



**XXI SNPTTE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
23 a 26 de Outubro de 2011  
Florianópolis - SC

**GRUPO -GPC**

**GRUPO DE ESTUDO PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE  
POTÊNCIA - GPC**

**TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NA MIGRAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DIGITAL EM USINA  
TERMOELÉTRICA DE CICLO-COMBINADO UTILIZANDO PROJETO DE P&D**

**José Renato Taborda Ribas (\*)**  
**LACTEC**

**Flávio Chiesa**  
**UEGA**

**Luiz Alberto Procopiak**  
**LACTEC**

**RESUMO**

Os sistemas de controle digitais utilizados atualmente para usinas elétricas são, pela sua complexidade, produtos fornecidos por algumas poucas empresas mundiais e sua tecnologia, além de estar em constante evolução, é muito preservada e pouco transferida aos compradores, criando uma dependência que onera os custos de operação e manutenção.

Um dos principais desafios para o contratante que especifica, adquire, implanta e comissiona novos sistemas e/ou equipamentos para suas instalações é a absorção da tecnologia e a organização das informações obtidas de modo a que se possa utilizá-las em situações futuras.

O presente trabalho pretende demonstrar o benefício da utilização de um projeto de P&D para a transferência do conhecimento e da tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE**

Pesquisa, Desenvolvimento, Capacitação, Transferência, Tecnologia

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A Usina Elétrica a Gás de Araucária – UEGA é uma empresa formada pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL, com participação de 80% e pela PETROBRÁS com 20%. Trata-se de termelétrica com duas unidades a gás natural de 160 MW e uma unidade a vapor de 160 MW operando em ciclo-combinado, totalizando 480 MW. Foi inaugurada em 2002 utilizando, para o controle das unidades a gás, o sistema Teleperm XP – TXP da Siemens, cuja concepção originou-se nos anos noventa.

A operação e manutenção da planta é realizada por uma equipe de profissionais da COPEL, sendo que a usina, atualmente, opera arrendada pela PETROBRÁS que despacha e comercializa a energia conforme regras do Operador Nacional do Sistema – ONS e de acordo com conveniências mercadológicas.

Em 2009 o Conselho de Administração da UEGA, seguindo recomendação da sua diretoria Técnica, resolveu modernizar o sistema de controle da usina. A decisão de se atualizar o sistema de controle foi motivada pela obsolescência do antigo sistema, com aumento da taxa de falhas. Além disso, a fabricação do TXP foi descontinuada e o suporte técnico por parte do fornecedor cancelado, com conseqüente aumento de custos. Todos estes fatos respaldaram a decisão de substituição do sistema.

Uma vez tomada a decisão de substituir o sistema de controle digital das unidades a gás, o próximo passo seria garantir que a tecnologia e o conhecimento envolvidos no processo não se perdesse.

Na ocasião a UEGA não tinha estrutura para coordenar e participar do processo de troca do sistema e obter o resultado desejado.

A utilização de recursos da linha de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é de fundamental importância para o Setor Elétrico Brasileiro. Por seu intermédio abre-se a possibilidade de investimento na busca de novos conhecimentos e melhorias nos processos. Estes recursos permitem que os esforços aplicados transformem-se em transferência de tecnologia para os negócios do setor, com conseqüente redução da dependência anteriormente citada.

Considerando o estabelecido pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL no seu Manual de Programas de P&D(1), foi possível a aplicação dos mencionados recursos em benefício do processo:

- "...transferência de tecnologia é a transmissão de conhecimentos, idéias, habilidades, informações e sinais de vários tipos para a aplicação de um processo ou prestação de um serviço..." (2)
- "...projetos de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) são aqueles destinados à capacitação e ao desenvolvimento tecnológico das empresas de energia elétrica, visando a geração de novos processos ou o aprimoramento de suas características...";
- "...deseja-se promover e viabilizar o ciclo completo da cadeia de inovação, incentivando a associação de Empresas em torno de ideias, em resultados práticos que melhorem o desempenho das organizações...";
- "...a combinação de resultados na formação de recursos humanos, geração de novos conhecimentos e melhoria das condições de infra-estrutura para P&D amplia a capacidade de produção científica e tecnológica das instituições em temas ou áreas de interesse do setor elétrico. Proporciona, dessa forma, benefícios para as empresas de energia elétrica, entidades executoras ou parceiras, consumidores e toda a sociedade...;

Decidiu-se, com base nas orientações da ANEEL e na firme disposição da diretoria técnica da UEGA, desenvolver uma metodologia que promova a absorção do conhecimento e a transferência da tecnologia associadas ao novo sistema de controle da usina.

Para isso foi elaborado e cadastrado na ANEEL em 24/12/2008, o Projeto de P&D intitulado: Implantação de um Sistema de Controle Distribuído – DCS em Arquitetura Cliente/Servidor, com Tecnologia WEB para usina Termoelétrica a Gás de Ciclo-combinado.

O projeto foi formatado em parceria com o LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, como entidade executora, tendo como proponente a Usina Elétrica a Gás de Araucária - UEGA.

O presente trabalho pretende demonstrar o benefício da utilização de um projeto de P&D para a transferência do conhecimento e da tecnologia na substituição do sistema de controle digital das unidades a gás da UEGA.

## 2.0 - O CONTEXTO

A seguir é apresentada uma visão mais detalhada do contexto em que se inseria a UEGA na ocasião de suas decisões relativas à atualização da tecnologia no controle das unidades a gás.

Sabe-se que a indisponibilidade da usina motivada por falhas no sistema supervisório, tem como consequência a necessidade de aquisição de energia no mercado de curto prazo (*Spot*), atualmente Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, para honrar o compromisso contratual.

No período de racionamento, a escassez de energia ficou indicada no alto preço da energia *Spot*, chegando ao custo de déficit de R\$684,00/MWh, durante 4 meses de 2001 (3).

Para o valor dos Preços de Liquidação de Diferenças - PLD, relativo ao período de doze meses imediatamente anteriores ao projeto (outubro/07 a setembro/08) a média dos PLDs da Região Sul foi de R\$ 160,02 R\$/MWh (4). Com este valor e a taxa de câmbio da ocasião em valores de R\$ 2,29/US\$, estimava-se o custo aproximado de seis milhões de Reais para uma única indisponibilidade, em situação de demanda dos 480 MW da Usina, considerando 72 horas para atendimento técnico pelo fornecedor a uma taxa de US\$ 651,00/h (TFA - *Technical Field Assistance Rate*).

Havia, portanto, necessidade de providências no sentido de minimizar este risco e a troca do sistema era mandatória para isso.

Em abril de 2009 foi então celebrada a contratação do LACTEC tendo como meta a execução do Projeto de P&D apresentado à ANEEL.

Ainda no decorrer do desenvolvimento de etapas do projeto de P&D, a UEGA administrava, em paralelo, um processo licitatório destinado à estruturação do quadro de pessoal da empresa, com a contratação de engenheiros, contadores, economistas e administradores para a realização das tarefas anteriormente terceirizadas.

Um a vez finalizado o concurso público resultante deste processo e já na etapa de treinamento pelo fornecedor do novo sistema, dentro do projeto de P&D, estavam contratados pela UEGA, novos engenheiros que passaram a participar do treinamento no fornecedor, melhorando ainda mais a transferência de tecnologia.

## 3.0 - O PROJETO

Absorver tecnologia e conhecimentos era o objetivo principal do projeto de P&D e para isso havia necessidade de troca de informações e conhecimentos entre o fornecedor e os participantes. As informações obtidas deveriam ser organizadas para fácil utilização posterior. Havia que se criar uma nova metodologia para garantir estes resultados. O Projeto de P&D destinado à transferência de tecnologia e gestão do conhecimento foi estruturado conforme a Figura 1.

A primeira etapa foi o estudo do Estado-da-Arte da tecnologia de sistemas de controle digitais. Seu objetivo era proteger o contratante contra a aquisição de um sistema não atualizado e ainda, atuar na especificação destinada ao processo de compra, gerando conhecimento para a futura migração.

Numa segunda etapa o projeto previa a pesquisa e estudo das características do sistema existente com o objetivo de minimizar problemas durante a migração e melhorar o entendimento do processo.

Item	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	<b>Levantamento do Estado da Arte em Sistemas de Controle DCS</b>																								
	Conceito de arquitetura Cliente / Servidor																								
	Tecnologia Web																								
	Tendências mundiais																								
2	<b>Estudo do Sistema de Controle DCS existente na UPARC</b>																								
	Equipamentos e instalações																								
	Lista de entradas e saídas																								
	Sequência de eventos e tarefas																								
	Arranjo geral																								
	Cabos, bandejas e conduítes																								
	Distribuição Elétrica																								
	Aterramento																								
	Lógica e automação																								
	Instrumentação e medição																								
	Links de dados																								
	Conceito de alarmes																								
	Desenhos da lógica																								
	Ajustes atuais																								
	Manuais e normas de operação																								
	Topologia da LAN																								
	IHM - Interface Homem - máquina																								
	Levantamento e estudo das telas																								
	Levantamento de indicadores, controles e faixas de ajustes																								
3	<b>Estudo da Especificação do novo sistema DCS</b>																								
4	<b>Treinamento</b>																								
	Curso Básico																								
	Curso Avançado																								
	Curso de Operação e Monitoramento																								
5	<b>Elaboração do Plano de Inspeção e Teste</b>																								
	Levantamento das características a testar																								
	Conceituação do simulador para os testes																								
	Elaboração da planilha de testes																								
6	<b>Testes em fábrica</b>																								
7	<b>Substituição do DCS da Unidade 1</b>																								
	Retirada do DCS atual																								
	Instalação do novo DCS																								
	Verificação do funcionamento e testes em campo																								
	Teste em Loop																								
	Comissionamento com o sistema operando																								
8	<b>Substituição do DCS da Unidade 2</b>																								
	Retirada do DCS atual																								
	Instalação do novo DCS																								
	Verificação do funcionamento e testes em campo																								
	Teste em Loop																								
	Comissionamento com o sistema operando																								
9	<b>Transferência de tecnologia e elaboração de Dossier</b>																								

FIGURA 1 – Cronograma de Etapas do Projeto de P&amp;D

A terceira etapa prevista foi de estudo do sistema proposto, comparando suas características com o Estado-da-arte e com o sistema anterior. Também nesta etapa houve um grande aporte de informações técnicas destinadas à adaptação da oferta técnica do fornecedor às necessidades da UEGA.

Este processo de depuração resultou em 7 revisões da Proposta Técnico-Comercial, com grande ganho para o proponente do projeto.

Em seguida as equipes do LACTEC, COPEL e UEGA, foram treinadas pelo fornecedor do novo sistema, obtendo informações técnicas específicas, destinadas à absorção de conhecimento e à finalização do Plano de Inspeção e Testes em fábrica do novo sistema, que seria elaborado na etapa seguinte.

Uma vez testado em fábrica o sistema foi enviado para o Brasil e recebido na usina, implantado e testado com intensiva coleta de dados e informações para a transferência de tecnologia.

A área cinza mostrada no cronograma indica a entrada da Siemens no processo com engenheiros americanos trabalhando em conjunto com a equipe do LACTEC e da COPEL, sendo a comunicação escrita e falada na língua inglesa.

A etapa de pesquisa durante o acompanhamento da implantação do sistema originou registros com data e hora das atividades executadas associados a mais de 1000 filmes e 2200 fotografias que foram indexadas permitindo o gerenciamento eletrônico das informações e documentos.

Todo o processo de armazenamento de informações foi suportado por servidor específico com programa de controle de versão e redundância de memória de massa, o qual foi transferido ao cliente UEGA, com um sistema de navegação e busca especialmente desenvolvido pelo LACTEC, para acesso aos mais de 50GB de dados e informações armazenadas desde o início do procedimento. Estas informações foram submetidas a um programa de controle de versão (SVN), gerando mais de 1000 revisões/atualizações. Com isso é possível o resgate de cada passo do processo.

Dentre os vários benefícios da metodologia adotada pode-se elencar como resultados principais as seguintes vantagens:

- Transferência da tecnologia com farta documentação de forma organizada e passível de ser utilizada por outros profissionais no futuro;
- Capacitação de técnicos e engenheiros das empresas parceiras no projeto de P&D;
- Redução do risco de aquisição dos sistemas/equipamentos aquém da necessidade e defasados em tecnologia, pela correta especificação técnica;
- Demandas elencadas pelo contratante na proposta de fornecimento cumpridas de modo satisfatório, através da negociação técnica para superação de obstáculos (*Trade-offs*);
- Cronograma original cumprido e atividades finalizadas com um (01) dia de antecedência em relação ao previsto como resultado de estudos, planejamento e organização do processo.

#### 4.0 - A METODOLOGIA DESENVOLVIDA

A transferência de tecnologia pressupõe um emissor e um receptor além de um meio de transmissão.

No caso específico deste projeto os emissores seriam a equipe do fornecedor do sistema/equipamentos (Siemens) e os técnicos de I&C e de Engenharia da equipe operadora (COPEL). O receptor seria o Instituto de Pesquisa executante (LACTEC) com a função de garantir o registro dos conhecimentos e como facilitador do processo.

O meio de transmissão, a rigor, seria a comunicação verbal, escrita, fotográfica, filmográfica e transferência eletrônica (arquivos e emails). Porém há um componente subjetivo que atua de forma decisiva no meio, que é o ambiente relacional (5).

Para a consecução deste objetivo, foi desenvolvida uma metodologia destinada a integrar os três elementos identificados como primordiais na absorção do conhecimento, de forma dinâmica, durante o processo de transferência de tecnologia, como mostra a Figura 2:

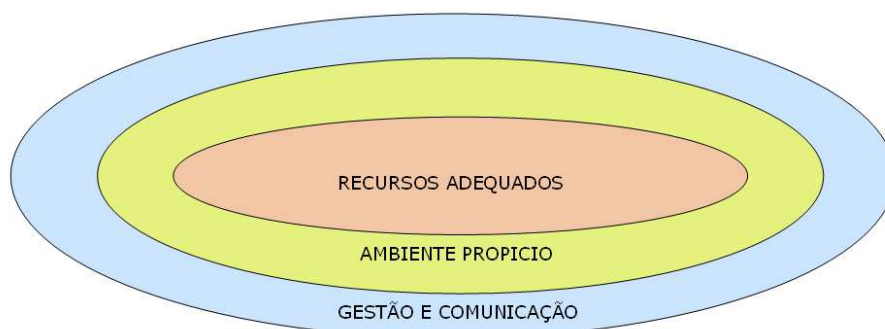


FIGURA 2 – Elementos precursores da Absorção do Conhecimento

Os recursos adequados inseridos dentro de um ambiente propício, sob uma gestão com foco na boa comunicação e em resultados são os fatores decisivos no processo de se absorver conhecimento e transferir tecnologia.

Os pilares estratégicos dos procedimentos basearam-se em: 1) Bom relacionamento e comunicação entre as equipes, 2) Comprometimento dos profissionais envolvidos e 3) Transparência na comunicação e nas ações.

O foco das ações foi dirigido às atividades de: 1) Coordenar, 2) Capacitar e 3) Documentar.

#### 4.1 Recursos Adequados

Há basicamente 3 tipos de recursos que foram necessários na elaboração do projeto de P&D:

- Recursos humanos: são os mais importantes em todo o processo e podem conduzir ao sucesso ou ao fracasso da transferência de tecnologia, conforme suas capacitações e habilidades;
- Recursos materiais: são os equipamentos, ferramentas e materiais que devem estar disponíveis para possibilitar os trabalhos e podem facilitar ou dificultar os trabalhos;
- Infra-estrutura: são as características físicas do local de trabalho, que devem estar disponíveis, tais como conforto térmico, acústica, ventilação, iluminação, sanitários, copa, etc e determinam a motivação inconsciente e o humor no trabalho, facilitando o bom relacionamento.

No caso deste projeto foram alocados os seguintes recursos, indispensáveis para o bom resultado final:

##### 4.1.1 Recursos Humanos

A Tabela 1, abaixo, indica a composição da equipe por parte da proponente (UEGA), operadora (COPEL) e executora (LACTEC). Houve também a previsão de vagas para estagiários com a finalidade de motivar novos profissionais nos temas tratados, gerando potencial de crescimento profissional para a nação.

As capacitações originais destes profissionais eram adequadas para a absorção dos conhecimentos que foram transferidos. Alguns dos participantes realizaram treinamentos no fornecedor nos Estados Unidos da América (EUA) e participaram dos testes em fábrica.

Tabela 1 – Equipes participantes da realização do projeto em tempo parcial

Empresa	Descrição do perfil	Função
UEGA	Engenheiro mecânico com experiência em usinas (Mestre)	Gerente do projeto
UEGA	Engenheiro eletricitista (Especialista)	Facilitador/treinando
UEGA	Engenheiro eletricitista	Treinando
LACTEC	Engenheiro mecânico com experiência em usinas (Mestre)	Coordenador do projeto
LACTEC	Engenheiro eletrônico (Especialista)	Executor
LACTEC	Engenheiro mecatrônico	Executor
LACTEC	Engenheiro de telecomunicações	Executor
LACTEC	Engenheiro de computação	Executor
LACTEC	Técnico em mecatrônica	Executor
COPEL	Técnico em Instrumentação e Controle (I&C)	Supervisor de I&C
COPEL	Engenheiro de Eletrônico	Executor
COPEL	Engenheiro de I&C	Executor
COPEL	Técnico em eletrônica	Executor
COPEL	Técnico em eletrotécnica	Executor
COPEL	Técnico de operação	Supervisor da operação

A SIEMENS, como parte do contrato de fornecimento, ministrou os cursos de treinamento nos EUA e em Curitiba num total de 63 vagas dentre os diversos cursos para operação e manutenção do sistema SPPA T 3000. Além do treinamento no fabricante foram realizados os testes em fábrica de aceitação de todo o sistema contratado (FAT). No total foram treinadas nos EUA, 14 pessoas nos cursos Básico e Avançado das quais 11 pessoas participaram do curso de Manutenção e 6 pessoas participaram dos testes em fábrica.

Em Curitiba foram treinados no curso de Operadores, 23 profissionais ligados à operação da usina e 1 engenheiro da UEGA. Este treinamento foi ministrado, nas dependências do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), por um engenheiro especialista da Siemens – EUA com tradução simultânea.

Foi possível a realização de 2040 Homens-hora de treinamento sobre o sistema SPPA -T3000 e 60 Hxh de treinamento em temas ligados à inovação e automação.

Os testes do equipamento em fábrica resultaram em 240 Hxh de absorção de tecnologia para as equipes da COPEL e LACTEC. Além disso durante o procedimento de atualização da versão do sistema e da instalação de um terminal remoto, houve mais 215 Hxh de absorção de tecnologia para as duas equipes.

Durante todo o processo de preparo das especificações, treinamento, testes em fábrica, atualização de versão e instalação de terminal remoto, foi possível o aperfeiçoamento de toda a equipe em inglês técnico por meio de conversação, telefônica e presencial resultando em mais de 4900 Hxh de comunicação em língua inglesa.

O contato das equipes foi mantido com profissionais de alto nível do fornecedor, com grande transferência de conhecimento. Houve intensa comunicação com o engenheiro diretor de vendas, o gerente de projeto, dois engenheiros instrutores, um engenheiro de *software*, um engenheiro de *hardware*, um engenheiro de segurança da informação, um engenheiro de turbinas, um engenheiro de sistemas de comunicação e vários técnicos e profissionais da Siemens, com significativo desenvolvimento para as equipes.

Como resultado final, mais de 40 pessoas foram capacitadas em novas tecnologias e comunicação em língua inglesa, evoluindo desta forma para um patamar superior de formação profissional.

O conhecimento associado a esta nova tecnologia não existia, até então, nos meios das empresas parceiras constituindo-se em significativo desenvolvimento para a região e para o país.

#### 4.1.2 Recursos Materiais

As atividades do projeto de P&D foram estruturadas de forma que se realizariam em diversas localizações geográficas inclusive com diferentes fusos horários a saber:

- Nos escritórios da UEGA localizados na usina em Araucária;
- Nos escritórios da UEGA localizados na sua sede no centro de Curitiba;
- Nos escritórios do LACTEC, localizados no bairro Jardim Botânico em Curitiba;
- No centro de treinamento da Siemens em Alpharetta, Georgia – EUA;
- Na fábrica da Siemens em Alpharetta, Georgia – EUA;
- No hotel em Alpharetta, Georgia – EUA.

Como a finalidade primeira do projeto é a transferência de tecnologia, através da absorção e do registro criterioso de conhecimentos, em todos os momentos e com o maior número possível de detalhes, foram utilizados computadores portáteis (*notebooks*) com capacidade para gerenciamento de grandes volumes de informação e de imagens, digitalizador em cores (*scanner*) com capacidade para copiar desenhos e gráficos no formato A3, impressora em cores com saída no formato A3, câmeras digitais de alta resolução, com capacidade de filmagem, impressora multifuncional, roteador Wi-Fi, servidor com dois discos redundantes.

O Servidor disponibilizou todas as informações do projeto via rede ou internet por intermédio de programa de controle de versão (SVN) de modo que a cada modificação de um arquivo, todos os *notebooks* seriam atualizados com os dados mais recentes os quais eram armazenados em seus correspondentes discos rígidos, produzindo cópias de segurança, de modo a reduzir o risco de perda de dados.

Foi também especificado e adquirido programa de gestão de projetos para comunicação com o fornecedor e planejamento das atividades como modificações de cronogramas e distribuição de cargas horárias;

A disponibilidade destes recursos é fator primordial quando se deseja realizar um trabalho detalhado sem perda de tempo e com suficiente mobilidade para uniformizar, dentro da equipe, os meios adequados.

#### 4.1.3 Infraestrutura

Este item representa grande influência no sucesso dos registros e da comunicação durante os trabalhos. Para isso são necessários locais adequados com ventilação, iluminação, telefone e internet disponíveis.

Há, ainda, necessidade de mesas e cadeiras para toda a equipe bem como reduzido período de deslocamento, para evitar perdas de tempo durante os registros mais críticos, como durante o comissionamento do sistema.

Pode parecer, à primeira vista, que o tempo de deslocamento e o acesso aos diversos locais necessários não tem relevância no total, mas o planejamento e a prática demonstraram que este item tem grande importância no resultado final.

Durante o período de comissionamento do sistema foram instalados 2 *containers*-escritório próximos aos centros de controle locais das unidades a gás de modo a diminuir o tempo de percurso entre os escritórios da UEGA na usina e o local das atividades. Um deles destinava-se ao fornecedor Siemens e o outro para uso das equipes do LACTEC e COPEL, como mostra a Figura 3.



Em ambos havia disponível internet sem fio e telefone com acesso a discagem internacional.



Figura 3 – Escritórios próximos ao local de atividades na usina

Dentro do mesmo critério, havia no hotel escolhido nos EUA para o período de treinamento e testes em fábrica, escrivaninha, acesso à internet sem limite e telefone com discagem internacional. Deste modo foi possível a realização de teleconferências via “Skype” com o Brasil e de trabalhos do projeto dentro do próprio hotel aproveitando-se o fuso-horário.

#### 4.2 Ambiente Propício

Quando se fala em ambiente propício neste projeto de P&D, significa que o ambiente de trabalho, que congrega as equipes da UEGA, da COPEL, do LACTEC e da Siemens, tem que apresentar leveza nos relacionamentos, clareza nos objetivos, transparência nos procedimentos e facilidade de superação dos entraves burocráticos.

A complexidade existente por si só é grande se considerarmos culturas de 4 empresas diferentes e o envolvimento de dois países. Isso sem considerar que a equipe da Siemens era composta de pessoas de origens tão diversas como Canadá, Gana, Nigéria, Vietnã, Líbano, Jamaica, EUA, Inglaterra, Filipinas e Israel.

No ambiente ideal, o fornecedor, Siemens, teve condições de transferir o máximo possível de conhecimentos sobre o novo sistema e contar com o apoio da equipe de I&C – COPEL para obter as informações necessárias para seu trabalho. A UEGA forneceu todas as condições materiais apoiando a solução dos entraves burocráticos. O LACTEC registrou as informações sem, contudo obstruir a execução dos trabalhos ou perturbar a concentração dos executores, (COPEL e Siemens) além de coordenar os trabalhos removendo obstáculos e facilitando o fluxo do cronograma de atividades, tudo com vistas à absorção e transferência de tecnologia do processo.

Através de reuniões de planejamento, da correta definição de papéis dos participantes, da boa comunicação e do foco no objetivo final, foi possível aumentar a amplitude dos conhecimentos adquiridos com melhor utilização do tempo.

Há componentes importantíssimos na otimização do processo, que se originaram do planejamento e da reflexão previamente realizada para a implantação do projeto. Dentre estes fatores pode-se citar:

- O vínculo de confiança construído entre os agentes com base na transparência e franqueza já no início das revisões da proposta. Além disso o alto nível técnico dos envolvidos resultou em respeito mútuo e comprometimento entre todos os participantes;
- O ambiente de camaradagem e descontração criado para ajudar durante os tensos procedimentos de especificação, fechamento de proposta, testes em fábrica, comissionamento e colocação em serviço do sistema, etc. O vínculo pessoal e de consideração com as equipes da Siemens e COPEL foi desenvolvido a partir de coisas simples e pequenas atenções como buscar no aeroporto e sair para jantares de confraternização;
- A flexibilidade e bom senso na solução de impasses técnicos e negociais durante todo o processo, foi desenvolvida a partir de autonomia e delegação e da grande capacidade de negociação da DT-UEGA, além do bom senso entre os gestores;
- A mão dupla no fluxo de informações, uma vez que para que o processo fosse legítimo havia que se prever o fluxo de informações nos dois sentidos. Informações que dispunhamos e eram necessárias foram dadas ao fornecedor sem burocracia e vice-versa;
- A correta alocação de atividades entre os agentes com o objetivo de evitar sobreposições e perdas de horas técnicas. Os executores (COPEL), orientadores (Siemens) e pesquisadores (LACTEC) tinham clara percepção de suas funções. Coube, desde o início, ao Lactec a função de coordenar e de remover todos os obstáculos para o trabalho além de registrar tudo que os executores não poderiam por estarem em atividade de execução. Não se podia perder tempo com registros pelos executores;

#### 4.3 Gestão e Comunicação

A gestão era realizada a partir de duas vertentes: a Gerência do Projeto executada pelo proponente (UEGA) e a Coordenação do Projeto realizada pelo executante (LACTEC), conforme preconizado pela ANEEL.

Ao Gerente de Projeto cabia acompanhar o andamento do projeto e atuar junto à COPEL e Siemens nas questões envolvendo os vínculos contratuais de fornecimento dos serviços (de O&M pela COPEL e de P&D pelo LACTEC) e do Sistema Digital de Controle (pela Siemens).

O Coordenador do Projeto executava gestão das equipes e removia obstáculos burocráticos e logísticos de modo a manter o cronograma de P&D cumprindo as metas dentro dos prazos de forma a garantir a maior transferência dos conhecimentos que fosse possível. Para facilidade nas decisões técnicas e no fluxo dos trabalhos foi delegada a supervisão técnica ao especialista em I&C da COPEL.

Comunicação direta era feita entre o especialista de I&C da COPEL, o engenheiro de campo da Siemens e a equipe do LACTEC. Se houvesse alguma necessidade não suprida dentro deste grupo, o supervisor da COPEL procurava as gerências de O&M e o engenheiro da Siemens procurava o coordenador do LACTEC para que pudessem solucionar o problema.

O suporte por parte da UEGA (Gerente de Projeto) e da COPEL (Técnico de I&C) foi fundamental para a transferência e absorção do conhecimento dentro da estrutura direta que foi criada com a menor quantidade de graus hierárquicos possível.

A gestão tinha como foco a simplicidade de procedimentos, a comunicação aberta e franca, a transparência nas ações e o comprometimento dos envolvidos com os mesmos objetivos.

## 5.0 - O RESULTADO OBTIDO

Transferir conhecimento, tecnologia e fazer a gestão de enorme volume de dados (6), de informações e de imagens é um trabalho somente possível através de equipes altamente capacitadas e multidisciplinares (7), além de rigorosa organização e planejamento.

Dentre os resultados obtidos, pode-se elencar como relevantes, dentro do escopo previsto, os seguintes:

- a. Desenvolvimento de Metodologia para Transferência de Conhecimentos na implantação de um sistema DCS de alta tecnologia, utilizando recursos eletrônicos de registro, fotografias, filmes dentro de um ambiente relacional multidisciplinar, bilingue e inter-racial;
- b. Base de Dados com mais de: 11.500 arquivos (texto, planilha, PDF, PPT, figuras, etc.), 2400 fotos, 1000 filmes associados ao projeto;
- c. Sistema visual de navegação e pesquisa baseado em tecnologia WEB, utilizando as linguagens e ferramentas HTML, CSS, PHP, Javascript e MySQL, para acesso e pesquisa de documentos do projeto, contemplando o controle e restrição de acesso de usuários incluindo manual de uso e curso de treinamento;
- d. Sistema visual de navegação e pesquisa acessível por navegador WEB ou por programa desenvolvido em *Visual Basic 2010 Express*, contemplando Servidor de Banco de Dados MySQL, servidor WEB Apache e PHP, para acesso e pesquisa de documentos do projeto, com controle e restrição de acesso de usuários incluindo manual de uso e curso de treinamento;
- e. Relatório de Estado-da-Arte com centenas de referências ;
- f. Relatório de Testes em Fábrica (em conjunto com I&C COPEL);
- g. Relatório da Atualização do sistema SPPA-T3000 para a versão 5.17.01 e de instalação de *Thin-client* para acesso remoto;
- h. 24 Relatórios mensais de acompanhamento técnico-financeiro;
- i. 2100 Hxh de treinamento e capacitação no Sistema SPPA-T3000 para mais de 40 profissionais com apostilas e documentação associadas;
- j. Mais de 2700 Hxh de atividades de capacitação incluindo, comissionamento, atualização de versão e instalação de terminal remoto do sistema SPPA-T3000;
- k. Mais de 4960 horas de comunicação escrita e falada em inglês técnico;
- l. Servidor utilizando Sistema Operacional GNU-Linux Debian 5.0.6, com 2 HDs de 500GB / 7200RPM ligados em RAID1 via *software* e os aplicativos Apache 2.2.9, MySQL 5.1.49 e PHP 5.3.3, contendo todos os dados, informações e imagens desde o início do projeto durante os 24 meses de sua duração;
- m. Redução significativa da dependência tecnológica em função da alta capacitação obtida;
- n. Rastreabilidade de todo o processo, por meio de registros detalhados com imagens, filmes e documentos técnicos, organizados em um servidor de alta confiabilidade e acessível por meio de navegação em página no estilo "Site de Internet";
- o. 2 artigos técnicos apresentados em eventos/seminários e potencial para mais.

Ainda como consequência do planejamento, organização e comunicação eficiente durante o processo, obteve-se os seguintes sub-produtos do Projeto:

- a. Cronograma do processo de implantação cumprido sem atraso;
- b. Custo da implantação reduzido pela correta especificação e acompanhamento técnico de sistemas e equipamentos;

## 6.0 - CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que a utilização de Projetos de P&D na criação de metodologia para a transferência de tecnologia em processos de atualização é muito eficiente, produzindo ótimos resultados na gestão dos conhecimentos e na absorção de tecnologia, além de facilitar a conclusão de todo o processo no tempo planejado e com menor grau de incerteza, como consequência do estudo e planejamento associados.

A metodologia desenvolvida pode ser aperfeiçoada e utilizada em outros processos industriais que tenham como base tecnologias novas ou não bem conhecidas.

Especialmente no Setor Elétrico Brasileiro, que vai enfrentar muito em breve um longo ciclo de processos de atualização de tecnologia em seu parque de geração, transmissão e distribuição, há grande ganho em se utilizar metodologias como esta de racionalização, retenção e rastreabilidade de conhecimentos.

## 7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, ANEEL, 2008
- (2) Resolução Normativa ANEEL n. 316, de 13 de maio de 2008 (Diário Oficial, de 21 maio. 2008, seção 1, p. 56)
- (3) Nota Técnica nº 217/2007 – SER/ANEEL (<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/NTSRE27107.pdf>)
- (4) Site da Câmara de Comercialização de Energia – Home/Preços/Preços Médios (<http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=a39ca5c1de88a010VgnVCM100000aa01a8c0RCRD>)
- (5) ARAÚJO, H.N., MUTTI, C.N. Modelo para análise do ambiente relacional de empresas parceiras: um estudo de caso. XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, 2006
- (6) BALDAM, R., VALLE, R. e CAVALCANTI, M., GED Gerenciamento Eletrônico de Documentos, 2002
- (7) NONAKA, I., TAKEGUSHI, H., Criação de Conhecimento na Empresa, Rio de Janeiro: Campus; 1997.

## 8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



José Renato Taborda Ribas

Nascido em Curitiba, PR, em 7 de janeiro de 1956.

Especialização em Gestão (UFPR) e graduação em Engenharia Eletrônica (UDESC)

Empresa: LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento

Pesquisador do Departamento de Mecânica – DPME

Luiz Alberto Procopiak

Nascido em Rio Negro, PR, em 13 de fevereiro de 1959.

Mestrado em engenharia Mecânica (UFPR) e graduação em Engenharia Mecânica (FEI)

Empresa: LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento

Gerente do Departamento de Mecânica – DPME

Flávio Chiesa

Nascido em Curitiba, PR, em 27 de maio de 1959.

Mestrado em engenharia Mecânica (PUC-PR) Especialização (UFSC) e graduação em Engenharia Mecânica (UFPR)

Empresa: UEGA – Usina Elétrica a Gás de Araucária

Diretor Técnico