

Transferência de tecnologia em bens de capital

Wanderley Perez

Engenheiro, Mestrando em Engenharia de Produção na Escola Politécnica da USP, Gerente de Planejamento Industrial de Produtos de Geração de Energia na SADE VIGESA SA

INTRODUÇÃO

A transferência de tecnologia (TT) é um dos principais condutores de desenvolvimento e atualização tecnológicos das indústrias. No Brasil, devido ao pouco investimento em P&D, esse desenvolvimento tecnológico é crucial à sobrevivência empresarial.

No segmento de mercado de bens de capital, conforme estudos feitos por Marcovitch *et alii* (1989), os investimentos em P&D destinam-se a uma linha de produto que, estrategicamente, foi definida para liderança tecnológica. Para as demais linhas as empresas adotam estratégia pouco agressiva, implementando novas tecnologias em produtos e processos através de acordos de licenciamento duradouros, buscando, no plano internacional, a liderança tecnológica no país. Para determinados contratos específicos ocorre, também, simplesmente a compra de projetos, executando-se a fabricação dos bens com total dependência do licenciador.

Analisaremos, neste trabalho, os diferentes tipos de processo de transferência de tecnologia e suas implicações no desenvolvimento tecnológico e organizacional das empresas de bens de capital.

A década de 70 apresentou crescimento industrial nunca antes ocorrido no Brasil. No setor de bens de capital planejava-se enormes investimentos (II PND, 1974) nas áreas de geração e transmissão de energia, com a construção de grandes usinas hidrelétricas como Itaipu, Tucuruí, Itumbiara, entre outras. No setor de siderurgia os investimentos previstos destinavam-se a construção e capacitação das siderúrgicas como Usiminas, Açominas, Cosipa, CST (citando as principais)

e, no setor de transporte ferroviário, a repotencialização da RFSa e construção da ferrovia do aço (III PND, 1979).

Os investimentos citados faziam parte, na sua maioria, do II Plano Nacional de Desenvolvimento (1974) e, com base nesse mercado potencial, as empresas também investiram em repotencialização do seu parque industrial para fazer frente às demandas planejadas (II PND, 1974). Diferentemente das empresas transnacionais, as brasileiras, além do aumento da capacidade de produção, necessitavam também da tecnologia de produto e processo, assim como de planejamento referente a quais segmentos seriam enfatizados.

A crise do petróleo e o início do desequilíbrio das contas internacionais levaram o governo brasileiro a estabelecer prioridades para aplicação de recursos financeiros nas áreas de geração de energia, prospecção e produção de petróleo e transporte ferroviário (III PND, 1979), postergando as aplicações de recursos destinados a ampliações do parque siderúrgico, movimentação em portos e construção naval, entre outras.

Essas prioridades fizeram com que houvesse diversificação de produtos em muitas das empresas de produção de bens de capital, para adaptarem-se à nova demanda.

Neste trabalho objetiva-se analisar a transferência de tecnologia efetuada no segmento de bens de capital das indústrias brasileiras, assim como os aspectos de efetividade e eficiência do processo de transferência, através de discussão da abrangência da TT em reorganização da estrutura produtiva, consolidação da tecnologia e continuidade do mercado em termos estratégicos.

Iniciaremos a análise com uma revisão teórica de transferência de tecnologia descrevendo, em caráter disciplinar, os métodos e processos de TT e suas implicações na organização empresarial e de estratégia produtiva. Em seguida será aprofundada, em estudo de caso específico, a TT ocorrida em uma empresa de bens de capital, apresentando seu histórico e análise crítica de sua introdução.

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: UMA APROXIMAÇÃO DISCIPLINAR

Mecanismos para transferência de tecnologia

Usar-se-á, neste trabalho, tecnologia como um processo contido em toda atividade de valor em uma empresa. Esta definição de Porter (1989) parece-nos muito importante, por sugerir, na absorção de tecnologia de um produto, devermos trazer com ela suas interfaces de gerenciamento produtivo, como organização do trabalho, sistema de produção e controle e técnicas processuais. Ainda segundo o autor, os mecanismos de difusão de uma tecnologia de determinada empresa líder para outra podem ocorrer da seguinte forma:

- observação direta, pelos concorrentes, dos produtos de um líder (engenharia reversa) e dos seus métodos de operação;
- transferência de tecnologia através dos fornecedores de equipamentos ou de outros vendedores;
- transferência de tecnologia por meio dos compradores que desejam uma outra fonte qualificada;
- perda de pessoal para a concorrência ou para empresas vendidas;
- declarações públicas ou papéis expedidos pelo pessoal científico de um líder.

Hufbauer (1966) definiu três meios para obtenção de tecnologia: via licenciamento, via investimento direto do licenciador e via método independente do país receptor.

Com exceção do tipo investimento direto do licenciador (utilizado em empresas transnacionais), a transferência de tecnologias no segmento estudado se faz por acordo de transferência da empresa líder para a empresa receptora, via licenciamento. Podemos, nesses casos, encontrar todas as formas acima utilizadas para afinar capacidades processuais e de produção dos concorrentes, dentro do mercado de atuação, pois quando se decide a transferência de tecnologia de um produto tem-se no licenciador informações do mercado internacional, no qual o mesmo atua, e não o esperado para o mercado brasileiro.

Portanto, mesmo obtendo-se as informações do licenciador, aproximações devem ser feitas analisando o mercado a atuar e o nível de habilidade que se deve possuir para estar-se em igualdade ou à frente dos

concorrentes nacionais, competitivamente falando (Reedy & Zhao, 1990; Stewart, 1977).

Ainda segundo Porter (1989), "...uma empresa, na qualidade de um conjunto de atividades, é um conjunto de tecnologias. A tecnologia está contida em toda atividade de valor em uma empresa e a transformação tecnológica pode afetar a concorrência por seu impacto sobre quase todas as atividades". Estando disponíveis os mecanismos para a difusão acima, haverá miscigenação de tecnologias dentro da empresa em seus diferentes setores, necessitando maior controle para padronização.

Escolha de tecnologias a serem transferidas

Com o licenciador definido, fica a discussão das tecnologias a serem transferidas. Normalmente estas são definidas, em linhas gerais, no contrato de licenciamento; porém, estudo detalhado se faz necessário para a busca de tecnologias que não estejam em ciclo final de vida (Harvey, 1984). Geralmente empresas multinacionais aplicam o conceito de ciclos de vida tecnológicos na transferência de tecnologias para suas subsidiárias. Essas tecnologias normalmente estão em seu estágio final de ciclo de vida. Contrariamente, uma empresa independente, como no presente estudo, deseja estar na vanguarda da tecnologia de seu licenciador para estar competitivamente forte no mercado com relação a seus concorrentes, na grande maioria multinacionais.

Esses interesses opostos são de difícil administração no estágio inicial da transferência (primeiros contatos), ficando normalmente solucionado com participação do cliente final, mudança da especificação técnica ou aceitação do licenciador na TT de ponta.

Embora uma tecnologia com o ciclo de vida em ascensão seja desejável, muitas vezes ocorre estar um determinado produto a ser transferido em estágio inicial de desenvolvimento tecnológico, sendo testado pela primeira vez no licenciado.

Exemplo disso ocorreu na evolução do sistema de ventilação e resfriamento em turbogeradores, para melhoria do rendimento de potência. Esse melhoramento, implantado primeiramente em uma aplicação do receptor de tecnologia, implicou aceitação em realizar o protótipo, com nova tecnologia, sem ter os recursos gerenciais e técnicos necessários para administrar as incertezas técnicas processuais advindas da fabricação do produto pela primeira vez.

Capacidade tecnológica

Devemos, inicialmente, mostrar a diferenciação dos mecanismos de TT e da capacidade tecnológica. Enquanto o primeiro dá-nos a dimensão dos recursos disponíveis para obter a tecnologia desejada, o segundo permite-nos dimensionar como pretendemos manter e disseminar a tecnologia na organização.

Conforme Reedy & Zhao (1990), o conceito de capacidade tecnológica advém da própria natureza da tecnologia, sendo esta elemento diferente de um bem; "... normalmente somos obrigados a devotar recursos substanciais para assimilar, adaptar e melhorar além da tecnologia original".

Muitos estudos de capacidades tecnológicas foram feitos; porém, para este trabalho usaremos somente as distinções efetuadas por Farrell (*apud* Reedy & Zhao, 1990), no campo social, Dessay (1984), no técnico, e Lall & Streeten (1977), no gerencial. Estes últimos definem capacidade tecnológica como sendo um complexo de habilidades humanas (empreendedoras, gerenciais e técnicas) necessárias para iniciar e operar eficientemente uma indústria.

Analisando primeiramente Lall & Streeten (1977) podemos dizer que, em termos gerenciais, a empresa disposta a introduzir uma nova tecnologia deve estar apta a possuir estrutura administrativa e recursos humanos com habilidades de absorver, transmitir e consolidar tecnologias. Nos casos analisados, durante a implantação da tecnologia optou-se por estrutura do tipo matricial-multidisciplinar, voltada para o projeto de implantação, conforme Cleland & Dunder (1981). Após a implantação, os elementos permanecem em organização por produto, ou por função, dependendo de sua área de atuação e nível de especialização.

Quanto aos aspectos sociais, Farrell (*apud* Reedy & Zhao, 1990) identificou cinco elementos de capacidade tecnológica: recursos humanos, experiência operacional, organização efetiva, sensibilidade para os problemas e mecanismos para sua solução e necessários valores e atitudes. Estes elementos têm muito a ver com a forma estrutural e gerencial da empresa. Notamos que, com a introdução de diversas fontes de tecnologia, seus respectivos produtos e diferentes organizações do trabalho, a empresa necessita renovar constantemente sua estrutura para assimilar novas técnicas, solucionar problemas de origem motivacional e de mudança de valores.

Os quatro pontos levantados por Dessay (1984) referem-se a capacidade em aquisição da tecnologia, operação industrial, duplicação e expansão e inovação. Como já mencionado, mostram a dimensão técnica da capacidade de transferência de tecnologia. No caso em estudo podemos inferir que:

- a compra de tecnologia variou de produto para produto e de mercado para mercado, havendo sempre busca da melhor tecnologia com diferentes estratégias para sua aquisição. Por exemplo, na linha de produtos para siderurgia, devido a características de mercado (cada siderúrgica ter equipamentos de um país ou família tecnológica), optou-se, na empresa estudada, pela compra de tecnologias caso a caso, ou seja, dependendo da ampliação ou da modernização de uma determinada siderúrgica. Comprava-se, assim, o projeto e a tecnologia de processo para a

fabricação, não havendo contrato fixo com licenciador único. Outro exemplo pode ser dado na linha de geração de energia da empresa em estudo, na qual para cada mercado, pequenas usinas, grandes usinas, geradores de alta rotação foram escolhidos os melhores licenciadores, considerando-se a família tecnológica;

- a operação industrial talvez tenha sido o fulcro da escolha de famílias de tecnologias, pois sua flexibilidade gerencial e sua capacidade de produção foram elementos decisivos na escolha de tecnologias, podendo haver reinvestimentos de maior ou menor vulto dependendo da família tecnológica escolhida;
- a duplicação ou expansão tecnológica ficou por conta dos produtos de licenciadores de tecnologias de ponta para outros de menor influência tecnológica, tanto em processo como em produto. Observou-se que, com o advento da introdução de novos produtos, passaram a existir tanto nas áreas de projeto como nas de produção maiores habilidades processuais humanas, de equipamentos e procedimentos, facilitando visão mais global da empresa;
- a inovação ocorreu na busca de competitividade em nível internacional, na adaptação do produto/processo em novas perspectivas de mercado doméstico e na adaptação de recursos financeiros. Exemplo disso ocorreu na fabricação de pás de rotores para turbinas hidráulicas Francis/Kaplan. A transferência do processo de usinagem de pás em máquinas de comando numérico de cinco eixos esbarrou com a impossibilidade de importação do equipamento, devido ao não-retorno de capital entre esse novo sistema e o utilizado até então por todas as concorrentes nacionais, o acabamento manual por eletrodo e lixamento. Embora o processo dispensasse maior número de horas e maior ciclo de fabricação, não possibilitava retorno de investimento quando comparado ao equipamento CNC, devido ao baixo valor do custo de mão-de-obra no país. Analisando-se os componentes de custo da comparação técnica feita para rotores Francis — 90% da carteira —, verificou-se que o maior valor de custo, não importando o processo, se usinado ou manual, era o preço do fundido, produzido com sobremetal suficiente para acabar manualmente ou por máquina. Partindo dessa premissa, verificou-se qual seria o preço do produto final, partindo agora de chapas conformadas, porém sem um bom perfil, podendo ser usinado, mas dificilmente terminado a mão. Devido aos problemas inerentes a usinagem de fundidos, como incrustação de areia e maior sobremetal em áreas críticas, o novo processo de fabricação de pás de turbinas feito a partir de chapas dobradas tornou-se rentável, comparando-se agora os custos de usinagem, somados ao preço do fundido e ao inventário de material em processo. Comprovou-se que o custo final das pás Francis fabricadas a partir de chapas dobradas e usinadas em

máquinas CNC era 30% do valor de uma pá fundida e acabada manualmente, dando seguro retorno de investimento. Este item trouxe tão grande inovação tecnológica que a fonte licenciadora passou também a executar esse novo processo de pás a partir de chapas, havendo contrafluxo de transferência de tecnologia, estando hoje licenciado e licenciador trabalhando em conjunto para aprimoramento do processo para chapas de outros tipos de materiais como o aço inox, que permitiria melhora de desempenho do produto em cavitação.

Tecnologia apropriada

Um dos fatores de escolha de tecnologia apropriada é a economia apropriada para a produção (Kaplinski, 1989; Robinson, 1979; Vernon & Gruber, 1970); em países em desenvolvimento a tecnologia a ser usada é a de intensificação do trabalho com restrições ao emprego de capital. Pode-se, assim, inferir que somente tecnologias com alta intensidade de mão-de-obra, como o exemplo citado da fabricação de pás de turbinas hidráulicas feita manualmente, devem ser perseguidas. Normalmente esse procedimento não ocorre em indústrias de capital nacional, cuja busca de liderança do mercado impede que as mesmas trabalhem no mesmo nível tecnológico de suas concorrentes multinacionais, nas quais existe maior probabilidade de ocorrência de tecnologia economicamente apropriada.

Neste setor de tecnologia apropriada economicamente vem aumentando a procura de contratos de parceria com produtores nacionais de componentes, uma vez que o uso intensificado de mão-de-obra — como em caldeiraria e solda — permite vantagens competitivas às matrizes no exterior. Embora tais contratos tragam equalização de carga durante períodos de baixa demanda, não trazem qualquer benefício ao aprimoramento tecnológico.

Segundo Lall (1990), as multinacionais possuem melhores fontes de vantagens competitivas por terem a posse de tecnologia avançada da matriz e lucrativo pacote tecnológico com respectivo esforço de vendas e produção local, podendo, a qualquer momento, dispor de qualquer tecnologia viável da matriz. Essa ameaça aumenta a necessidade de empresas nacionais terem seus contratos de tecnologias os mais amplos possíveis, buscando sempre as melhores adaptações para tornarem-se competitivas no mercado.

Conforme Kaplinski (1989), a tecnologia apropriada tem interação cultural e social baseada na relação existente entre tecnologia e sociedade e a capacidade tecnológica tem natureza acumulativa. Neste aspecto é importante levantar a abertura motivacional que uma nova tecnologia pode provocar em ambiente cultural como o nosso. A procura pelo domínio de tecnologia, incluindo sua aplicação com sucesso, é sem dúvida um dos maiores elementos motivadores e estimuladores

para o crescimento individual e da sociedade. Por outro lado, grande parte da tecnologia acumulada fica inserida nos recursos humanos que implantaram determinada tecnologia, devendo portanto ser preservada.

Fatores que influenciam a efetiva transferência de tecnologia

Reedy & Zhao (1990) identificaram nove fatores que, comprovadamente, vêm influenciando a efetividade de TT:

- experiência comercial do licenciador no país do licenciado;
- variáveis que refletem o grau de competição tecnológica no país do licenciado;
- habilidade e vontade de transferir conhecimento técnico;
- estrutura organizacional da empresa fornecedora afeta a efetiva transferência;
- capacidade em absorver da firma receptora, assim como o seu nível tecnológico;
- características do país receptor;
- forma de planejamento e execução da transferência, conforme definida por Porter (1989) e Hufbauer (1966);
- relacionamento entre países e empresas que executam a transferência;
- treinamento operacional do pessoal envolvido.

Transferência de tecnologia para engenharia e produção

Em bens de capital, tratando-se de projetos personalizados para poucos clientes, alguns conceitos devem ser revistos quando se fala em TT, pois a tecnologia vem do licenciador para a engenharia que irá fazer o projeto básico e o detalhamento e, também, para a área industrial, encarregada de todo o trabalho de processamento e engenharia industrial.

Como a via de acesso à engenharia e à área industrial normalmente não é a mesma, no licenciador, o trabalho de TT deve ser executado como projeto global de transferência de tecnologia, tanto para a engenharia quanto para as áreas de métodos e processo e, finalmente, para a produção; não devem ser esquecidos, ainda, elementos logísticos de materiais como planejamento, suprimentos e controle.

Souder & Padmanabhan (1989), em trabalho sobre transferência de novas tecnologias da área de desenvolvimento para a de produção, desenvolveram uma lista de agentes promotores estatisticamente significantes para o sucesso de TT da área de P&D voltada à fábrica. Estes mesmos promotores podem ser adaptados e estendidos, porém sem a mesma rigidez estatística, para a transferência de um licenciador para as áreas de engenharia e industrial.

Agentes promotores

- Envolvimento das áreas industrial e de engenharia no esquema ganhar-ganhar.
- Envolvimento das áreas de produção no período de transferência de tecnologia.
- Engenharia e área industrial definem quais serão os materiais e os fornecedores.
- Os fornecedores proporcionam assistência e treinamento.
- Envolvimento dos fornecedores no primeiro lote produzido.
- A área industrial utiliza seus conhecimentos em processos para adaptar o projeto.

Dos itens acima pode ser ressaltado, como de fundamental importância para a transferência de tecnologia, a integração da área industrial com a área de engenharia, pois sem ela, tanto no licenciador durante os primeiros contatos como durante o projeto e fabricação, haverá sérios problemas na implantação. O envolvimento da área industrial no projeto e sua experiência na realização do mesmo são fundamentais para o bom desempenho da TT, pois durante a implantação e as discussões primárias com o licenciador são feitas as modificações de filosofia de projeto devido a limitações de capacidade de processo, escolha de fornecedores nacionais ou do exterior e desempenho exigido pelo cliente no mercado alvo.

Os itens relativos a materiais, embora pareçam à primeira vista de pouca importância, são essenciais para a escolha de fornecedores confiáveis em projetos de nacionalização de componentes e padronização, com a participação de um time envolvendo licenciado, engenharia, área industrial e fornecedor.

Outro enfoque refere-se a encarar a TT de uma linha de produtos como projeto global, que deve possuir vida própria, com estrutura matricial, conforme sugerido por Cleland & Dundar (1981), e ciclo de vida desde a escolha do licenciador até a fabricação, com sucesso das primeiras unidades e sistematização dos procedimentos tanto de projeto como de produção.

A importação de um mau modelo

Dois pontos ressaltados por Skinner (1983) devem ser mencionados neste trabalho. O primeiro implica transferência de modelos de gerenciamento da empresa licenciadora, nem sempre os melhores para nos dar uma visão futura de como comportar-se-á a organização de manufatura e o negócio em si. Quando da transferência de tecnologias, normalmente importa-se tudo o que existe, inclusive inconveniências, como uma mesma fábrica produzir vários produtos, em diferentes níveis de mercado, com exigências diversas dos clientes. Isto implica estrutura gigante para administração dos negócios e pouca convergência nos interesses do produto.

Outro aspecto levantado pelo autor trata da preocupação na busca de novos produtos para ocupar a fábrica, porém aumentando o investimento em alguns processos específicos, que não atendem globalmente a todas as áreas produtivas.

É necessário mencionar que os dois pontos levantados eram enfatizados no início da década de 80 pelos licenciadores e, conseqüentemente, na empresa em estudo; se tal ênfase se alterou nas empresas licenciadoras com as mudanças econômicas ocorridas durante o período, o mesmo não ocorreu de imediato nas empresas brasileiras.

A seguir, analisaremos a transferência de tecnologia em empresa de bens de capital nacional, com a aplicação dos conceitos revistos anteriormente, objetivando buscar inter-relação entre a formalização das implantações e a teoria levantada. Os três casos analisados resultam do crescimento industrial do fim da década de 70, com intensiva busca da verticalização de tecnologia no setor.

Os três estudos de caso demonstram a dificuldade de implantação de TT sem planejamento estratégico coerente com as necessidades e a dificuldade de utilizar a extensão disciplinar devido a tipos de contratos de TT formalizados.

CASO 1: GM-EMD X EV

Breve histórico

Em 1976 Equipamentos Villares S.A. (EV) e General Motors-EMD (GM-EMD) celebraram acordo de TT para projeto e produção de locomotivas diesel elétricas, atendendo demanda de mercado emergente no Brasil, referente à modernização da Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) e Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), com possíveis aplicações na Ferrovia Paulista S/A (FEPASA).

A transferência de tecnologia da GM-EMD modificou o sistema usualmente utilizado — idas de especialistas para o licenciador e vindas deste para a empresa —, dado o diferente sistema de produção utilizado para a fabricação de locomotivas na GM.

Por ser de produção seriada, diferentemente da utilizada até então na EV, produção sob encomendas, tinha-se de, pela primeira vez, adaptar o sistema de fabricação intermitente para produção seriada. Para execução da TT o processo foi dividido em **engenharia** e **processo**, sendo criados dois departamentos responsáveis. O primeiro, para a implantação de toda a tecnologia de projeto, especificações de materiais e documentação do produto; o segundo, responsável pela introdução de todos os processos, equipamentos e facilidades de fabricação, documentação de fabricação, manuais de manutenção e, finalmente, estrutura de produção do equipamento.

A criação de outra engenharia de produto e outra engenharia industrial trouxe aspectos modernos para a organização de trabalho da produção, como a criação de núcleos de fabricação orientados ao produto e não mais ao sistema funcional de fabricação, principalmente nas áreas de caldeiraria e montagem.

Na estrutura administrativa houve modificação na concepção e no arranjo de processos, concentrando nas áreas de montagem todo o fluxo de informações de processo de usinagem e caldeiraria, ou seja, os processos de caldeiraria e usinagem foram orientados para a forma e a seqüência de montagem. Como o processo da GM era o de fabricação seriada com 10 locomotivas/dia e o planejamento introduzido de 52 locomotivas/ano, com capacidade máxima de 12 locomotivas/mês, o *mix* de fabricação foi adaptado do da GM.

Para execução do plano de transferência de tecnologia foram gastos US\$ 14 milhões em recapacitação de equipamentos. Estes, em sua maioria, para fabricação seriada de cabines e capotas na área de caldeiraria, facilidades de montagem e ensaios finais das locomotivas.

As locomotivas começaram a ser produzidas no início de 1981, sendo as primeiras seis unidades entregues à CVRD.

O aspecto marcante deste caso foi a introdução do conceito de fabricação seriada em uma empresa que possuía todo o seu *mix* voltado para produção descontínua. Embora as locomotivas variem de modelo para modelo, portanto, de contrato para contrato, sua concepção básica é idêntica na grande maioria dos componentes agregados, o que permite padronização intensa de projeto e conseqüente padronização de processos, possibilitando planejamento por produto mais otimizado.

Foi na área de processo e gerenciamento de produção que o modelo GM-EMD trouxe melhores resultados; como a empresa possuía grande conhecimento das tecnologias de usinagem e caldeiraria, poucas melhorias em termos de processos ocorreram nessas áreas. O conceito de produção voltada ao produto e a criação de produção voltada à montagem — **montagem em série** — mudaram o conceito de produção existente, modificando inclusive os trabalhos de planejamento e organização industrial, permitindo a estruturação em linhas de produto, e alterando o conceito de funcional para o de família de peças e linhas por produtos.

Análise do projeto

Analisando o conceito definido por Porter (1989) sobre mecanismos de TT, podemos dizer que o método principal para essa implantação foi a compra via contrato de licenciamento de tecnologia. Outros métodos foram também usados, como absorção de pessoal de empresa concorrente utilizado durante a introdução de investimentos e postos-chave de conhecimento em

áreas de projeto e ensaios. Mecanismo complementar para TT foi a utilização de fornecedores de equipamentos nacionalizados pelo concorrente, como os sistemas de freios e refrigeração.

Outro exemplo do processo ocorreu nas pinturas de locomotivas, ocorrido em duas empresas implantadoras desta tecnologia que, embora tivessem todos os dados de seus respectivos licenciadores, implantaram o projeto conforme a capacidade do concorrente já instalado no país, via fornecimento de equipamentos da mesma empresa desse concorrente. O processo de pintura foi introduzido com fornecedor de tintas desse mesmo concorrente.

As adaptações para atender o mercado, tanto em demanda como em nível de tecnologia, foram acertadamente feitas; foi possível competir com o outro concorrente em termos de demanda e em inovação tecnológica. Esta última foi alcançada com o próprio acordo de TT, que permitia a escolha da tecnologia a ser transferida em toda a gama de produtos do licenciador. É importante ressaltar que o mercado, no caso a América do Sul, permitia total liberdade de atuação, possibilitando estar na vanguarda tecnológica para competir igualmente com concorrentes nacionais e internacionais.

Em termos de capacidade tecnológica e aspecto social podem ser distintamente percebidos e detalhados os seguintes elementos:

- **recursos humanos** — nesta área houve o maior investimento para a TT, com treinamento de pessoal da engenharia de produto e processo no licenciador, para ganhos de conhecimento técnico e filosofia de trabalho;
- **experiência operacional** — este elemento de capacidade tecnológica foi conseguido através da contratação de pessoal especializado para áreas estratégicas como projeto e ensaios;
- **organização efetiva** — devido ao tipo de tecnologia a ser implantada, com aspectos divergentes dos produtos até então fabricados, nova dimensão organizacional foi desenvolvida com a criação de área orientada para o produto;
- **valores e atitudes** — os principais valores da empresa estudada são pioneirismo e avanço tecnológico, sendo evidente a criação de ambiente propício a novas tecnologias e aumento da gama de produtos, permitindo atitude de continuidade no ramo industrial;
- **sensibilidade para detectar problemas e mecanismos para solucioná-los** — elemento praticamente implementado pela estrutura organizacional criada e colocação de pessoal experiente em postos-chave.

As dimensões técnicas como capacidade em aquisição de tecnologia, operação industrial, duplicação e expansão e inovação foram amplamente conseguidas com sucesso por:

- **compra de tecnologia** — a compra de uma das melhores e mais tradicionais tecnologias para esse produto, como a da GM-EMD, e a abertura contratual do acordo de TT permitiram liberdades tanto para o conhecimento tecnológico como também para atuar em mercados não definidos contratualmente, a exemplo de Oriente Médio e África;
- **operação industrial** — a escolha tecnológica abriu horizonte para o aumento da flexibilidade da manufatura, inclusive introduzindo o conceito de fabricação seriada para outros produtos existentes, como estruturas fabricadas na caldeiraria para os guindastes, já padronizados;
- **duplicação e expansão da tecnologia** — inicialmente houve duplicação na área de controle e motorização de sondas de perfuração de petróleo, que possui estrutura motriz e controle idênticos aos encontrados nas locomotivas — Grupo Diesel, Alternador, Conversor AC/DC e os motores de Tração de CC;
- **inovação** — ocorreu, porém sem muito sucesso, na utilização dos conhecimentos em aplicações que não eram escopo da GM-EMD, como em locomotivas de manobras e guindastes ferroviários. O insucesso se deu pela falta de adaptabilidade necessária para implementar os sistemas de controle e auxiliares, não desenvolvida com sucesso em fornecedores nacionais.

Podemos dizer que as fases de implantação da tecnologia seguiram o caminho de tecnologias com maior intensificação de mão-de-obra. Em caldeiraria e montagem isso ocorreu nos primeiros contratos, conforme definição de economia apropriada para a produção, porém, mais no tempo necessário para nacionalizar os controles eletrônicos, motores e alternadores do que simplesmente uma opção econômica. O grau de nacionalização cresceu do primeiro contrato para os subsequentes, ficando o projeto restrito à importação dos componentes que, por economia de escala, não traziam retorno de investimento na nacionalização e ao motor diesel, por limitação contratual e não de capacidade tecnológica.

Dos nove itens levantados por Reedy & Zhao (1990) como elementos influenciadores de uma efetiva transferência, pode-se dizer que todos ocorreram e influenciaram em grande escala. Em particular ressaltamos o item relativo a **habilidade e vontade de transferir conhecimento técnico**, sentido negativamente na área industrial do licenciador, que por ter em seu quadro elementos altamente sindicalizados se negou a transmitir seu conhecimento em nível de **chão de fábrica**. Para superar tal problema usou-se a estratégia de trazer elementos-chave para ajudar e transferir seus conhecimentos na área industrial do licenciado, aumentando a motivação dos elementos técnicos do licenciador que apoiaram a implantação como objeto de realização pessoal e profissional.

Os aspectos de TT da engenharia e do sistema introdutório para a produção encontraram ambiente motivador devido à criação de nova estrutura paralela para todas as áreas da empresa. Muito embora essa estrutura fosse funcional, o fato de agora dedicar-se a um único produto mudou o conceito generalista por produto e especialista no processo para especialista no produto e depois no processo.

CASO 2: EQUIPAMENTOS DE PROSPECÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

Breve histórico

Neste item serão estudados os equipamentos de prospecção de petróleo terrestres até 6000 metros de profundidade, torres para prospecção de petróleo marítimas e equipamentos para produção de petróleo de águas profundas tipo **Árvores de Natal Molhadas** (equipamento submarino instalado no topo da cabeça do poço para controle da produção) e BOP (*blow out preventers*).

A introdução desse equipamento originou-se da necessidade, no início da década, de obter-se alto índice de nacionalização dos equipamentos de prospecção e produção de petróleo. Este forte desejo foi lançado pela Petrobrás a um conjunto de empresas nacionais no início de 1981, com o objetivo de buscar auto-suficiência em petróleo e obter, ao mesmo tempo, independência nacional na tecnologia de prospecção e exploração de petróleo.

A empresa estudada inicialmente assinou contrato de TT com USS Oilwell e Pyramid para a fabricação de sondas e equipamentos para a prospecção, considerando as prioridades da Petrobrás e do governo brasileiro (III PND, 1979).

Em 1985 a Petrobrás lançou outro desafio às empresas nacionais, buscando a auto-suficiência em produção de petróleo e o domínio da tecnologia de águas profundas, principalmente quanto à mudança de profundidade (lâmina d'água), de até 800 metros para maiores de 1000 metros nos empreendimentos planejados para o fim da década de 80 e início dos anos 90.

A empresa estudada, verificando a possibilidade de novo nicho de mercado para o petróleo, novamente assinou contrato de TT, agora com a Cameron Iron Works (CIW), de modo a ampliar a gama de produtos oferecidos à Petrobrás, sendo os principais: BOPs e Árvores de Natal Molhadas (ANM).

Além dos contratos de tecnologia assinados com os licenciadores nessa linha de produtos, houve também acordo entre empresa e IPT para desenvolvimento de mastros de petróleo, TT entre universidade-empresa, sendo descartado na oportunidade um dos licenciadores, a Pyramid.

Ainda com relação a esse produto, por iniciativa da empresa e da Petrobrás, houve o desenvolvimento de

ANM para profundidade igual a 1800 metros, projeto conjunto entre fornecedor e cliente prevendo a construção e o teste de um protótipo em ambiente de trabalho real.

Esse equipamento, devido à profundidade, foi instalado e operado sem qualquer assistência ou intervenção de mergulhadores; sua montagem foi feita através de ferramentas especiais desenvolvidas especialmente para tal finalidade, as quais também faziam parte do escopo do projeto.

O processo de TT dessa linha de produto seguiu, inicialmente, o mesmo relativo à implementação da linha de locomotivas, porém com dimensões específicas: único cliente com linha de atuação impulsionando nacionalização e desenvolvimento de tecnologia. Esta particularidade desenvolveu, no fornecedor, engenharia não só voltada ao projeto, mas também à área de P&D do produto.

Na área industrial o processo de TT introduzido em locomotivas foi repetido, porém com menor treinamento, no licenciador, do pessoal ligado ao processo, uma vez que os produtos, embora diferentes em forma e exigência, possuíam em seu *mix* de fabricação grande ênfase em transformação por usinagem, na qual o licenciador tinha processos diferentes devido principalmente aos tipos de máquinas, mais universais.

Análise do projeto

Apesar de os mecanismos de TT utilizados no projeto de prospecção e produção de petróleo serem exatamente os mesmos do ocorrido com locomotivas, cabe destacar a aproximação universidade-empresa, no caso do projeto de mastros. Este fato mostrou-se altamente efetivo quando do acidente da Plataforma de Enchova, sendo projetada e fabricada a torre substituta no período de 43 dias apenas.

Pode-se ainda destacar a área de projeto e desenvolvimento do produto como a que mais se beneficiou com a nova tecnologia; a quantidade de produtos e os desafios constantes para novos tipos de fornecimento foram primordiais para treinamento e amadurecimento da equipe.

Na área industrial a incorporação de nova exigência de qualidade por parte do American Petroleum Institute e do Lloyd's Register trouxe novas estruturas indiretas para controle da produção, diminuindo o fluxo produtivo, conforme descrito por Skinner (1983). O processo de usinagem foi o mais visado neste item, definindo células de manufaturas que possibilitassem melhora de fluxo e treinamento do pessoal produtivo.

A dependência de cliente único adequou o produto às suas necessidades, havendo pouca investida em mercados estrangeiros.

No aspecto de capacidade social foram percebidos:

- **recursos humanos** — diferentemente da linha de locomotivas, na qual houve miscigenação de pessoal buscado em empresa concorrente e treinamento de novos funcionários, neste caso houve total aproveitamento dos recursos humanos existentes treinados e alocados ao projeto;
- **experiência operacional** — a partir de envolvimento com a universidade e criação de área específica de desenvolvimento do produto;
- **organização efetiva** — aproveitando a estrutura por produto criada para locomotivas, foi desenvolvida nova área voltada para o produto, porém com menor efetividade na área industrial que nas áreas comercial e de projeto;
- **valores e atitudes** — o desafio de desenvolvimento de novas tecnologias está totalmente alinhado aos valores de pioneirismo e alta tecnologia inerentes à empresa;
- **sensibilidade para detectar problemas e mecanismos para solucioná-los** — houve experiência positiva com a introdução do desenvolvimento conjunto empresa-universidade, podendo se considerar como negativos a dependência de mercado a cliente único e a adaptação necessária na área industrial.

Quanto às dimensões técnicas pode-se citar:

- **compra de tecnologia** — feita sempre de fornecedores de primeira linha, com informações suficientes para gerar desenvolvimento próprio;
- **operação industrial** — embora as exigências quanto à qualidade trouxessem grande incerteza na produção, não comprometeram o negócio e geraram melhoramentos no processo de usinagem;
- **duplicação e expansão da tecnologia** — sem dúvida este item representou o maior sucesso do projeto, com real desenvolvimento do produto e da tecnologia;
- **inovação** — principalmente na consolidação de métodos de usinagem e consolidação do sistema de garantia da qualidade para cada linha de produto.

A exemplo do ocorrido em locomotivas, neste produto também houve ressentimento, no licenciador, relativamente ao pessoal de **chão de fábrica** passar informações técnicas importantes. A solução para o problema foi também trazer elementos-chave da empresa contratada para ajudar a transferir seus conhecimentos na área industrial do licenciado.

CASO 3: EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Breve histórico

Neste item serão descritos três tipos de TT: linha de produto de uma empresa para outra, com toda a área de projeto e comercial, cabendo à área industrial a TT

de processos e fabricação; aquisição de tecnologia de um licenciador, tanto de projeto como de fabricação; e sistema de manutenção de TT, com atualizações periódicas de projeto e processos.

Transferência de uma empresa para outra

Em 1981 Equipamentos Villares S.A. (EV) e General Electric do Brasil S.A. (GE) celebraram *joint venture* para comercialização, fabricação e assistência para hidrogenadores e turbinas hidráulicas, associação iniciada com 51% de ações da EV e 49% da GE.

Como as facilidades existentes em EV eram para fins mecânicos, ficou definido que as partes mecânicas (caldeiraria, usinagem e montagem) de componentes de geradores e turbinas ficariam sob sua responsabilidade, enquanto os componentes elétricos, estatores de geradores e bobinamento de geradores, para a GE fabricar.

Com a constituição da nova empresa, as áreas de projeto e comercialização da GE foram transferidas, formando outra empresa para comercialização dos produtos a serem produzidos, ocasião em que ocorreu a primeira fase de TT dos equipamentos de geração. Como estava sendo constituída uma nova empresa, com duas fábricas, adotou-se os mesmos tipos de padronização e tecnologia existentes na empresa de origem.

A transferência de tecnologia ocorreu somente na área industrial, uma vez que a área de engenharia e desenvolvimento já possuía amadurecimento permitindo, inclusive, a introdução do processo na área industrial.

A fase de transferência durou exatamente um ano, período em que foi construído somente um hidrogenador na divisão industrial, quando a EV adquiriu a parte acionária restante, mantendo, porém, o vínculo de licenciamento com a GE-Canadá, detentora do *know-how* e fornecedora de tecnologia da GE brasileira. Nesta fase houve transferência de pessoal técnico de áreas-chave da unidade industrial da GE para a EV, além de serem transferidos documentação e controle.

Transferência de um licenciador para a receptora

Com a saída de GE da associação inicial, houve necessidade de ser implantada a tecnologia dos componentes ativos do gerador (componentes elétricos); voltou-se a buscar tecnologia, não só na GE, que já possuía equipamentos e processos, como também em licenciador.

Tal fato ocorreu principalmente por dois motivos: havia dúvidas quanto à qualidade dos equipamentos dedicados ao processo, os quais já haviam sido utilizados pela GE por muitos anos; para a busca de complementação da linha era necessário assinar contrato de TT com outros licenciadores, que teriam restrições quanto à utilização dos equipamentos da GE.

Após análise de possíveis licenciadores que completariam a linha GE-Canadá, em quatro países e diferentes tipos de famílias tecnológicas, projetou-se as capacidades para atender à produção de geradores e turbogeradores, baseadas na família tecnológica originária da GE norte-americana, desenvolvidas diferentemente a partir de sua nacionalização, na GE-Canadá e na Alstom-França.

A implantação dessa tecnologia de fabricação contou com a TT, a partir da ida de pessoal técnico da empresa receptora e vinda de pessoal técnico da firma licenciadora, além de transferência de pessoal-chave da GE brasileira.

Para a implantação de todos equipamentos e facilidades foram gastos, na área industrial, US\$ 10 milhões; e US\$ 2 milhões na área de desenvolvimento de projeto hidráulico, assistido por computador na área de projeto.

A tecnologia aplicada a turbogeradores trouxe para o pessoal de **chão de fábrica** maior experiência e domínio nas operações de enrolamento de hidrogenadores.

Atualização de tecnologia

Uma das primeiras percepções, quando do primeiro contato com o pessoal de GE brasileira, foi que, por vínculos muito fortes com a matriz nos Estados Unidos, pouco introduziu da tecnologia aprimorada pelos canadenses nesse tipo de produto, mantendo ainda as concepções-padrão do fundador dessa tecnologia, descontinuada com o sucesso da subsidiária canadense. Assim, ficou definido forte plano de reciclagem e manutenção de tecnologia, para permitir trabalho mais integrado com o licenciador.

Este item obteve maior sucesso na linha GE-Canadá, tanto em geradores como em turbinas, devido ao maior volume de encomendas, do que com a Alstom e outros licenciadores para pequenas turbinas hidráulicas.

Análise do projeto

Notou-se neste produto, com grande incidência, dois mecanismos de TT destacados por Porter (1989); o primeiro foi a transferência via contratação de pessoal, tanto da empresa que estava saindo do mercado como de concorrentes; o segundo, e o mais importante na definição estratégica da tecnologia a ser utilizada, foi a observação direta nos concorrentes e em seus métodos de operação.

Dos mecanismos de TT levantados por Hufbauer (1966), novamente se constata o licenciamento do detentor de tecnologia, embora inicialmente tenha havido investimento do licenciador na primeira empresa em que a tecnologia foi implementada.

Nesse produto, mais do que nos anteriores, a preocupação em escolher a melhor tecnologia foi sempre

fator decisivo, pois a linha de negócios começou com a parceria de um dos mais respeitados fabricantes e detentor de tecnologia de ponta no ramo; porém, o mesmo não atendia o campo mercadológico que se procurava buscar com o horizonte de demanda previsto em Brasil, Estados Unidos e América Latina.

O campo de atuação da GE-Canadá limitava-se a geradores e turbinas hidráulicas de grandes dimensões, máquinas de alta potência, restringindo sua atuação nas pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e na geração termoeletrica.

Para suprir o mercado de PCH na linha de turbinas foi feito acordo de licenciamento com a Escher-Wiss-Suiça (turbinas tipo S) e Elin/Voest Alpine-Áustria (turbinas tipo Bulbo).

Na linha de geração termoeletrica o acordo com a Alstom permitiu a fabricação de turbogeradores, não havendo acordo real na linha de turbinas a vapor e a gás, embora tenham sido tentadas com a própria Alstom e com Toshiba e Hitachi aproximações para um acordo de licenciamento.

Os geradores para PCH foram desenvolvidos tecnologicamente dentro da área de engenharia, utilizando os conhecimentos adquiridos pelos técnicos em estágios na GE norte-americana, quando ainda trabalhavam para a GE brasileira. Desse desenvolvimento, o único limitante tecnológico foi as bobinas estatóricas, as quais inicialmente não atendiam às especificações técnicas, de concessionárias brasileiras. Teve-se de buscar tecnologia novamente na GE-Canadá, porém agora na divisão de motores.

No campo social da capacidade tecnológica podemos distinguir:

- **recursos humanos** — sem dúvida a equipe técnica transferida foi o alicerce de uma excelente TT do produto sem grandes perdas de qualidade e ciclos de produção. Os admitidos de outros concorrentes trouxeram sua parcela de conhecimento e ajudaram a adaptar os novos processos dentro de um *mix* de fabricação totalmente diferente daquele até então produzido;
- **experiência profissional** — o pessoal-chave da organização receptora, por já ter participado da introdução de outros produtos como os citados nos casos anteriores, integrou-se ao pessoal transferido da empresa original, havendo grande sinergia na fase de implantação;
- **organização efetiva** — a organização por produtos iniciada na introdução de locomotivas permitiu adição total do novo produto na estrutura existente;
- **sensibilidade para detectar problemas e mecanismos para solucioná-los** — aqui a integração e a conseqüente ajuda de elementos especializados do licenciador foram os agentes das percepções dos problemas potenciais e de sua adequação à realidade;
- **valores e atitudes** — novamente o desafio de dominar uma nova tecnologia e superar crises econômicas

fez o meio ambiente para o sucesso da introdução do produto.

Quanto aos pontos de capacidade tecnológica levantados por Dessay (1984) temos:

- **compra de tecnologia** — como já ressaltado, buscou-se sempre a tecnologia de primeira linha e atender todos os mercados;
- **operação industrial** — a produção desse produto só teve compartilhamento com outros nas áreas de caldeiraria e solda e usinagem leve, havendo implantação total de recursos na área de componentes elétricos e usinagem pesada;
- **duplicação ou expansão tecnológica** — a expansão tecnológica deu-se com a introdução de todos os processos vistos durante a escolha de tecnologia, combinados ao que de melhor tinha sido desenvolvido na GE-Canadá. Houve duplicação de tecnologia e sua difusão para os demais produtos quanto ao sistema de garantia da qualidade que, por ser mais flexível e de mais fácil operação ao sugerido pela Petrobrás, foi introduzido para os demais produtos, padronizando um procedimento até então projetado contrato a contrato;
- **inovação** — além do caso mencionado da usinagem das pás de turbinas, houve uma série de desenvolvimentos processuais com implantação primeiramente na empresa estudada e após no país de origem; isto ocorreu principalmente pela liberdade de ação que os técnicos dos licenciadores possuíam, juntamente com a vontade de conhecer os limites do processo por parte do pessoal técnico receptor.

Em termos de tecnologia apropriada podemos dizer que, embora esse produto trouxesse tecnologias novas, o principal enfoque foi aumentar a capacidade da caldeiraria, sem dúvida a área de maior intensidade de mão-de-obra. Aqui também se percebem os pontos de incongruência levantados por Skinner (1983) sobre carregamento desenfreado de diferentes processos para atender ocupação de fábrica.

Foram utilizados todos os fatores levantados por Reedy & Zhao (1990) que influenciam a TT efetivamente; porém, três destacaram-se como mais expressivos:

- **forma como é planejada e executada** — neste item houve uma efetividade real do planejamento que se estende até os dias de hoje, com reciclagem de pessoal experiente e treinamento de pessoal novo no ambiente do licenciador. Houve em todo o projeto revisão conceitual do detalhamento;
- **capacidade de absorver da firma receptora** — citamos aqui a dificuldade de manter o pessoal originariamente transferido da fábrica desativada para a outra em implantação; após um ano contava-se somente com 40% do pessoal inicialmente transferido.

do, caindo para 30% no período de três anos, havendo necessidade de treinamento e desenvolvimento de pessoal nativo para posições técnicas-chave;

- **relacionamento entre firmas** — sem dúvida este fator foi decisivo. Mesmo sendo concorrentes em

outras linhas como motores elétricos e locomotivas, o bom relacionamento e a camaradagem entre técnicos trouxeram benefícios para ambas as empresas, possibilitando ao licenciador e ao receptor terem um relacionamento de parceria em tecnologia.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. II Plano Nacional de Desenvolvimento — 1975/1979. Brasília, set. 1974. p. 37-51 e 136-139.
- BRASIL. III Plano Nacional de Desenvolvimento — 1980/1985. Brasília, set. 1979. p. 60-63.
- CLELAND, D.I. & DUNDAR, F.Y. *Engineering management*. Tokio, Kosaico Printing Co., 1981. p. 31-59.
- DESSAY, A.Y. India's technological capability: an analysis of its achievements and limits. *Research Policy*, v. 13, n. 5, Oct. 1984.
- HARVEY, M.G. Applications of technology life cycles to technology transfers. *The Journal of Business Strategy*, p. 51-58, 1984.
- HUFBAUER, G. *Synthetic materials and the theory of international trade*. Cambridge, Harvard University Press, 1966. p. 88-91.
- KAPLINSKI, R. Introduction. In: *Appropriate technology: theory and praxis*. Brighton, Univ. Sussex, 1989. p. 1-56.
- LALL, S. Building industrial competitiveness in developing countries. *Development Centre Studies OCDE-OECD*, Paris, 1990.
- LALL, S. & STREETEN, P. *Foreign investment transnational and developing countries*. London, Unwin Brothers Ltd. 1977.
- MADEUF, B. International technology transfers and international technology payments: definitions, measurement and firms' behaviour. *Research Policy*, v. 13, n. 3, p. 125-140, Jun. 1984.
- MARCOVITCH, J.; SBRAGIA, R. & KRUGLIANSKAS, I. La función de I&D y su gestión en las empresas del sector de bienes de capital: un estudio exploratorio. *Serie Manuales de I&D — CINDA*. Santiago, Chile, p. 93-121, 1989.
- PORTER, M.E. *Vantagem competitiva*. Rio de Janeiro, Campus, 1989. p. 153-185.
- REEDY, N.M. & ZHAO, L. International technology transfer: a review. *Research Policy*, North Holland, v. 19, n. 4, Aug. 1990.
- ROBINSON, A. The availability of appropriate technologies. In: ROBINSON, A. (ed.) *Appropriate technologies for Third World Development*. New York, Macmillan Press Ltd, 1979. p. 26-44.
- SKINNER, W. *Manufacturing in the corporate strategy*. New York, John Wiley & Sons, 1983. p. 56-65.
- SOUDER, W.E. & PADMANABHAN, V. Transferring new technologies from R&D to manufacturing. *Research Technology Management*, v. 32, Sep./Oct. 1989.
- STEWART, F. *Technology and underdevelopment*. New York, Macmillan, 1977. p. 1-3.
- VERNON, R. & GRUBER, W.H. The technology factor in a world trade matrix. In: VERNON, R. (ed.) *The technology factor in international trade — National Bureau of Economic Research*. New York, Columbia Univ. Press, 1970. p. 233-272.

Recebida em novembro/92