado na rede e, então, são disponibilizados os módulos e as funcionalidades do sistema permitidos para o seu perfil.

3.0 – INTERRELAÇÕES DO SISTEMA PHOENIX

A manutenção, vista como um processo, é a ligação entre os fornecedores e os clientes. Através de uma entrada têm-se os insumos entregues pelos fornecedores; o processo manutenção transforma esses insumos de entrada em uma saída; essa saída é composta dos produtos e serviços entregues aos clientes do processo. Os fornecedores desses insumos são órgãos externos à manutenção, como órgãos de projeto, compra e construção. Esses órgãos necessitam de um retorno (*feedback*) da manutenção, a fim de avaliarem a qualidade de seus próprios produtos e serviços, que são também os insumos de entrada do processo manutenção.

A integração entre o Phoenix e as áreas de projeto e de compra está prevista com a conclusão de todas as etapas do projeto e está estimada para o final de 2006. Com o sistema concluído, após a área de projetos definir no sistema SAP R/3 os equipamentos que serão adquiridos para uma determinada obra, todas as demais áreas que acessam o Phoenix poderão iniciar sua etapa de contribuição para o funcionamento eficaz do Phoenix. Com a chegada dos equipamentos, a área de compras poderá definir o seu controle de patrimônio e acompanhar sua localização física até a desativação.

Os clientes do processo manutenção são os órgãos de operação do sistema elétrico, que esperam contar com a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos e instalações. O objetivo fundamental do processo manutenção é atender ao cliente operação. Além de o Phoenix estabelecer o relacionamento entre as áreas de projeto e compra, ele também beneficia diretamente as áreas de operação e manutenção. Para essas áreas, o equipamento instalado é o ponto comum de contato entre elas. Antes da implantação do Phoenix, a área de operação emitia um pedido de serviço (PS) solicitando um ajuste para determinado ponto operativo e a área de

manutenção tinha que cadastrar no RME os valores de ajuste solicitados para depois fazer os testes no relé. Como os bancos de dados dessas duas áreas não eram unificados, os resultados cadastrados da manutenção realizada ficavam em um sistema e a resposta ao PS não era enviada para a operação. Atualmente, utilizando o Phoenix a operação e a manutenção acessam a mesma base de dados onde estão os equipamentos cadastrados do sistema elétrico Cemig. A operação é quem faz o cadastramento dos ajustes dos relés do sistema. Depois, ela emite eletronicamente um PS para a área de manutenção para que ela possa executar os serviços de testes solicitados.

Quando a manutenção termina de executar os testes nos relés e cadastra seus resultados no Phoenix, o PS é respondido automaticamente para a operação que fica, a partir daquele momento, informada sobre a execução correta das solicitações e com as informações confiáveis para operar o sistema elétrico.

Através de ícone específico no sistema Phoenix é possível acessar toda a documentação dos equipamentos cadastrados. Nesse caso, todos os empregados da empresa poderão fazer consultas, sem serem usuários com privilégios do sistema. As consultas são realizadas ao sistema de gerenciamento eletrônico de documentação (Gedoc), através de *link* criado, onde estão os arquivos em meio magnético com as instruções de ensaio do equipamento, catálogos dos fabricantes, resultados de ensaios realizados, relatórios elaborados pelas equipes técnicas e até procedimentos específicos e normatizações. Todos os arquivos do Gedoc estão em formato elaborado pelo software *Adobe Acrobat Distiller*, da empresa americana *Adobe Systems Incorporated*, disponibilizando os documentos em *Portable Document Format (PDF)*. Esse procedimento assegura a integridade dos conteúdos dos documentos e também o controle interno da documentação das áreas operacionais para a certificação na norma NBR ISO 9001:2000.

Durante a implantação do sistema Phoenix foi verificada a possibilidade de criação da interface com o sistema corporativo de informações georreferenciadas (GeoCemig). O sistema GeoCemig foi desenvolvido em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e com a *Sisgraph* (representante da *Intergraph*). Ele utiliza recursos gráficos de mapeamento, cartografia e geoprocessamento, associados a banco de dados, contendo informações georreferenciadas do parque de equipamentos do sistema elétrico da Cemig e do sistema de telecomunicação, bem como informações gráficas, ambientais e de infra-estrutura do Estado.

Através desse sistema é possível ao usuário da empresa, via *Intranet*, localizar uma cidade no mapa de Minas Gerais; dentro do mapa uma cidade; uma região na cidade selecionada e, assim, localizar uma subestação e o parque de equipamentos dessa subestação. Na área selecionada do parque de equipamentos o usuário poderá pesquisar um equipamento específico e consultar seus dados característicos. A consulta feita poderá apresentar os ajustes cadastrados, os resultados de ensaios realizados, relatórios anexados e até fotos mostrando o equipamento ou partes dele. Tudo isso é possível com poucos comandos no sistema.

A partir do momento que o usuário seleciona o parque de equipamentos de uma subestação, ele estará acessando a base de dados do sistema Phoenix. A criação dessa interface do Phoenix com o GeoCemig está prevista para 2005, em paralelo com outras etapas programadas, pois todos os requisitos necessários para a integração estão prontos faltando somente a conectividade entre eles.

Para facilitar a coleta de dados, evitar nova digitação dos mesmos e para diminuir os custos e o tempo para disponibilizar as informações e aumentar a qualidade dos processos operacionais das áreas de operação e manutenção, foram desenvolvidas no sistema Phoenix as funcionalidades para ele atender à tecnologia de computação móvel.

A computação móvel é uma área dedicada ao estudo de sistemas computacionais em que existe total mobilidade do usuário. A computação móvel vem surgindo como uma nova proposta de paradigma computacional advinda da tecnologia de rede sem fio e dos sistemas distribuídos. Nela o usuário, portando dispositivos móveis, como *palmtops*, *handhelds* e *notebooks*, tem acesso a uma infra-estrutura compartilhada independente da sua localização física. Isto fornece uma comunicação flexível entre as pessoas e um acesso contínuo aos serviços de rede.

A utilização desses coletores móveis nos trabalhos de campo permite aos usuários do Phoenix o acesso aos dados mesmo em localidades que não possuem a rede informatizada da Cemig instalada. Para isso, transferem a base de dados que irão trabalhar para o coletor que eles vão utilizar, se deslocam para a instalação, realizam os serviços programados e na volta para o escritório eles transferem automaticamente para a base do Phoenix as informações coletadas no campo.

4.0 – CONCLUSÕES

O desenvolvimento do sistema Phoenix abrangeu estudos e investigações práticas detalhadas das necessidades do sistema elétrico Cemig, das metodologias implantadas com os sistemas RME e BDR, dos processos de execução da manutenção do parque de equipamentos e da operação do sistema e, principalmente, da necessária integração entre esses tópicos.

Para a Cemig, a elaboração de um sistema que descreve novos processos para empresa, principalmente para as áreas de operação e manutenção, e a criação do banco de dados corporativo apresentaram-se como soluções de problemas históricos.

O agrupamento dos dados em ambiente corporativo de *Intranet* com banco em *SQL Server*, unificando as bases de dados, trouxe vantagens expressivas para as áreas de operação e manutenção da empresa, onde destacamos a eliminação da redundância das informações e a integridade dos conteúdos da nova base, sendo esta uma fonte única e confiável permitindo um controle mais efetivo sobre as informações.

A utilização de coletores móveis evitando-se a digitação dos dados coletados no campo diminui os custos e o tempo para disponibilizar as informações e aumenta a qualidade dos processos operacionais das áreas de operação e manutenção.

Os ganhos com a qualidade e a confiabilidade na transferência de dados para os sistemas *SAP R/3* e os aplicativos *Aspen Onliner* e *Relig* também são apurados.

A utilização do banco de dados corporativo facilita e agiliza a disponibilidade dos dados de manutenção e operação passíveis de fiscalização pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além das pesquisas nos históricos das manutenções realizadas e dos estudos de engenharia.

Por fim, o novo e atual procedimento faz a otimização das funções das áreas de projeto, compra, manutenção e operação do sistema elétrico, pois padroniza, organiza procedimentos e relacionamentos entre as áreas e contribui para a eficácia na busca de uma nova metodologia para elas. Isso se traduz pela necessidade crescente de otimização da disponibilidade das instalações, equipamentos e sistemas, e na confiabilidade dos sistemas de informação com um aperfeiçoamento mais dinâmico dos métodos de trabalho.

5.0 – REFERÊNCIAS

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação**: referências, elaboração. NBR-6023. Rio de Janeiro, ago. 2002.
- (2) _____. **Apresentação de citações e documentos**: NBR-10520. Rio de Janeiro, ago. 2002.
- (3) BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML, guia do usuário**. Trad. Fábio Freitas da Silva. 11. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000. (Tradução de: *The Unified Modeling Language User Guide*)
- (4) COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Biblioteca na *Intranet*. **02.111-OM/EM-11 – Padronização da utilização do módulo PM na Distribuição AT**. Belo Horizonte, 2005. Base de dados no *Software* Gedoc.
- (5) COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Biblioteca na *Intranet*. **IM-OM-SE-00429 – Procedimentos gerais para execução de ensaios ou inspeções preventivas (C2) em relés de proteção e controle**. Belo Horizonte, 2005. Base de dados no *Software* Gedoc.
- (6) GOMES, João Luiz Oliveira. **Controle sistêmico da qualidade da manutenção em equipamentos do setor elétrico**. Belo Horizonte, 1999. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1999.
- (7) GOMES, João Luiz Oliveira; ALVES, Mário Fabiano; CUNHA, Dilmar Gonçalves. **Manutenção: controle sistêmico da qualidade em equipamentos em operação no sistema elétrico**. *Revista Eletricidade Moderna*. São Paulo; ano 30, n.340, p.100-115, jul. 2002.
- (8) LARMAN, Craig. **Utilizando UML e padrões**: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao processo unificado. Trad. Luiz Augusto Meireles Salgado e João Tortello. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004 (Tradução de: *Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and the unified process*).

6.0 – DADOS BIOGRÁFICOS

Gilberto José Rigotto Júnior nasceu em Belo Horizonte, MG, Brasil, em 1962. É graduado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, e Mestrando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais, ambas em Belo Horizonte, MG, Brasil. Trabalha na Cemig desde 1982, onde atuou na área de Engenharia de Operação do Sistema Elétrico e atualmente está na área de Engenharia de Manutenção de Sistemas de Proteção. Possui artigos publicados na área de responsabilidade social.

Marilene Ângela da Cruz nasceu em Itabirito, MG, Brasil, em 1963. É graduada em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais e em Administração de Empresas pelo Centro Universitário Fumec, ambas em Belo Horizonte, MG, Brasil. É especialista em Análise de Sistemas pelo Centro Universitário Fumec. Trabalha na Cemig desde 1986, onde atua como Analista de Sistemas na área de Desenvolvimento e Provimento de Soluções de Telecomunicações e Informática.

João Luiz Oliveira Gomes nasceu em Nova Lima, MG, Brasil, em 1962. É graduado em Matemática pelo Centro Universitário Newton Paiva e Mestre em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, ambas em Belo Horizonte, MG, Brasil. Desde 1982, trabalha na Cemig na área de Engenharia de Manutenção de Sistemas de Proteção. Desde 1990, trabalha na elaboração da padronização dos métodos de manutenção para o sistema RME, na exploração de sua base de dados corporativa e na implantação e gerenciamento de *softwares* para a gestão da manutenção. Possui artigos publicados nas áreas de responsabilidade social, qualidade de vida e sistemas informatizados para a manutenção.