

**Nº 4**

**Automação e  
mercado externo:  
difusão e uso  
de controle de  
processos na  
siderurgia brasileira**

**Guída Piani,  
Frederico A. de  
Carvalho, Mário  
C. de Carvalho  
Jr. e Pedro da  
Motta Veiga**

**Fevereiro de 1987**

TEXTO PARA DISCUSSÃO INTERNA  
Nº4

AUTOMAÇÃO E MERCADO EXTERNO:

DIFUSÃO E USO DE CONTROLE DE PROCESSOS NA SIDERURGIA BRASILEIRA

Guida Piani  
Frederico A. de Carvalho  
Mário C.de Carvalho Jr.  
Pedro M.Veiga

Fevereiro de 1987

ÍNDICE

	pág.
1. Introdução .....	1
2. Exportações brasileiras, divisão internacional do trabalho e automação na siderurgia .....	3
3. A política da SEI para controle de processos: principais aspectos e avaliação .....	8
4. Comentários finais .....	18
NOTAS .....	20
BIBLIOGRAFIA .....	22

GLOSSÁRIO DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- . AI - Automação Industrial
- . BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- . CLP's - Controladores lógico-programáveis
- . COSIPA - Companhia Siderúrgica Paulista
- . CP - Controle de Processos
- . CSN - Companhia Siderúrgica Nacional
- . CTI - Centro Tecnológico de Informática
- . FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
- . IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia
- . IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- . SEI - Secretaria Especial de Informática
- . SIDERBRÁS - Siderurgia Brasileira S/A
- . USIMINAS - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S/A

## 1. INTRODUÇÃO

Este estudo é parte integrante da linha de pesquisa, em desenvolvimento na Superintendência de Estudos Setoriais e de Conjuntura (SECS) da FUNCEX, sobre Comércio Exterior e Novas Tecnologias. Para sua elaboração, recorreu-se não só à bibliografia disponível e ao material disperso em relatórios oficiais e trabalhos técnicos, mas também a uma pesquisa de campo, em que foram contatadas e entrevistadas pessoas ligadas à SIDERBRÁS, SEI, siderúrgicas privadas, entre outras.

O trabalho ora apresentado resume uma versão mais ampla em que são apresentados e detalhados os processos de introdução, difusão e uso do controle de processos (CP) na siderurgia brasileira, bem como a formulação e implementação da política do Estado neste segmento de produtos e serviços de informática (1).

Ao privilegiar os aspectos de difusão e de utilização dos equipamentos e serviços em um setor específico de aplicação da tecnologia de controle de processos (CP), este estudo deixa de lado duas questões relevantes:

- uma análise detalhada do setor nacional fornecedor de produtos e serviços de CP, sua estrutura e desenvolvimento recentes; e
- um estudo dos mecanismos através dos quais ocorre a difusão inter-setorial - isto é, para além dos limites do setor siderúrgico - do uso de equipamentos e serviços de CP. Considerando-se que são usuários potenciais de CP todos os setores industriais cuja produção é dita de processo contínuo, e tendo-se em conta que o setor siderúrgico foi um dos principais vetores da difusão destes equipamentos e serviços no Brasil, haveria aí matéria para análises interessantes.

O objetivo específico deste trabalho é descrever e analisar a difusão do uso de equipamentos de automação e de controle de processos no setor siderúrgico estatal brasileiro a partir dos anos 70, levando em consideração algumas variáveis consideradas pertinentes à compreensão e avaliação daquela difusão. Entre estas variáveis, pode-se destacar as seguintes:

.....

- .....
- as mudanças por que vem passando a divisão internacional do trabalho (DIT), no setor siderúrgico, a redefinição dos fatores de competitividade internacional provocada por estas mudanças e a atual e potencial inserção do Brasil no quadro que emerge de tais informações;
  - a política explícita do Estado brasileiro em relação ao setor de informática e, em particular, aos segmentos de controle de processos e de automação industrial; e
  - o processo de capacitação tecnológica - endógeno e/ou provocado pela implementação da política estatal - das empresas usuárias dos equipamentos e sistemas de controle de processos (CP) na siderurgia estatal brasileira.

A relevância do trabalho deve-se, seja aos aspectos específicos da evolução do setor siderúrgico - mundial e brasileiro - , seja ao fato de que o objeto escolhido permite o tratamento de questões relevantes quanto à difusão e uso de equipamentos e serviços de alta tecnologia no Brasil e quanto ao papel desempenhado na administração deste processo pela agência pública de regulamentação do setor de informática - a SEI - e pelas empresas usuárias, na siderurgia estatal brasileira, daqueles equipamentos e serviços.

De fato, uma primeira aproximação do objeto permite identificar a pertinência de se conhecer o processo de difusão e de uso de equipamentos e serviços voltados para o aumento de produtividade e para a redução de custos em um setor intermediário, que, por sua posição na estrutura industrial, fornece insumos para diferentes setores de bens de capital e de bens de consumo duráveis. Neste sentido, a evolução dos custos e preços do setor siderúrgico afeta a situação dos setores que consomem seus produtos, tendo, portanto, impacto significativo sobre a matriz industrial.

Neste sentido, reduções de custos nos setores intermediários podem - quando repassados aos preços praticados por estes setores - gerar efeitos de aumento de competitividade no conjunto da economia industrial.

.....

.....

No caso da siderurgia brasileira, a convivência com o problema do aumento da eficiência e da competitividade setoriais deriva não somente daquela característica estrutural acima apontada, mas também do fato de que o setor vem aumentando rapidamente suas exportações, nos últimos dez anos. Pode-se, neste sentido, supor que o setor vem conseguindo acompanhar a "corrida" da competitividade setorial, e que tal desempenho se reflete em seus preços de exportação.

## 2. EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS, DIVISÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO E AUTOMAÇÃO NA SIDERURGIA

O desempenho recente da siderurgia brasileira no comércio exterior - o setor respondeu, entre 1981 e 1985 por quase 15% do saldo comercial brasileiro gerado no período - revela o seu dinamismo em um mercado mundial em crise, marcado por profundas reestruturações e pela emergência de uma nova divisão internacional do trabalho.

A ocupação de espaços pela siderurgia brasileira no mercado mundial atesta que, pelo menos no curto prazo, há convergência entre as tendências de especialização da siderurgia brasileira e as tendências de uma nova divisão internacional do trabalho, que se consolida, mobilizando mecanismos e práticas de cooperação e conflito entre empresas e nações. No caso brasileiro, a associação de capitais japoneses e italianos à SIDERBRÁS para a produção de semi-acabados a serem fornecidos aos países de origem daqueles capitais ilustra uma forma de cooperação típica do redesenho da divisão internacional do trabalho. No pólo oposto, as restrições protecionistas impostas às exportações brasileiras de produtos siderúrgicos pelos Estados Unidos e pela CEE exemplificam o recrudescimento de relações conflituosas, no bojo do processo de mudanças por que passa

.....

o mercado mundial de aço.

A intensificação do comércio mundial de aço, que vem sendo acompanhada com sucesso pelo Brasil (2), reflete, em certa medida, uma maior especialização do mercado internacional com relação a produtos e regiões e, portanto, uma redefinição da divisão internacional do trabalho no setor.

Quanto aos produtos, a estratégia de ajustamento dos países desenvolvidos à retração duradoura do mercado mundial de produtos siderúrgicos tem contemplado não somente cortes na capacidade instalada de produção, mas também o redirecionamento desta em direção às faixas mais nobres de produtos, isto é, aquelas de maior valor agregado e onde a tecnologia aparece como fator determinante da competitividade.

Foi nos produtos de menor valor agregado que se concentrou, ao longo dos anos 70, a especialização dos países em desenvolvimento que entraram no mercado internacional do aço e que, como o Brasil, têm conseguido uma participação crescente neste mercado, graças às exportações de semi-acabados para países desenvolvidos e de laminados para países desenvolvidos e em desenvolvimento.

No caso, o Brasil passou de fornecedor de laminados a países da América Latina (basicamente países limítrofes) a fornecedor de semi-acabados e de laminados para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Registro especial merece o desempenho das exportações de semi-acabados e de laminados para o Extremo Oriente, Oriente Médio e Índia. Enquanto em 1975, a participação destas exportações no total brasileiro era nula, em 1985 atinge-se o percentual de 50%, apontando este fenômeno - junto com o crescimento das exportações para a América do Norte, Europa Oriental e outras regiões - para uma tendência à mundialização das exportações brasileiras de siderúrgicos, em oposição à regionalização observada em 1975 - quando o Brasil fornecia à América Latina quase 2/3 de suas exportações.

Se a nova divisão internacional do trabalho que emer

.....



.....

ge do desenvolvimento da siderurgia no Japão e, posteriormente, em países em desenvolvimento, ao impor a segmentação internacional do processo produtivo, difunde novas normas de produção e produtividade e impõe novos padrões de custos e qualidade - como contrapartida à participação no mercado internacional de produtos siderúrgicos - a mundialização das exportações brasileiras destes produtos torna o acatamento de tais padrões ainda mais necessário. De fato, a ocupação de parcelas crescentes do mercado internacional pelo país exige produção em escala, padrões de qualidade adequados para fornecer aos países desenvolvidos e a clientes cada vez mais exigentes, e custos competitivos para fornecimento a países localizados em qualquer ponto do mundo.

Neste sentido, mesmo que se admita que a competitividade internacional no setor - principalmente nos segmentos básicos da siderurgia - não depende diretamente do acompanhamento pelas indústrias nacionais da última palavra em tecnologia, o fato é que as exigências associadas à mundialização das exportações brasileiras condicionam a dinâmica da participação do país no mercado externo da siderurgia e redefinem o atraso relativo tolerável da indústria nacional no setor, em termos tecnológicos.

Para situar a posição tecnológica da siderurgia brasileira, seria útil lembrar que a introdução de sistemas de automação e controle de processos na indústria siderúrgica brasileira se fez necessária na medida em que o setor sofreu uma forte expansão, ao longo da década de 70, o que exigiu a instalação de equipamentos cada vez maiores e de operação mais complexa. A diversificação da produção e a preocupação com o controle da qualidade contribuíram, igualmente, de forma decisiva, para a intensificação do uso de computadores na área de produção das usinas. Esta tendência reproduz a solução tecnológica encontrada nos países desenvolvidos para fazer face aos problemas de planejamento e controle de produção, colocados pelo aumento da escala de produção e pela introdução de inovações ligadas ao processo siderúrgico, que aumentaram o ritmo da produção.

.....

.....

De fato, se as características do processo produtivo de siderurgia tornam problemático o controle eficaz de produção, o reforço dos "condicionamentos de simultaneidade e de sucessão"(3) imposto pelas mudanças tecnológicas agrava este aspecto, exigindo o aperfeiçoamento dos métodos de controle de produção, capazes de otimizar a distribuição dos fluxos, de garantir uma utilização mais intensa dos equipamentos e da usina como um todo e de transmitir aos operadores informações e dados em tempo hábil, de forma a se evitar a produção de aço de qualidade inferior, interrupções no processo produtivo, etc.

Por outro lado, cresce o papel do cliente (usuário) na especificação do produto encomendado, o que confere grande importância aos instrumentos e sistemas de controle que garantam flexibilidade ao processo de produção, permitindo a produção de pequenas e médias quantidades de determinado bem. Do lado do produtor, maior flexibilidade no processo produtivo significa maior potencial de utilização da capacidade instalada e significativa redução dos riscos face às oscilações do mercado, em um setor caracterizado por custos fixos elevados.

Neste sentido, as mudanças por que passou a produção e o mercado de siderúrgicos transformaram o setor em candidato natural à adoção de sistemas de automação e de informatização para a ordenação do fluxo produtivo e para o controle dos processos que compõem a produção do aço.

Enquanto o Japão já utilizava essa tecnologia há 25 anos, a siderurgia brasileira introduziu computadores de processo para automação industrial há cerca de 15 anos, com sistemas totalmente importados, produzidos por grandes fabricantes de equipamentos siderúrgicos e a estes acoplados.

Funcionalmente, os sistemas de controle de processo cobrem três aspectos: instrumentação, manipulação de informações e controle propriamente dito. A instrumentação - cuja função é a medição das variáveis a serem controladas, sendo, por isso mesmo, a ba

.....

.....

se de todo o esquema de controle - utiliza equipamentos como sensores, medidores, válvulas controladoras, relés e atuadores finais. Após sua aquisição, os dados têm que ser transmitidos e interpretados, o que é feito por instrumentos de transmissão, conversores de sinais, redes de telemetria e telecomando, estações remotas e sistemas computadorizados. Nas instalações das usinas feitas nos anos 70, predomina a instrumentação pneumática e analógica, praticamente não incorporando a tecnologia digital mais recente.

O controle automático pode ser feito de forma convencional, mais usado no controle analógico de variáveis isoladas, ou por sistemas digitais. Dado o funcionamento contínuo, característico dos processos em siderurgia, é crescente a importância dos sistemas digitais em tempo real. Os equipamentos mais utilizados para controle são: os controladores programáveis, baseados em microprocessadores e que controlam máquinas e processos; os microcomputadores, com aplicações que vão desde a instrumentação e manipulação de informações até o controle, com a vantagem de possibilitar a distribuição das funções de controle em redes locais; os sistemas digitais de controle distribuído (SDCD'S), baseados em microprocessadores e que podem eventualmente substituir as redes locais; os minicomputadores de processo, que permitem sua modelagem matemática e sua supervisão.

Diferentes tipos de módulos podem ser definidos, de modo a obter uma configuração capaz de atender a qualquer aplicação na área de controle de processos. A melhor solução pode exigir, inclusive, a utilização de vários módulos com capacidades diferentes, caracterizando uma rede hierarquizada de processamento, como é o caso freqüente em aplicações em siderurgia (4).

No Brasil a introdução de sistemas de automação industrial (AI) na siderurgia data do início dos anos 70 e prolongou-se até recentemente, embora a maior parte das implantações tenha-se concentrado no período 1981-83. Esses anos favoreceram uma assimilação da tecnologia em controle de processos como resultado do esforço de implantação e das necessidades de manutenção dos equipamentos. Por outro lado, algumas empresas já contavam, no início dos anos 80,

.....

.....

com os frutos do desenvolvimento de seus recursos próprios na área de *software* aplicativo e microcomputadores para pequenas automações.

### 3. A POLÍTICA DA SECRETARIA ESPECIAL DE INFORMÁTICA (SEI) PARA CONTROLE DE PROCESSOS: PRINCIPAIS ASPECTOS E AVALIAÇÃO

Foi no início dos anos 80 que o Estado brasileiro iniciou seu processo de formulação de uma política para o segmento de controle do processos.

A execução de uma tal política esbarraria, segundo a SEI, na dinâmica até então vigente de introdução e difusão de equipamentos e sistemas de CP na indústria nacional, a qual dificultaria o acesso ao mercado por parte de empresas nacionais e reservaria a empresas estrangeiras grande parcela do mercado brasileiro de CP.

Este tipo de dinâmica, que as importações realizadas pelo setor siderúrgico no final dos anos 70 tão bem ilustram, coloca em relação direta o usuário e o fornecedor estrangeiro, fazendo com que os grandes usuários - ao abrir os "pacotes" tecnológicos e ao buscar desenvolver tecnologia de uso - desenvolvam, em seus centros de pesquisa, atividades e funções típicas de integradores e gerenciadores de sistemas. Esta situação, que "contorna" o fornecedor nacional, pode chegar a inviabilizar o surgimento e crescimento de empresas nacionais de engenharia de sistemas.

A capacitação dos grandes usuários de siderurgia na área de automação - a partir da abertura dos pacotes e do desenvolvimento de tecnologia de uso pela agregação de conhecimentos e *know-how* dos processos específicos aos quais se aplicaram os controles - ilustra de forma nítida o funcionamento de uma dinâmica de difusão onde a pressão da demanda (os usuários) pela internalização da oferta de bens e serviços de CP era praticamente nula.

.....

Nestas condições, as únicas considerações econômicas, em sentido estrito, para a estruturação incentivada de um setor nacional fornecedor de bens e serviços de CP diziam respeito à necessidade de conter o crescimento das importações, sendo o móvel declarado da política a consolidação e o desenvolvimento de tecnologia nacional, através do apoio às empresas nacionais, via reserva de mercado.

Tais observações importam na medida em que a identificação do móvel da política que se pretendeu montar - que pouco tinha a ver com as necessidades da demanda - pode ser esclarecedora para o entendimento de eventuais conflitos suscitados pela aplicação de tal política - particularmente aqueles envolvendo fornecedores e usuários - e para a análise das distorções que uma política de regulamentação tutelar do mercado tende a gerar, ao desequilibrar as relações entre interesses da sociedade e interesses de um segmento produtivo específico, em benefício deste.

No caso da política de CP, a avaliação da SEI era de que a grande demanda da indústria siderúrgica por sistemas de automação e controle de processos impulsionaria o crescimento dos fornecedores nacionais, e que essa associação de interesses poderia beneficiar-se de financiamentos de órgãos governamentais, em uma época de escassez de recursos.

Utilizou-se, portanto, a *holding* estatal como vetor de um novo modelo de difusão de CP baseado no desenvolvimento do setor nacional de AI, e estabeleceu-se um modelo participativo, que colocava em contato os diferentes agentes envolvidos com a introdução do CP: fornecedores de *hardware* e *software*, de instrumentação, de CLP, o usuário e a casa de integração, além da própria SEI e a SIDERBRÁS.

Tal modelo foi testado em projetos pioneiros, sendo os principais aqueles realizados pela COSIPA e financiados pelo BNDES e pela FINEP. O primeiro deles - projeto SIPLAQ - consistiu na implantação de um computador para otimização das condições de aquecimento de placas, através da redução do consumo de combustível,

.....

.....

aumento de qualidade e produtividade, utilizando-se algoritmos de controle produtivo, obtidos do modelo matemático desenvolvido pela equipe do projeto. Este foi iniciado em setembro de 1982, e a primeira fase do sistema entrou em operação em maio de 1984, com previsão de que o investimento se pague em um ano e meio.

O outro projeto contemplou o sistema de controle integrado na aciaria II e lingotamento contínuo da usina, duas unidades modernas, dotadas de uma série de automações locais. O sistema pretende integrar todas essas automações através de equipamentos que incorporam tecnologias recentes, como o controle de sub-lança na aciaria e o do nível de aço no molde e no distribuidor do lingotamento. Nos dois casos, obtém-se uma melhoria na qualidade do produto e aumento de produtividade: o controle dinâmico por sub-lança permite elevar significativamente o índice de probabilidade de acerto do tipo de aço que se deseja fabricar; o controle no lingotamento gera maior homogeneidade do produto e redução de defeitos nas placas.

Outros projetos considerados pioneiros foram o da reforma dos laminadores de tiras a quente da USIMINAS e o dos altos fornos da COSIPA e CSN. Tanto a USIMINAS como a CSN, entretanto, já haviam alcançado, então, níveis de automação mais elevados, através de um processo segmentado de implantação. A informatização, nesses casos, se fará após a modernização de suas linhas de produção.

A COSIPA apresenta um espaço maior para o desenvolvimento de sistemas de AI e CP, e a pretensão é fazê-lo através de um modelo integrado, como o que inspirou os projetos pioneiros. O projeto SIIC - Sistema Integrado de Informações, na COSIPA, que está sendo desenvolvido pelo CTI (Centro Tecnológico de Informática e outras entidades) deverá ser implantado ao longo dos próximos 5 anos e, em linhas gerais, deverá promover a implantação de sistema *on-line* de programação e controle de produção, sistemas de AI, sistemas para modernização administrativa e de informações gerenciais, com base de dados de uso comum, tendo como referência o padrão internacional de uma usina moderna, cujo cerne é a integração das três gran

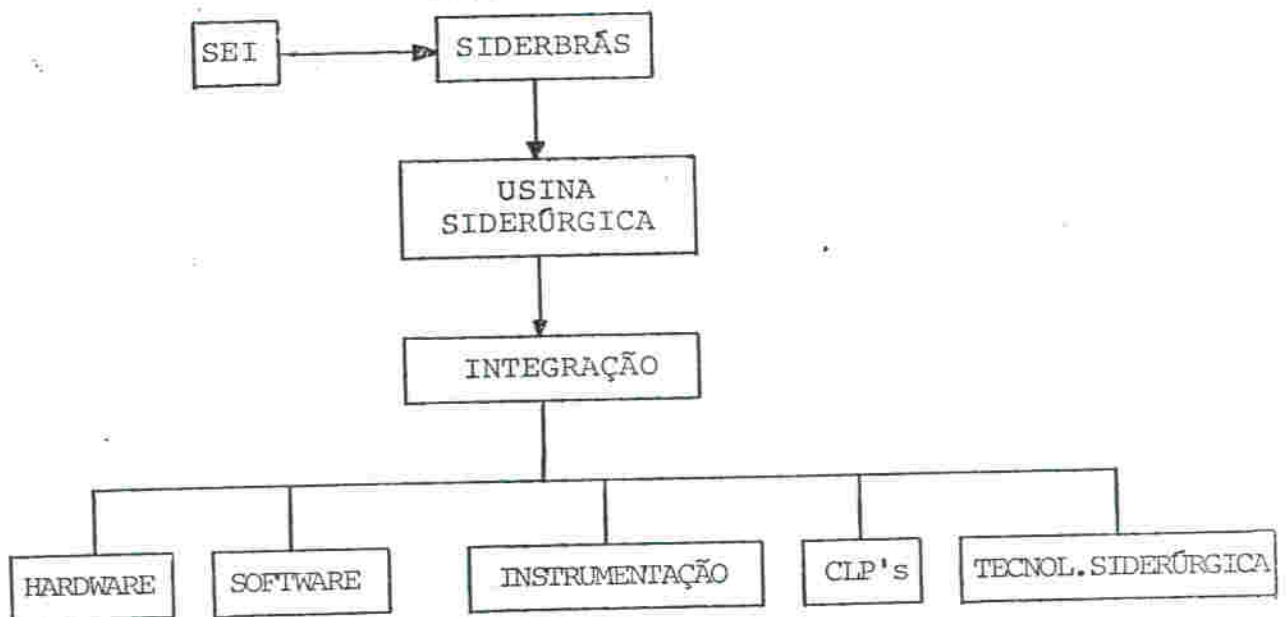
.....

des áreas de sistemas: o da gestão da empresa, o da programação e controle da produção e o da automação industrial (5).

Dada a situação de automação e informatização atual da empresa, o projeto significa um "salto" tecnológico, que poderá se defrontar com problemas sérios, sobretudo quanto à tecnologia de integração, difícil sem ajuda externa, e quanto à aquisição internamente de equipamentos de *data highway*.

Nossa avaliação da política de CP começa por este modelo e contempla quatro aspectos:

a) No que diz respeito ao modelo participativo da SEI, o diagrama abaixo ajuda a visualizá-lo melhor:



Os principais aspectos a ressaltar em uma avaliação da aplicação, no setor siderúrgico estatal, do modelo participativo preconizado pela SEI são os seguintes.

Primeiro, o modelo permite e favorece a mobilização

.....

do potencial tecnológico e de recursos humanos disponível em diferentes instituições para a concepção e execução de projetos específicos. O caso do desenvolvimento conjunto, pelo IPT e COSIPA, de um projeto - localizado na aciaria - de sistema de medição e controle do nível de oxigênio na produção de aços, cuja tecnologia foi posteriormente transferida a uma empresa metalúrgica do setor privado, ilustra os resultados de uma tal mobilização de recursos humanos e tecnológicos em torno de projetos específicos.

Em segundo lugar, o modelo supõe o envolvimento do usuário, ou seja, leva em consideração os problemas de aplicação e uso. Isto é vantajoso porque, como se sabe, o sucesso da implantação de sistemas de CP depende, em grande parte, da integração que se obtém entre os operadores, nas usinas, e o sistema.

Finalmente, cabe reconhecer que o desenvolvimento de projetos de automação industrial (AI), dentro do modelo participativo, esbarra na insuficiência do conhecimento da tecnologia do processo siderúrgico em si. Este problema não é criado pelo modelo participativo, nem pelo processo de automação das usinas, mas tanto a operacionalização bem sucedida do primeiro, quanto a definição do grau de automação que se pretende atingir e das áreas prioritárias de investimento em automação - isto é, a definição e gestão, pela empresa, de uma política de AI -, ambas dependem de um profundo conhecimento do processo produtivo ao qual a AI será aplicada.

A carência deste conhecimento, na siderurgia brasileira, antecede a fase de aplicação de automação ao setor, mas se manifesta de forma particularmente aguda nesta fase, já que a modelagem do processo supõe um conhecimento detalhado deste. Assim, embora o CTI já tenha acumulado conhecimentos significativos em modelagem de processos a controlar e em integração de sistemas, esta insuficiência de conhecimento do processo siderúrgico justifica a manutenção de assistência técnica estrangeira em projetos de automação mais complexos, sobretudo, na área de integração - tal como ocorre, hoje, na siderurgia brasileira.



.....

A aplicação do modelo participativo preconizado pela SEI, bem como a coordenação - pela SIDERBRÁS - dos projetos de AI e de CP em desenvolvimento nas usinas siderúrgicas estatais representam os principais elementos do quadro organizacional através do qual se dá a implantação da política de CP na siderurgia.

b) No que se refere à coordenação da SIDERBRÁS, alguns pontos merecem destaque.

Primeiro, tal coordenação evita a dispersão de recursos e incentiva a circulação de informações sobre experiências de desenvolvimento de projeto e de aplicação e uso de tecnologias, que têm lugar nas diferentes usinas e empresas ligadas à *holding* estatal da siderurgia.

Segundo, pelo fato de coordenar uma parcela significativa da demanda do setor siderúrgico por equipamentos e sistemas de CP, a SIDERBRÁS pode exercer - e, de fato, exerce - pressão sobre os fornecedores brasileiros de CP, no sentido de reduzir custos de produtos e serviços. Por outro lado - e isto é extremamente importante - a coordenação da SIDERBRÁS, em cooperação com a SEI, no desenvolvimento de projetos nacionais de AI e CP confere à *holding* legitimidade e poder para não se submeter à adoção irrestrita e indiscriminada de soluções que só envolvam tecnologias nacionais, quando estas são por ela consideradas insuficientes e/ou inadequadas. Uma ilustração disto seria o fato - comprovado por levantamento de dados efetivado junto à SEI - de que 96,3% (em valor) dos pedidos de importação apresentados pelas empresas da SIDERBRÁS à SEI entre 1982 e 1984 tenham sido aprovados, 3,4% cancelados e apenas 0,3% indeferidos. No período, o valor total dos pedidos apresentados pela SIDERBRÁS caiu de US\$11,7 milhões, em 1982, para US\$2,6 milhões, em 1984.

Ao ressaltar estes aspectos vinculados às formas organizacionais que enquadram a implementação da política de CP no Brasil, é importante observar que o instrumento da reserva de mercado não é uma pré-condição para que funcione tal quadro organizacional. De fato, não há vinculação necessária entre aquele instrumento

.....

.....

de política e o quadro organizacional, embora se deva admitir que a existência da reserva de mercado torna fundamental tanto a adoção do modelo participativo, quanto a coordenação da SIDERBRÁS, já que elas permitem um maior equilíbrio de interesses entre as diversas partes envolvidas nos projetos de CP. No caso da coordenação da SIDERBRÁS, além de exercer esta função de equilíbrio, tal esquema permite à *holding* exercer de forma efetiva seu poder de barganha junto aos fornecedores e à própria SEI e, por este meio, desempenhar função reguladora e moderadora do uso do instrumento de reserva de mercado, combinando a absorção de produtos nacionais à importação de produtos estrangeiros quando a produção nacional for insuficiente, quantitativa e/ou qualitativamente.

A importância deste aspecto vincula-se ao fato, reconhecido por especialistas da área siderúrgica, de que há possibilidades reais de que a política de nacionalização de equipamentos de AI e CP gere um aumento da defasagem tecnológica setorial entre o Brasil e os países desenvolvidos produtores e exportadores de aço.

c) A propósito, já se observou que a competitividade do Brasil no setor siderúrgico - consideradas a composição de sua pauta de exportações e sua inserção na divisão internacional do trabalho - não depende de um acompanhamento estrito dos movimentos da fronteira tecnológica, sendo tolerável um atraso relativo do país neste campo. De um modo genérico, tampouco está aqui implícita a idéia de que a liderança tecnológica assegure, no setor, sucesso econômico. O segmento produtor de aços especiais americano é um bom contra-exemplo: embora exerça liderança internacional no desenvolvimento de processos e produtos, impulsionado pelas especificações rigorosas da demanda da indústria aeroespacial e de defesa, tem sofrido revezes econômicos sérios, como resultado da concorrência do produto importado a preços inferiores.

Neste sentido, a siderurgia - e, em particular, a siderurgia estatal - poderia ser considerada um "bom cliente" da informática brasileira, já que, nas atuais condições, não haveria contradição entre competitividade setorial e absorção de produtos na

.....

cionais de informática.

A realidade de uma tal afirmação, no entanto, se limita a um horizonte de curto prazo, ou melhor, a uma visão predominantemente estática do problema. Isto porque, à medida em que as indústrias siderúrgicas dos países desenvolvidos, atualmente em crise, se reestruturam e consigam reduzir seus custos de produção, o atual quadro de vantagens comparativas prevalecente no setor tende a se deslocar, afetando a competitividade brasileira no mercado mundial. É o que já acontece, hoje, no setor têxtil, onde o uso de AI reconfere competitividade a alguns países desenvolvidos, reduzindo as vantagens comparativas dos países em desenvolvimento.

Além disto, mesmo do ponto de vista das grandes usinas integradas das empresas estatais brasileiras, uma vez esgotadas as possibilidades de expansão física de suas plantas, o que já está ocorrendo, as alternativas para o aumento da produção e um melhor desempenho de cada uma delas depende de aumentos de produtividade e de melhor utilização dos equipamentos, o que pode ser obtido, como se sabe, via automação e introdução de controle de processos.

Ainda dentro de uma visão dinâmica dos determinantes da competitividade do setor, mas voltando no tempo a um passado recente, pode-se afirmar que o atraso relativo tecnológico da siderurgia brasileira é, hoje, tolerável não só devido a fatores ligados à situação dos mercados nacional e internacional deste tipo de produtos, na década de 80, mas também porque - com o aumento de escala de produção e a modernização das usinas a partir do final dos anos 70, basicamente via importações de equipamentos siderúrgicos que a coplavam CP - o país atingiu, no setor, um patamar tecnológico que lhe permite obter uma relação qualidade/preço competitiva internacionalmente e, por conseguinte, ocupar espaços no quadro da divisão internacional do trabalho em formação.

Uma última consideração neste item diz respeito ao plano de saneamento financeiro da SIDERBRÁS recentemente aprovado pelo Governo brasileiro. De acordo com o que se divulgou à época

.....

.....

da assinatura dos protocolos que materializaram o saneamento, à adoção desta medida deveria corresponder uma contrapartida - por parte das empresas siderúrgicas - de aumento de produtividade e redução de custos, o que - pelo menos em parte - deverá ser obtido via desenvolvimento da AI nas usinas.

d) Finalmente, se a argumentação precedente tem fundamentos sólidos e se a política de reserva de mercado pretende exatamente alterar a dinâmica de difusão, via importações, de equipamentos de AI e CP na siderurgia, é legítimo discutir preliminarmente alguns aspectos problemáticos relativos ao uso deste instrumento de política no que diz respeito à área sob análise (equipamentos e sistemas de controle de processos).

Tais aspectos problemáticos relacionam-se (1) à seleção e aplicação dos instrumentos de política, (2) à insuficiência da oferta, e (3) a distorções no uso de sistemas de CP.

(1) Seleção e aplicação dos instrumentos de política:

A reserva de mercado é o grande instrumento que faz da empresa nacional produtora de equipamentos e serviços de CP o principal agente de política tecnológica para o segmento específico sob análise.

A primeira observação a fazer diz respeito ao fato de que haveria uma hipertrofia do uso deste instrumento de proteção às empresas nacionais, que se contrapõe ao subdesenvolvimento de outros instrumentos de política igualmente importantes, do ponto de vista da criação e difusão da tecnologia de informática na sociedade, a saber, P & D, desenvolvimento de recursos humanos, ensino universitário e "políticas de usuários" (que incentivem a difusão da informática entre empresas potencialmente usuárias e junto às instituições sociais, tais como as escolas).

Considerando a dimensão social de informática - isto é, a vinculação que ela mantém, em termos de influências e alterações recíprocas, com as relações que se estabelecem em processos básicos para a reprodução social, tais como a aprendizagem escolar e universitária, a extensão do regime de assalariamento, as relações

.....

entre agentes econômicos ou entre o Estado e os diferentes grupos sociais - a atribuição à empresa nacional do papel de agente quase exclusivo da política tecnológica para o setor aparece como problemática.

O desequilíbrio observado no uso dos instrumentos de política, que traduz o privilégio concedido à reserva de mercado, foi ainda agravado, no caso brasileiro, por determinadas características do processo de institucionalização da política de informática, tais como os vetos aplicados àqueles artigos da lei de informática que previam, seja a alocação permanente de parcela fixa de recursos tributários da União para financiamento de P & D, seja a constituição de órgão paritário de empregados e empregadores, encarregado de examinar e acompanhar a introdução de mudanças tecnológicas vinculadas à informática nas empresas.

A segunda observação quanto à seleção e uso dos instrumentos de política refere-se ao fato de que a adoção da reserva de mercado para empresas nacionais não correspondem medidas que induzam aquelas empresas à redução de custos e preços, à melhoria da qualidade dos produtos, ou à garantia de fornecimento regular de produtos, componentes, peças e serviços aos usuários.

## (2) Insuficiências da Oferta:

Neste caso, cabe evidenciar, antes de tudo, o problema da defasagem entre preços e qualidade nacionais e internacionais. Se os instrumentos de política adotados não incentivarem as empresas a resolver este tipo de problema, reduzem-se as possibilidades de desdobramentos reais da política e de extensão da demanda pelos produtos e serviços ofertados internamente, principalmente pelo fornecimento ao setor privado da indústria, restringindo-se a demanda ao mercado cativo representado pelas empresas estatais e, no caso da siderurgia, pela SIDERBRÁS. Neste sentido, a restrição da demanda e o não-atingimento de maior escala de produção estariam sancionando e reproduzindo a situação inicial de altos custos, qualidade insuficiente, etc.

.....

Entrevistas realizadas com representantes de empresas privadas de siderurgia permitiram levantar algumas críticas aos produtos nacionais de AI e de CP: inadequação às condições operacionais da indústria, especificação inadequada dos equipamentos, atrasos na entrega, prestação inadequada ou insuficiente de assistência técnica pelos fornecedores, e elevados preços. Foram também criticados o processo de habilitação de fabricantes nacionais junto à SEI e a tentativa de substituir importações em segmentos de produtos e serviços nos quais o tamanho do mercado não permite a produção em escala rentável (6).

### (3) Distorções no uso de Sistemas de CP:

Cabe destacar, neste aspecto, que a política de reserva de mercado na área tende a induzir as usinas a uma super-utilização de tipos de computadores fabricados no Brasil (super-minis, minis e micros) relativamente aos padrões vigentes na siderurgia japonesa, que é reconhecidamente aquela que faz a mais eficiente utilização dos instrumentos de informática.

É o caso, por exemplo, da configuração que se projeta no SIIC/COSIPA, para o terceiro nível hierárquico do sistema integrado: prevê-se o emprego de sete super-minis, enquanto que na usina japonesa de Mizushima, quatro vezes maior do que a COSIPA, o sistema tem, neste nível, quatro super-computadores.

## 4. COMENTÁRIOS FINAIS

Nossa argumentação sobre a utilização do instrumento da reserva de mercado leva à proposição de uma aplicação seletiva e balanceada dos instrumentos eleitos, levando em consideração as características internas e externas dos setores usuários de bens e serviços de CP.

No caso da política brasileira, marcada pelo uso extensivo do rígido instrumento que é a reserva de mercado, ressalta

.....

.....

a importância das formas organizacionais através das quais a política é implementada, no sentido de regular o uso daquele instrumento, adequando-o à realidade do setor usuário e de suas características, e equilibrando a participação dos diversos agentes envolvidos com tecnologias de CP.

A pertinência destas questões - ainda em aberto, inclusive pelo fato de a política de CP estar em seus primeiros anos de existência - cresce, à medida em que se adota um ponto de vista dinâmico a respeito da situação da siderurgia mundial. Já se ressaltou, neste sentido, que a "diacronização" do conceito de atraso relativo tolerável revela alguns motivos suplementares de preocupação para aqueles que analisam a relação entre competitividade externa do setor e a política estatal de CP.

Cabe lembrar, neste quadro, que o segmento de AI encontra-se em franco desenvolvimento nos países ditos centrais do capitalismo, e particularmente no que se refere às aplicações de equipamentos e serviços de CP ao processo siderúrgico. De fato, boa parte da estratégia setorial daqueles países, voltada para a busca de segmentos mais nobres de produtos, depende do aperfeiçoamento dos sistemas de organização e controle da produção nas usinas - o que, nas atuais condições - corresponde ao desenvolvimento de aplicações de produtos e serviços de informática ao processo produtivo da siderurgia.

Impõe-se um acompanhamento atento destas tendências, por parte dos formuladores das políticas industrial e tecnológica no Brasil, na medida em que as estratégias de especialização dos diferentes países visam à ocupação de nichos de produtos e de tecnologia, o que exige uma política ativa, voltada para aquele objetivo, mesmo quando o nicho que se pretende ou que se pode efetivamente ocupar não corresponde aos produtos mais nobres e às mais sofisticadas tecnologias. O caso da siderurgia ilustra bem, a nosso ver, que certos nichos são "móveis", de modo que sua ocupação duradoura não só pressupõe uma determinada evolução da base técnica, como também pode permitir um *upgrading* tecnológico não desprezível.

N O T A S

- (1) Em sua versão completa, o trabalho foi apresentado no Seminário Internacional sobre Novas Tecnologias, promovido pelo Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ), Institute of the Americas e Universidade de Stanford e realizado no Rio de Janeiro, de 26 a 28 de janeiro de 1987. A versão completa do trabalho pode ser obtida por solicitação ao IUPERJ ou aos autores, na FUNCEX.
- (2) O Brasil respondeu por 4,05% das exportações mundiais de aço, em 1984, contra 0,13%, em 1975, e isto apesar da relação exportações/produção mundiais ter passado, no período, de 23% para 29%.
- (3) CORIAT (1980).
- (4) A concentração de implantação de sistemas de automação e CP ocorre nas áreas de fabricação do aço e laminação, em vista da importância crescente de atendimento de pedidos específicos dos clientes e da necessidade de se reduzir custos com estoques e produtos abaixo de certo nível de qualidade. Nas aciarias, o centro do sistema de computador (no processo a oxigênio) é um modelo de cálculo de equilíbrio de carga, que determina as proporções de matéria-prima de entrada e as exigências de sopro de oxigênio para que se obtenha o teor de carbono e a temperatura apropriados. Para isso, o sistema é assistido por aparelhos de medição de temperatura e equipamentos de análise do gás. As aplicações mais recentes de CP têm uma hierarquia de dois computadores, onde o nível superior desempenha o papel de planejamento da produção e o inferior o de modelagem e as funções auxiliares como coleta de dados do processo e controle.

Nas usinas que já introduziram o lingotamento contínuo, os controladores lógico-programáveis têm sido cada vez mais usados para os sistemas hidráulicos e de acionamento elétrico, em substituição aos controles por relé. Além disso, a utilização de computadores para coordenação da produção na aciaria e nos lingotadores, para que se obtenha uma adequação dos fluxos, permite o lingotamento em sequência e resulta em maior rendimento.



.....

A área de laminação de produtos planos compreende os laminadores de tiras a quente, de chapas grossas, e contínuos a frio. Este foi o campo onde ocorreram as primeiras aplicações dos computadores de CP, particularmente nos laminadores de tiras a quente. Atualmente, é possível o uso de modelos sofisticados de CP de laminação. A ênfase é no controle de bitola, a justagem do laminador e, no caso da laminação a quente, o controle da temperatura e da espessura da tira.

- (5) A arquitetura física do SIIC corresponde a um modelo hierarquizado em quatro níveis. Mesmo considerando que o projeto SIIC não vá permitir à COSIPA atingir os níveis de integração praticados em usinas siderúrgicas dos países desenvolvidos, o salto pretendido é realmente ambicioso. Hoje, cerca de dois terços do processamento de dados da empresa são feitos ainda em batch. A capacidade de operações *on-line* será elevada com a aquisição de um novo *mainframe*, que possibilitará a construção de uma estrutura composta de três *mainframe*, dezenas de superminis, minis e microcomputadores nacionais, centenas de controladores de processos (entre controladores lógicos-programáveis e componentes eletromecânicos) e redes de computadores em tempo real. Esse novo sistema permitirá a redução do estoque de matérias-primas e produtos acabados, aumento da produção e melhoria da qualidade.

Os maiores desafios colocados pelo projeto se referem à modelagem matemática dos processos a serem controlados, à definição de uma arquitetura de redes moderna e flexível e à interconexão entre os equipamentos. Existem unidades analógicas antigas, computadores e controladores programáveis com protocolos incompatíveis, além de problemas com a adaptação de equipamentos nacionais às condições de operação nas usinas siderúrgicas.

- (6) Os dois últimos pontos, relativos ao processo de habilitação de empresas junto à SEI e à abrangência da reserva de mercado, estão intimamente relacionados.
- .....

B I B L I O G R A F I A

- Anuário da CACEX, 1985.
- Anuário Estatístico do CONSIDER, 1986.
- Assessoria de Informática da SIDERBRÁS - Automação Industrial na Siderurgia, apresentado na IIIa. Semana de Informática da UNB, Brasília, de 6 a 10 de outubro de 1986.
- Bailey, K. - Steelworks Automation - in Steel Times, Redhill, 206 (11), november 1978.
- Bonas, M. - A Ousadia da COSIPA - in INFO, junho de 1986.
- Castro, Orlando J. - Computação de Controle de Processos no Sistema SIDERBRÁS - palestra proferida no Iº Seminário sobre Controle de Processos da SEI, Brasília - julho de 1980.
- Comissão de Informática do IBS - Diagnóstico e Tendências da Informática na Siderurgia Brasileira - IIº Seminário de Informática e Automação na Siderurgia, RJ, 24/25/26 de novembro de 1986.
- Diagnóstico da Situação da Área de Informática na Siderurgia Brasileira - RJ, junho de 1984.
- Coriat, B. - Ouvriers et Automates - in Usines et Ouvriers-Figures du Nouvel Ordre Productif - J.P. de Gaudemar (org.) - François Maspéro, Paris, 1980.
- La Robotique - Collection Repères - Ed. La Découverte/ Maspéro - Paris, 1983.
- Crandall, R.W. - The U.S. Steel Industry in Recurrent Crisis Policy Options in a Competitive World - The Brookings Institution, Washington, D.C., 1981.
- Dahlman, Carl J. - From Technological Dependence to Technological Development: The Case of the Usiminas Steel Plant in Brazil - Vol. I - IDB/ECLA Research Programme in Sciences and Technology, 1978.

- .....
- Gohlke, R. e Bykoff, E. - Data Processing Systems in the Steel Industry - in Iron and Steel International, April 1976.
  - IBS - Siderurgia Brasileira, Relatório Anual, RJ, 1986.
  - Kawasaki Steel Corporation - General View of Information System and Automation in the Japanese Iron and Steel Industry - IIº Seminário de Inf. e Autom. na Sid; RJ - 24/25/26 de novembro de 1986.
  - Laplane, Francisco M.; Ferreira, Carlos K. - Capacitação Tecnológica Nacional em Equipamentos de Automação Industrial com Base Microeletrônica, Avaliação e Perspectivas - in Anais do XIVº Encontro da Anpec, 1985.
  - Moreira, I. - O que As Empresas Siderúrgicas Esperam da Informática - Iº Seminário sobre Informática na Siderurgia, 1984.
  - Mueller, H. - The Changing U.S. Position in the International Steel Market: Output, Trade and Performance in Revitalizing American Industry - Lessons from our competitors - ed. by Milton Hochmuth with William Davidson, Ballinger Publishing Company, Cambridge, Massachusetts, 1985.
  - National Academy of Engineering and National Research Council - The Competitive Status of the U.S. Steel Industry - Bruce S. Old, Chairman; Joel P. Clark, Rapporteur - National Academy Press, Washington, D.C., 1985.
  - Patricio, S. - Controle de Processos, um mercado vasto e dependente - in Dados e Idéias, novembro de 1985.
  - Pinto, Luzio R. e Almeida, José S. - Sistemas de Informação na CSN - Uma Realidade - IIº Seminário de Inf. e Autom. na Sid. RJ - 24/25/26 de novembro de 1986.
  - Rodrigues, Silvino Neves; Weigel, Thomaz; Garcia, Sérgio A; Trielli, Celso N. e Bravo, Mário S. - Sistema Integrado de Informações na COSIPA - SIIC - IIº Seminário de Informática e Automação na Siderurgia, RJ, 24/25/26 de novembro de 1986.
- .....

.....

- SEI - Relatório da Comissão Especial de Controle de Processos  
- Brasília, 1981.
- SIDERBRÁS - Plano de Automação - Volume I - SP, 28 de set. de 1984.
- SIDERBRÁS/SEI - Seminário de Controle de Processos - SP, maio de 1982.
- Steel Statistical Yearbook 1985, Iron and Steel Institute, Committee on Statistics, Brussels, 1985.

- 153 *O comércio exterior brasileiro de bens de capital: desempenho e indicadores por grupos de produtos.*  
Fernando J. Ribeiro e Henry Pourchet. Jul/2000.
- 152 *O comércio exterior brasileiro de calçados e têxteis: desempenho e indicadores por grupos de produtos.*  
Fernando J. Ribeiro e Henry Pourchet. Jul/2000.
- 151 *Diretrizes de promoção comercial para as exportações do Rio Grande do Sul.*  
Pedro da Motta Veiga, Mário C. de Carvalho Júnior, Leda Hahn e Galeno Tinoco Ferraz Filho. Jun/2000.
- 150 *Desempenho exportador do Rio Grande do Sul.*  
Pedro da Motta Veiga e Mário C. de Carvalho Júnior. Jun/2000.
- 149 *Impacto del proceso de integracion del Mercosur sobre el sector calzado.*  
Marta Bekerman, Paulo Guilherme Corrêa e Laens S. Nov/99.
- 148 *Impacto del proceso de integracion del Mercosur sobre el sector farmacêutico.*  
Marta Bekerman, Paulo Guilherme Corrêa e Laens S. Nov/99.
- 147 *Barreiras às importações nos Estados Unidos da América, Japão e União Européia: estimativas do impacto sobre as exportações brasileiras.* Honório Kume e Guida Piani. Out/99.
- 146 *Barreiras externas às exportações brasileiras: 1999.*  
Renato Fonseca, Mário C. de Carvalho Jr., Galeno T. Ferraz Filho, Henry Pourchet, Ricardo Markwald e Fernando C. da Silva. Out/99.
- 145 *Uma estratégia para a promoção comercial das exportações nordestinas.*  
Ricardo Andrés Markwald e Pedro da Motta Veiga. Out/99.
- 144 *Indústrias de plásticos: desenvolvimento do potencial exportador das empresas de 3ª geração.*  
João Bosco M. Machado e Galeno Tinoco Ferraz Filho. Jul/99.
- 143 *Subsídios ao milho e aos derivados do milho nos mercados dos Estados Unidos e da União Européia.*  
Aluisio G. de Lima Campos. Jul/99.
- 142 *Diretrizes para o desenvolvimento do potencial exportador das MPÊs paulistas.*  
Pedro da Motta Veiga, João Bosco M. Machado e Mário C. de Carvalho Jr. Nov/98.
- 141 *Padrões de comércio intra e extra-Mercosul: alvos para uma política industrial do Mercosul.*  
Ricardo A. Markwald e João Bosco M. Machado. Nov/98.
- 140 *Desempenho e potencial exportador das micro e pequenas empresas paulistas.*  
Pedro da Motta Veiga, João Bosco M. Machado e Mário C. de Carvalho Jr. Nov/98.
- 139 *Pequenos lotes na exportação: estrutura de custos e estratégias de distribuição física internacional.*  
Mário C. de Carvalho Jr., Miguel Ferreira Lima e Ricardo A. Markwald. Nov/98.
- 138 *Especificidades do padrão de comércio Brasil-União Européia e Brasil-Estados Unidos.*  
Ricardo A. Markwald e João Bosco M. Machado. Nov/98.
- 137 *A experiência exportadora do setor de software brasileiro: o caso da Softex.*  
Galeno Tinoco Ferraz Filho, Sílvia Frick, Virginia Duarte, José E. Roselino, Ana Paula Matusita, Norton de Almeida, Lucia Beatriz Alves, Vera Mittermayr. Jun/98.
- 136 *Micro, pequenas e médias empresas na exportação: desempenho no Brasil e lições da experiência internacional.*  
Pedro da Motta Veiga, Ricardo A. Markwald. Jun/98.
- 135 *A orientação externa da indústria de transformação brasileira após a liberalização comercial.*  
Renato Fonseca, Mário C. de Carvalho e Henry Pourchet. Abr/98.
- 134 *Índices de preço e quantum do comércio exterior.*  
Ricardo A. Markwald, Armando Castelar Pinheiro, Carmen Falcão e Henry Pourchet. Mar/98.
- 133 *Índices de preço e quantum das importações brasileiras.*  
Ricardo A. Markwald, Armando Castelar Pinheiro, Carmen Falcão e Henry Pourchet. Mar/98.
- 132 *União Européia: o novo Sistema Geral de Preferências (SGP) e os impactos sobre as exportações brasileiras de produtos agrícolas.*  
João Bosco Machado e Ricardo A. Markwald. Nov/97.
- 131 *Estimativas do valor da produção industrial e elaboração de coeficientes de exportação e importação da indústria brasileira (1985-1997).*  
Lia Haguénauer, Ricardo A. Markwald e Henry Pourchet. Jun/98.