

ANÁLISE DO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: O CASO DA UEG ARAUCÁRIA

AN ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY TRANSFER PROCESS: THE UEG ARAUCARIA CASE

Fabricio Baron Mussi¹; Leandro José Scherer²; Karl Stoeckl³

¹Programa de Pós-Graduação em Administração - PPAD

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC.PR – Curitiba/PR – Brasil

fabricio_mussi@hotmail.com

²Departamento de Compras, Licitações e Contratos

Universidade Federal da Integração Latino Americana – UNILA – Foz do Iguaçu/PR – Brasil

leandro.scherer@unila.edu.br

³Departamento de Compras, Licitações e Contratos

Universidade Federal da Integração Latino Americana – UNILA – Foz do Iguaçu/PR – Brasil

kalitofoz@yahoo.com.br

Resumo

As usinas termelétricas representam uma alternativa para o suprimento de energia elétrica no Brasil. Diferem das hidrelétricas por sua complexidade e da necessidade de uso do sistema de controle distribuído (DCS) para seu funcionamento. O presente trabalho tem como objetivo analisar um caso de aquisição de um novo sistema DCS, implicando na transferência de tecnologia de um fornecedor internacional. O caso abrange a participação de quatro organizações, focando-se no papel de um instituto de pesquisa na intermediação do processo de transferência de tecnologia. Observa-se que, do ponto de vista técnico, ocorreram às mudanças necessárias para o funcionamento do novo DCS, bem como o registro documental de todo o processo. Dentre as barreiras ao projeto, destacam-se a complexidade do ambiente multicultural, as negociações, as necessidades de adequação à legislação brasileira, a logística de materiais e a necessidade de conciliar as operações técnicas com as demandas de geração de energia. Por fim, não obstante os esforços despendidos para gestão do conhecimento gerado, ainda é evidente a dependência tecnológica de empresas estrangeiras no tocante a gestão do complexo tecnológico que os sistemas supervisórios das usinas termelétricas envolvem.

Palavras-chaves: sistema supervisório; usinas termelétricas; transferência de tecnologia; instituto de pesquisa.

Abstract

Thermoelectric power plants represent an alternative to the electricity supply in Brazil. Differ from hydroelectric power plants for its complexity and the need for use an distributed control system (DCS) for its operation. This study aims to analyze a case of acquiring a new DCS, resulting in the technology transfer from an international supplier. The case covers the participation of four

organizations, focusing on the role of a research institute in the intermediation of the technology transfer process. It is observed that, from a technical point of view, necessary changes occurred for the operation of the new DCS, as well as the documentary record of the entire process. Among the barriers to the project, it can be mentioned the complexity of the multicultural environment, the negotiations, adequacy needs to Brazilian law, materials logistics and the need to reconcile the technical operations with the demands of power generation. Finally, despite the efforts to manage the knowledge generated, technological dependence on foreign companies regarding the management of the technological is still evident.

Key-words: supervisory system; thermoelectric power plants; technology transfer; research institute

1. Introdução

Entre os setores considerados estratégicos para o desenvolvimento de um país, encontra-se o energético e, mais especificamente, o setor elétrico. No Brasil, estima-se que 70% (BEN2013 - Balanço Energético Brasileiro 2013) da energia elétrica seja gerada em usinas hidrelétricas, uma vez que, dadas as dimensões continentais do país e da grande quantidade de bacias hidrográficas, esta representou ser - historicamente - a maneira mais econômica para suprir uma crescente demanda por energia. Estima-se, ainda, que o crescimento do consumo de energia elétrica ocorra entre 3 e 5 % ao ano, mesmo nos períodos em que ocorre estagnação econômica (PROCEL, 2010). Para atender a este consumo, considerando as eventuais sazonalidades inerentes às condições climáticas brasileiras, parte da energia disponibilizada no sistema elétrico nacional tem sido originada, mais recentemente, a partir das usinas de eletricidade por meio do gás natural.

As usinas termoelétricas (UTE's) são geradoras energéticas no contexto brasileiro. De acordo com Kitto e Stultz (2005), essas centrais utilizam energia térmica da queima de fósseis, como carvão mineral, gás natural ou petróleo para transformar calor em eletricidade. Por conta das alterações sazonais na demanda por energia, bem como dos períodos de escassez de chuvas que comprometem o nível dos reservatórios, e as descobertas de gás na bacia de Campos, as termoelétricas tem sido, constantemente, acionadas (BRONZATTI e IAROZINSKI NETO, 2008).

A disponibilidade de geração dessas usinas, especialmente nos períodos de maior demanda e nas épocas sem chuvas, tornou-se relevante evitar novos “apagões”. Cita-se a participação das termelétricas TermoRio, Norte Fluminense e UEG Araucária Ltda no suprimento de energia. O complexo tecnológico das usinas termelétricas a gás difere das demais, sendo que um dos sistemas fundamentais para seu funcionamento é o sistema de controle distribuído (DCS): trata-se de um sistema supervisorio de turbo geradores a gás (conjunto de turbina que provoca a movimentação mecânica do eixo convertendo energia térmica em energia mecânica, e o gerador que faz a conversão de energia mecânica em energia elétrica), componente essencial para geração de energia.

O presente trabalho abrange a participação de quatro organizações: a usina termelétrica que adquiriu a tecnologia (o novo sistema), a empresa responsável pela operação da nova tecnologia, o

instituto de pesquisa que coordenou o processo de substituição do DCS, e a empresa internacional fornecedora. Dada a complexidade do processo, a magnitude de investimentos realizados e o extenso cronograma planejado, este artigo analisa o processo de transferência de tecnologia em termos gerais, nas barreiras encontradas e nos resultados alcançados.

A presente investigação inicia-se com um breve referencial teórico apresentando alguns aspectos do tema transferência de tecnologia e da compreensão teórica do instituto de pesquisa. Posteriormente, apresentam-se a contextualização do caso, as barreiras para o sucesso do projeto e os principais resultados, tendo como foco a participação do instituto de pesquisa na empreitada. Por fim, são elencadas as conclusões e recomendações para futuras pesquisas.

2. Referencial teórico

2.1 A transferência da tecnologia

Considera-se neste estudo que a tecnologia, enquanto conceito equivale

As habilidades, o conhecimento e os artefatos teóricos e práticos que podem ser usados para desenvolver produtos/serviços em organizações, bem como utilizados em sistemas para a produção e fornecimento desses produtos/serviços (BURGELMAN, MAIDIQUE e WHEELWRIGHT, 2001, p. 4).

Assim, a tecnologia pode estar sob a forma de *know-how*, maquinário ou ferramentas, assistência técnica, processo, sistemas, organização ou produtos. Empregada no estudo da modificação, da ação, ou seja, dos processos de transformação (VERASZTO, 2004; SIMON et al, 2004). Contudo, como comentado por Saad (2000), a capacidade de aplicar, controlar e adaptar a tecnologia representa outra questão e, possivelmente, constitui o elemento chave para o processo de transferência tecnológica.

Diversos são os conteúdos que a expressão “transferência de tecnologia” compreende. Como afirmado por Kremic (2003), tal expressão não possui um significado universal, mas tem conotações amplas. Kuttner (1991) afirmou em seu estudo, por exemplo, que o departamento de controle de exportação do governo americano considerava como transferência tecnológica o transporte de computadores de um laboratório de pesquisa para uma universidade. Em relatório publicado, a NASA (1993) classificou tal expressão como a realocação ou troca de pessoal. No âmbito internacional, considera-se que há transferência de tecnologia quando a economia de um país receptor consegue absorver, adaptar e revender a tecnologia inicialmente transferida (WEI, 1995; OSMAN-GANI, 1999). Mais recentemente, Ramos Filho (2006) abordou a temática da transferência de tecnologias de gestão, num contexto de fusões e aquisições em empresas multinacionais, defendendo o uso de uma perspectiva multifacetada e da complementaridade entre abordagens teoricamente inclusas em paradigmas distintos (BURRELL; MORGAN, 2003) sem que de tal proposta derivassem incoerências epistemológicas.

O quadro 01 sintetiza algumas das definições de ‘transferência de tecnologia’ encontradas na literatura.

Quadro 1: Conceituação de transferência de tecnologia

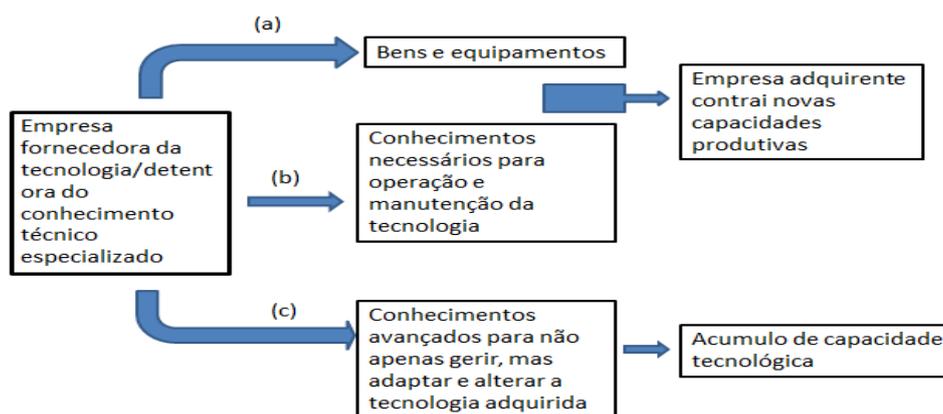
Autor	Definição
Pavitt (1985)	Quando relacionado com processo que envolve fluxo acumulativo de conhecimento codificado e tácito.
Soeder; Nashar; Padmanabhan (1990)	É o gerenciamento do processo de envio de tecnologia de uma parte para a adoção de outra parte.
Reddy e Zhao (1990)	Transações comerciais onde uma gama de <i>inputs</i> tecnológicos – equipamentos, serviços técnicos, engenharia – são transferidos.
Schnepp <i>et al.</i> (1990)	Processo pelo qual a experiência ou o conhecimento relacionado a algum aspecto da tecnologia é passado de um usuário para outro, com o objetivo de ganho econômico.
Kruglianskas e Fonseca (1996)	É um processo através do qual um conjunto de conhecimentos, habilidades e procedimentos aplicáveis aos problemas da produção é transferido por transação de caráter econômico, de uma organização a outra, ampliando a capacidade de inovação da organização receptora.
Jain e Triandis (1997)	É o processo pelo qual ciência e tecnologia são transferidas de um indivíduo ou grupo para outro, que incorpora este novo conhecimento dentro de seu modo de fazer as coisas.
Rogers; Takegami e Yin (2001)	Consiste na movimentação da inovação tecnológica de uma organização de pesquisa e desenvolvimento para uma organização receptora
Miranda e Simeão (2004).	Concessão de um montante de informações e/ou processos de transformação, habilitados à comercialização, reprodução e utilização
Lee <i>et al.</i> (2010)	Trata-se de um processo pelo qual um fornecedor de tecnologia comunica e transmite a tecnologia através de múltiplas atividades para o receptor e isso acabará por aumentar a capacidade tecnológica do mesmo.

Fonte: Elaborado com base na revisão da literatura

O processo de transferência de tecnologia consiste na alternativa selecionada por uma empresa quando se reconhece a necessidade de adquirir novos conhecimentos/novas técnicas para a melhora de seu exercício e, concomitantemente, não se pode viabilizar este avanço exclusivamente com recursos (*know-how*) internos. Pode-se afirmar que esse processo contempla a transferência de recursos físicos e de conhecimento técnico especializado para sua operação (DECHEZLEPRETRE; GLACHANT; MENIERE, 2008).

Shujing (2012) observa três fluxos no processo de transferência de tecnologia, os separando analiticamente a partir do maior impacto sobre as capacidades tecnológicas do receptor da tecnologia. A figura a seguir representa graficamente estes fluxos, de modo que a seta (a) denota a transferência que permitiria ao adquirente elevar sua capacidade produtiva, apenas operando a nova tecnologia; a seta (b) estaria relacionada à possibilidade de manuseio e operação da nova tecnologia da melhor forma recomendada pelo fabricante, contudo, sem a possibilidade de melhorá-la e, por fim; a seta (c) indicaria a possibilidade de o adquirente contrair também a capacidade de melhorar a tecnologia, adaptá-la e, inclusive, inovar a partir desta transferência.

Figura 1: Fluxos de transferência de tecnologia



Fonte: Adaptado de Shujing (2012)

Dentre os mecanismos empregados para viabilizar a transferência de tecnologia, pode-se citar os cursos de formação/capacitação, consultoria, documentação, e trabalhos conjuntos (CONTU e WILLMOTT, 2003).

Uma das formas de intermediar a transferência de conhecimentos implícitos na aquisição de um novo sistema (no caso em foco, o DCS), é pela participação de um agente externo conceitualmente habilitado e com conhecimentos técnicos específicos no tema, que atue como um facilitador do processo. A partir dessa perspectiva, o instituto de pesquisa assume uma relevante função. De acordo com Marcovitch (1978), os institutos de pesquisa são conceitualmente definidos como instituições cuja missão é a busca do conhecimento e a prestação de serviço para a solução de problemas prioritários da sociedade. Os IP's (institutos de pesquisa) têm na geração/aperfeiçoamento de tecnologias a sua principal atividade. Em decorrência da natureza da sua atuação, desenvolvem projetos, serviços e atividades com alto valor agregado, que dependem, fundamentalmente, de componentes como conhecimento, estratégia e qualidade, base para o alcance da competitividade, de forma a produzirem resultados positivos para a sociedade.

2.2 Entraves à transferência de tecnologia

O processo de transferência de tecnologia pode se deparar com algumas barreiras, de diversas naturezas. Para Greiner e Franza (2003), essas barreiras são divididas em três categorias:

- barreiras técnicas: decorrem da falta de conhecimento técnico, *expertise* ou *know how* para gerir/facilitar o processo de transferência ou ainda das deficiências na estrutura técnica necessária para receber a nova tecnologia;
- barreiras regulatórias ou políticas: decorrem das imposições da legislação local e outras regulamentações que podem dificultar/atrasar ou ainda inviabilizar o processo de transferência de tecnologia;

- barreiras pessoais ou institucionais: decorrem das diferenças culturais das empresas (na relação fabricante – receptor da tecnologia), das resistências da equipe em conhecer e apreender a operar a nova tecnologia e dos riscos que este processo envolve (resultantes da falta de confiança entre as partes, de problemas de comunicação e de vazamento de informações técnicas sigilosas).

A respeito das possibilidades de mitigar o risco de ocorrência destes entraves ao processo de transferência de tecnologia, Greiner e Franza (2003) sugerem o emprego de mecanismos formais/contratuais claros e completos, o esforço em facilitar o processo de comunicação e o fluxo de informação entre as equipes envolvidas (especialmente quando pertencem a países diferentes), e a participação de um agente intermediador.

3. Metodologia

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, que consiste na “investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real” (YIN, 2001, p. 32). A investigação de natureza qualitativa se configura como pesquisa descritiva, uma vez que exhibe as propriedades estruturais de determinado (VERGARA, 1998). O objeto de análise refere-se a um caso de transferência de tecnologia, com participação de quatro organizações.

Tratou-se de uma investigação com aproximação longitudinal, pelo fato de o estudo ter sido desenvolvido e as informações coletadas de forma concomitante às etapas anteriores e posteriores ao processo de transferência de tecnologia. A investigação, de caráter qualitativo, iniciou-se com o emprego do método de observação não participante. Foi observado, relatado e documentado todo o processo, desde o surgimento da necessidade de substituição do DCS até as fases pós-transferência da nova tecnologia, o que levou aproximadamente 24 meses.

Seguindo o rigor teórico-metodológico que o estudo científico requer, também foram realizadas entrevistas pessoais que, de acordo com Gil (1999), proporcionam respostas mais seguras uma vez que eventuais dúvidas por parte do entrevistado podem ser prontamente esclarecidas. Fez-se uso de um roteiro semiestruturado, sendo que, no total, foram realizadas doze entrevistas, com funcionários da usina termoeletrica receptora da tecnologia, da empresa operadora do sistema e com engenheiros do instituto de pesquisa. Foram selecionados indivíduos com diversos níveis de interação com o processo de transferência da nova tecnologia. A figura a seguir ilustra o processo de investigação.

Figura 2: Ilustração do processo de coleta



Fonte: Elaborado pelos autores

Foram analisados ainda, documentos, contratos, planos de trabalho inerentes ao caso pesquisado. A abordagem utilizada nesta coleta segue a sugestão de Weiss (1994), que ressalta a importância da triangulação de dados no intuito da integração de perspectivas. Quanto ao tratamento dos dados, a observação contou com uma ficha de anotações, enquanto as entrevistas foram analisadas por intermédio da análise de conteúdo.

4. Contexto da tecnologia e das organizações envolvidas

4.1 Descrição do caso

Uma planta termelétrica consiste num conjunto de sistemas mecânicos e elétricos que necessitam de monitoramento constante para a produção de energia. No Brasil, as principais termelétricas produzem energia a partir do carvão e do gás natural. Os dados obtidos por meio das ações de monitoramento são necessários para a operação, manutenção e avaliação de desempenho das usinas. Com esta finalidade, são utilizados os chamados *Distributed Control Systems* – DCS.

A obsolescência destes equipamentos (DCS) eleva os riscos de indisponibilidade das unidades geradoras, principalmente em usinas térmicas, as quais possuem elevado grau de desgaste mecânico, devido às altas temperaturas e aos agentes químicos utilizados para a produção de energia elétrica (DECKER, 2001). Além da obsolescência tecnológica, os custos de manutenção ao longo do tempo aumentam por conta da necessidade de reposição de peças em equipamentos que compõe um DCS. Outro entrave observado refere-se à gradativa diminuição de suporte técnico por parte dos fornecedores desses sistemas à medida que novos sistemas similares são lançados pelo fabricante.

A renovação desses sistemas é, portanto, condição *sine qua non*, impondo a necessidade de novos conhecimentos e tecnologias destinados à capacitação e desenvolvimento tecnológico de empresas dessa natureza. Tal renovação/atualização oferece a possibilidade da utilização de novos sistemas DCS baseados, principalmente, no fluxo livre de dados em tempo real, sem a necessidade

de integrar qualquer interface em arquiteturas de *software* proprietárias como tem sido prática até então (CHEN, 2003).

Nesse contexto, inúmeros fatores contribuíram para a decisão da UEG Araucária de atualizar a tecnologia aplicada, entre os quais, pode-se mencionar:

- Obsolescência do sistema: o DCS anterior havia sido lançado há quase 20 anos, sendo que o fornecedor estava encerrando o suporte para esta tecnologia;
- Aumento na taxa de falhas do sistema: as falhas do DCS apresentavam taxas crescentes, fato que aumentava o risco de indisponibilidade e, por consequência, criava a possibilidade de a usina não honrar seus contratos;
- Dificuldade de integração com sistemas operacionais (Windows, Linux) e sistemas corporativos (OPC, Java, OSI);
- Dificuldade de encontrar peças de reposição: uma vez que o fornecedor não mais vendia o sistema, não se produziam peças de reposição.

Tendo em vista os fatores apresentados, e considerando os riscos de não honrar os compromissos de fornecimento em virtude da crescente demanda de energia no Brasil (PROCEL, 2010), a empresa optou por realizar a contratação de um instituto de P&D para orientação e participação na seleção, aquisição, implementação, treinamento e transferência da nova tecnologia. Sequencialmente, ocorreram as seguintes atividades: a) levantamento do estado da arte em sistemas de controle DCS: para ratificar a atualidade e qualidade do sistema a ser utilizado na substituição; b) avaliação do sistema DCS existente na usina: visando verificar os transdutores e equipamentos que seriam aproveitados bem como estudar a forma mais eficaz do procedimento de substituição; c) estudo da especificação do novo sistema DCS e aquisição: para compatibilizar as necessidades identificadas pela equipe operadora e pela UEGA; d) treinamentos com equipes de operação e manutenção: com o objetivo de capacitar técnicos e engenheiros em relação ao novo sistema e sua tecnologia; e) elaboração do plano de inspeção e testes: dentro dos padrões que atenderiam os requisitos da UEGA e das equipes de Operação e Manutenção (O&M); f) testes em fábrica: para assegurar o funcionamento do sistema antes de seu despacho para o Brasil; g) substituição do DCS no turbogerador n°.1: atividade complexa envolvendo a equipe de O&M, o fornecedor estrangeiro e o instituto de P&D com focos distintos para garantir a execução do comissionamento e o registro de todo o processo; h) substituição do DCS no turbogerador n°.2: idem (g); i) documentação do processo (filmagens, fotografias, textos e relatórios): o processo de documentação não poderia interferir na implantação do sistema sob pena de haver atrasos no cronograma das atividades; (j) elaboração de Dossiê de Transferência de Tecnologia: o desafio era organizar de forma a permitir a rastreabilidade das milhares de imagens e registros do processo.

O quadro 2 apresenta as características dos contratos firmados pela usina - por meio de dispensa e inexigibilidade de licitação, respectivamente (LEI 8666/93) – para aquisição da nova tecnologia.

Quadro 2: Características dos contratos firmados

	Instituto de P&D - LACTEC	Fornecedor internacional β
Duração do contrato	24 meses	12 meses
Título do objeto do contrato	“Implantação de um Sistema de Controle Distribuído - DCS em Arquitetura Cliente/Servidor, com Tecnologia <i>Web</i> para Usina Termelétrica a Gás Ciclo-combinado”.	“Atualização do sistema “X” para “Y” para a supervisão e controle das turbinas a gás da UTE Araucária”
Metas propostas	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da indisponibilidade de unidades geradoras pela melhoria do monitoramento - Otimização no processo de manutenção das unidades geradoras - Transferência de tecnologia e conhecimento com documentação organizada e acessível - Capacitação de equipes de operação e manutenção e desenvolvimento de apoio técnico pela executora; - Acesso remoto via <i>Web</i> de dados e informações do processo - Integração facilitada entre plataformas diversas e o novo sistema de monitoramento - Sistemas implantados e funcionando nas duas unidades geradoras a gás; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a disponibilidade (ocorrer a geração de energia assim que solicitada) e confiabilidade (garantir que a geração ocorrerá em conformidade com as especificações determinadas) da planta da UTE Araucária

Fonte: Elaborado com base na coleta de dados primários e análise documental.

Além da participação das organizações supracitadas, outra empresa – a COPEL Geração – também atuou no projeto nas fases intermediárias e finais. Sua participação deve-se ao fato de que, atualmente, são seus profissionais os responsáveis pela operação do *distributed control system* da usina. Nesse contexto, apresenta-se quadro a divisão de responsabilidades e atribuições entre os envolvidos:

Quadro 3: Detalhamento das atribuições de cada organização envolvida.

UEGA	LACTEC	Fornecedor internacional β	COPEL
<ul style="list-style-type: none"> - apoio jurídico na negociação das propostas; - suporte alfandegário na importação e despacho aduaneiro dos materiais importados; - apoio nos processos de aquisições e locações que deram suporte às operações principais; - suporte financeiro e contábil; - suporte decisório durante todas as etapas; - suporte logístico durante todas as etapas. 	<ul style="list-style-type: none"> - representar a área de engenharia do cliente; - participar e apoiar todo o processo de análise de proposta técnica e especificação; - coordenar em parceria com a área de instrumentação e controle (I&C) da COPEL os testes em fábrica e o processo de comissionamento (todo o processo desde o recebimento do equipamento montagem, conexão, testes de operação e alterações necessárias até seu funcionamento final) - organizar toda a documentação produzida no acompanhamento das etapas de preparo, treinamento, testes e instalação final dos equipamentos (o processo foi filmado, fotografado e descrito textualmente). 	<ul style="list-style-type: none"> - elaboração das propostas de fornecimento; - treinamentos de equipes, - fornecimento de equipamentos e sistemas; - assistência técnica no comissionamento; - futuro suporte técnico. 	<ul style="list-style-type: none"> - auxílio técnico na transição entre os sistemas e na instalação da inovação; - absorção de conhecimento técnico via treinamento no fornecedor e no Lactec; - participação na elaboração da documentação final do processo de forma que seja útil para futuras manutenções e para operação do sistema.

Fonte: Elaborado com base na coleta de dados primários e análise documental

Segundo entrevistas realizadas durante o projeto, confirmou-se que a participação do instituto de P&D foi relevante em todas as etapas do processo, especialmente para coordenar tecnicamente as atividades de modo e atender as necessidades da usina em relação à nova tecnologia por meio dos testes realizados (em fábrica e no campo), pelo registro do processo e gestão do conhecimento e na intermediação dos treinamentos dos operadores. A participação do instituto de P&D nesse processo cumpriu umas principais condições para haver transferência de tecnologia, de acordo com Longo, (1984). Para o autor, essa condição é a de que:

O receptor esteja organizado para selecionar a tecnologia mais conveniente, para negociar e contratar a compra assegurando a mais ampla desagregação do “pacote” e para absorver; adaptar; aperfeiçoar e desenvolver a tecnologia adquirida, utilizando para isso conhecimentos científicos e técnicos. Quem está mais apto para absorver tecnologia é quem está acostumado a gerar tecnologia [...]. Sem pessoal capacitado e organização apropriada, poderá ocorrer simplesmente uma falsa transferência, ou seja, é adquirido um “pacote agregado” e, na ausência de pesquisa e desenvolvimento — P&D, a absorção e a difusão serão extremamente lentas e aleatórias.

Cabe acrescentar que mesmo depois de concluído todo o processo descrito, a equipe de profissionais do instituto de P&D envolvidos (cinco engenheiros pós-graduados com especialidades complementares) ainda prestam serviços de assistência técnica e apoio nas ações de manutenção e atualização da nova tecnologia.

4.2 Principais barreiras durante o processo de transferência de tecnologia

Os principais entraves encontrados durante o processo de avaliação, seleção e implementação e transferência da nova tecnologia, foram:

- Barreiras pessoais/institucionais: criação de um ambiente propício à comunicação e troca de experiências pois a complexidade existente por si só era grande se consideradas culturas de quatro empresas diferentes e o envolvimento de dois países. Além disso, a equipe do fornecedor era composta de pessoas de origens tão diversas como Canadá, Gana, Nigéria, Vietnã, Líbano, Jamaica, EUA, Inglaterra, Filipinas e Israel, comunicando-se em inglês;
- Barreiras técnicas/regulatórias e políticas: ajustes da proposta de fornecimento do fornecedor internacional β com base nos aspectos jurídicos e técnicos: conciliar todos os aspectos de chegada e saída de matérias e pessoas de outros países com o cronograma proposto e com as legislações referentes ao tema, como as portarias da Receita Federal do Brasil e a Lei de Licitações;
- Barreiras técnicas/regulatórias e políticas: logística de importação dos equipamentos e sistemas provenientes dos EUA;
- Barreiras técnicas: coordenação do projeto em análise com outras operações de

manutenção que estavam ocorrendo concomitantemente, de modo a produzir a menor indisponibilidade possível da usina;

- Barreiras técnicas: ajustes das jornadas de trabalho entre a empresa operadora da tecnologia (COPEL), os profissionais da usina (UEGA) e os pesquisadores do instituto de P&D (LACTEC) durante o comissionamento, devido à necessidade de realização dos procedimentos com as unidades geradoras funcionando conectadas e não conectadas ao sistema elétrico nacional: para isso, houve necessidade de programação de carga com a ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico - nos horários convenientes (fora do horário de ponta que se estende das 17 às 21 horas aproximadamente). Devido ao grande volume de informações obtidas durante os 24 meses do projeto, houve necessidade de se desenvolver um Sistema de Navegação, Busca e Controle de Acesso (batizado de SINCA) para permitir que as informações fossem facilmente acessadas. Além disso, não seria possível transferir as informações de forma impressa ou eletronicamente em DVDs, visto que superavam 90MB. Desta forma foi entregue à UEGA um servidor com discos rígidos redundantes (RAID1 por *software*) ao qual foram agregados dois sistemas de navegação com acesso via internet.

4.3 Resultados obtidos no projeto de transferência de tecnologia

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

- Desenvolvimento de “Metodologia para Transferência de Conhecimentos” (MIRANDA; SIMEÃO, 2004) na implantação de um sistema DCS, utilizando recursos eletrônicos de registro, fotografias, filmes dentro de um ambiente relacional multidisciplinar, bilingue e inter-racial;
- Base de Dados com: 11.500 arquivos, 2.400 fotos, 1.000 filmes associados ao projeto;
- Sistema visual de navegação e pesquisa baseado em tecnologia WEB, utilizando as linguagens e ferramentas HTML, CSS, PHP, Java script 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;
- Sistema visual de navegação e pesquisa acessível por navegador WEB, 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;
- Relatório de Estado-da-Arte com centenas de referências ;

- Relatório de Testes em Fábrica em formato hipertexto (Desenvolvido em conjunto com I&C COPEL);
- Relatório da Atualização do sistema SPPA-T3000 para a versão 5.17.01 e de instalação de *Thin-client* para acesso remoto;
- 24 Relatórios mensais de acompanhamento técnico-financeiro;
- 2100 Hxh de treinamento e capacitação no Sistema SPPA-T3000 para mais de 40 profissionais com apostilas e documentação associadas;
- Mais de 2700 Hxh de atividades de capacitação incluindo, comissionamento, atualização de versão e instalação de terminal remoto do sistema SPPA-T3000;
- 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;
- Redução significativa da dependência tecnológica em função da alta capacitação obtida;
- 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”.

5. Considerações finais

Este artigo teve como proposta a análise de um processo de transferência de tecnologia em termos gerais, nas barreiras encontradas e nos resultados alcançados. Observou-se que, para facilitar a processo de aquisição, substituição, implantação e operação de um novo DCS, contou-se com a intermediação de instituto de pesquisa (MIRANDA; SIMEÃO, 2004). Este, por sua vez, contribuiu nas seguintes frentes de trabalho:

- Por sua visão diferenciada de abordagem de processo de forma científica, logrando obter uma absorção maciça de conhecimentos, contribuindo para fluxo acumulativo de informação codificada, que durante o processo foi desmembrada e articulada, facilitando a absorção para os usuários finais da tecnologia (PAVITT, 1985). Cabe acrescentar, que o corpo de engenheiros especialistas na área contribuiu para a decodificação da tecnologia, retirando o uso do sistema da esfera da superficialidade, a ponto da equipe inclusive propor melhorias nas configurações da nova tecnologia, como descreve o fluxo mais avançado de transferência de tecnologia de Shujing (2012);
- Por sua visão de conjunto, como participante de fora do processo empresarial de relação comercial no formato cliente-fornecedor: o gerenciamento desse processo como um agente

externo (SOEDER; NASHAR; PADMANABHAN, 1990) facilitou a identificação de eventuais erros, problemas de funcionalidade e de gestão do novo sistema;

- Por sua multidisciplinaridade produzindo sinergia no resultado da integração entre as várias equipes;
- Por permitir que os executores da implantação pudessem se despreocupar dos procedimentos de registro e coordenação, da remoção de obstáculos e do planejamento técnico, podendo concentrar-se nas tarefas de execução. Tal fato resultou em economia de tempo, e, por consequência, de gastos com horas e materiais extras.

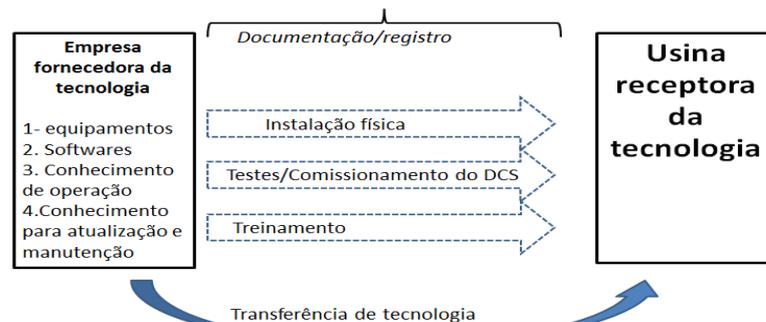
Em suma, no intuito de relatar o processo de transferência de tecnologia – substituição de um sistema supervisor de uma planta termelétrica – a de se vislumbrar as contribuições da participação de um instituto de pesquisa como agente facilitador do processo e decodificador dos conhecimentos envolvidos, que auxiliou na gestão, registro e transferência de conhecimentos aos usuários do novo DCS. Uma vez que o cronograma de despacho e geração da usina termoeletrica UEG Araucária estava comprometido, havia a necessidade de cumprir rigorosamente os prazos sob o risco de não honrar as obrigações diante do ONS.

Destacam-se ainda, como resultados relevantes do processo o registro e documentação das etapas de implantação e testes da nova tecnologia. Esta iniciativa, com vistas a assegurar a rastreabilidade das ações tomadas permite à usina certa autonomia para futuras ações de atualização, ajustes e mesmo manutenção. Neste cenário, a capacitação da equipe responsável pela operação do novo sistema representa outro pilar relevante. Trata-se de iniciativas que, quando executadas de forma concomitante, asseguram que os objetivos traçados neste processo de transferência de tecnologia sejam alcançados.

Como sugestões de pesquisas futuras, menciona-se a necessidade de aprofundar os estudos acerca do papel dos institutos de pesquisa nas ações de transferência de tecnologia nas usinas focando quais são suas possibilidades de contribuição e como são atribuídas as responsabilidades entre os agentes envolvidos em um processo desta natureza. Ademais, é válido aprofundar os estudos na esfera da dependência tecnológica que as usinas possuem em relação a empresas estrangeiras, fato que – além das implicações de natureza técnica – ainda encarece sobremaneira os processos de aquisição de novas tecnologias e de prestação de assistência técnica.

Por fim, é sugerido um modelo para avaliação do processo de transferência de tecnologia em usinas termoeletricas, destacando os componentes envolvidos no processo de transferência e os meios de viabilizá-la. Como sugestão adicional de pesquisa futura, cabe validá-lo usando, como técnica alternativa, a modelagem por equações estruturais.

Figura 3: Modelo de transferência de tecnologia em usina termoeletrica



Fonte: Proposto pelos autores

Referências

- BURGELMAN, R. A.; MAIDIQUE, M. A.; WHEELWRIGHT, S. C. **Strategic Management of Technology and Innovation**. New York: McGraw Hill, 3. ed. 2001.
- BURRELL, Gibson; MORGAN, Gareth. **Sociological paradigms and organizational analysis**. 12. reimp. Aldershot Hants : Ashgate, 2003.
- CHEN, L. **A framework of a web-based distributed control system**. Department of electrical and computer engineering: University of Calgary, Master of Science thesis. Calgary, 2003, 113 pgs.
- CONTU, A.; WILLMOTT, H. Re-embedding situatedness: the importance of power relations in learning theory. **Organizational Science** v. 14, n. 3, p. 283–296. 2003.
- DECKER, D.L. What is in store for DCS systems? Where are they headed? **Pulp and Paper Industry Technical Conference**, 2001 Conference Record of. Volume , Issue , 2001, p.17 – 20.
- DECHEZLEPRETRE, Antoine; GLACHANT, Matthieu; MENIERE, Yann. Technology transfer by CDM projects: A comparison of Brazil, China, India and Mexico. **Energy Policy**. Paris, p. 703-711. 2008.
- GREINER, M. A.; FRANZA, R. M. Barriers and bridges for successful environmental technology transfer. **The journal of Technology Transfer**, v. 28, n. 2, p. 167-177, 2003.
- JAIN, R. K.; TRIANDIS, H. C.. **Management of research and development organizations: managing the unmanageable**. 2º. ed. Nova York: Wiley-Interscience, 1997.
- KREMIC, T. Technology transfer: a contextual approach. **Journal of Technology Transfer**, V. 28, 2003, P. 149–158.
- KRUGLIANKAS, I e FONSECA, S. A. Gestão de Contratos: um fator de sucesso na transferência de tecnologia. In: **Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**, São Paulo, FEA/USP, 1996.
- LEE, A. H. I.; WANG, W.-M.; LIN, T.-Y. An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 1, p. 135-150, 2010.
- MARCOVITCH, Jacques: **Interação da Instituição de Pesquisa Industrial com o seu ambiente e suas implicações na eficácia organizacional**. São Paulo. Concurso de Livre Docência da Faculdade de Economia e Administração e Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 1978.
- OSMAN-GANI, A.A.M., 1999, International Technology Transfer for Competitive Advantage: A Conceptual Analysis of the Role of HRD, **Competitiveness Review**, v.9, n.1, 1999, p. 9–18, CR Special Issue.
- PAVITT, K. **Technology Transfer among the Industrially Advanced Countries: International Technology Transfer: Concepts, Measures and Comparisons** p. 3-24, New York: Praeger Scientific Press. 1985.

- PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2010. Disponível em: www.eletronbras.com . Acesso em: 20 de outubro de 2010.
- RAMOS FILHO, A. C. . Transferência de Tecnologia Gerencial em Multinacionais: Imagens de um Caleidoscópio de Perspectivas. In: **30º ENANPAD**, 2006, Salvador - Bahia. 30º ENANPAD, 2006.
- REDDY, N. M.; ZHAO, L. International Technology Transfer: A Review. **Research Policy**, n19., p. 285-307. 1990.
- ROGERS, E. M.; TAKEGAMI, S.; YIN, J. Lessons learned about technology transfer. **Technovation**, Amesterdã, v. 21, p. 253-261, 2001.
- SAAD, M. **Development through technology transfer**. Bristol, GRB: Intellect Books, 2000.
- SCHNEPP, O. et al. **United States–China Technology Transfer**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1990.
- SIMEÃO, Elmira; MIRANDA, Antonio. **Transferência de informação e transferência de tecnologia no modelo de Comunicação Extensiva: a Babel.com**. Revista Comunicações Técnicas Florestais, da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Dep. engenharia Florestal, Brasília, junho 2004, Vol. 6, n. 1, p.71-86 (ISSN 1517-1922).
- SIMON, F. O., VERASZTO, E. V., SILVA, D., BARROS FILHO, J, BRENELLI, R. P. **Uma Proposta de Alfabetização Tecnológica no Ensino Fundamental Usando Situações Práticas e Contextualizadas. Resúmenes**: VI Congreso de Historia de las Ciencias y la Tecnología: "20 Años de Historiografía de la Ciencia y la Tecnología en América Latina", Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias e la Tecnología. 2004.
- SOEDER, W.E., A.S. NASHAR., AND V. PADMANABHAN. A Guide to the Best Technology–Transfer Practices, **Journal Technology Transfer**, v. 15, n.5. 1990, p. 1-2.
- WEI, L. International Technology Transfer and Development of Technological Capabilities: A Theoretical Framework, **Technology Society** v.17, n.1, 1995, p. 103.
- VERASZTO, E. V. **Projeto Teckids: Educação Tecnológica no Ensino Fundamental**. Dissertação de Mestrado. Campinas. Faculdade de Educação. UNICAMP. 2004.

Recebido: 28/03/2016

Aprovado: 09/08/2016