

*O avanço do conhecimento técnico-científico: os casos Cobra e CSN**

José Manoel C. de Mello
Professor Adjunto da COPPE-UFRJ

Emmanuel Paiva de Andrade
Professor da EE-UFF e Doutorando da COPPE-UFRJ

Lia Hasenclever
Professora da FEA-UFRJ e Doutoranda da COPPE-UFRJ

Resumo

Neste artigo analisa-se a estratégia tecnológica das empresas Cobra e CSN quanto à produção de conhecimentos técnico-científicos, a partir de referencial teórico, com posteriores considerações sobre as coincidências observadas entre os dois casos e enfoque quanto à capacidade das mesmas em responder aos novos desafios competitivos com a introdução de inovações e mudanças organizacionais operadas em seus departamentos de P&D. São abordadas, entre outros aspectos da estratégia tecnológica, as prioridades das empresas, suas formas de articulação com as demais instituições produtoras e disseminadoras de conhecimento técnico-científico e suas capacidades de gerir as respectivas funções tecnológicas.

Palavras-chave:

- estratégia tecnológica
- conhecimento técnico-científico
- introdução de inovações
- mudanças organizacionais

* Os autores agradecem aos Srs. Ricardo Leal e Yelson Duboc da CSN e Paulo França e Paulo Jacinto da Cobra, pelo fornecimento dos dados.

INTRODUÇÃO

Objetivo e metodologia

Neste trabalho analisa-se a estratégia tecnológica de duas empresas relativamente à produção de conhecimento técnico-científico: Computadores e Sistemas Brasileiros — Cobra — e Companhia Siderúrgica Nacional — CSN. Essas empresas, apesar de se situarem em setores distintos — informática e siderurgia —, estão igualmente sujeitas ao intenso processo de transformação tecno-econômica. Em função de mudanças ocorridas na política industrial com o fim da reserva de mercado para o setor de informática, alterações das alíquotas de importação de produtos siderúrgicos e privatização de ambas as companhias, terão de enfrentar, em breve, o acirramento da competição em seus mercados.

A literatura analisada tende, em geral, a identificar a importância da capacitação tecnológica para a competitividade dos setores de ponta ou de indústrias nascentes. Por este motivo pareceu-nos interessante estudar dois casos situados em setores paradigmáticos de uma indústria nascente — informática — e de uma indústria madura — siderurgia.

Além disso, as empresas selecionadas são representativas desses setores, tanto por seus tamanhos (sétima e segunda empresas por receita operacional bruta, respectivamente) quanto por suas histórias. Com relação ao último aspecto, observa-se também particularidade interessante. A CSN foi criada para suprir a demanda siderúrgica do país na segunda metade dos anos 40, no bojo de uma política de substituição de importações, sem preocupação inicial com capacitação tecnológica. Já a Cobra, criada na metade dos anos 70, visava explicitamente a capacitar tecnologicamente o país na área de informática, além de supri-lo com insumos eletrônicos ainda incipientemente demandados pela indústria nacional.

A partir do referencial teórico, exposto a seguir, foram analisadas ambas as empresas, com posteriores considerações acerca das coincidências observadas entre os dois casos e enfoque quanto à capacidade das empresas em responder aos novos desafios competitivos a partir da introdução de inovações e mudanças organizacionais operadas em seus departamentos de P&D.

Entre os aspectos da estratégia tecnológica abordados estão as prioridades das empresas, suas formas de articulação com as demais instituições produtoras e disseminadoras de conhecimento técnico-científico e suas capacidades de gerir as respectivas funções tecnológicas.

Referencial teórico

A emergência de um novo paradigma tecno-econômico de desenvolvimento (Perez, 1986) sugere, entre

outros fatores, a importância das estratégias inovativas como forma de sobrevivência das empresas nesse novo modelo.

Essas estratégias inovativas, por sua vez, estão baseadas na capacidade de organização das empresas para enfrentarem a velocidade e a turbulência das mudanças através da gerência da inovação.

Em geral a visão mais comum sobre a incorporação do conhecimento técnico-científico às atividades produtivas considera-o como variável exógena ao processo produtivo. Essa exogeneidade pode variar desde estarem as atividades de produção do conhecimento técnico-científico isoladas em departamentos funcionais (de P&D) distintos das atividades de produção, até serem desenvolvidas em universidades ou laboratórios independentes.

A razão básica da adoção dessa dicotomia está fundamentada na conceituação amplamente difundida sobre as fontes de novas tecnologias derivadas do chamado modelo linear. Neste modelo as inovações técnicas podem ser consideradas como aplicações de conhecimento científico previamente adquirido. A produção do conhecimento técnico-científico, portanto, é independente das atividades produtivas das empresas.

Existe extensa controvérsia entre várias áreas do conhecimento sobre o desvendar das relações internas do que se convencionou chamar **caixa preta** da tecnologia (Rosenberg, 1982).

Essa controvérsia acerca das relações entre ciência, tecnologia e economia reflete, de certa forma, a importância do papel da tecnologia no novo paradigma tecno-econômico para o sucesso competitivo das empresas e a conseqüente necessidade do domínio dessa função, mais complexa do que se pode supor a partir do modelo linear.

Para se contornar a dicotomia do modelo linear pareceu-nos mais adequado adotar nova visão acerca da origem ou da produção do conhecimento técnico-científico. Essa nova visão adota a hipótese de que o conhecimento técnico-científico é largamente produzido em nível das empresas, a partir de estímulos interativos do mercado e da tecnologia (Constant, 1987; Kline & Rosenberg, 1986; Aoki & Rosenberg, 1989).

Aoki & Rosenberg (1989) afirmam que as fontes primárias de inovação estão no mercado, sem qualquer dependência ou estímulo iniciais da fronteira da pesquisa científica. Ainda segundo os autores, "estas fontes envolvem a percepção de novas possibilidades ou opções para melhoramentos eficientes que se originam na participação dos trabalhadores de toda espécie, ou adjacentes, em nível da fábrica. Esta participação inclui profissionais qualificados como engenheiros, mas especialmente aqueles que têm responsabilidades para projetar novos produtos ou melhorar os produtos já existentes. Inclui também, ao menos ocasionalmente, qualquer um dos muitos trabalhadores chamados **colarinho branco**. Tal tipo de conhecimento tipicamente

não tem antecedentes específicos na pesquisa científica organizada. O novo conhecimento tecnológico é produzido no domínio tecnológico e largamente acumulado na firma individual. Frequentemente constitui-se de conhecimento de uma atividade altamente específica de uma firma de natureza também específica”.

Deve-se ressaltar, entretanto, que o novo modelo proposto pelos autores não se encaixa naqueles conhecidos como de *demand pull* ou de *technology push*. Existe, sim, interação mútua entre os estímulos do mercado e os da tecnologia. Nas palavras de Aoki & Rosenberg (1989), “uma necessidade percebida no mercado irá ser preenchida se os problemas técnicos puderem ser resolvidos e um ganho percebido de desempenho irá ser colocado em uso somente se existir um uso realizável de mercado”.

O maior estímulo à inovação vem da busca por novos usos econômicos do estoque de conhecimento de engenharia e do impulso comercial normal para usar essa capacidade no projeto de novos e melhorados produtos. Em geral, mas não em todos os casos, essa busca é assistida por conhecimento e metodologia científica, podendo gerar não só melhoramentos como também novo conhecimento científico (Rosenberg, 1982).

A partir desse modelo alternativo é obtida melhor representação do significado de inovação, por entender-se não somente que a ligação com a ciência se estende por todo o processo inovativo, mas também ocorrer o uso da ciência em dois estágios. Quando se defronta com um problema na inovação técnica, primeiro recorre-se à ciência conhecida, ao conhecimento acumulado, existente na empresa ou na universidade; não se encontrando respostas adequadas às perguntas formuladas, recorre-se à pesquisa. Esta, então, é necessária e justificada para a resolução das anomalias ou dos problemas críticos. Portanto, não somente a inovação se alimenta da ciência; a demanda de inovação frequentemente força a criação de ciência (Gibbons & Johnston, 1974).

Tomando a organização complexa como *locus* social da prática tecnológica, Constant (1987) procura integrar as relações existentes entre o conhecimento da comunidade, da estrutura organizacional e de sistemas de grande escala. Cada departamento cumpre dupla função: prover serviços específicos à organização e oferecer acesso às mais amplas práticas e tradições técnicas de sua especialidade (atualização e reciclagem profissional).

Perez (1986) destaca algumas características organizacionais do novo paradigma industrial, as quais segundo Aoki & Rosenberg (1989) parecem também estar presentes na empresa japonesa, consideradas relevantes para introduzir o dinamismo tecnológico nas organizações: confiança na informação local, existência de comunicações semi-horizontais e hierarquia ordenada. As estruturas organizacionais atuais parecem, portanto, dar muito menos ênfase nas economias de

especialização, aproximando-se de uma visão sistêmica da organização — particularmente com relação à idéia de que a resolução de problemas é integrada com o nível operacional. Por outro lado, a resolução de problemas precisa lidar conjuntamente com unidades multifuncionais, através de comunicação direta entre unidades. O papel da supervisão é muito mais de arbitrar do que de controlar o conjunto de unidades semi-autônomas que funcionam como coalisão. A hierarquia é ordenada por senioridade e mérito.

O processo organizacional de P&D, por sua vez, incorpora fortemente essas características gerais da estrutura organizacional. O departamento de engenharia, em empresas japonesas, desempenha papel essencial no processo de P&D e está fisicamente localizado na área de produção. Isso estreita fortemente a confiança no uso da informação local para resolução de problemas, evitando organização de projetos de pesquisa desnecessários. Facilita o intercâmbio de informação entre os responsáveis pelo projeto do produto e aqueles que respondem pela tecnologia de produção. Ao mesmo tempo, facilita a comunicação entre grupos de profissionais especialistas que possuem responsabilidades distintas, porém conectadas entre si.

Por outro lado, existe constante transferência de pesquisadores e engenheiros entre os departamentos de engenharia e pesquisa nas empresas japonesas. Caso a agenda de pesquisa formulada pelo departamento de engenharia exija maiores conhecimentos científicos do que os possuídos pelos engenheiros, demanda-se novos estudos ao laboratório de pesquisa central. Cria-se um projeto do qual participam pesquisadores experientes e jovens engenheiros deslocados do departamento de engenharia. Após a resolução do problema, os engenheiros, anteriormente alocados no laboratório de pesquisa, retornam ao departamento de engenharia e são responsabilizados pela implantação do projeto, bem como pela continuação dos esforços de resolução de problemas críticos. Da mesma forma, pesquisadores podem ser deslocados para o departamento de engenharia com o objetivo de acompanhar a implantação de projetos nos quais tenham estado fortemente envolvidos.

Em uma hierarquia ordenada, como a existente na empresa japonesa, os bônus obtidos em função de uma carreira bem-sucedida só serão alcançados na senioridade. Dessa forma, não existe motivação *a priori* para a busca de outras empresas que paguem melhores salários a pessoas altamente qualificadas, o que justifica o investimento da empresa na educação contínua.

Outro aspecto interessante é a forma de promoção não incentivar o desenvolvimento de capacidades individuais facilmente vendáveis. A promoção se dá de acordo com suas contribuições aos projetos de P&D e liderança da subsequente comercialização dos novos produtos. Esses fatores incentivam a condução das atividades de P&D de forma a que especializações dos

engenheiros e pesquisadores na firma sejam utilizadas de forma maximizada.

É importante, também, se considerar em que medida o advento do computador afeta o processo de P&D através de sua informatização. Bessant (1991) examina as mudanças operadas no desenvolvimento do projeto e os resultados de redução dos *leads time*, o crescimento da possibilidade de resposta das empresas ao mercado e outras contribuições para o estabelecimento de vantagens competitivas a partir da automatização do projeto. Já Kennard (1991) e Coover (1986) examinam a idéia de, no futuro, as novas tecnologias requererem integração cada vez mais forte entre P&D, engenharia, produção e marketing, com planejamento da corporação e da unidade de negócio. Segundo o primeiro autor, as “indústrias sobreviverão e lucrarão somente integrando informação avançada, produção e tecnologias de computação em seus projetos, produtos e processos, e somente através de um alto nível de inovação, qualidade e confiança”. Coover, por sua vez, destaca que as maiores vantagens observadas no sucesso japonês em desenvolvimento de novos produtos advêm do ambiente cultural e de negócios existentes no país: “...um a perspectiva no crescimento e na sobrevivência, foco no cliente e cooperação em todos os níveis”.

Características de empresas japonesas ou resultado de transformações estruturais por surgimento de novas tecnologias e seu processo de difusão, o fato é que as estruturas organizacionais — inclusive a estrutura do processo de P&D — estão se modificando e sendo modificadas por exigências das novas tendências do mercado.

O CASO COBRA

A organização

A empresa Cobra, classificada como a sétima maior do setor de informática do país, 18 anos após sua criação pelo governo militar em 1974, teve faturamento bruto de cerca de US\$ 80 milhões em 1991, com quadro de pessoal de 1900 funcionários e capital integralizado no valor de US\$ 4,65 milhões. Em julho de 1990 o Banco do Brasil assumiu o controle da empresa, passando a deter 85% do volume de ações ordinárias nominativas. Dos 15% restantes, 12% são de propriedade da Caixa Econômica Federal e do BNDES Participações S/A, cabendo a cada um 6%, e 3% distribuídos entre 45 acionistas com participações individuais inferiores a 0,5%.

No passado a linha de produtos da empresa caracterizou-se por ênfase nos elementos básicos de construção de sistemas de informática. Isso significa ter a empresa concentrado suas atividades em desenvolvimento, industrialização, comercialização e posterior suporte a computadores, sistemas operacionais, linguagens de programação, sistemas de arquivamento e mó-

dulos de comunicação. A principal lacuna verificada foi o não-desenvolvimento de soluções completas de automação ou de serviços que contribuíssem para tais soluções junto a seus clientes. Caracterizou-se, desta forma, como fornecedora de equipamentos de processamento de dados.

Os principais produtos gerados na primeira fase de atividades da empresa foram os minicomputadores da série 500, inteiramente desenvolvidos por ela e que obtiveram grande sucesso de mercado; diversos modelos de terminais e microcomputadores, também de concepção própria, voltados para a entrada de dados; e os elementos de *software* básico acoplados aos equipamentos, da mesma forma desenvolvidos inteiramente na empresa.

É importante ressaltar que nos primeiros anos de implantação da indústria de informática no Brasil a conformidade com padrões previamente estabelecidos ainda não constituía requisito obrigatório: as empresas competiam entre si com modelos incompatíveis. Tal característica não é exclusiva do mercado brasileiro; parece ser relativamente mais recente no Brasil a disseminação de padrões de aceitação geral devido à longa vigência da política de informática.

Hoje os principais produtos comercializados pela Cobra referem-se a linha de computadores do padrão PC da IBM; linha de supermicros de concepção própria (linha X), utilizando sistema operacional de desenvolvimento interno do tipo UNIX, denominado SOX; linha de computadores com múltiplos processadores, usando versão específica do UNIX; terminais para uso com esses e outros equipamentos de sua classe; sistema para transferência eletrônica de fundos financeiros, baseado em terminal compacto (TeleVIP).

Diferentemente da fase anterior, todos esses produtos dispõem de complementos em termos de periféricos e *software* diferenciados, segundo a necessidade dos usuários, para a formação de sistemas operacionais completos, exceto programas de aplicação, desenvolvidos pela empresa somente para o TeleVIP.

Para cumprir sua missão, a Cobra adquiriu tecnologia no exterior, absorvendo-a e aprimorando-a. Dessa forma, o microcomputador americano Sycor 440 transformou-se no Cobra 40011, com desempenho superior ao similar estrangeiro. O mesmo ocorreu com o minicomputador inglês Argus 700, da Ferranti, adaptado às necessidades dos usuários brasileiros e gerando o Cobra 700.

Após ter se capacitado tecnologicamente, a partir de absorção e melhoria de versões estrangeiras, a empresa lançou-se em nova missão: introduzir no mercado um computador totalmente projetado, desenvolvido e industrializado no Brasil. A empresa participou da arquitetura básica do G-11, primeira versão comercial desenvolvida para o G-10, um computador concebido dentro da Pontifícia Universidade Católica-RJ e da Universidade de São Paulo, gerando o Cobra 530.

Além disso, seu processo de capacitação tecnológica viabilizou comercialmente projetos como os de terminais remotos e de entrada de dados desenvolvidos pelo Serpro, originando a atual linha de terminais e o primeiro microcomputador — o Cobra 300.

Apesar do enorme sucesso da empresa no que diz respeito a sua missão original, ela acumula prejuízos comerciais desde o ano de 1987. Esse resultado é evidenciado pela perda de liderança do mercado, causada principalmente por ausência de lançamento de novos produtos em área cujo ciclo de vida do produto é extremamente curto dado seu dinamismo tecnológico. Em 1989 o balanço da empresa registrou prejuízo de US\$ 21,9 milhões.

Com o Banco do Brasil assumindo o controle da empresa iniciou-se uma série de modificações tentando reverter o quadro de pessimismo que havia se instaurado nos últimos três anos. O quadro de pessoal foi reduzido em cerca de 19% e a empresa, até então excessivamente verticalizada, passou a comprar componentes de terceiros, com esforços concentrados na linha de computadores e produtos para automação de bancos. Na área de P&D observou-se também ampla modificação, resultando na criação da Divisão de Tecnologia no segundo semestre de 1991. Merece ainda destaque o recente acordo assinado com a empresa norte-americana Sun Microsystems, líder mundial na produção de computadores de pequeno porte e alto desempenho, para a comercialização desses produtos e desenvolvimento de *softwares*. Desde julho de 1990 ampliou seu catálogo de produtos em mais de dez itens, apresentando lucro líquido estimado de US\$ 7,1 milhões em 1991.

Histórico e diagnóstico das atividades de P&D

A empresa, quando criada, organizou-se de forma funcional, com divisões especializadas por funções: Diretoria de Desenvolvimento (DD), Diretoria Comercial (DC), Diretoria Administrativa Financeira (DAF) e Diretoria Industrial (DI).

A DD seguia também a estruturação funcional da empresa como um todo, subdividindo-se, inicialmente, em Divisão de Desenvolvimento de *Hardware* e Divisão de Desenvolvimento de *Software*. Essas duas divisões eram responsáveis por concepção de objetos ou idéias abstratas, a qual pode ser identificada como diagrama esquemático e código fonte de computador. Nesse primeiro momento ainda não havia preocupação em tornar essa concepção em realidade, ou seja, transformá-la em produtos a serem lançados no mercado. Tanto isto é verdadeiro que a Divisão de Engenharia de Produto e a Divisão de Planejamento não existiam em nível da DD.

A primeira modificação observada foi a criação de Divisão de Engenharia de Produto para o desenvolvimento de protótipos em nível da DD. Ao mesmo tempo

foram criados Núcleos de Planejamento com o objetivo de apoiar as diferentes diretorias. Inicialmente esses núcleos não possuíam qualquer integração, ficando subordinados a cada uma das diretorias. Para contornar esse problema criou-se a figura do gerente de projeto na área de desenvolvimento e do gerente de produto na área comercial. Estes gerentes respondiam às respectivas diretorias e eram responsáveis pela coordenação das pessoas nelas alocadas para os diferentes projetos e produtos em desenvolvimento.

Pode-se dizer que, nesse momento, se tentou implantar uma estrutura matricial visando a aumentar a interdisciplinaridade desejada para a introdução de inovações. Essa estrutura matricial teria a vantagem de contornar as desvantagens de uma organização extremamente especializada desde a sua origem. Entretanto, como a figura desses gerentes não detinha os recursos necessários para garantir seu dinamismo a experiência não foi bem-sucedida, gerando infundável lista de problemas funcionais e organizativos. Essa nova configuração organizacional da empresa durou três ou quatro anos.

Na visão dos entrevistados, apesar de ter representado avanço em direção à definição de uma nova missão institucional — lançar seus produtos no mercado — mesmo assim não se mostrou satisfatória. Isso porque ainda não havia sido abandonada a cultura funcional da organização. As características tecnológicas da empresa permitem a sua atuação em vários mercados de perfis inteiramente distintos, como é o caso dos PCs e dos computadores de grande porte. Exige, portanto, organização divisional por mercados ou produtos e não organização funcional, especializada por divisões.

Há cerca de um ano começou a reestruturação da área de P&D, visando a corrigir os problemas apontados. Tal reestruturação ainda não está completa, porém, pode-se ter idéia do seu novo formato a partir da análise do organograma da empresa (anexo 1).

As atividades de P&D encontram-se distribuídas na Diretoria de Tecnologia e nas duas gerências de desenvolvimento (Fênix e Automação Bancária). Prevê-se que as atividades de estudos de desenvolvimento destinadas ao uso geral ficarão sob responsabilidade da Divisão de Suporte Tecnológico e aquelas de uso específico serão desenvolvidas nas duas gerências de desenvolvimento.

É importante observar, no atual organograma, que apesar de a estrutura organizacional ser nitidamente funcional com diretorias especializadas por funções, existem duas gerências organizadas respectivamente por mercado (Automação Bancária) e por linhas de produtos (Fênix — PCs e computadores médios com múltiplos processadores). As principais atividades desenvolvidas pela atual DT são agregação de novos valores através do desenvolvimento de melhorias nos produtos e processos e lançamento de novos produtos;

apoio na área comercial; e prestação de serviços. É composta por Divisão de Planejamento e Apoio e Divisão de Suporte Tecnológico.

O processo de desenvolvimento tecnológico

O resultado final das modificações ainda em curso será a ausência de diretoria exclusiva para a área de P&D, ficando as atividades aí desenvolvidas mais próximas das comerciais e de assistência técnica. A organização inicial da DD separava suas atividades de desenvolvimento em projetos de circuitos elétricos (*hardware*), projetos de programas (*software*) e os demais projetos (tudo o que não se encaixasse nas especializações anteriores), dificultando a sinergia entre as diversas atividades de desenvolvimento e, principalmente, a possibilidade de utilizar o relacionamento com o mercado como principal alimentador das estratégias de desenvolvimento e melhoramentos de seus produtos.

A infra-estrutura de P&D da empresa compreende uma área de 448 metros quadrados, sendo 280 deles ocupados por laboratórios de desenvolvimento de máquinas e 168 por laboratórios de desenvolvimento de programação. Possui oito unidades de estações e três de microcomputadores para o desenvolvimento do desenho analítico de seus projetos por meio do programa CAD. Além disso, uma área de 116 metros quadrados é destinada à biblioteca, com 1550 livros catalogados e assinatura de 180 periódicos estrangeiros e 60 nacionais, segundo informações relativas a 1988 (Dantas, 1989).

Atualmente a empresa não programa ou planeja suas atividades de P&D, não havendo também alocação de recursos específica *a priori* para essas atividades. Os recursos são alocados segundo as necessidades de projetos em curso e, quando necessários, recursos adicionais são supridos extra-orçamentariamente.

A organização de trabalho do grupo de P&D é feita por projetos, cujas atividades de desenvolvimento são acompanhadas desde a fase de concepção até a de preparação da linha de produção. Segundo os entrevistados, essa tem sido uma experiência nova para a empresa. Os resultados iniciais apontam para maior dinamismo no ciclo de desenvolvimento de produto e para redução do seu *lead time*, de dois anos para quatro meses.

O processo de desenvolvimento tecnológico utiliza tanto fontes internas quanto externas de tecnologia. A principal fonte interna refere-se à capacitação de seu capital humano, principalmente adquirida em universidades e posteriormente incrementada através do processo de aprendizado na própria empresa, por desenvolvimento de tecnologia a partir de engenharia reversa.

As fontes externas correspondem a licenciamentos, seja de tecnologia de equipamentos, seja de *software*, com graus variados de transferência de informação ou,

ainda, meras licenças para comercialização. No passado, como visto, a empresa britânica Ferranti teve papel importante. Hoje as empresas norte-americanas são as principais ofertantes de licenciamento. Alguns contratos foram feitos com universidades para desenvolvimentos conjuntos, como atesta o exemplo do Cobra 530 mencionado anteriormente.

A principal motivação para o desenvolvimento de novos produtos, nessa nova fase, tem sido acompanhar o movimento dos concorrentes brasileiros ou tentar antecipar-se, no mercado interno, lançando produtos desenvolvidos por empresas estrangeiras. Em sua fase anterior, quando detinha a liderança de mercado, tentava adotar uma estratégia mais ofensiva, impondo padrões ao próprio mercado.

Durante aquela etapa, muitas vezes a escolha dos projetos de desenvolvimento de produtos não levou em consideração as tendências do mercado internacional de informática, motivo pelo qual a perspectiva de retorno imediato dos projetos de P&D deixou a desejar. Os objetivos estratégicos de capacitação tecnológica do país para o setor foram preponderantes como critérios de decisão de escolha de projetos e a empresa funcionava como principal agente governamental de implementação dessa política tecnológica. Hoje, em nova fase, ainda não se têm novas rotina e/ou metodologia para a escolha de projetos. O critério de escolha, segundo os entrevistados, baseia-se em intuição. Pelos mesmos motivos, apesar de a empresa possuir elaborado sistema de controle de atividades e custos, não procura, de forma sistemática, aferir a produtividade de suas atividades de P&D.

A interação das atividades de P&D com outros departamentos da empresa, principalmente produção e marketing, tem sido preocupação insistente da empresa na sua atual reestruturação. A própria criação das gerências de Automação Bancária e Fênix, que se responsabilizam pelo projeto desde o início até a sua fase de industrialização, englobando uma série de atividades antes dispersas em vários projetos, visou a aumentar tal interação e beneficiar-se de sua sinergia para reduzir o tempo do ciclo de desenvolvimento do produto.

As principais dificuldades apontadas pelos entrevistados no desenvolvimento de protótipos estão associadas a precariedade, quanto aos prazos; resposta da indústria fornecedora, especialmente de peças plásticas e de circuitos impressos de alta tecnologia em nível de amostras; excesso de burocracia que cerca o processo de importação, na maior parte dos casos, constituindo também dificuldade.

Perspectivas

A empresa espera reduzir ainda mais os seus custos em 1992. Estuda uma série de possibilidades para que parte dos serviços da Divisão de Suporte Tecnológico se transforme em empresas independentes, eventual-

mente de propriedade dos próprios funcionários atuais, prestadores de serviços para a Cobra (terciarização).

Do ponto de vista da definição de seu negócio, pretende se tornar cada vez mais especializada na produção de *software* e em automação bancária, segundo seu diretor Guilherme Ramos de Oliveira (Exame, 8 jan. 1992).

Esse é um novo desafio para a empresa que tradicionalmente se considerava vocacionada para atuação em mercado de computadores de grande porte, cuja expectativa de margens de lucro é bastante mais elevada; mas os computadores de pequeno porte representam um mercado muito mais promissor em termos de taxa de crescimento e dinamismo tecnológico. O atraso da Cobra na percepção dessa tendência, devido à crença generalizada de que a empresa conseguiria ditar o padrão do mercado em um segmento no qual tinha vantagens comparativas em função da reserva de mercado, levou-a a perder terreno para concorrentes como a Microtec, trilhando caminho exatamente inverso ao seu. Enquanto a Cobra acreditava no predomínio em longo prazo dos computadores de grande porte, a Microtec apostou na evolução do mercado para *down sizing*, ou seja, instalação de redes de pequenos computadores quando a demanda do cliente era de porte maior do que a permitida pela capacidade dos computadores de pequeno porte.

A partir de sua própria história, a empresa foi acumulando uma série de vantagens que lhe podem ser úteis em futuro próximo. Referimo-nos à sua inegável capacitação no processo de desenvolvimento de produtos. Conseguiu identificar analiticamente cerca de 1000 atividades que podem ser recombinações para o desenvolvimento de melhorias e novos produtos quando o mercado assim o demandar. Entretanto, a especialização da empresa na produção de *softwares* e em automação bancária demanda, ainda, de forma reduzida essa capacitação. As atividades de desenvolvimento estão hoje bastante reduzidas em função da falta de definição da empresa quanto a sua estratégia mais global: postura mais agressiva para ampliar parcela de mercado em suas áreas de especialização e/ou expansão para novas áreas em que sua competência de capacitação tecnológica possa ser melhor aproveitada.

O CASO CSN

A organização

A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) é uma empresa integrada a coque, fundada em 1941, com início de produção em 1946.

Produtora de aços planos, trilhos e perfis, minérios de ferro e fundentes, a CSN tem como principal instalação industrial a Usina Presidente Vargas, localizada no município de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro. Com capacidade instalada de 4,6 milhões de

toneladas anuais de aço líquido, é a maior siderúrgica integrada do Brasil. Seus produtos finais são bastante diversificados, destacando-se folhas metálicas revestidas. Nesta linha seu principal produto é a folha estanhada (folha de flandres), do qual a CSN é a única produtora do país.

A CSN explora, ainda, minério de ferro, manganês, calcáreo e dolomita, em Minas Gerais, abastecendo todas as necessidades da Usina Presidente Vargas. Controla, ainda, a Fábrica de Estruturas Metálicas — FEM.

Em Santa Catarina, as minas de carvão e o lavador de Capivari, que beneficiava o carvão próprio da empresa e das demais minas da região, atendendo às necessidades de todas as usinas siderúrgicas do extinto Grupo Siderbrás, foram desativados no ano de 1990.

A configuração atual da CSN é proveniente do terceiro estágio de expansão, iniciado em 1973. Esse foi o estágio mais importante, tanto do ponto de vista quantitativo, praticamente dobrando a capacidade de produção da Usina (4,6 milhões de toneladas), quanto qualitativo, modernizando inteiramente a empresa. Além da instalação de um terceiro conversor na Aciaria LD, a filosofia adotada foi incorporar a mais avançada tecnologia, incluindo a instalação de equipamentos de grande capacidade, alta velocidade, operação contínua e automação, na tentativa de conseguir produtos de mais alta qualidade a baixo custo. A economia de energia e a manutenção de boas condições ambientais foram também decisivas na seleção dos processos e na escolha dos equipamentos.

O investimento total desse estágio alcançou US\$ 2,4 bilhões, correspondendo a 1.140 dólares/tonelada instalada, não implicando apenas expansão da produção; houve modernização completa da antiga usina, com substituição total de equipamentos importantes como a Aciaria Siemens Martin e as Linhas de Decapagem Contínua números 1 e 2, bem como a reforma, por vezes total, de outros equipamentos, a exemplo dos Altos Fornos números 1 e 2 e do Laminador de Tiras a Frio número 1.

Os principais produtos finais hoje comercializados pela CSN são laminados a quente, folhas metálicas, laminados a frio e zincadas, nessa ordem, por volume de produção.

Histórico e diagnóstico das atividades de P&D

O centro de pesquisas da CSN, identificado como Superintendência Geral de Pesquisa e Desenvolvimento (SGPD), é órgão de apoio e parte integrante de seu sistema de desenvolvimento tecnológico. Na definição de seus executivos, as atividades do centro visam à lucratividade da empresa e à sua competitividade nos mercados siderúrgicos nacional e internacional. Essas diretrizes, compatíveis com os objetivos básicos das atividades de P&D na indústria siderúrgica, são, respectivamente, reduzir custos de produção, desenvolver processos,

proteger o meio ambiente, melhorar o rendimento energético e produzir insumos de alto valor agregado.

As estratégias fundamentais de que a organização lança mão para alcançar tais objetivos são a inovação tecnológica, o suporte técnico ao sistema produtivo, o assessoramento nas decisões estratégicas da Direção, a participação no processo de aquisição e transferência de tecnologia e a disseminação do conhecimento e da informação técnica.

Fisicamente, a SGPD está situada próxima à Usina, porém em prédios próprios inteiramente autônomos, com área construída de aproximadamente 14000 metros quadrados.

Instalações, equipamentos, instrumentos e facilidades para as atividades de P&D estão distribuídos em cinco agrupamentos de laboratórios: metalurgia, química, oficinas, materiais e meio ambiente.

O orçamento da SGPD compreende, hoje, cerca de 0,35% do faturamento da CSN. Até a década de 80 o centro de pesquisas da CSN foi construído e mantido com recursos próprios da empresa. Somente a partir dessa década buscou-se e obteve-se apoio financeiro da Finep para modernização de seus laboratórios, treinamento de alguns de seus engenheiros, em nível de pós-graduação, e execução de projetos de pesquisas.

Mais de 80% do orçamento atual são consumidos por folha de pagamento de pessoal. A Superintendência possui cerca de 200 funcionários, contando com 42 engenheiros, 72 técnicos e 41 especialistas em laboratório. Na área de engenharia, 30 têm formação em metalurgia e nove em química. Dos 42 engenheiros, 21 têm pós-graduação em nível de mestrado e três em doutoramento.

O programa de treinamento da empresa compreende processos de qualificação, aperfeiçoamento, especialização e desenvolvimento gerencial, cobrindo praticamente 100% do pessoal do centro de pesquisas. A eficácia de tal programa pode ser avaliada pelo número de patentes obtidas nos últimos 15 anos (194 pedidos e 43 concessões), como por excelentes colocações, em prêmios como Inventor Nacional e Talento Brasileiro, obtidas por seus pesquisadores.

O organograma do centro apresenta quatro superintendências subordinadas ao SGPD, além de equipe de consultores (quatro) atuando como *staff* (anexo 2).

Em linhas gerais poder-se-ia dizer que as atividades da SGPD se concentram, hoje, em duas áreas básicas: projetos e assistência técnica. Dentro da primeira área o esforço da Superintendência foi estimado como 5% dispendido para a pesquisa propriamente dita, envolvendo inovação tecnológica, e 20% para desenvolvimento de produtos e processos; na segunda, os esforços são concentrados 35%, em média, para atendimento às demais áreas da empresa e 40% para atendimento aos clientes.

Mesmo reconhecendo as dificuldades em se aplicar a taxonomia proposta em Crow & Bozeman (1991)

para contextos como o nosso, o centro de pesquisas analisado comportar-se-ia aproximadamente na categoria do *private technology*, enfatizando os objetivos técnicos da própria indústria.

Seus laboratórios são tipicamente orientados para engenharia, com pequena linha de produtos e agenda de desenvolvimento tecnológico e de pesquisa também pequena. Essa característica intensificou-se particularmente a partir de 1985, com o redirecionamento do centro, deslocando parcela significativa de seu esforço para atendimento às demandas de assistência técnica, tanto internas quanto externas, e dedicando pequena parcela para desenvolvimento de novos produtos/processos e pesquisa propriamente dita. Os projetos típicos estão voltados para redução de custos de produção dos produtos em linha.

A Superintendência de Tecnologia compõe-se de três núcleos básicos: Gestão de Tecnologia (GT), Informação Tecnológica (IT) e Apoio Administrativo (anexo 2).

O GT representa os interesses da CSN nas questões envolvendo relação entre tecnologia e entidades externas. Assim, suas atividades abrangem as áreas de patentes e marcas; assistência técnica e contratos de projetos envolvendo missão; visitas técnicas nacionais e internacionais; visitas à CSN; convênios com universidades, institutos e empresas; venda de tecnologia; contratação de especialistas (CISE-EUA, ECTI-França) e intérpretes; realização de seminários na CSN; e consultas técnicas.

A CSN possui convênios firmados com universidades (UFRJ, USP, PUC, UFSC, EFEI), institutos (INT, IPT) e empresas (Petrobrás, Vale do Rio Doce, Eucatex etc.), baseados em interesses comuns e financiados pelas partes interessadas. Com a Vale do Rio Doce, por exemplo, existe projeto para a utilização de dormentes de aço, com grande impacto positivo sobre as preocupações ecológicas e ambientais. Com a Eucatex há projeto para a utilização de forro com armação metálica, que tem desenvolvida, inclusive, uma casa protótipo. Com a Petrobrás, projetos conjuntos na área de corrosão.

Outra área fundamental ligada à SPT é a de informações técnicas (IT). Esta área gerencia toda a informação tecnológica na empresa, estando ligada, através de microcomputadores, a redes internacionais de dados de ciência e tecnologia como Dialog, Orbit e STM. Ainda sob responsabilidade da IT, estão atividades ligadas a fornecimento de dados conjunturais, índices econômicos e estatísticas variadas para as áreas interessadas, através de boletins, informes, consultas etc.

A SGPD adotou, desde 1991, a orçamentação como elemento de planejamento das atividades de suas várias áreas. Para o ano de 1992 a GT obteve dotação de verba no valor de US\$ 14 milhões para as atividades ligadas à gestão de tecnologia.

A Superintendência de Engenharia reúne a maioria dos pesquisadores da SGPD. Seu trabalho, histórica-

mente, confunde-se com o próprio trabalho da SGPD. Seus departamentos são organizados em função dos processos existentes na siderúrgica. Assim, existem o Grupo de Redução que atende à Superintendência Geral de Metalurgia de Redução (SGMR) e à Superintendência Geral de Coqueria (SGCO); o Grupo de Metalurgia do Aço, que atende à Superintendência Geral de Metalurgia do Aço (SGMA); o Grupo de Laminação a Quente que, além de atender à Superintendência Geral de Laminação a Quente (SGLQ), inclui atividades ligadas a soldagem, tratamentos térmicos, cilindros etc.; o Grupo de Laminação a Frio que, além de atender à Superintendência Geral de Laminação a Frio (SGLF), desenvolve atividades de zincagem e corrosão; e o Grupo de Revestidos que atende à Superintendência Geral de Revestidos (SGRE).

A organização do trabalho adotada para as atividades de P&D refere-se à conjugação do modelo organizacional tradicional (função-especialização) com uma forma de atuação matricial, alocando especialistas nos diferentes projetos em função da necessidade e subordinados a gerentes de projetos.

O processo de desenvolvimento tecnológico

O sistema de desenvolvimento tecnológico da CSN é um complexo que se articula, no plano interno, em três grandes frentes: vendas/mercado, operação/manutenção/controlado de qualidade e engenharia. No plano externo também são três as interfaces do sistema: instituições governamentais, universidades/centros de P&D e empresas congêneres.

Esse complexo define, em última análise, demanda por tecnologia, meios físicos e organizacionais de provê-la e financiamento necessário. Para tanto, existe todo um esquema de regras de comunicação, tanto interna quanto externamente, que filtra, transforma e armazena conhecimento na organização, a exemplo do **operador organizacional** definido em Metcalfe & Boden (1990), que determina, ainda, quem se comunica com quem, sobre o que, com que autoridade e com qual frequência.

Se no campo da demanda por tecnologia os papéis são mais facilmente percebidos, destacando-se, de um lado, as demandas por novos produtos advindas de vendas/mercado e, de outro, as demandas por processos e métodos, provenientes de operação/manutenção/controlado de qualidade, no campo da oferta e da gestão da tecnologia as interfaces são mais complexas.

A empresa, além de ter um centro de P&D, possui, ainda, ao menos mais dois órgãos envolvidos, direta ou indiretamente, na produção e na gestão de tecnologia: a Superintendência Geral de Engenharia e a Superintendência Geral de Automação e Instrumentação. A Superintendência Geral de Engenharia busca centralizar as atividades de engenharia na empresa e tem como papel básico coordenar e controlar todas as fases dos

empreendimentos de engenharia, desenvolver e implantar novas tecnologias em processo e equipamentos siderúrgicos e desenvolver e aperfeiçoar o sistema de manutenção.

A Superintendência Geral de Automação e Instrumentação, por sua vez, centraliza projetos, desenvolvimento e engenharia de automação e instrumentação. A justificativa básica para tal distinção com relação às demais engenharias reside no caráter diferenciado em termos de metodologia de desenvolvimento e de maturidade científica e tecnológica dessa área relativamente às engenharias convencionais.

Para melhor compreender o sistema de desenvolvimento tecnológico da empresa é preciso analisar mais detalhadamente as relações e formas de articulação entre essas várias áreas, tarefa que está fora do escopo deste estudo.

A SGPD possui uma carteira de projetos e de assistência técnica, cujos termos básicos e prioridades são negociados ao início de cada ano, havendo flexibilidade para ocorrer a urgências que surjam no cotidiano da empresa. A motivação para projetos de desenvolvimento surge de distintas fontes, desde clientes externos, áreas da usina, pessoal da assistência técnica sugerindo inovações aos clientes, até os próprios pesquisadores da SGPD, reclamando novos métodos de trabalho, de análise etc. Poder-se-ia dizer que prevalecem as influências do mercado com suas características enumeradas em Crow & Bozeman (1991), referentes a ênfase na pesquisa aplicada, baixo nível de pesquisa cooperativa, lentidão na publicação de novos conhecimentos, concentração geral em engenharia e ciências tradicionais e menos pesquisa interdisciplinar.

Perspectivas

Matéria publicada no jornal *Gazeta Mercantil* (30 out. 1991) informou que "a CSN aplicará em 1992 US\$ 210 milhões com recursos próprios em um amplo programa de modernização tecnológica, que contemplará inversões de US\$ 1 bilhão nos próximos cinco anos. Ainda assim, dada a brutal defasagem, a empresa chegará em 1994 com um nível tecnológico, em comparação com os principais produtores internacionais (sobretudo Japão), de 1989". Tais declarações são atribuídas ao presidente da empresa e a seu diretor comercial, refletindo verdadeira batalha de informações em torno da real situação tecnológica da CSN e das condições objetivas de modernização do setor face à crise que atravessa. Na mesma matéria o diretor comercial afirma: "A empresa já apresenta condições de geração de caixa de US\$ 200 milhões/ano, suficientes para bancar a totalidade dos investimentos previstos em tecnologia nos próximos anos. Apesar disso, há fortes possibilidades de esse programa vir a ser financiado por empresas estrangeiras do setor siderúrgico, entre elas Nippon Steel, Mitsubishi, Mitsui e Thyssen".

Tais informações têm intenções mais ou menos explícitas: subsidiar posições políticas que se contrapõem na questão da privatização do setor siderúrgico e, mais especificamente, da Companhia Siderúrgica Nacional. A discussão da privatização — central para compreensão do futuro da corporação — influencia profundamente o quadro de possibilidades futuras do centro de pesquisas da empresa, podendo-se mesmo dizer que o aprofundamento da sua reestruturação será um dos fatores fundamentais para o redesenho da empresa na ótica da competitividade.

O clima de incertezas que envolve o processo tem colocado pesquisadores e engenheiros ligados ao sistema de desenvolvimento tecnológico da empresa aprensivos, ao mesmo tempo que, resguardados na formulação de opiniões, críticas ou sugestões, oscilam entre a necessidade de apoiar o processo de privatização como forma de garantir o afluxo de investimentos necessários em P&D (já não mais viável no Estado, falido como está) e o ceticismo quanto à consecução desses objetivos num país como o Brasil, no qual 95% dos investimentos em P&D são bancados pelo setor público, conforme informações recentes da Secretaria de Ciência e Tecnologia.

Estratégias fundamentais formuladas para enfrentar a crise, como modernização do setor, enobrecimento do *mix* de produtos, informatização e automação, adoção de modelos de gestão participativos na linha do *total quality control*, ficam em compasso de espera.

Esse é o pano de fundo sobre o qual os pesquisadores têm procurado entender o seu papel e o papel do centro de pesquisas na nova realidade.

CONCLUSÕES

O referencial teórico adotado mostrou-se adequado às análises dos casos. Pode-se, inclusive, intuir pela leitura deste trabalho que ainda não se explorou por completo a potencialidade de diagnosticar a adequabilidade das atividades de P&D das empresas aos novos desafios competitivos. A partir deste estudo podem ser formuladas novas questões, a serem incorporadas a futuros desenvolvimentos. Da comparação entre os dois estudos de caso pode-se extrair algumas conclusões.

Em ambas as empresas a integração entre funções de desenvolvimento, produção e marketing foi buscada, principalmente através de reestruturação organizacional, criando-se gerências de desenvolvimento que se ocupam de negócios específicos. Desta forma, acompanham o desenvolvimento de projetos desde sua fase inicial até a de comercialização. Como consequência imediata, houve redução do *lead time* no ciclo de desenvolvimento do produto. Uma hipótese, a ser fu-

turamente comprovada, é a de que as empresas irão aprofundar a automatização, buscando integração ainda maior de suas funções, redução do tempo de resposta ao mercado e introdução de inovações.

Por outro lado, observa-se que as empresas estão passando por um período de redefinições de seus negócios frente às mudanças operadas em seus respectivos ambientes de inserção. Em decorrência disso percebe-se que suas capacitações internas são superiores ao necessário para atuar no mercado com estratégia imitativa (imitar o concorrente no que diz respeito ao lançamento de novos produtos por meio de licenciamento) apesar de aparentemente ter sido essa a estratégia adotada por ambas as empresas.

Para aproveitarem ao máximo o conhecimento tecnológico resultante de suas atividades anteriores precisariam se posicionar mais agressivamente no que diz respeito às novas tendências do mercado internacional. O maior problema, a nosso ver, é que essa indefinição de negócios tem atrasado suas respostas ao mercado, fator não decorrente de incapacitações tecnológicas.

Por fim, a mudança ocorrida no ambiente com o fim da reserva de mercado, a redução das alíquotas de importação e a privatização de ambas as empresas, apesar dos aspectos negativos apontados, têm contribuído fortemente para a adoção de políticas de flexibilização, através da compra de componentes de seus projetos, do licenciamento de tecnologias em mercados que ainda não dominam ou de práticas de terciarização. É importante, entretanto, que essa política de flexibilização não implique entendimento de que a capacitação pretérita das empresas seja irrelevante. Caso contrário, a confiança no conhecimento tecnológico, largamente acumulado nas empresas e que constitui evidente vantagem diferencial competitiva para as mesmas, pode ser seriamente abalada.

Frente a tais constatações, pode-se afirmar que a mudança organizacional operada pelas empresas em suas estruturas de P&D tende a adotar o direcionamento esperado na revisão da literatura. Em primeiro lugar, incorporaram ao desenvolvimento dos projetos opiniões de tecnólogos e pessoas de marketing, procurando integrar a função de desenvolvimento do produto com a função de sua posterior produção. Entretanto, devido às características específicas de suas culturas, resultando em dificuldade na definição de seus negócios, somadas às atuais indefinições que tendem a perpetuar este quadro, as empresas não estão ainda auferindo o máximo de benefícios dessa mudança organizacional nas atividades de P&D. Em outras palavras, a falta de direcionamento da estratégia das empresas dificulta a definição dos objetivos das atividades de P&D, principalmente aqueles voltados para o suporte do futuro da estratégia da empresa.

This paper analyzes Cobra and CSN R&D strategies concerning the production of technical-scientific knowledge from theoretical reference, considering then coincidences in both cases and the approach with regard to their capabilities to answer new competitive challenges with the introduction of managerial innovations and changes in their R&D departments. It is also considered, among other R&D strategy features, their priorities, relationship with other companies that produce and spread technical-scientific knowledge and the capability to manage their respective technological functions.

Uniterms:

- R&D strategy
- technical-scientific knowledge
- introduction of innovations
- managerial changes

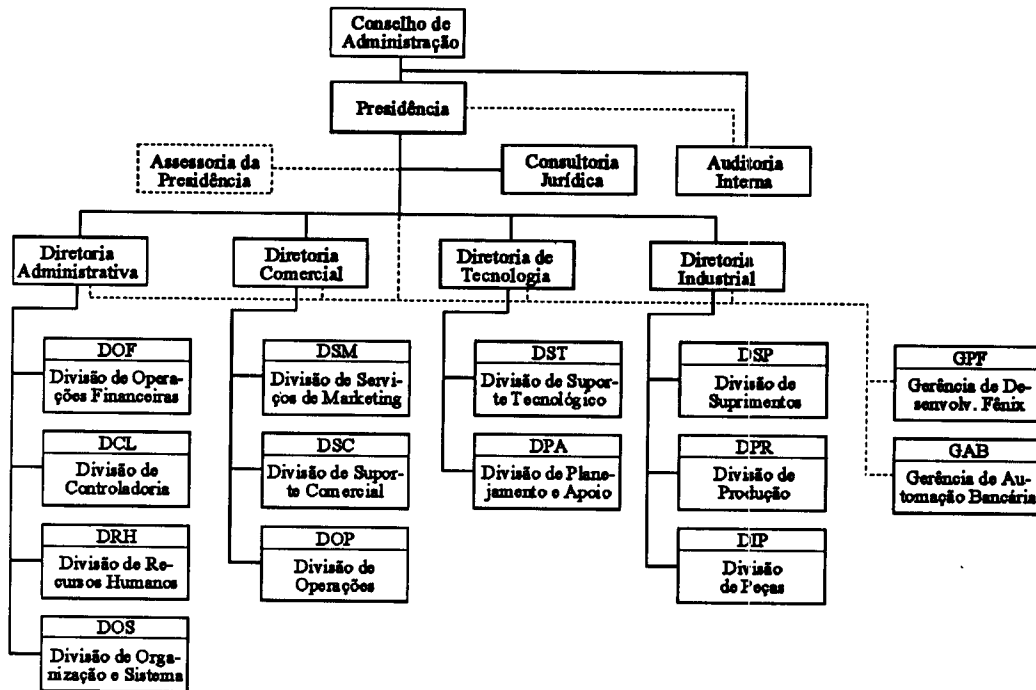
Referências Bibliográficas

- AOKI, M. & ROSENBERG, N. The Japanese firm as an innovating institution. In: SHIRAISHI, Takashi & TSURU, Shigeato (ed.). *Economic institutions in a dynamic society: search for a new frontier*. London, MacMillan Press, 1989.
- BESSANT, J. *Managing advanced manufacturing technology*. Oxford, NCC Blackwell, 1991.
- CONSTANT II, Edward W. The social locus of technological practice: community, system, or organization? In: BIJKER, Wiebe E. et alii (ed.). *The social construction of technological systems*. Cambridge, MIT Press, 1987.
- COOVER, H. W. Programmed innovation: strategy for success. In: LANDAU, Ralph & ROSENBERG, Nathan (ed.). *The positive sum strategy*. Washington, National Academy Press, 1986.
- CROW, Michael & BOZEMAN, Barry. R&D laboratories in the USA: structure, capacity and context. *Science and Public Policy*, v.18, n.3, June 1991.
- DANTAS, M. *O crime de Prometeu: como o Brasil obteve a tecnologia de informática*. ABICOMP, 1989.
- GIBBONS, M. & JOHNSTON, R. The roles of science in technological innovation. *Research Policy*, n.3, p.220-242, 1974.
- KENNARD, R. B. From experience: Japanese product development process. *Journal of Product Innov. Manag.* n.8, p.184-188, 1991.
- KLINE, Stephen J. & ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, Ralph & ROSENBERG, Nathan (ed.). *The positive sum strategy*. Washington, National Academy Press, 1986.
- METCALFE, J. S. & BODEN, M. *Strategy, paradigm and evolutionary change*. Prest, University of Manchester, 1990.
- PEREZ, C. Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto. In: OMINAMI, Carlos (ed.). *La tercera revolución industrial*. América Latina, Grupo Editor Latino-Americano, 1986.
- ROSENBERG, N. *Inside the black box*. Cambridge, Cambridge University Press, 1982.

Recebido em novembro/92

Anexo 1

Nova Estrutura da COBRA (Matriz)



Anexo 2

Organograma Básico do Centro de Pesquisas da CSN

